

**Bygging for fremtiden:  
Rollen til fornybar energi og bærekraftig design i  
Norges fremtidige boligutvikling med et  
prosjekteksempel i Trondheim**

Building for tomorrow:  
The role of renewable energy and sustainable design in  
Norway's future residential developments with a project  
example in Trondheim

**Trondheim mai 2023**

Studenter:  
Bendik Sandnes  
Idriss Nazari  
Per Kristian Skalmerud

Intern veileder:  
Terje K. Fossheim

Ekstern veileder:

Prosjektnr:  
2023 -26

Rapporten er ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for konstruksjonsteknikk

# Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål

Boligsektoren står overfor betydelige utfordringer i det 21. århundre, spesielt med hensyn til å integrere fornybar energi og bærekraftige designløsninger. Det er avgjørende å forstå hvordan fremtidens boligutvikling kan utformes for å møte disse utfordringene og samtidig imøtekomme de tekniske og miljøvennlige kravene som stilles.

Oppgaven kombinerer en mulighetsstudie og prosjektering av et nybygg på Moholt, Trondheim. Mulighetsstudien vil utforske scenarioer for fremtidens boligutvikling, med fokus på fornybar energi og bærekraftig design. Prosjekteringsdelen vil fokusere på design og utvikling av en ny funkisbolig på tre etasjer. Dette prosjektet vil bli utført på en tomt beliggende på Brøsetvegen 158 i Moholt-området, hvor det allerede er oppført en enebolig.

Gjennom arbeidsprosessen vil gruppen ta hensyn til den eksisterende reguleringsplanen, utføre grundige undersøkelser av omkringliggende bygninger, og undersøke hvilke reguleringer det kan være nødvendig å søke dispensasjon fra for å realisere prosjektet. Et designforslag for den nye boligen vil bli utviklet, med detaljerte beregninger basert på bæring, krav, høyder, dimensjonsvalg og materialer. Det vil også bli utarbeidet et kostnadsestimat for prosjektet.

Formålet med prosjektet er å utforme og implementere en innovativ nullutslippsbolig som illustrerer hvordan både fornybar energi og bærekraftig design kan være sentrale elementer i Norges fremtidige boligutvikling.

## **Stikkord for prosjektet:**

Boligers fremtid, miljø og bærekraft, direktiv, ZEB, forprosjekt, detalj prosjektering, byggeprosess og livsløpsanalyse.

---

## Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet av tre studenter ved Institutt for bygg- og miljøteknikk spesialisert innen husbyggingsteknikk, som en del av deres avsluttende utdanning. Arbeidet har blitt utført i løpet av vårsemesteret 2023, og representerer et omfang på 20 studiepoeng. De tre årene ved byggingeniør utdanningen på Gløshaugen har vært preget av intensivt studiearbeid og kunnskapsutvikling, og vil utvilsomt bli husket som en periode med mange positive opplevelser og en betydelig akademisk vekst.

Som studenter spesialisert innen husbyggingsteknikk, søkte vi en oppgave som ville gjøre det mulig å benytte vår konkrete kunnskap. I tillegg ønsket vi en mulighet til å skrive en fremtidsrettet oppgave. Vi fant et Trondheims-basert prosjekt som involverte utvikling av et innovativt boligbygg, og ble tiltrukket av det unike potensialet knyttet til utforsking av fremtidens boligbygging. Vi innså tidlig at oppgaven skilte seg ut og at den utvilsomt ville gi enormt mye relevant lærdom. Vårt håp og ønske da vi gikk inn i dette unike prosjektet var å komme frem til et resultat som nettopp speiler dette utgangspunktet. Gjennom prosessen har vi møtt på mange spennende faglige utfordringer, noe som har bidratt til å fremme vår kreativitet og også forsterke vårt læringsutbytte.

Vi ønsker å uttrykke vår takknemlighet til Professor Tore Kvande og til andre fagfolk vi har samarbeidet med. Deres faglige innsikt og konkrete veiledning har vært helt avgjørende for vår forståelse både av kompleksiteten og mulighetene innen dette feltet. Til slutt vil vi rette en stor takk til gruppas veileder, Terje K. Fossheim, for hans tilgjengelighet, gode faglige tilbakemeldinger, og for hans store engasjement i forbindelse med vår bacheloroppgave.

Trondheim, 20 mai 2023

*Bendik Sandnes*

Bendik Sandnes

*Idriss Nazari*

Idriss Nazari

*Per K. Skalmerud*

Per Kristian Skalmerud

---

## Sammendrag

Denne bacheloroppgaven har undersøkt muligheten for å møte fremtidige krav til energieffektivitet og design i boligkonstruksjon, ut fra dagens praksis innen boligprosjektering. Arbeidet tar for seg betydelige utfordringer boligsektoren møter i det 21. århundre, spesielt knyttet til integrering av fornybar energi og bærekraftige designløsninger. På bakgrunn av dette ble følgende forskningsspørsmål formulert: *Kan vi med dagens praksis innen boligprosjektering oppfylle fremtidige krav til energieffektivitet og design innen boligkonstruksjon?*

Oppgaven kombinerer en mulighetsstudie og prosjektering av et nybygg i Trondheim. Mulighetsstudien utforsket fremtidige boligutviklingsscenarioer, med vekt på fornybar energi og bærekraftig bygging, og komplimenterer prosjekteringsdelen, som fokuserte på design og utvikling av en ny funksjonal bolig på tre etasjer. Dette arbeidet ble utført basert på en høyst realistisk metode, under hensyntagen til den eksisterende reguleringsplanen, etablert bebyggelse, og nødvendige dispensasjoner for å realisere prosjektet. Ved hjelp av diverse utregnings- og prosjekteringsverktøy er oppgavens byggetekniske omfang nøye prosjektert (henvist til i en omfattende vedleggsliste).

Funnene fra mulighetsstudien understreker betydningen av nullutslippsløsninger og bærekraft i boligbygging. Ved inkludering av kjeller, viser beregninger at miljøpåvirkningen nesten dobles, mens uten nevnte kjeller, kan solcellepaneler alene dekke bygningens energibehov. Det er også mulig å dekke et større energibehov hvis flere tiltak blir implementert. Kombinasjonen av de ulike teknologiene, sammen med bevisste valg av byggdesign og materialbruk, kan være nøkkelen til å nå bærekraftsmålene i fremtidens boligbygging.

Basert på oppgavens resultater, konkluderes det med at det er mulig å oppfylle fremtidige krav til energieffektivitet og design innen boligkonstruksjon med dagens praksis innen boligprosjektering, gitt tilstrekkelig innsats innen forskning, utvikling og regulatoriske tilpasninger. Arbeidet gir viktige innsikter for både bransjeksperter og studenter innen byggfag, og bidrar til diskusjonen om hvordan vi kan bygge boliger på en mer bærekraftig, energieffektiv og fremtidsrettet måte.

---

## Abstract

This bachelor's thesis has examined the potential to meet future energy efficiency and design standards in housing construction, based on current residential planning practices. The thesis addresses the major challenges facing the housing sector in the 21st century, specifically related to integrating renewable energy and sustainable designs. Based on this, the following research question was formulated: *Based on today's practices in residential planning, are we able to fulfill the future requirements for energy efficiency and design within the area of residential construction?*

The task combines a feasibility study and the planning of a new building in Trondheim. The feasibility study explored future housing scenarios, focusing on renewable energy and sustainable construction, and complements the planning part, which centered on the design and development of a new three-story functionalist house. This work was done using a highly realistic method, taking into account the existing zoning plan, surrounding buildings, and necessary dispensations to be able to realize the project. Using various calculation and planning tools, the technical scope of the task was carefully planned (referred to in a comprehensive appendix).

The findings from the feasibility study highlight the importance of zero-emission solutions and sustainability in housing construction. When including a basement, calculations show that the environmental impact nearly doubles, whereas without the mentioned basement, solar panels alone can meet the energy needs of the building. It is also possible to cover a greater energy demand if more measures are implemented. The combination of different technologies, along with conscious choices in building design and material use, could be the key to achieving sustainability goals in future housing construction.

Based on the results of the thesis, it is concluded that we are indeed able to fulfill future housing construction standards for energy efficiency and design based on today's planning practices, given that enough effort is invested in research, development, and regulatory adjustments. The work provides key insights for both industry experts and students in construction, and contributes to the discussion on how we can build homes in a more sustainable, energy-efficient, and future oriented way.

---

## Figurliste

1	Bilde av den vertikale skogen i Milan, “Bosco verticale”, hentet fra [2].	7
2	Bilde av “Liuzhou Forest City”, hentet fra [3]. . . . .	8
3	Bilde av energiklasser fordelt på norske boliger, hentet fra [9]. . . . .	12
4	Klimagassutslipp målt i CO <sub>2</sub> -ekvivalenter per kg produsert solceller-silicium for ulike teknologier. Bilde hentet fra [17]. . . . .	16
5	FNs bærekraftshjul, hentet fra fn.no . . . . .	17
6	Bilde av Powerhouse Brattørkaia i Trondheim, hentet fra [36]. . . . .	25
7	Bilde av terrenget rundt eksisterende bygg (nord-fasaden til brøsetvegen 158 i bilde). Tatt ved befaring den 21.februar, 2023. . . . .	29
8	Rammetillatelse tomannsbolig på bebygd tomt, hentet fra vedlegg “E”. . . . .	33
9	Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (1). . . . .	34
10	Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (2). . . . .	35
11	Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (3). . . . .	35
12	Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (4). . . . .	36
13	Bilde av bygning renderet i Archicad, se vedlegg “H Utenomhus bilder”. . . . .	39
14	Prisstatistikk for Brøsetvegen 158, hentet fra [48]. . . . .	54
15	Utklipp fra kostnadskalkylen, (se vedlegg “N Kostnadskalkyle”). . . . .	55

---

16	Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. Klassifisering og CO <sub>2</sub> utslipp for alternativ med kjeller. . . . .	58
17	Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. Klassifisering og CO <sub>2</sub> utslipp for alternativ uten kjeller. . . . .	58
18	Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. CO <sub>2</sub> utslipp basert på ulike utslippskilder fra livssyklusstadier. . . . .	59
19	Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. CO <sub>2</sub> utslipp basert på utslipp fra bygningselementene. . . . .	59
20	Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. Sammenligning av CO <sub>2</sub> utslipp basert på utslipp fra bygningselementene. . . . .	60
21	Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “Q Passivhus evaluering med kjeller”. Utregning av netto energibruk . . . . .	61
22	Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “R Passivhus evaluering uten kjeller”. Utregning av netto energibruk . . . . .	61
23	Resultat m/kjeller fra solenergi kalkulator, hentet fra [50] . . . . .	62
24	Resultat u/kjeller fra solenergi kalkulator, hentet fra [50] . . . . .	62
25	Merking av energiklasse. Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “Q Passivhus evaluering med kjeller”. . . . .	64
26	Merking av energiklasse. Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “R Passivhus evaluering uten kjeller”. . . . .	65

---

## Tabelliste

1	Sammenligning av CO <sub>2</sub> -utslipp for ulike varmesystemer i 3 ulike byer i Canada. . . . .	19
2	Valg av bjelkelag i etasjeskiller markert med gult, hentet fra [42]. . .	45
3	Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg "P LCA beregninger". Netto CO <sub>2</sub> utslipp for bygning med og uten kjeller. . . . .	59



---

# Begrepsforklaring

Akronymer og forkortelser som benyttes i bacheloroppgaven.

**NTNU** Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

**ZEB** Zero Emission Building

**NZEB** Nearly Zero Energy Buildings

**LCA** Life-Cycle Assessment / Livsløpsanalyse

**LCCA** Life-Cycle Cost Analysis / Livsløps kostnadsanalyse

**EU** Den europeiske union

**CO<sub>2</sub>** Karbondioksid

**NHH** Norges Handelshøyskole

**FN** De forente nasjoner

**HP** Heatpump

**EV** Electric vehicle

**PV** Photovoltaics (solceller)

**BREEAM** Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology

**Prosent-BYA** Prosent bebygd areal

**BRA** Bruksareal

**K-257** Armeringsnett

**U-verdi** Varmegjennongangskoeffisient

**B30** Betong med kvalitet B30 (skal tåle 30MPa)

**XPS** Trykkfast isolasjon

---

**GUX** Utvendig gipsplate

**OSB** Miljøvennlig trebasert plate

**HE-A160** Stålbjelke (type I)

---

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b>	<b>i</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Figurliste</b>	<b>iv</b>
<b>Tabelliste</b>	<b>vi</b>
<b>Begrepsforklaring</b>	<b>vii</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 Oppgavens struktur . . . . .	1
1.2 Bakgrunn for oppgaven . . . . .	2
1.3 Formål og problemstilling . . . . .	2
1.4 Omfang . . . . .	3
1.5 Avgrensninger . . . . .	4
<b>2 Teori</b>	<b>5</b>
2.1 Miljø- og bærekraftperspektiv: viktige tiltak for fremtidens boligbransje og nybygg . . . . .	6
2.1.1 Energieffektivitet og fornybar energi . . . . .	6
2.1.2 Grønn infrastruktur og økosystemtjenester . . . . .	7
2.1.3 Kompakte og blandede boligområder . . . . .	8
2.1.4 Smarte boliger . . . . .	9

---

2.1.5	Bærekraftige byggematerialer og løsninger . . . . .	9
2.1.6	Inneklima og brukeropplevelse . . . . .	10
2.2	Hvilke krav stilles til fremtidens boliger, og hvilke løsninger er aktuelle? . . . . .	11
2.2.1	EUs Direktiv for bygningers energiytelse innen 2050 . . . . .	11
2.2.2	Hvilke reaksjoner kan forventes? . . . . .	13
2.2.3	Effektiv- og bærekraftig energiproduksjon . . . . .	14
2.3	Teori og forskning rundt nullutslippsbygg (ZEB-bygg) . . . . .	23
2.3.1	ZEB . . . . .	23
2.3.2	Livsløpsanalyse (LCA) . . . . .	24
2.3.3	Forskning om ZEB-bygg . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Metode</b>	<b>28</b>
3.1	Forprosjekt . . . . .	28
3.1.1	Analyse av tomten . . . . .	28
3.1.2	Reguleringsbestemmelser og krav . . . . .	31
3.1.3	Skisser og tegninger . . . . .	36
3.1.4	Kosnadsestimering . . . . .	41
3.1.5	Fremdriftsplan . . . . .	41
3.2	Detaljprosjektering . . . . .	43
3.2.1	Konstruksjonsdokumentasjon (detaljtegninger) . . . . .	43
3.2.2	Tekniske installasjoner . . . . .	47
3.2.3	Landskapsarkitektur . . . . .	50
3.2.4	Byggesøknad og dispensasjoner . . . . .	51

---

3.2.5	Kostnadsestimering og budsjettering . . . . .	54
3.3	Byggeprosess og LCA for bygget . . . . .	56
3.3.1	Livsløpsanalyse av prosjektet . . . . .	57
3.3.2	Integrert bruk av solcellepaneler og varmepumper . . . . .	60
<b>4</b>	<b>Resultater</b>	<b>66</b>
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>Veien videre</b>	<b>69</b>
	<b>Kilder</b>	<b>70</b>
	<b>Vedleggsliste</b>	<b>76</b>

---

# 1 Innledning

I dette innledende kapittelet presenteres sentrale aspekter ved bacheloroppgaven. Det starter med en oversikt over oppgavens strukturelle oppbygning, etterfulgt av en redegjørelse for valget av oppgave. Deretter blir oppgavens formål og problemstilling beskrevet og spesifisert. Kapittelet avsluttes med en nærmere beskrivelse av oppgavens omfang og avgrensninger.

## 1.1 Oppgavens struktur

Denne bacheloroppgaven er strukturert på en slik måte at den skal være tilgjengelig for lesere uten spesifikke forkunnskaper innen byggteknikk eller boligprosjektering. Den er inndelt i seks hoveddeler: Innledning, teori, metode, resultater og konklusjon, etterfulgt av en del som setter oppgavens faglige tematikk inn i et bredere perspektiv, inkludert potensielle innovasjoner og forskningsområder relatert til de aktuelle emnene.

Innledningen (del 1) beskriver oppgavens bakgrunn, formål, og problemstilling, og redegjør videre for omfang og aktuelle avgrensninger. Deretter presenteres teoridelen (del 2), som beskriver de prinsippene som er anvendt i oppgaven, og som fungerer som en bro til hoveddelen, og gjør den tilgjengelig for lesere uten spesialisert kunnskap.

Videre følger analyse, hvor teorien drøftes i lys av problemstillingen, og gruppens undersøkelser blir presentert og diskutert. I metodedelen (del 3) beskrives arbeidet knyttet til prosjekteringen av null-utslippsboligen i Trondheim i detalj.

I resultat og konklusjonsdelen (del 4 og 5) trekkes trådene sammen og oppgavens hovedresultater og konklusjoner blir presentert. I det avsluttende kapittelet (del 6) om veien videre blir oppgavens tematikk satt inn i en større sammenheng, og en mulig videre utvikling av prosjektet og potensielle forskningsområder blir belyst.

En referanseliste er vedlagt for å spesifisere de anvendte kildene, og gir interesserte lesere mulighet til å utforske temaet videre. Relevante dokumenter som rammetilla-

---

telse, kalkyler, beregninger og tegninger, finnes i den avsluttende delen av oppgaven.

## 1.2 Bakgrunn for oppgaven

Ved valget av tema for denne bacheloroppgaven ble det vektlagt å identifisere et prosjekt som både fordret en dyptgående spesialisering innenfor feltet husbyggingsteknikk, og samtidig representerte et prosjekt med betydelig relevans for industripraksis. Koblingen av teoretiske konsepter og praktiske applikasjoner sikret en helhetlig læringserfaring, samtidig som det bidro til å forberede gruppen på fremtidige yrkesroller innenfor bygg- og konstruksjonssektoren. Prosjektet fokuserte på fremtidens boligbygging i Norge, med spesiell vekt på utviklingen av et nytt boligbygg på et eksisterende tomteområde. Denne kombinasjonen av teori, praksis og fremtidsfokus fremkalte betydelig nysgjerrighet og interesse.

Prosjektets muligheter til å utforske krav og reguleringer knyttet til den fremtidige boligbyggingen, samtidig med at det utfordrer den konvensjonelle formen for boligdesign, signaliserte prosjektets vesentlige betydning og også det unike læringspotensialet.

Diskusjoner om et nytt nasjonalt og internasjonalt bygningsenergidirektiv og en mer bærekraftig boligbygging har pågått i lang tid. Ut fra en erkjennelse om at slike endringer med all sannsynlighet vil ha betydelige implikasjoner for byggindustrien, har gruppen prioritert å utforske relevante problemstillinger som belyser aktuelle løsninger.

## 1.3 Formål og problemstilling

Opgavens formål er å belyse betydningen av fornybar energi og bærekraftig design for den fremtidige boligutviklingen i Norge. Dette gjøres gjennom en omfattende teoretisk og analytisk undersøkelse av bruken av fornybar energi og bærekraft i boligprosjekteringen. Oppgaven tar sikte på å gi innsikt i boligmarkedets utvikling og å identifisere fremtidsrettede og innovative løsninger, og samtidig vurderer potensielle anvendelser for disse løsningene. Det legges vekt på fornybare prinsipper som kan

---

implementeres, og på potensialet for å kunne imøtekomme fremtidens krav. For å understøtte og konkretisere dette formålet, har det blitt gjennomført et prosjektarbeid, med en metodisk tilnærming som i stor grad integrerer teori, analyse og metode.

Oppgaven viser den omfattende kunnskapen som er tilegnet gjennom studieløpet i kombinasjon med en betydelig grad av uavhengig og selvstendig tenkning. Oppgaven speiler den faglige bredden i studiet og bidrar også med spesifikk kunnskap innenfor fremtidsrettet og bærekraftig boligprosjektering. Ønsket er at den kan tjene som et læringsverktøy og informasjonskilde for andre studenter innen byggfag, så vel som for andre aktører med interesse for byggebransjen. Sentrale temaer som vil bli utforsket inkluderer miljø, bærekraft, EUs bygningsenergidirektiv, nullenergibygging (ZEB), samt detaljerte beregninger knyttet til prosjektering av nye bygninger. På bakgrunn av dette er problemstillingen for denne bacheloroppgaven:

*“Kan vi med dagens praksis innen boligprosjektering oppfylle fremtidige krav til energieffektivitet og design innen boligkonstruksjon?”*

## 1.4 Omfang

Omfanget av denne bacheloroppgaven beregnes ut fra studiepoeng og ressursbruk i timer. Oppgaven tilsvarer en studiebelastning på 20 studiepoeng, noe som betyr et estimert arbeidsomfang på rundt 500 timer per student. Med en gruppe bestående av tre medlemmer, indikerer dette en samlet innsats på omtrent 1500 timer.

I samarbeid med veileder, har gruppen definert hovedtemaene som skal belyses, som presentert i det foregående avsnittet. Gruppen har videre undersøkt potensielle designelementer av bygningen og foreslått løsninger som er teknisk realiserbare. Gitt begrensninger knyttet til oppgavens omfang, har gruppen valgt å fokusere på å identifisere og belyse relevante utfordringer, heller enn å utvikle komplette prosjekteringsløsninger. Det er derfor vesentlig å presisere at dette arbeidet representerer et stadium i prosjekteringsprosessen, og ikke utgjør en komplett prosjekteringsplan.



---

## 1.5 Avgrensninger

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har det fremkommet en rekke engasjerende problemstillinger og temaer som potensielt kunne vært inkludert. Gitt tidsbegrensninger og oppgavens definerte omfang, har det imidlertid vært nødvendig å etablere visse begrensninger.

Valget om å prioritere fornybar energi i form av solenergi skyldes at bygninger oftest utnytter fornybar energi mest effektivt gjennom solcellepaneler. I dette prosjektet brukes varmepumpe som kilden til varmeregulering, men det er ikke utført en kvantitativ vurdering av de resulterende energibesparelsene. Dette skyldes begrensninger i prosjektets omfang, da slike beregninger er omfattende og krever betydelig forskning og tid.

I avsnitt 3.1.5, «Fremdriftsplan», i kapittel 3.1 «Forprosjekt», er diskusjonen avgrenset til kun å omhandle en generell beskrivelse av komponentene i en fremdriftsplan, uten en konkret spesifisering for det presenterte prosjektet. Det er imidlertid viktig å understreke at en godt strukturert fremdriftsplan er avgjørende for en vellykket prosjektgjennomføring.

Videre i avsnitt 3.2.2, «Tekniske installasjoner», i kapittel 3.2 «Detaljtegninger», er fremstillingen avgrenset til bare å inkludere en overordnet plan for ventilasjonssystemet og de fundamentale elementene som ligger til grunn for denne planen. Det gis ingen ytterligere spesifisering om dimensjoner, støynivåer eller valg av spesifikke komponenter.

Siden den totale energibesparelsen fra solenergiproduksjon ikke er eksplisitt beregnet, vil det være visse begrensninger knyttet til balansen i energiregnskapet som er nevnt under LCA (livsløpsanalyse).

---

## 2 Teori

### Boligmarkedet i utvikling og nye innovative løsninger

Boligprisene i Norge har økt betydelig de siste årene, og det er en økende bekymring for at boliger blir stadig mindre tilgjengelige for en vanlig nordmann. Det er flere faktorer som vil påvirke den fremtidige utviklingen av Norges boligmarkedet. En av de viktigste og mest relevante er befolkningsveksten. Norge har en økende befolkning, og med flere som ønsker å bosette seg i byene vil det være behov for flere boliger. Dette vil trolig føre til at boligprisene vil fortsette å stige, samtidig med at kravene til utbygging blir strengere, noe vi tar for oss senere i bacheloroppgaven.

En ytterligere faktor som potensielt vil kunne ha betydning for det norske boligmarkedet er transformasjonene i arbeidslivet. Økende grad av automatisering og digitalisering kan medføre en reduksjon av visse typer arbeidsplasser, samtidig som nye muligheter vil oppstå. Dette kan ha konsekvenser for befolkningsfordelingen og for preferansene for ulike boligtyper.

Klimaendringer representerer også en vesentlig faktor i utviklingen av boligmarkedet, ettersom økende risiko for flom, skred og andre klimarelaterte fenomener nødvendigvis krever konstruksjon av boliger med høyere motstandsdyktighet mot slike belastninger.

På lengre sikt vil man sannsynligvis kunne observere en økende tendens til konstruksjon av bærekraftige bolig- og bygningsstrukturer grunnet behovene for energieffektivitet og reduserte klimaavtrykk. Dette vil påvirke utformingen av både nybygg og eksisterende boliger, og resultere i bl.a. forhøyede kostnader forbundet med oppgradering av eldre boliger til moderne standarder. Samtidig vil det oppstå et behov for å tilrettelegge for et bredt spekter av alternative boformer, inkludert, men ikke begrenset til, bofellesskap, kollektiver og mikroboliger. Denne utviklingen kan ses på som en respons på de eskalerende boligprisene, nødvendigheten av å tilpasse seg skiftende arbeidsmarkedsforhold, og tilpasningen til energieffektivitet- og klimaavtrykkskravene.

---

For å oppnå en positiv utvikling i det norske boligmarkedet, er det av vesentlig betydning å vurdere alle de nevnte faktorene i sammenheng. Nylige direktiver fra den europeiske union (EU) vil trolig bidra til et økt fokus innenfor byggebransjen på bærekraftig utvikling og bygningers klimapåvirkning. Det er derfor av avgjørende betydning at aktører innen byggenæring og eiendomsutvikling tar disse forholdene i betraktning ved planlegging av fremtidige boligprosjekter.

## **2.1 Miljø- og bærekraftperspektiv: viktige tiltak for fremtidens boligbransje og nybygg**

Fra et miljø- og bærekraftperspektiv vil det være viktig å utvikle boligløsninger som reduserer ressursforbruket og klimagassutslippene, samtidig som de møter den økende etterspørselen etter boliger. Ut fra en byggingeniør sitt perspektiv er det avgjørende å utvikle og implementere løsninger som både tar hensyn til det norske klimaet og nasjonale mål for bærekraftig utvikling. I det videre diskuterer vi hvilke forhold knyttet til fremtidens boligbransje og nybygg en byggingeniør særlig bør vurdere.

### **2.1.1 Energieffektivitet og fornybar energi**

For å redusere klimagassutslipp og nå målet mange land etterstreber om netto nullutslipp innen 2050 [1], vil energieffektivitet og anvendelse av fornybar energi bli stadig mer sentralt. Dette innebærer en økning i implementeringen av passivhusstandarder, bærekraftige energiproduksjonsmetoder som solcellepaneler og varmepumper, samt energilagringssystemer i boligprosjekter. Boligprodusenter bør også prioritere å redusere energiforbruket ved å forbedre isolasjon, vindusdesign og benytte intelligente energistyringssystemer. Norge har tilgang på en høy andel fornybar energi, hovedsakelig fra vannkraft, men det er fortsatt nødvendig å forbedre energieffektiviteten i boligsektoren for å minske energiforbruket og klimagassutslippene ytterligere. Fokuset bør derfor ligge på løsninger tilpasset det norske klimaet, spesielt med mål om implementering og bruk av solceller, gitt deres effektivitet i kaldere klima. Vi vil også komme inn på varmepumper som et komplementært system.



**Figur 1:** Bilde av den vertikale skogen i Milan, “Bosco verticale”, hentet fra [2].

### 2.1.2 Grønn infrastruktur og økosystemtjenester

I takt med økende urbanisering og befolkningsvekst vil det bli viktigere å integrere grønne områder og naturlige økosystemer i boligområder. Dette kan bidra til å redusere flomrisiko, forbedre luft- og vannkvalitet, øke biologisk mangfold og skape rekreasjonsområder for beboerne. Eksempler på grønn infrastruktur inkluderer grønne tak og vegger, regnbed, permeable overflater og urbant skogbruk. Norge vil også bli påvirket av klimaendringer, med økt risiko for flom, skred og stormer. Klimatilpassning og flomsikring må derfor vurderes i planlegging og design av boliger. Dette kan innebære å bygge på steder med lav risiko for flom, heve bygninger over bakkenivå, og integrere grønne løsninger som nevnt. Et godt eksempel på et vellykket prosjekt er Milans “Vertikale skog”, Bosco Verticale: to boligblokker bygget i 2014 som er dekket av 800 trær, 4500 busker og 15000 planter (se Figur 1). Hadde skogen vært på bakken ville den dekket et område på hele 20000m<sup>2</sup>. Bosco Verticale har inspirert en hel verden til å sette i gang med lignende prosjekter, blant annet Kinas fremtidige grønne by, Liuzhou Forest City (se Figur 2:



**Figur 2:** Bilde av “Liuzhou Forest City”, hentet fra [3].

*The proposed Liuzhou Forest City is the most ambitious project yet: a new town with homes for 30,000 people, where buildings will be covered by 40,000 trees and 1 million plants. [...] Each year the trees will absorb 10,000 tonnes of CO<sub>2</sub> and 57 tonnes of pollutants. They should also produce about 900 tonnes of oxygen [4].*

Med en stadig økende befolkningsvekst og urbanisering vil grønn infrastruktur og økosystemer i boligområder både være en effektiv, vakker og nødvendig ressurs for å kunne oppnå en bærekraftig fremtid i boligbransjen.

### 2.1.3 Kompakte og blandede boligområder

For å håndtere den økende etterspørselen etter boliger i byer og samtidig redusere presset på landbruks- og naturområder, vil det bli nødvendig å utvikle kompakte og blandede boligområder. Valg av beliggenhet for nybygg er avgjørende for bærekraftig utvikling. Det er viktig å vurdere lokal infrastruktur, tilgjengelighet av offentlig transport, gang- og sykkelveier, og nærhet til lokale tjenester og fasiliteter. Dette innebærer å bygge høyere, tettere og mer varierte boliger som kombinerer bolig-, arbeids- og rekreasjonsfunksjoner. Slike boligområder kan redusere behovet for transport og bidra til en mer bærekraftig byutvikling. I norske byer som Oslo, Bergen

---

og Trondheim, som allerede er store og svært bebodde områder, vil det være særlig viktig å fokusere på denne type utvikling videre.

#### **2.1.4 Smarte boliger**

Teknologiske innovasjoner vil spille en stadig viktigere rolle i boligbransjen. Mulighetene som den nye teknologien bringer med seg, inkludert energistyringssystemer, automatisering, energisparing og energideling, vil være avgjørende for Norges bærekraftige bygningsdesign. Dette kan bidra til å øke energieffektiviteten, forbedre innemiljøet i boligene og øke beboernes livskvalitet.

#### **2.1.5 Bærekraftige byggematerialer og løsninger**

Bærekraftig materialbruk vil være avgjørende for å redusere boligbransjens miljøpåvirkning. Dette inkluderer bruk av resirkulerte, fornybare og lavkarbonmaterialer [5]. Videre vil det være nødvendig å finne måter å redusere avfall og ressursbruk i byggeprosessen, for eksempel gjennom prefabrikkerte bygningselementer og modulære konstruksjonsteknikker. Bruk av bærekraftige byggematerialer er spesielt relevant i Norge, hvor skogbruk er en primær næring. Det er derfor viktig å utforske mulighetene for å bruke lokalprodusert tre og andre lignende fornybare og kortreiste materialer i boligkonstruksjon, for eksempel gjennom massivtrekonstruksjon og krysslåst tre [6]. Dette kan bidra til å redusere karbonutslippene og støtte den lokale økonomien samtidig som det oppfyller kravene til bærekraftig byggepraksis. Det er også viktig å vurdere bygningens livssyklus, inkludert bygge-, drifts- og avhendingsfasen. Livssyklusanalyse (LCA) og livssykluskostnadsanalyse (LCCA) kan hjelpe bygningsingeniører med å velge løsninger som minimerer miljøpåvirkningen og ressursforbruket gjennom hele bygningens levetid [7].

---

### 2.1.6 Inneklima og brukeropplevelse

Godt inneklima og brukeropplevelse er viktige faktorer innen bærekraftig bebyggelse. Ved nye prosjekter bør det fokuseres på å skape sunne og komfortable innemiljøer ved å sikre tilstrekkelig ventilasjon, naturlig lys, termisk komfort og lavt støynivå. Dette kan også innebære å bruke materialer med lav miljøpåvirkning som bidrar til god luftkvalitet, samt å integrere grønne områder og fellesarealer som fremmer sosial interaksjon og trivsel.

Ved å hensynta de nevnte aspekter og tiltak, kan byggingeniører bidra til å utforme en mer bærekraftig, energieffektiv og fremtidsrettet boligbransje i Norge, som tar i betraktning miljø, klima, samfunnsmessige behov og brukernes komfort. Dette vil igjen støtte opp under nasjonale mål for klima- og miljøbeskyttelse og imøtekomme behovene til beboere og brukere av bygningene. Det er viktig å kontinuerlig holde seg oppdaterte om ny forskning, teknologi og innovasjon innen bærekraftig bebyggelse for å sikre at nybygg er tilpasset fremtidens utfordringer og muligheter. På den måten kan vi bidra til å skape et mer bærekraftig og klimavennlig samfunn for kommende generasjoner.

---

## 2.2 Hvilke krav stilles til fremtidens boliger, og hvilke løsninger er aktuelle?

### 2.2.1 EUs Direktiv for bygningers energiytelse innen 2050

European Green Deal (EU Green Deal) representerer en grønn vekststrategi som sikter mot en bærekraftig økonomi og klimanøytralitet innen 2050 for EU.

*The EU aims to be climate-neutral by 2050 – an economy with net-zero greenhouse gas emissions. This objective is at the heart of the European Green Deal and in line with the EU’s commitment to global climate action under the Paris Agreement [8].*

Denne ambisjonen ble lansert i desember 2019 og målet er å fremme en konkurransedyktig europeisk økonomi gjennom energitransisjon, elektrifisering, industri, sirkulærøkonomi, biologisk mangfold og matproduksjon. Dette vil innebære en omfattende transformasjon av Europa, med påvirkning på regelverk, tiltak og krav. Bygninger står for omtrent 40% av EUs energiforbruk og 36% av CO<sub>2</sub>-utslippene. Den 14. mars 2023 vedtok EU et direktiv om energiytelse i bygninger, som introduserer nye krav og som vil medføre betydelige investeringer i oppgradering av bygningskomponenter, slik som vinduer, dører, kledning og etterisolering. En artikkel nylig publisert i Finansavisen [9], analyserer kravene som er fremhevet i direktivet og diskuterer implikasjonene for renovering av eksisterende bygg og prosjektering av nybygg i Norge.

#### **Krav for eksisterende bygg:**

- Alle boliger i energiklasse skal opp i energiklasse E innen 2030, D innen 2033 og A innen 2050.
- Energiklasser skal revideres og harmoniseres slik at A er nullutslippsboliger, mens G er de 15 prosent verste byggene.
- Fra 2033 skal bygg som gjennomfører større renovering ha solceller på taket. Innen 2050 skal alle bygninger være nullutslipp.

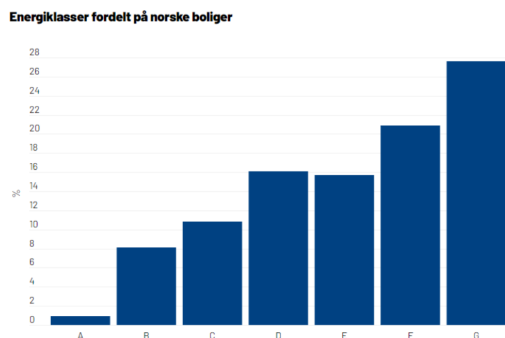


---

## Krav for nye bygg:

- Alle nye bygg skal være nullutslipp fra 2029.
- Alle nye bygg skal ha solceller på taket fra 2029.
- Nye offentlig eide bygg skal være nullutslipp fra 2028.

For å oppnå nullutslipp i nye bygg, må byggebransjen i Norge innføre nye design- og konstruksjonsteknikker, samt benytte avanserte teknologier og materialer. Dette inkluderer bruk av energieffektive løsninger som passivhusstandarder og høyeffektive isolasjonsmaterialer. I tillegg vil solceller på taket bli obligatoriske, noe som krever en omfattende endring i planlegging, design og installasjon av solenergisystemer (se kapittel 3.2). Figur 3 viser en oversikt over energiklassene norske boliger opprettholder per i dag. Med bakgrunn i at omtrent 60% av alle boliger er på klasse E eller dårligere er direktivet uten tvil en seriøs utfordring for norske boliger.



**Figur 3:** Bilde av energiklasser fordelt på norske boliger, hentet fra [9].

EUs direktiv om energiytelse innebærer betydelige krav og mål for både renovering av eksisterende bygg, og prosjektering av nybygg i Norge. For å nå målene må byggebransjen tilpasse seg nye standarder og teknologi, samt samarbeide med ulike aktører for å takle barrierer og utfordringer. En vellykket implementering av direktivet vil gi langsiktige fordeler som redusert klimagassutslipp, lavere energiforbruk og økt verdiskaping i den norske byggebransjen [10], [11].

---

### 2.2.2 Hvilke reaksjoner kan forventes?

Overordnet sett vil reaksjonene fra selskaper, firmaer og ledende personer i byggebransjen variere avhengig av deres forretningsmodeller, relevans innenfor bransjen og engasjement i bærekraftige praksiser. Flere selskaper og firmaer i privat sektor vil trolig bli mindre direkte påvirket av direktivet, ettersom kostnadene hovedsakelig vil bli påført kundene, som i dette tilfellet utgjør innbyggerne i Norge. Dette skaper også potensielle muligheter for økonomisk støtte til nødvendige utbedringer fra offentlig sektor, noe som kan bidra til en mer bærekraftig og samarbeidsorientert tilnærming til implementeringen av direktivet. Noen forventede reaksjoner kan inkludere:

#### **Muligheter for økt etterspørsel og omsetning**

Noen aktører i bransjen, spesielt de som allerede har fokusert på bærekraftige byggepraksiser og energieffektive løsninger, vil sannsynligvis se positivt på de nye kravene, og anse dem som en naturlig støtte for deres eksisterende strategier. For entreprenørene vil direktivet føre til en økning i etterspørselen etter oppussings- og nye byggeprosjekter. Dette vil igjen åpne for flere arbeidsplasser og større omsetning. Det kan derimot ikke utelukkes at generelt strengere krav og potensielle økte kostnader vil kunne påvirke både i en positiv og negativ retning, selv for de aktørene som har mulighet til å tjene på direktivet.

#### **Bekymring for økte kostnader og ressursbehov**

Enkelte aktører og privatpersoner kan sannsynligvis bli bekymret for de potensielle økte kostnadene og ressursbehovet som vil følge av direktivets krav. Dette kan omfatte uro knyttet til finansiering av renoveringsprosjekter, tilgang til kvalifiserte fagpersoner og nødvendig teknisk ekspertise, samt økte kostnader knyttet til implementering av solceller og andre energieffektive løsninger. *”Vi anslår at regningen kommer på mellom 500.000 og 1,5 millioner kroner pr. bolig”*, sier generalsekretær Morten Andreas Meyer i Huseiernes Landsforbund til Finansavisen [9]. Dette er en kostnad som vil bli altfor høy for veldig mange familier, og det er derfor nødvendig å ta bekymringene rundt direktivet på alvor.

---

## **Appell for offentlig støtte og finansiering**

Mange selskaper og ledere i bransjen vil sannsynligvis appellere til myndighetene for å sikre at disse går inn med nødvendig offentlig støtte og finansiering som muliggjør at man kan møte direktivets krav. Det vil også være naturlig for privatpersoner å etterspørre ulike typer støtteordninger fra staten. Dette kan inkludere muligheter for økonomiske insentiver, skattelettelser, subsidier, samt tilgang til lavrentelån og andre finansielle ordninger.

### **2.2.3 Effektiv- og bærekraftig energiproduksjon**

Nullutslipps-eneboliger har som mål å eliminere netto klimagassutslipp gjennom en kombinasjon av energieffektivitet og bærekraftig energiproduksjon. Dette innebærer i praksis at en bolig produserer like mye eller mer energi enn den forbraker over sitt livsløp. I dag finnes det flere ulike strategier som kan benyttes for å oppnå nullutslipps-eneboliger, herunder høyteknologiske energiproduksjonsmetoder, energibesparende tiltak og integrering av intelligente systemer for energistyring.

#### **Funksjonalitet og verdi av solceller i Norge: hva er solceller og hvordan får vi bruk for dem?**

Solcellepaneler representerer en bærekraftig og effektiv løsning for energiproduksjon gjennom sitt potensiale til å omdanne solenergi til elektrisitet på en miljøvennlig måte. Denne metoden kan bidra vesentlig til å redusere avhengigheten av fossile brensler og fremme grønn energiutvikling. Solenergi er en av de mest tilgjengelige og kostnadseffektive metodene for bærekraftig energiproduksjon for eneboliger, siden solcellepaneler enkelt kan installeres på taket eller andre solrike steder. En bolig kan også dra nytte av solvarme ved å installere solfangere som varmer opp vann til husholdningsbruk.

Solcellepaneler har blitt produsert og benyttet siden midten av det 20. århundre, og representerer dermed en etablert og videreutviklet teknologi. De produseres i all hovedsak ved bruk av grunnstoffet silisium, som er et av de mest utbredte grunnstoffene på jorden. For å kunne anvendes i solceller, må silisiumet renses, en prosess som genererer miljøskadelige biprodukter.

---

Norske produsenter har imidlertid innført prosesser som gjør det mulig å resirkulere disse skadelige biproduktene slik at man kan få bruk for enda mer av grunnstoffet. Også i Kina, verdens største produsent av solenergi [12] er det innført reguleringer som krever at minst 98,5% av biproduktene resirkuleres. Norge er kjent for å produsere noe av verdens mest miljøvennlige silisium, med utslipp på under 10% av det som anses som standardutslipp innen solcellepanelproduksjon. Dette kan i stor grad tilskrives bruken av fornybare energikilder i produksjonsprosessen, noe som understreker betydningen av å benytte grønn energi i industrien [13].

En annen viktig faktor å vurdere er solcellepanelenes levetid. Mange produsenter oppgir en nedgang i effektivitet på omtrent 3-6% det første året, og deretter en reduksjon på rundt 0,25-0,7% per etterfølgende år [14]. Imidlertid indikerer norske data på at det kalde klimaet i landet bremser denne degraderingsprosessen, og man observerer kun en årlig reduksjon på mellom 0,1 og 0,2% [15]. Følgelig kan man etter 25 år forvente at solcellepanelene fortsatt vil opprettholde 80 - 90% av sin opprinnelige effektivitet, og mellom 70 og 88% etter 50 år. Dette resulterer i et redusert behov for utskiftning av panelene, noe som fører til økte besparelser både med hensyn til økonomi og klimapåvirkning.

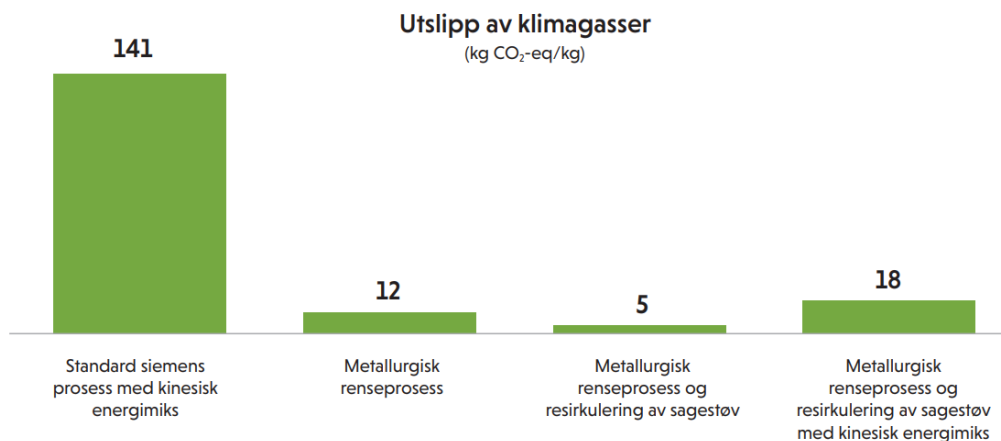
Livsløpsanalysen for et solcelleanlegg og dets miljøpåvirkning avhenger i stor grad av hvor panelene produseres (under hvilke energiformer) og hvor panelene er i drift (hvilken type energi de erstatter). Dersom solcellepaneler for eksempel produseres i Norge ved bruk av ren fornybar energi, vil CO<sub>2</sub>-utslippet i produksjonsfasen vært forholdsvis lavt. Om panelene deretter sendes til Asia hvor de genererer ren energi som erstatter kullkraft og forurensende energi, vil den totale livsløpsanalysen i dette scenariet ha vært svært gunstig. Dette skyldes lave CO<sub>2</sub>-utslipp under produksjonen i Norge og erstatningen av svært forurensende energi i Asia.

Imidlertid påpeker forskning utført av Per Ivar Gjærum ved NHH [16] at livsløpsanalysen for et solcelleanlegg ofte er det stikk motsatte. De fleste solcelleanlegg produseres nemlig i Asia ved bruk av kullkraft, noe som fører til at CO<sub>2</sub>-utslippet under produksjon er blant de høyeste i verden. De ferdigproduserte panelene sendes deretter til land som for eksempel Norge, hvor de erstatter bruken av allerede relativt ren strøm. Innen dette scenariet viser den totale livsløpsanalysen, i beste fall, en meget beskje-

---

den reduksjon i utslipp over anleggets levetid. For å oppnå nullutslippsbygg vil produksjonsstedet til solcellepanelene dermed utgjøre en viktig faktor i livsløpsanalysen til en bolig.

Regjeringen [17] viser til en oversikt over dagens produksjonsutslipp fra solcellesilicium på verdensbasis (se Figur 4).



**Figur 4:** Klimagassutslipp målt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kg produsert solcellesilicium for ulike teknologier. Bilde hentet fra [17].

*Standard Siemens prosess med kinesisk energimiks vil gi et utslipp tilsvarende 141 kg CO<sub>2</sub> per kg produsert silisium. Slik solcellesilicium produseres av REC Solar i dag slippes det ut tilsvarende 12 kg CO<sub>2</sub> per kg produsert silisium. Når den nye fabrikken med resirkulering av sagestøv står klar i januar 2021 vil utslippet reduseres til 5 kg CO<sub>2</sub> per kg produsert silisium. Den siste søylen viser tankeeksperimentet hvor REC sin prosess benyttes med kinesisk energimiks. Utslippet ville da vært på 18 kg CO<sub>2</sub> per kg produsert silisium. [17]*

Den første kolonnen i søylediagrammet representerer det nåværende utslippet ved solcellepanelproduksjon i Kina, som er betydelig. Kolonne nummer to illustrerer utslippet ved produksjon i Norge i dag. Den tredje kolonnen viser utslippet ved produksjon i Norge innen 2030, med implementering av nye og forbedrede løsninger. Den fjerde og siste kolonnen fremstiller utslippet ved produksjon i Kina, under forutsetning av at norske løsninger benyttes innen 2030. Diagrammet indikerer en bemerkelsesverdig positiv prognose for fremtidig utslippsreduksjon.

---

## Solenergi mot FNs bærekraftsmål

Solenergi har potensialet til å bidra både direkte og indirekte til flere av FNs følgende bærekraftsmål [18]:



**Figur 5:** FNs bærekraftshjul, hentet fra [fn.no](http://fn.no)

*Mål 7:* Sikre tilgang til pålitelig, bærekraftig og moderne energi for alle. Implementering av solenergiinfrastruktur og økning av andelen fornybar energi i Norges energimiks kan bidra til å fremme bærekraftig energiproduksjon og redusere avhengigheten av ikke-fornybare energikilder. På husholdningsnivå kan solenergi gi ren, pålitelig og kostnadseffektiv energi til innbyggerne, og dermed styrke deres energisikkerhet.

*Mål 9:* Bygge robust infrastruktur, fremme inkluderende og bærekraftig industrialisering og bidra til innovasjon. Investeringer i solcelleteknologi og infrastruktur kan bidra til økt innovasjon og teknologisk utvikling innen fornybar energi. Det kan også skape arbeidsplasser, styrke den grønne økonomien og bidra til bærekraftig industrialisering, som igjen fører til økonomisk vekst og velstand.

*Mål 11:* Gjøre byer og bosettinger inkluderende, trygge, motstandsdyktige og bærekraftige. Integrering av solceller i bygninger og urban infrastruktur kan bidra til å redusere energiforbruket og utslippene i byområder, og dermed redusere miljøpåvirkningen av urbanisering. Videre kan solenergi bidra til å øke motstandsdyktigheten i byer ved å tilby en diversifisert og lokal energikilde.

*Mål 12:* Sikre bærekraftige forbruks- og produksjonsmønstre. Bruk av solenergi og solceller bidrar til å redusere avhengigheten av fossile brensler og dermed redusere de negative miljøpåvirkningene av energiproduksjon. Det bidrar også til å fremme bærekraftig forbruk ved å tilby en ren, fornybar energikilde som kan erstatte mer miljøskadelige alternativer.

---

*Mål 13:* Handle umiddelbart for å bekjempe klimaendringer og konsekvensene av dem. Ved å øke bruken av solenergi og redusere avhengigheten av fossile brensler, bidrar Norge til å redusere utslipp av klimagasser og dermed bekjempe klimaendringer. Solenergi er en fornybar og lavutslipps energikilde som kan spille en viktig rolle i overgangen til et mer bærekraftig og klimavennlig energisystem, både på nasjonalt og globalt nivå.

*Mål 15:* Beskytte, gjenopprette og fremme bærekraftig bruk av økosystemer, sikre bærekraftig skogforvaltning, bekjempe ørkenspredning, stanse og reversere landforringelse, og stanse tap av biologisk mangfold. Solenergi har en lavere miljøpåvirkning enn mange andre energikilder, spesielt fossile brensler. Ved å implementere solenergi og redusere avhengigheten av ikke-fornybare ressurser, kan Norge bidra til å beskytte og gjenopprette naturlige økosystemer som kan bli negativt påvirket av konvensjonell energiproduksjon.

Oppsummert har solceller og solenergi i Norge potensial til å bidra direkte og indirekte til en rekke av FNs bærekraftsmål, inkludert mål knyttet til ren energi, bærekraftig forbruk og produksjon, klimahandling, og bevaring av økosystemer. Gjennom investeringer i solenergiinfrastruktur, forskning og innovasjon, samt integrering av solenergi i bygninger og urbane miljøer, kan Norge ytterligere styrke sin posisjon som en leder i bærekraftig energiproduksjon og bidra til å oppnå global bærekraft.

### **Varmepumper i Norge: Funksjonsprinsipper og potensial for energieffektivitet**

Varmepumper utgjør et energieffektivt alternativ til konvensjonelle ovner og klimaanlegg for et bredt spekter av klimaer. Pumpene bruker elektrisitet til å overføre varme mellom et kaldt og et varmt område, heller enn å generere varme direkte, hvilket tilsier at det kjølige området blir kaldere og det varme området blir varmere. Dette gjør at det kan oppnås komfortable temperaturer innendørs med betydelig lavere energiforbruk enn ved tradisjonelle oppvarmings- og kjølesystemer.

Det finnes tre hovedtyper varmpumper: luft-til-luft, vannkilde og geotermisk. Alle typene fungerer ved å samle varme fra ulike kilder (luft, vann eller bakken) og konsentrere energien for bruk innendørs.

Luft-til-luft-varmepumper er den mest vanlige typen og fungerer gjennom å overføre varme mellom inneluften og uteluften. Disse varmepumpene er spesielt egnet for oppvarming og kjøling av enkeltrom eller hele boliger og kan redusere strømforbruket til oppvarming med omtrent 50% sammenlignet med tradisjonell elektrisk motstandsoppvarming [19].

Vannkilde-varmepumper samler varme fra en vannkilde, (f.eks innsjø, elv eller et grunnvann), og overfører denne varmen til innendørs bruk. De benyttes ofte i større bygninger, som kontorbygg eller boligkomplekser, og kan være spesielt effektive i områder med stabil tilgang til vannkilder med relativt konstant temperatur.

Geotermiske varmepumper utnytter varmen fra jorden eller en nærliggende vannkilde og har høyere effektivitet enn luft-til-luft- og vannkilde-varmepumper på grunn av de mer konstante temperaturene i bakken eller vannet. Selv om de koster mer å installere, har geotermiske varmepumper lave driftskostnader og er godt egnet for en rekke boligtyper. Ifølge en studie der geotermiske varmepumper ble sammenlignet med andre oppvarmingssystemer gjennomført av Self, Reddy, og Rosen, kan varmepumpene redusere energiforbruket betraktelig: “The heat extracted is used to supply supplemental heat to the building, typically 20–50% of the total building heating load.” [20] I Tabell 1 under vises en sammenligning av CO<sub>2</sub> utslippet til en rekke oppvarmingssystemer benyttet i 3 ulike byer i Canada, blant annet geotermiske varmepumper (Geothermal HP) og luft-til-luft-varmepumper (Air source HP).

Tabell 1: Sammenligning av CO<sub>2</sub>-utslipp for ulike varmesystemer i 3 ulike byer i Canada.

Heating system	Annual fuel use (kWh)	Alberta		Ontario		Nova Scotia	
		Emission intensity (kg <sub>CO2</sub> /kWh)	CO <sub>2</sub> emission (kg)	Emission intensity (kg <sub>CO2</sub> /kWh)	CO <sub>2</sub> emission (kg)	Emission intensity (kg <sub>CO2</sub> /kWh)	CO <sub>2</sub> emission (kg)
Geothermal HP	6080	1.12	6826	0.188	1143	1.04	6346
Air source HP	8214	1.12	9222	0.188	1544	1.04	8573
Electric baseboard	22,280	1.12	25,015	0.188	4188	1.04	23,255
Natural gas furnace <sup>a</sup>	28,475	0.190	5410	0.190	5410	0.190	5410
Natural gas furnace <sup>b</sup>	24,655	0.190	4684	0.190	4684	0.190	4684



---

Gitt de klimatiske forholdene i Norge, kan varmepumper være en kostnadseffektiv og miljøvennlig løsning for oppvarming og kjøling av boliger. For eksempel kan geotermiske varmepumper utnytte de relativt konstante bakke- eller vanntemperaturene i Norge for å oppnå høyere effektivitet og reduserte driftskostnader.

Varmepumper representerer et bærekraftig og energieffektivt alternativ til tradisjonelle oppvarmings- og kjølesystemer i Norge. Gjennom kontinuerlige teknologiske innovasjoner og forbedringer blir varmepumper stadig mer attraktive for huseiere som ønsker å redusere energiforbruket og spare penger på lang sikt. Videre forskning og utvikling innen varmepumpeteknologi vil sannsynligvis føre til enda større energibesparelser og økt popularitet i Norge. I tillegg vil det være en god ressurs å benytte for å oppnå de fremtidige nullutslippskravene.

### **Energieffektivitet og –besparelser**

Energieffektivt bygningsdesign er en viktig faktor for å redusere energiforbruket i eneboliger. Passivhus-standarder kan benyttes for å oppnå optimal isolering, tetthet og orientering av bygningen. Dette inkluderer blant annet bruk av naturlig lys og ventilasjon, samt energieffektive vinduer og dører. Energisparende teknologi, som LED-belysning, energieffektive hvitevarer og smarte termostater, kan også bidra til å redusere energiforbruket i eneboliger.

### **Intelligente energistyringssystemer**

Smarte energimålere og overvåkingssystemer gir huseiere innsikt i eget energiforbruk og produksjon i sanntid. Dette kan hjelpe dem med å identifisere områder med høyt energiforbruk og gir muligheter for energibesparelser [21].

Integrering av automatisering og styring av apparater i eneboliger kan ytterligere redusere energiforbruket. Dette kan inkludere automatiserte lysstyringssystemer, fjernstyring av klimaanlegg og oppvarming, samt smarte stikkontakter som kan slå av apparater når de ikke er i bruk.

Energilagringssystemer, som batterilagring, kan hjelpe eneboliger med å lagre overskuddsenergi produsert av fornybare kilder for senere bruk. Dette kan bidra til å redusere avhengigheten av eksterne energikilder og øke selvforsyningsgraden. I tillegg kan energioptimaliseringsalgoritmer brukes til å styre energiproduksjon, forbruk

---

og lagring på en mest mulig effektiv måte.

Å oppnå nullutslipps-eneboliger krever en integrert tilnærming som kombinerer bærekraftig energiproduksjon, energieffektivitet og intelligente energistyringssystemer. Ved å implementere solenergi, vindenergi og geotermisk energi, samt energieffektive bygningsdesign, varmegjenvinning og energisparende teknologi, kan huseiere redusere sitt energiforbruk og karbonavtrykk betydelig. Videre kan integrering av smarte energimålere, automatisering og styring av apparater, samt energilagring og optimalisering, bidra til å skape en mer bærekraftig og selvstendig energiforsyning for eneboliger.

### **Fremtidens energisystemer: Styrking av selvforsyning og bærekraft med lokal lagring og styring**

Fornybar energi, som solenergi, er en viktig del av løsningen for å redusere menneskeskapte klimagassutslipp og sikre en bærekraftig fremtid. Men et av problemene med fornybar energi er at produksjonen varierer avhengig av værforholdene. Dette gjør det utfordrende å utnytte den produserte energien optimalt.

Energiproduksjon fra sol må enten brukes umiddelbart eller distribueres ut på nettet, men overføring av energi innebærer også energitap. Det er derfor viktig å se på muligheter for å kunne lagre denne energien lokalt når den produseres, slik at den kan benyttes ved et senere tidspunkt. Dette kan bidra til økt tilgjengelighet av fornybar energi og redusert belastning på nettet, spesielt under perioder med høye strømpriser og/eller stor etterspørsel.

Lokal energilagring i nabolag eller boligbygg kan være en løsning for å redusere belastningen på nettet og unngå store investeringer i infrastruktur og kraftkabler. Mange husstander og næringsbygg har allerede solceller som en del av fasaden, og med det nye direktivet kommer dette til å øke betydelig i årene som kommer. Det er derfor en potensielt viktig ressurs å kunne utnytte.

Det er uheldig at det i dag finnes lover og konsesjoner som hindrer denne formen for strømdeling. Ettersom behovet for lokal energiproduksjon, lagring og deling vil være økende i årene som kommer, må imidlertid også regelverket oppdateres for å

---

holde tritt med utviklingen i samfunnet.

Et nabolag eller en bydel med husstander, kontorbygg, industri og leiligheter som leverer overskuddsenergi til et lokalt batteribyg, vil kunne gjøre energien kortreist og mer effektiv. Dette kan redusere energitapet betydelig, da så mye som 10% av strømmen som produseres i dag går tapt og ikke blir brukt [22].

Det lokale batteribygget kan distribuere strøm når det er behov for dette ved bruk av smart overvåkning og styring av husstandenes energibehov- og forbruk. Ved å skape mindre lokale mikronett for strømdeling og smart styring av energibehovet, vil dette bidra til å skape energipositivitet i samfunnet, hvilket vil si at det totalt sett genereres mer energi enn det brukes.

I fremtiden kan vi forvente at lokale energilagringssystemer og smart styring av energibehovet blir stadig mer vanlig. Dette vil både redusere belastningen på energinettet og spare ressurser, og dessuten bidra til å fremme bærekraftig utvikling og redusere klimagassutslipp.

Kraftbehovet i Europa vil øke frem mot 2030. Ser vi isolert på Norge, ble det ifjor produsert 146 TWh, mens forbruket lå på 133,5 TWh i året [23]. Frem mot 2030 må det produseres enda mer kraft, men man må også ta bedre vare på den kraften som produseres ved å benytte den mer effektivt. Ifølge NVE [24], vil man få mindre press på strømprisene i Norge hvis man øker kraftproduksjonen og satser på energi-effektivisering slik at man oppnår et større kraftoverskudd. Ved at flere husstander produserer energi lokalt og at overskuddsenergien distribueres lokalt, vil man kunne bidra til å løse de utfordringene Europa og verden står ovenfor frem mot 2030, og ikke minst mot 2050.

---

## 2.3 Teori og forskning rundt nullutslippsbygg (ZEB-bygg)

### 2.3.1 ZEB

Zero Emission Buildings (ZEB), ofte referert til som nullutslippsbygg, representerer en bærekraftig og fremtidsrettet tilnærming til bygningsdesign som fokuserer på å minimere energibruk og redusere miljøpåvirkningen. ZEB-bygg oppnår netto null energiforbruk gjennom effektiv energibruk og integrering av fornybare energikilder. (21, NS-EN ISO 14040, 2006). I tekstutdraget under gir FN sin beskrivelse av hvorfor nullutslipp er viktig [25]:

Why is net zero important?

*The science shows clearly that in order to avert the worst impacts of climate change and preserve a livable planet, global temperature increase needs to be limited to 1.5°C above pre-industrial levels. Currently, the Earth is already about 1.1°C warmer than it was in the late 1800s, and emissions continue to rise. To keep global warming to no more than 1.5°C – as called for in the Paris Agreement – emissions need to be reduced by 45% by 2030 and reach net zero by 2050 [25].*

Energieffektivitet er en kritisk komponent i ZEB-design. Dette innebærer bruk av passivhus-teknikker, som god isolering, lufttetthet, varmegjenvinning og optimalisering av naturlig dagslys og solvarme. Målet er å redusere energibehovet for oppvarming, kjøling og ventilasjon, slik at energiforbruket blir minimalt [26].

ZEB-bygg integrerer fornybare energikilder, som solcellepaneler, solfangere, vindturbiner og jordvarme, for å dekke bygningens energibehov. Fornybare energisystemer kan være plassert på bygningen selv, eller utgjøre en del av et lokalt eller nasjonalt energisystem. I enkelte tilfeller kan ZEB-bygg produsere mer energi enn de benytter, noe som gir mulighet for å mate overskuddsenergi tilbake til strømmettet og dermed bidra ytterligere til et mer bærekraftig energisystem [27].

---

### 2.3.2 Livsløpsanalyse (LCA)

Livsløpsanalyse (LCA - Life Cycle Assessment) er en systematisk og kvantitativ metode for å evaluere miljøpåvirkningen av et produkt eller en tjeneste gjennom hele dens livssyklus. LCA hensyntar alle faser av produktets liv, fra råvareuttak og produksjon, til bruk, vedlikehold, og til slutt avhending eller resirkulering. Målet med LCA er mer konkret å identifisere og kvantifisere de miljømessige aspektene knyttet til produkter og tjenester, for deretter å kunne redusere deres negative påvirkning på miljøet.

En LCA for et ZEB-bygg er viktig fordi den gir et helhetlig perspektiv på bygningens miljøpåvirkning, og identifiserer muligheter for ytterligere forbedringer. Studier har vist at ZEB-bygg kan redusere energiforbruket med opptil 70-90% sammenlignet med konvensjonelle bygg [28]. LCA-analyser bidrar til å identifisere de mest effektive strategiene for å redusere miljøpåvirkningen, inkludert valg av materialer, konstruksjonsteknikker, energisystemer og avfallshåndtering.

### 2.3.3 Forskning om ZEB-bygg

Forskning viser at materialvalg og ressursbruk spiller en kritisk rolle i ZEB-byggs miljøprestasjon. For eksempel har Gustavsson et al. [29] påpekt at trebaserte materialer kan redusere karbonavtrykket sammenlignet med betong og stål. Videre har Krey et al. [30] vist at optimalisering av bygningsdesign og energisystemer kan minimere miljøbelastningen ytterligere.

Boligbransjen vil sannsynligvis gjennomgå betydelige endringer i fremtiden, drevet frem av teknologiske innovasjoner, miljømessige bekymringer og endringer i livsstil. Flere studier har forsøkt å forutsi mulige fremtidige løsninger og tiltak for å imøtekomme disse utfordringene [31].

En viktig trend i boligbransjen er det økte fokuset på bærekraft og energieffektivitet. Bygninger med nære null energiforbruk (nZEB) og passivhusstandarder vil trolig bli mer utbredt for å redusere energibruk og klimagassutslipp [32]. Videre vil smarte teknologier, som intelligente energistyringssystemer og automatisering, spille

---

en viktig rolle i å optimalisere energibruk og komfort i boliger [33].

Adapsjon og integrering av fornybare energikilder, som solenergi og vindkraft, vil også bli viktigere i boligbransjen [34]. Dette kan innebære integrering av solcellepaneler og små vindturbiner i bygningsdesign, samt bruk av energilagringssystemer for å stabilisere energiforsyningen [35].

Økt urbanisering og befolkningsvekst vil kreve innovative løsninger for å optimalisere bruken av begrensede ressurser og areal. Dette kan omhandle mikro-leiligheter, flerfunksjonelle rom og modulære bygningssystemer som kan tilpasses etter behov [26].

### **Powerhouse Brattørkaia: et forbilde for bærekraftig design og fornybar energi**



**Figur 6:** Bilde av Powerhouse Brattørkaia i Trondheim, hentet fra [36].

Powerhouse Brattørkaia i Trondheim, som vist på Figur 6 er et svært godt eksempel på hvordan ZEB-konseptet kan realiseres i praksis. Bygningens design hensyn- tar både energieffektivitet og estetikk. Fasaden er dekket med solceller, noe som bidrar med en betydelig del av bygningens energibehov. I tillegg benytter byg- ningen energieffektive teknologier som varmepumper og smarte energistyrings- systemer for å minimere energiforbruket. Bygningen er designet for å produsere mer

---

energi enn den forbruker over sin levetid. Dette gjør at bygningen har en negativ energibalanse, noe som er et fremragende eksempel på ZEB-konseptet. I tillegg til energieffektivitet og solenergiproduksjon, er Powerhouse Brattørkaia konstruert med bærekraftige materialer og løsninger. Dette inkluderer bruk av lav-karbon betong, resirkulerte byggematerialer og miljøvennlige produkter. Bygningen er designet for å være robust og tilpasningsdyktig overfor klimaendringer, herunder blant annet vannhåndteringssystemer som tar høyde for økt nedbør og flomrisiko. Som et flaggskip-prosjekt, har Powerhouse Brattørkaia skapt økt bevissthet rundt ZEB og bærekraftig byggeskikk. Bygningen fungerer som et inspirerende eksempel for andre arkitekter, byggherrer og beslutningstakere, og viser virkelig at det er mulig å realisere ZEB-konseptet i praksis på en svært god måte [37].

I nettartikkelen “*Zero-carbon buildings are possible following these four steps*” publisert på World Economic Forum, skriver Clay Nesler [38] følgende positive omtale av Powerhouse Brattørkaia:

*One of the most impressive of all current zero carbon buildings is at 63 degrees north latitude in Trondheim, Norway designed by the Powerhouse alliance. The Powerhouse Brattørkaia is energy positive across the entire building life cycle including embodied energy in construction materials and end-of-life deconstruction. It is an eight-story office building with 3,000 m<sup>2</sup> of solar PV producing 85,000 kWh annually, which is enough excess electricity to charge 200 EVs. A seawater-source natural refrigerant heat pump provides all cooling and heating for the office as well as some neighboring buildings through a district energy system.*

*The building is highly efficient, achieving BREEAM Outstanding green building standard, with air-side heat recovery, a super-insulated envelope, control of thermal mass for heating and cooling and occupant adaptive lighting and ventilation systems. A digitalization strategy called “Smart by Powerhouse” defines five levels of intelligence including Automated; Smart Ready; Smart Standard; Smart Predictive; and Smart Cognitive. All building technical systems (14 total) are connected using a common digital infrastructure which facilitates remote monitoring to optimize energy use and operations across all 25 Powerhouse sites [37].*

---

Samlet sett representerer Powerhouse Brattørkaia i Trondheim et fremragende eksempel på ZEB på grunn av byggets energieffektivitet, solenergiproduksjon, bærekraftige materialvalg og tilpasningsevne. Bygningen viser hvordan man på en svært vellykket måte kan realisere ZEB-konseptet i praksis, og bidrar til å øke bevisstheten rundt bærekraftig arkitektur og klimavennlige bygninger, både nasjonalt og internasjonalt.



---

## 3 Metode

I denne seksjonen presenteres et prosjekt i Trondheim som fungerer som et komplement til det teoretiske grunnlaget og studiene beskrevet i del 2. Forprosjektet (heretter: prosjektet), omfattet mer konkret segmenteringen av en tomt beliggende på Brøsetvegen 158 i Moholt-området, hvor en eksisterende enebolig allerede er oppført. Videre inkluderte prosjektet utformingen av et nybygg på den gjenværende delen av tomten, i samsvar med prosjektbeskrivelsen.

Det primære målet for prosjektet var å utarbeide og designe en innovativ nullutslippsbolig, som etter en søknadsprosess vil kunne motta godkjenning for rammetillatelse innenfor det angitte området. Dette hovedmålet innebar at gruppen i prosjektets innledende fase måtte hensynta og prioritere strenge krav til planlegging og tilrettelegging for fornybare energikilder.

Gjennomføringen av et slikt prosjekt krever betydelig erfaring og forståelse for å kunne oppnå tilfredsstillende resultater. Gruppen betraktet implementeringen av dette ambisiøse og fremtidsrettede prosjektet på den gitte tomten som en betydelig utfordring, og så det samtidig som en unik mulighet til å opparbeide seg spesifikk kunnskap og konkret erfaring med denne type prosjektering.

### 3.1 Forprosjekt

#### 3.1.1 Analyse av tomten

Tidlig i forprosjektsfasen var gruppen på befaring i området og på tomten for å gjennomføre en grundig vurdering av terreng, grunnforhold, eksisterende bebyggelse, tilgjengelighet og naboforhold. Dette var nødvendig for å identifisere viktige faktorer som kan påvirke prosessen.

#### **Terreng**

Terrenget ved Brøsetvegen 158 på Moholt i Trondheim, som er et sentralt og urbanisert område, kjennetegnes av en blanding av topografiske og geomorfologiske forhold. Terrenget i dette området kan karakteriseres som moderat kupert, med en

---

variasjon av høyder og skråninger som skaper en unik og interessant topografi. En slik variasjon krever nøye vurdering og tilpasning av byggeprosjekter for å sikre god harmoni mellom de naturlige omgivelsene og det foreslåtte nybygget. Dette inkluderer blant annet å ta hensyn til drenering, erosjon og stabilitetsforhold for å redusere risiko for skader på både nybygget og det omkringliggende miljøet.

Basert på inspeksjonen av området ble det ikke identifisert vesentlige utfordringer knyttet til terrenget. Generelt var høydekurvene langs tomtegrensen jevne, og det ble observert noe nedsenket terreng fra Brøsetvegen som løper parallelt med den sørøstlige grensen til tomten.



**Figur 7:** Bilde av terrenget rundt eksisterende bygg (nord-fasaden til brøsetvegen 158 i bilde). Tatt ved befaring den 21.februar, 2023.

---

## Grunnforhold

En omfattende undersøkelse av grunnforholdene i terrenget er ikke blitt utført; imidlertid har gruppen benyttet seg av en indikativ referanse ved å konsultere den geotekniske vurderingen for reguleringsplanen knyttet til nabotomten Kirkvollen 12 beliggende nord-øst for prosjektet tomt (se vedlegg, "C grunnforhold").

I oppsummeringen av den geotekniske vurderingen indikerer løsmassekartet fra NGU at området overveiende er preget av hav- og fjordavsetninger, noe som ofte medfører betydelige leirforekomster i dybden. Denne observasjonen er i overensstemmelse med grunnundersøkelser gjennomført sør for prosjektområdet, som avdekker et øvre lag bestående av organiske materialer med en estimert tykkelse på omtrent 0,5 meter. Grunnforholdene antas primært å bestå av fast til meget fast leire i dybden, basert på grunnundersøkelser utført 100 meter sør for prosjektområdet.

Basert på overnevnte informasjon konkluderte gruppa med at det mest sannsynlig ikke vil oppstå vesentlige utfordringer knyttet til grunnforholdene i området, noe som gir mulighet for å rette fokus mot andre aspekter ved prosjektet.

## Tilgjengelighet og naboforhold

Utnyttelse av grad på tomt før prosjekt:

Oppgitt eksisterende tomteareal: 1383 m<sup>2</sup>

Eksisterende enebolig + garasje: 185 + 83 [m<sup>2</sup>] = 268 m<sup>2</sup>

%-BYA opprinnelig bygg:  $(268/1383)*100 = 19,378\%$

Nye tomtegrenser gir: 1383 – 450 [m<sup>2</sup>] = 933 m<sup>2</sup>

Nytt areal på eksisterende tomt etter oppdeling: 933 m<sup>2</sup>

Utnyttelse av grad på tomt etter prosjekt:

Nybygg + bilplass: 100 + 30 [m<sup>2</sup>] = 130 m<sup>2</sup>

%-BYA med nybygg:  $(130/450)*100 = 28,888\%$

Eksisterende enebolig + garasje: 185 + 83 [m<sup>2</sup>] = 268 m<sup>2</sup>

%-BYA opprinnelig bygg:  $(268/933)*100 = 28,724\%$

---

En fordeling av 450 m<sup>2</sup> tomt for nybygget og 933 m<sup>2</sup> for det eksisterende bygget resulterer i en %-BYA på 28% for begge tomter. Dette anses som den mest fordelaktige fordelingen.

Nabogrenser: Den nye tomten vil grense til Brøsetvegen 156 i nord, og for å oppføre boligen på det angitte området må en avstandserklæring avtales og signeres. Øst for tomten ligger Kirkvollen 10C og 10D. Her vil avstanden til nabogrensen være tilstrekkelig med 4 meter, og det er derfor ikke nødvendig med avstandserklæring. Mot vest grenser tomten til en gågate og trafikkvei, hvor en avstand på 9 meter anses som tilstrekkelig.

I sør ligger den eksisterende boligen Brøsetvegen 158 med en avstand på 4,83 meter. En avstandserklæring må også signeres for denne eiendommen ettersom avstand til grensen her vil være på 3,25 meter (se Figur 9).

På den motsatte siden av tomten, over veien, ligger Strinda kirke. Gruppen antok at det sannsynligvis eksisterer enkelte reguleringer og krav knyttet til utbygging i nærheten av kirkeområdet. For ytterligere informasjon om kirken og de aktuelle reguleringene (se neste avsnitt 3.1.2).

### **3.1.2 Reguleringsbestemmelser og krav**

#### **Gjeldende reguleringsbestemmelser R1162**

I prosjektets innledende fase var det essensielt å gjennomgå reguleringsbestemmelsene grundig før gruppen kunne påbegynne skisse- og tegnearbeidet. Gjeldende reguleringsbestemmelser R1162 for området ble sist oppdatert og stadfestet i 1970. Ettersom dette er over 50 år siden, innså gruppen raskt at det var nødvendig å konsultere plan- og bygningsloven (se vedlegg, "D Reguleringsbestemmelser R1162")

I reguleringsbestemmelsene er det ikke angitt informasjon om tillatt grad av utnyttning av tomt. I de fleste kommuner ligger denne bestemmelsen på 30% av totalt areal for deres midtre grense i gitt reguleringsplan. Gruppen benyttet dette som utgangspunkt og prosjekterte deretter, med mulighet for å søke om dispensasjon. Garasjeplasser og deres plassering er vurdert under utformingen av reguleringspla-

---

nen for nybygget.

Det fremgår i §2 av reguleringsbestemmelsene at bygninger som naturlig hører sammen i en gruppe, bør gis samme takform og takvinkel. Gruppen har i dette prosjektet valgt å gå for en søknad om dispensasjon fra denne bestemmelsen. Dagens boliger og utforminger har endret seg betydelig, og med hensyn til arealeffektivitet og nullutslippsbygg var et flatt tak med solceller mest hensiktsmessig for et fremtidsrettet prosjekt. En slik utforming vil også bidra til å øke standarden i området, skape moderne former og fremheve et bærekraftig prosjekt med fokus på fornybar energi. Dette er også i tråd med EUs direktivkrav, noe vi mener utgjør sterke argumenter ved en søknad om dispensasjon. Husets farge og utvendig materialbehandling er planlagt slik at det harmonerer med omgivelsene, samtidig som det fremviser moderne estetiske elementer (se vedlegg, “G Tegninger”).

Kirkeloven §21 for kirker i Norge fastslår at ny bebyggelse ikke skal oppføres nærmere enn 60 meter fra historiske kirker, men det finnes unntak, mer om dette i neste avsnitt [39].

### **Brøsetvegen 160**

Allerede under den første befaringen la gruppen merke til at det nylig var gjennomført et omfattende byggeprosjekt på Brøsetvegen 160. Dette prosjektet hadde mange likhetstrekk med gruppens eget, der et gammelt hus hadde blitt revet og to nye oppført. Gruppen undersøkte saksinnsynet og fant rammetillatelsen som var gitt, og vurderte å benytte seg av mange av de samme punktene (se vedlegg, “E Rammetillatelse Brøsetvegen 160”). Det var innvilget dispensasjon for en rekke punkter som kunne styrke gruppens byggeprosjekt, inkludert dispensasjon for avstand til kirke, avstand til nabogrense, fritak fra garasje og krav til uteoppholdsareal. Brøsetvegen 160 fikk dispensasjon fra kirkeloven fordi bygget ble plassert på linje med eksisterende nabobebyggelse (se Figur 8), som hadde samme avstand til kirken.



**Figur 8:** Rammetillatelse tomannsbolig på bebygd tomt, hentet fra vedlegg “E”.

Dispensasjon ble også gitt med hensyn til regelen om å plassere bygget minst 4 meter fra nabogrensen grunnet brannsikkerhet, ettersom et tilfredsstillende brannkonsept ble levert. Fritak fra å bygge garasje ble innvilget fordi denne ville ha blitt plassert nærmere kirken enn resten av bygget, og det ble derfor vurdert som mer hensiktsmessig å utelate garasjen. Imidlertid ble det gitt tillatelse til å ha et tilstrekkelig antall biloppstillingsplasser mellom kirken og nybygget. Dette medførte at det ikke var tilstrekkelig utomhusareal (25% av BRA), men dispensasjon ble gitt på grunn av de omfattende grøntområdene i nabolaget. De førnevnte dispensasjonene utgjør de mest betydelige usikkerhetsfaktorene i forbindelse med en potensiell byggesøknad for Brøsetvegen 158. Med tanke på at tilsvarende dispensasjoner tidligere har blitt innvilget for et lignende prosjekt, styrker dette gruppens tro på at det er mulig og realistisk å utarbeide en rammesøknad som vil kunne oppnå godkjenning (se vedlegg “E Rammetillatelse Brøsetvegen 160”).

### **Reguleringsplan for nybygget**

Gruppen utarbeidet en reguleringsplan for det nye bygget, som integrerte samtlige bestemmelser, krav og egne preferanser, med mål om å skape en fremtidsrettet plan for nybygget (se vedlegg “F Presentasjon av skisser”).



**Figur 9:** Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (1).

Basert på de gjennomførte undersøkelsene og erfaringer hentet fra andre prosjekter i området, igangsatte gruppen arbeidet med å posisjonere bygningens fotavtrykk. Det oppstod diskusjoner rundt hvorvidt ytterveggene skulle følge tomtegrensene for maksimal utnyttelse, men gruppen konkluderte med at et kvadratisk bygg ville være mest effektivt. En sirkel med radius lik avstanden til nabobygget ble tegnet rundt kirken (se Figur 10) for å sikre at det nye bygget ikke ble plassert nærmere enn dette, noe som økte mulighetene for å få godkjent søknaden. Gruppen forsøkte i størst mulig grad å plassere de øvrige veggene minst 4 meter fra nabogrensene, selv om det oppstod noen avvik. For å oppnå dispensasjon for disse avvikene, vil det være nødvendig å utarbeide et brannkonsept.



**Figur 10:** Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (2).

Noen ytterligere forslag til reguleringsplan som ble vurdert var:

Funkis med flatt tak 100 m<sup>2</sup>: (se vedlegg “F Presentasjon av skisser”)

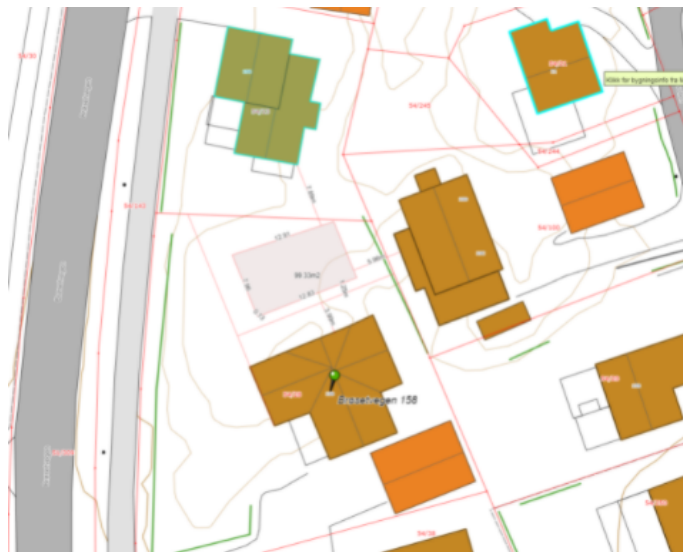


**Figur 11:** Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (3).



---

Kvadratisk trukket tilbake 100 m<sup>2</sup>: (se vedlegg, “F Presentasjon av skisser”)



**Figur 12:** Avansert kart over tomt, hentet fra Bygg, kart og eiendom - Trondheim kommune (4).

Etter grundige vurderinger ble alternative forslag forkastet til fordel for den valgte reguleringsplanen. Dette skyldes flere faktorer, herunder plassering, arealeffektivitet, estetisk design og implementering av bærekraftige tiltak. Disse aspektene bidrar til et mer helhetlig og fremtidsrettet prosjekt som imøtekommer dagens og morgendagens krav.

### 3.1.3 Skisser og tegninger

Etter å ha etablert de grunnleggende rammene for konstruksjonen, påbegynte gruppen utformingsfasen av prosjektet. Med målet om å maksimere arealutnyttelsen, konkluderte vi med at designet skulle inneholde et flatt tak. Teamet bestemte seg også for å inkludere en utleieenhet i bygningens kjeller. Det er viktig å merke seg at denne enheten nødvendigvis må prosjekteres som en uavhengig branncelle, noe som krever god oppmerksomhet i tegningsfasen.

### Planløsning

En god planløsning for et bygg avhenger av flere faktorer, slik som funksjonalitet, arealutnyttelse, lys og ventilasjon, fleksibilitet, estetikk og design, tilgjengelighet, samt bærekraft og energieffektivitet. Gruppen hadde som mål å ta hensyn til samt-

---

lige av disse faktorene, men enkelte ble naturligvis vektlagt noe mer enn andre. Bærekraft og energieffektivitet er faktorer som kan bli oversett i mange planløsninger. Gruppen var imidlertid bevisst på at disse forholdene skulle prioriteres høyt for å oppnå de ønskede kravene og målene (se vedlegg “G Tegninger”).

## **Kjelleretasje**

Utformingen av kjellerleiligheten ble gjennomført med fokus på en effektiv planløsning, som inkluderer to soverom, bad, gang, WC, åpen stue-kjøkkenløsning samt et strategisk plassert teknisk rom på badet med plass til ventilasjonsaggregat. Ettersom kjellerplanet er ment som en separat boenhet og potensiell utleieenhet, er det hovedsakelig forhold knyttet til funksjonalitet og fleksibilitet som er vektlagt for få god flyt mellom rommene og for å imøtekomme eventuelle endringer i behov og livsstil dersom boenheten ved en senere anledning skal benyttes til et annet formål. Det er også lagt vekt på gode lysforhold, ettersom kjellerenheter ofte kan oppfattes som mørke og tette.

### **1. etasje**

Hovedetasjen består av gang med trappeoppgang, et soverom, bad, og åpen kjøkkenstue løsning. Det er også satt inn skyvedør til terrassen i øst som har gode solforhold gjennom hele formiddagen. For hovedetasjen prioriterte gruppen funksjonalitet, arealutnyttelse, estetikk og bærekraft, samt å sørge for en behagelig bo-opplevelse. Funksjonalitet innebærer at rommene er logisk organisert, slik at beboernes daglige aktiviteter støttes av effektive og naturlige bevegelsesmønstre. For eksempel er kjøkken, spisestue og stue planlagt slik at de er i nærheten av hverandre for å lette matlaging, servering og sosialisering, mens soverommet er plassert i en mer privat del av boligen. Gruppen er innforstått med at for å oppnå optimal arealutnyttelse og estetikk er det viktig å utnytte hver kvadratmeter på en hensiktsmessig måte, samtidig som man hensyntar lys, ventilasjon og tilgjengelighet. Store vinduer og godt plassert dagslys bidrar til en romslig og innbydende atmosfære, mens god ventilasjon sikrer et sunt og behagelig inneklima.

---

## 2. etasje

I overetasjen finnes det tre soverom, hvorav to er utstyrt med egne bad. Stueområdet er romslig og åpent, noe som gir fleksibilitet i forhold til ulike bruksområder. Det er mulig å etablere et ekstra soverom eller kjøkken i sørvest-hjørnet, samt å erstatte de to separate badene med et felles bad, hvis ønskelig. Arealutnyttelse, funksjonalitet og god ventilasjon er hovedfokuset i denne etasjen, ettersom den inneholder flere rom beregnet for varig opphold. En effektiv planløsning i 2. etasje vil bidra til en komfortabel og praktisk bo-opplevelse for beboerne.

I sin helhet er gruppens valgte planløsning konstruert med bakgrunn i en omfattende kontekst. Dette inkluderer forholdet til omgivelsene, nærområdet samt eventuelle lokale krav og retningslinjer som måtte foreligge. Gjennom hele prosessen har gruppen vært opptatt av å utforme et resultat som muliggjør aktuelle tilpasninger til endringer i livsstil og behov. Bygget fremstår derfor som bærekraftig og eliminerer behovet for omfattende fremtidige endringer av struktur og konstruksjon. Det var dessuten viktig for gruppen å evaluere i hvilken grad den valgte planløsningen harmonerer med omkringliggende bebyggelse og landskap, samt grad av samsvar med lokale plan- og bygningsforskrifter.

---

## Fasader og snitt



**Figur 13:** Bilde av bygning renderet i Archicad, se vedlegg “H Utenomhus bilder”.

Det moderne bygget har en gjennomtenkt arkitektonisk design, som inkluderer gode vindusplasseringer i alle fasader (se vedlegg “H Utenomhus bilder”). Dette bidrar til optimalisering av dagslys og naturlig ventilasjon i bygningen. Solcellepanelene på taket vil også være synlige og gir bygget et positivt løft og identitet. Denne strategien gir videre potensiale for energieffektivitet og redusert behov for kunstig belysning og klimaanlegg, noe som igjen kan redusere bygningens totale energiforbruk og fremheve bærekraftig design. Videre er den vestvendte inngangen et viktig element i fasadens utforming, da den gir tilgang til bygningen fra en optimal solvinkel og tillater en jevn fordeling av sollys i løpet av ettermiddagen og kvelden. I fasadetegningen for vest-siden er det utelatt et vindu på soverommet, grunnet potensielt innsyn og tilstedeværelsen av en trapp som fører ned til kjelleren. Det er imidlertid mulig å inkludere et vindu dersom dette er ønskelig.

På østsiden av bygningen finner man en skyvedør som gir tilgang til en romslig terrasse på bakken. Dette tillegget skaper et attraktivt, sammenhengende og funksjonelt uterom. Terrassen fungerer ikke bare som et sosialt og avslappende område, men bidrar også til å forbedre bygningens estetikk og privatliv. Kledningen på fasaden består av 608 dobbelfals 60 GR, et høykvalitets og holdbart materiale som gir

---

bygningen en naturlig visuell tiltrekningskraft og samtidig beskyttelse mot vær og vind. Denne kledningen bidrar dessuten til å opprettholde en jevn temperatur inne i boligen ved å redusere varmetap og reflektere solstråling, noe som også kan forbedre bygningens energiytelse og bærekraft.

Fasaden mot sør er også nøye planlagt og utført, med en inngang ved kjelleren som leder inn til utleieenheten og i alt seks vinduer fordelt jevnt over hele flaten. Den separate inngangen til kjellerenheten gir beboerne en uavhengig tilgang til boligen og øker dermed muligheten for privatliv for de ulike boenhetene. Med denne løsningen blir bygningen mer fleksibel og tilpasningsdyktig til ulike bo- og livsstilsbehov. De seks vinduene på sørveggen er strategisk plassert for å utnytte sollyset gjennom dagen best mulig og dermed bidra til energieffektiviteten i bygningen. Plassering av vinduene gir også et behagelig og jevnt innendørs miljø, med gode lysforhold og naturlig ventilasjon. Denne gjennomtenkte arkitektoniske tilnærmingen resulterer i en funksjonell og tiltalende fasade som forbedrer bygningens estetikk og komfort for beboerne.

Videre inneholder fasaden mot nord av bygget tilsammen seks vinduer, hvorav to er sidehengslet og måler 38x150 cm. Disse vinduene er strategisk plassert i tilknytning til de to badene med tilhørende soverom. Denne spesifikke vindusplasseringen og -utformingen gir nødvendig ventilasjon og naturlig lys til badene, samtidig som den opprettholder beboernes privatliv. Videre bidrar de sidehengslede vinduene til økt funksjonalitet og estetikk for bygningens nord-fasade. De resterende fire vinduene er jevnt fordelt for å bidra til gode lysforhold og visuell sammenheng i bygningen. Selv om denne fasaden generelt mottar mindre direkte sollys enn de andre fasaderetningene, bidrar den bevisste plasseringen av vinduene til å sikre optimal bruk av det tilgjengelige dagslyset og tilbyr en behagelig atmosfære for beboerne. Dette resultatet illustrerer hvordan gruppen evner å tilpasse seg de spesifikke utfordringene og mulighetene som byggets ulike fasaderetningene byr på, og derigjennom skape et helhetlig og vellykket bygningsdesign sett utenifra.

---

### 3.1.4 Kosnadsestimering

Under forprosjektfasen er det nødvendig å utføre en kostnadsestimering for å skaffe en preliminær oversikt over konstruksjonsutgifter samt en økonomisk vurdering av prosjektet. Dette er avgjørende for å kunne bedømme prosjektets gjennomførbarhet og for å organisere finansielle ressurser og budsjettering. Mer omfattende informasjon angående prosjektets økonomiske aspekter finnes i avsnitt 6.6.

### 3.1.5 Fremdriftsplan

Det er ikke utarbeidet noen detaljert fremdriftsplan for det aktuelle prosjektet, ettersom prosjektets faktiske implementering ikke anses som relevant for denne bacheloroppgaven. Gruppen ønsker allikevel å understreke betydningen av en adekvat og realistisk fremdriftsplan ettersom dette ofte er nøkkelen til en vellykket gjennomføring av ulike prosjekter, uavhengig av deres størrelse og omfang. Ved å utarbeide en omfattende fremdriftsplan, kan prosjektleder og team mer effektivt administrere prosjektet og garantere en tilfredsstillende fullføring innenfor de angitte tidsrammene og budsjettbegrensningene.

En fremdriftsplan for et nybyggprosjekt er en detaljert tidsplan som beskriver alle nødvendige aktiviteter og milepæler for å fullføre prosjektet. Den gir en oversikt over når de forskjellige oppgavene skal utføres, hvem som er ansvarlig for dem, og når de skal være fullført. En fremdriftsplan kan variere avhengig av prosjektets omfang og kompleksitet, men noen typiske faktorer som inngår i en slik plan er:

- *Milepæler*: Viktige hendelser og datoer i prosjektperioden som markerer nøkkelfaser, ferdigstillelse av visse oppgaver, og andre kritiske punkter.
- *Tidsplan for aktiviteter*: En liste over alle oppgaver som skal utføres i løpet av prosjektet, med estimerte start- og sluttdatoer.
- *Ressursallokering*: En oversikt over hvilke ressurser (personell, utstyr, materialer) som kreves for å fullføre prosjektet, og når og hvor de skal benyttes.

- 
- *Ansvarlige parter*: En liste over alle involverte parter, inkludert byggherrer, arkitekter, ingeniører, entreprenører, og underleverandører, samt deres respektive roller og ansvar.
  - *Risikostyring*: Identifisering og vurdering av potensielle risikoer i prosjektet, samt tiltak for å redusere eller eliminere disse.
  - *Kvalitetsstyring*: Planer og prosedyrer for å sikre at prosjektet oppfyller de nødvendige kvalitetsstandardene og kravene.
  - *Kommunikasjon og rapportering*: Strategier og verktøy for å sikre effektiv kommunikasjon mellom alle involverte parter og for å holde samtlige informert om prosjektets fremgang.
  - *Endringshåndtering*: Prosedyrer for å identifisere, vurdere, og håndtere eventuelle endringer i prosjektets omfang, tidsplan, kostnader, eller andre forhold.

Som tidligere angitt, er det essensielt å ta i betraktning at ulike prosjekter vil omfatte varierende nøkkelementer, og at disse ikke nødvendigvis er identiske for hvert enkelt prosjekt. Til tross for dette, er flere av de overnevnte faktorene felles for mange prosjekter og kan betraktes som kritiske; manglende inkludering av disse kan resultere i betydelige utfordringer i prosjektets gjennomføring.

---

## 3.2 Detaljprosjektering

Detaljprosjektering i et nytt eneboligprosjekt er en viktig fase som følger forprosjektet, og innebærer utarbeidelse av detaljerte tekniske tegninger og spesifikasjoner og dokumentasjon som er nødvendig for å søke om byggetillatelse og gjennomføre byggeprosessen. Detaljprosjekteringen tar hensyn til alle krav, retningslinjer og forskrifter som er identifisert i forprosjektfasen.

Etter at detaljprosjekteringen er fullført og byggetillatelsen er innvilget, kan byggeprosessen starte. En god prosjektledelse og koordinering er avgjørende for å sikre at byggeprosessen forløper som planlagt, og at eneboligen blir realisert i henhold til de fastsatte kvalitetskravene, tidsplanen og budsjettet.

### 3.2.1 Konstruksjonsdokumentasjon (detaljtegninger)

Konstruksjonsdokumentasjon omhandler utarbeidelse av konstruksjonstegninger og detaljer for bærende konstruksjoner, inkludert fundamenter, vegger, gulv og tak. Dette omfatter også beregninger og dimensjonering av konstruksjonselementer i henhold til gjeldende standarder og forskrifter.

#### **Gulv på grunn/kjellervegg/fundament**

Tre av ytterveggene i kjelleren til nybygget vil være i kontakt med terreng, noe som krever nøye prosjektering ettersom det stilles krav til spennlengder på betongvegger mot terreng basert på type vegg og terrengforhold på utsiden. Dette medfører et behov for å etablere innvendige betongvegger for å styrke og stabilisere ytterveggene. Gulv på grunn, kjellervegg mot terreng og fundament er prosjektert i henhold til Byggforsk-datablad 523.127, se detalj *A5013*. Forsterket betongfundament under ytterveggene er prosjektert til størrelsen (300x200) mm. Isolasjon mot grunn er tegnet inn som (100+200) mm trykkfast isolasjon for tilstrekkelig U-verdi, imellom disse to lagene monteres radonsperre for å beskytte duken fra armering og støp. Betongplata støpes i 100mm B30, med tilstrekkelig armering og vannbåren varme. Kjellerveggene støpes i 200mm tykkelse, dobbelt armert med K-257. Veggene isoleres med 150mm XPS på utsiden og 50mm mineralull på innsiden, uten dampspærre,



---

ettersom 200mm betong er damptett [40].

### **Yttervegg**

Ytterveggene over terreng er prosjektert som prefabrikkerte elementer med tykkelse for å tilfredsstille passivhuskravene, se detalj *A5013/A5015-A5017*. En kjerne med bindingsverk av (48x148) mm trevirke, krysslekting på utsiden av (48x98) mm trevirke for å eliminere kuldebro, deretter vindsperre av GUX, vertikal lufting av (23x48) mm og horisontalt spikerslag av (48x48) mm for stående kledning av 22mm. På innsiden av bindingsverket monteres dampsperre av 0,2 mm PE før det krysslektes av (48x48) mm. Elementene leveres ferdig isolert, med unntak av det innerste sjiktet hvor elektriker kan montere rør og bokser før det isoleres og gipses, se vedlegg "I Beregning av U-verdi".

Vi har foretatt kondensberegninger i ytterveggene ved ekstreme forhold, slik at veggene er kondenskontrollert og sikret fra dette, se vedlegg "J Kondenskontroll".

### **Etasjeskiller**

Etasjeskilleren mellom kjeller og 1.etasje ble opprinnelig kun tegnet inn som pusset lecaplank på undersiden, men ved prosjektering av lyd ble det tegnet inn en nedsenket lydhimling med to lag gips. Dette for å være helt sikker på tilstrekkelig lydisolering [41]. På oversiden av etasjeskilleren monteres vannbåren varme i en 40 mm påstøp, før trinnlydsplate og parkett. Etasjeskiller mellom 1. og 2. etasje ble tegnet inn som I-bjelker med tanke på spennvidde og plass til skjult ventilasjonsanlegg. Her ble det valgt en høyde på 300mm for store deler av bjelkelaget, og 250mm der badene skulle bygges for ekstra høyde med tanke på trinnløs adkomst, se detalj *A5011 og A5012*. Se også bjelkelagsplan *A20-0071/72*. I denne etasjen er gulvvarme på badet eneste aktive varmekilde, mens soverommene utstyres med panelovner for bruk ved behov.

Tabell 2: Valg av bjelkelag i etasjeskiller markert med gult, hentet fra [42].

Maksimal lysåpning i meter								
Nyttelast	3,0 kN/m <sup>2</sup>				4,0 kN/m <sup>2</sup>			
	Bjelker over ett felt		Kontinuertlige bjelker over to like felt		Bjelker over ett felt		Kontinuertlige bjelker over to like felt	
Type bjelkelag								
Bjelkeavstand i mm	300	600	300	600	300	600	300	600
<b>Bjelkeprofil S.J. 45</b>								
S.J. 45 H200	3,65	3,10	3,85	3,25	3,65	3,10	3,85	3,00
S.J. 45 H250	4,30	3,65	4,50	3,85	4,30	3,65	4,50	3,60
S.J. 45 H300	4,85	4,15	5,10	4,35	4,85	4,15	5,10	4,10
S.J. 45 H350	5,35	4,65	5,65	4,85	5,35	4,65	5,65	4,60
S.J. 45 H400*	5,85	5,10	6,15	5,35	5,85	5,10	6,15	5,05
<b>Bjelkeprofil S.J. 60</b>								
S.J. 60 H200*	3,90	3,35	4,10	3,50	3,90	3,35	4,10	3,15
S.J. 60 H250	4,55	3,90	4,80	4,10	4,55	3,90	4,80	3,75
S.J. 60 H300	5,15	4,45	5,45	4,65	5,15	4,45	5,45	4,30
S.J. 60 H350	5,70	4,95	6,00	5,20	5,70	4,95	6,00	4,75
S.J. 60 H400	6,20	5,40	6,55	5,70	6,20	5,40	6,55	5,25
S.J. 60 H450*	6,70	5,85	7,05	6,15	6,70	5,85	7,05	5,65
S.J. 60 H500*	7,15	6,25	7,50	6,60	7,15	6,25	7,50	5,85
<b>Bjelkeprofil S.J. 90</b>								
S.J. 90 H300	5,65	4,90	5,95	5,10	5,65	4,90	5,95	4,45
S.J. 90 H350	6,25	5,40	6,55	5,70	6,25	5,40	6,55	4,95
S.J. 90 H400	6,80	5,95	7,15	6,25	6,80	5,95	7,15	5,40
S.J. 90 H450*	7,35	6,40	7,70	6,75	7,35	6,40	7,70	5,80
S.J. 90 H500*	7,85	6,85	8,20	7,20	7,85	6,85	8,20	6,15

## Takkonstruksjon

Takstrukturen i dette prosjektet er designet som et kompakt tak, noe som er tydelig vist i detalj *A5017*. Dette omfatter en bjelke-lagsstruktur bestående av 300mm I-bjelker og et lag på 18mm orientert flak (OSB). Ovenpå dette legges det et lag med markisolasjon på minst 100mm. Dette isolasjonslaget har en helning mot det indre tak-nedløpet.

Tak-nedløpet er konstruert slik at det går gjennom veggene i badet og blir tilsluttet avløpet der. På denne måten vil tak-nedløpet også tjene som en ventilasjon for avløpet. Bjelkelagene i begge etasjer kan leveres som prefabrikerte elementer. Det skal imidlertid bemerkes at siden ventilasjonssystemet skal installeres inne i bjelkelaget, må dette skje før isolasjonen blir påført. Dette vil forenkle konstruksjonsprosessen for denne delen av bygget [43].

Videre er det utført kondensberegninger for taket under de samme ekstreme forhold som ble brukt i veggens kondenskontroll. Dette garanterer at taket også er tilstrekkelig beskyttet mot potensielle kondensproblemer. Se vedlegg “J Kondenskontroll”.

---

## Bærebjelke

Drageren over kjøkkenet ble opprinnelig tegnet inn som en HE-A160 ståldrager, men etter å ha regnet på denne så vi at den var en god del overprosjektert, se vedlegg “L Valg og beregninger av bjelker”. Etter å ha gått ned i størrelse og regnet over et par andre alternativer endte gruppen på en limtre drager av størrelsen (115x315) mm. Dette er mer gunstig med tanke på innfestning av I-bjelkene fordi de kan monteres med bjelkesko på hver side av limtre drageren. Dette er tidsbesparende i forhold til å garpe ut hver I-bjelke for montering på flensen til H-bjelken [44], [45].

## Våtrom

Konstruksjon og utforming av baderommene er detaljert beskrevet i tegningene *A5011* og *A5012*. Veggene, som toalettene skal monteres på, er konstruert av (48x148) mm treverk. Dette gir nødvendig plass for installasjon av skjult sisterner i veggene, samt akkommodasjon av 110mm avløpsrør fra sisternen. Bjelkelaget på baderommene er tegnet med en høyde på 250mm, noe som er tilstrekkelig for spennvidden og gir den nødvendige høydeforskjellen for trinnfri adkomst til badene.

Sluket på badet er strategisk plassert i dusjen, mot veggen på motsatt side av døren, for å oppfylle kravet om en minimumshøyde forskjell på 25mm fra overkant slukrist til underkant dørsterskel. Gulvet er konstruert med en helling på 20mm, med en oppbrett på membranen under døren som sikrer en total høyde forskjell på 25mm.

Gulvet under toalettet er tegnet som flatt, gitt at avstanden til sluket er omtrent den samme, og hellingen er inn i planet. Avløpet fra sluk og sisterner krysser bjelkelaget på enkelte steder. Se tegning *A20-0082* for maksimal hullstørrelse i bjelke. Hellingen på avløpsrørene er 1:60. Avløpsrørene fra sisternen er i første omgang 95mm, men utvides til 110mm der de kobles sammen.

Bjelkelaget er dekket med 22mm vannfast gulvspon, deretter monteres et 20mm glidesjikt av eksempelvis XPS-produkt for å oppnå riktig høyde før støping og installasjon av ubrennbart materiale for varmekabler. Støpen utføres i en omgang med varmekabel, 1:50 fall i dusjsonen og 1:100 på resten av badet.

Etter installasjon av rør og elektriske komponenter, blir baderomsveggene isolert. Deretter monteres 18mm rupanel for å sikre tilstrekkelig fastgjøring for inventar og

---

membranplate. Ytterveggene på badet skal ikke ha dampspærre, da dette ville skapt to tette dampsjikt. Membransystemet som installeres er Aquapro light 8mm fra Duri, i henhold til produsentens anvisninger. Dette er det eneste membranproduktet på markedet med Sintef-godkjenning for slett malt overflate. Det er dermed mulig å installere fliser i dusjsonen og male overflatene på resten av badet, om ønskelig. [46]

### **Material liste/valg**

Valg av byggematerialer til et nybyggprosjekt må utføres ut fra hensyn til flere faktorer. Overordnet må man vurdere faktorer som varighet, kostnad, tilgjengelighet, miljøpåvirkning og estetikk.

Betong og stål er ofte foretrukne materialer for grunnkonstruksjonen på grunn av deres styrke og holdbarhet, samt fordi de er relativt motstandsdyktige mot værpåvirkning og brann.

For eksteriørvegger kan murstein, betong, tre eller metallpaneler brukes, avhengig av arkitektoniske og klimatiske krav. Interiørmaterialer kan variere fra gips, tre, glass til ulike typer metall.

Valg av isolasjon er kritisk for bygningens energieffektivitet, og kan inkludere materialer som glassfiber, mineralull, skumplast eller mer bærekraftige alternativer som cellulose og hamp.

Til slutt må det nevnes at miljøvennlige materialvalg, som for eksempel resirkulert stål, betong med lavt karbonavtrykk, og bærekraftig høstet tre, blir stadig mer populært ettersom byggindustrien beveger seg mot mer bærekraftige praksiser. Materialvalg for prosjektet ligger under vedlegg "M Materialliste".

### **3.2.2 Tekniske installasjoner**

Ved planlegging av tekniske installasjoner tok gruppen kontakt med Arkel el. Entreprenør og deres kontaktperson Arbias som har god erfaring innen fagfeltet. Her fikk gruppen god veiledning og tips til viktige punkter som må tas hensyn til under planlegging og prosjektering av tekniske installasjoner (se vedlegg "G Tegninger").

---

Gruppen har kun utformet en plan for ventilasjonsanlegget til nybygget hvor resultatet har fremkommet etter samtaler med Arkel samt grundig vurdering av flere kritiske faktorer for å sikre optimal funksjonalitet, energieffektivitet og innendørs luftkvalitet. Nedenfor følger noen viktige punkter som gruppen har hensyntatt under utformingen av ventilasjonsplanen:

- *Planlegging og design:* En godt utformet ventilasjonsplan bør inkludere riktig dimensjonering og plassering av kanaler, ventiler og annet nødvendig utstyr. Dette krever grundig analyse av bygningens layout og behov.
- *Energibesparelser og bærekraft:* Valg av energieffektive ventilasjonsløsninger, som varmegjenvinningssystemer og effektive vifter for å minimere energiforbruket og redusere driftskostnadene er viktig. Dette bidrar til å redusere bygningens miljøpåvirkning, som vil bli stadig mer aktuelt i årene som kommer.
- *Luftkvalitet og komfort:* Sørge for at ventilasjonsanlegget er i stand til å opprettholde god innendørs luftkvalitet ved å fjerne forurensninger, fuktighet og lukt. Ta hensyn til riktig balanse mellom frisklufttilførsel og avtrekk for å sikre komfort for bygningens brukere.
- *Støyreduksjon:* Velge stillegående ventilasjonskomponenter og ta hensyn til plasseringen av utstyr for å redusere støyoverføring og vibrasjoner i bygningen.
- *Bygningsforskrifter og standarder:* Følge gjeldende bygningsforskrifter, standarder og retningslinjer for ventilasjon, inkludert krav til energieffektivitet, luftkvalitet og brannsikkerhet.
- *Installering og testing:* Sørge for at installasjonen utføres av kvalifiserte fagpersoner, og at systemet testes og justeres for å sikre riktig ytelse og balanse i anlegget.

Avslutningsvis må det påpekes at det også er viktig å utforme en plan for systematisk vedlikehold av ventilasjonsanlegget, bl.a. rengjøring og utskifting av filtre, for å garantere langvarig effektivitet og pålitelighet. Videre bør det understrekes at

---

vedlikehold og drift generelt er av særlig stor betydning for nybygg som vektlegger implementering av fornybare energikilder og bærekraftige livssykluser.

## Oppvarming

I et nullutslippsbygg, hvor målet er å redusere klimagassutslipp og energiforbruk, var det viktig for gruppen å se på mulige oppvarmingsløsninger som både er energieffektive og fornybare. Nedenfor presenteres noen alternative oppvarmingsalternativer som er lagt til grunn for dette prosjektet hvor det både er tatt hensyn til primær og sekundær oppvarmingskilde:

- *Vannbåren varme*: Dette er en effektiv måte å varme opp boliger på enten via gulvvarme eller radiatorer. Systemet kan kobles til boligens fornybare energikilder som solvarme. Vannbåren varme er godt egnet for oppvarming av gang, oppholdsrom og soverom. Solcellepaneler kan benyttes for å varme opp vann som deretter distribueres i bygget via vannbåren varme. Dette er en fornybar og effektiv måte å varme opp boliger på som er meget aktuelt for dette prosjektet, og som da også er valgt å benytte som primær oppvarmingskilde for nybygget.
- *Elektrisk oppvarming*: Byr på en rekke fordeler, inkludert enkel installasjon, lavt vedlikeholdsbehov og potensial for individuell temperaturkontroll i separate rom. Det er imidlertid vesentlig å påpeke at effektiviteten og miljøpåvirkningen av elektrisk oppvarming er avhengig av den underliggende energikilden for elektrisitetsproduksjonen. Gitt dette forbeholdet, kan det være utfordrende å ekskludere dette oppvarmingsalternativet, og det vil derfor bli benyttet som en sekundær energikilde i det aktuelle prosjektet.
- *Luft-til-luft-varmepumper*: Utgjør en energieffektiv og fornybar løsning for oppvarming av boliger. Pumpen kan installeres i stuen og i andre oppholdsrom, og enkelte modeller kan også benyttes til å varme opp flere rom samtidig. Varmepumper kan også gi kjøling om sommeren.
- *Passiv soloppvarming*: Byggets arkitektur og design utnytter passiv soloppvarming, hvor sollys og varme naturlig absorberes og lagres i bygningsmaterialer

---

og distribueres innendørs. I tillegg vil store vinduer mot sør, termisk masse og godt isolerte vegger bidra til passiv soloppvarming i oppholdsrom og soverom.

- *Balansert ventilasjon med varmegjenvinning:* Selv om dette ikke er en direkte oppvarmingsmetode, kan et balansert ventilasjonssystem med varmegjenvinning bidra til å redusere oppvarmingsbehovet ved å utnytte varmen i avtrekksluften for å forvarme frisklufttilførselen.

Valgene av oppvarmingsmetoder er foretatt med utgangspunkt i bygningens arkitektoniske utforming, energibehov og lokale forhold. Gruppen konkluderte med at det også er av vesentlig betydning å prioritere energieffektivitet gjennom god isolasjon, tetting av bygningskonstruksjoner og anvendelse av energieffektive vinduer for å minimere termiske tap og redusere nødvendigheten av oppvarming.

### **3.2.3 Landskapsarkitektur**

Planlegging av landskapsarkitektur for eneboliger krever balanse mellom flere kritiske faktorer. Dette inkluderer hensyn til boligens forhold til det omkringliggende miljø, inkludert terreng, vegetasjon, solinnstråling, og avløp. Forståelse av grunneierens livsstil og preferanser, som bruk av utendørsrom, privatliv og estetiske ønsker, er essensielt for landskapsdesignet.

Videre er valg av plantearter og materialer, tilpasset lokale forhold og bærekraft, sentralt. Dette innebærer bruk av innfødte planter, holdbare materialer i samsvar med boligens arkitektur, samt designstrategier som reduserer vannforbruk og fremmer biodiversitet. Overordnet er landskapsarkitektur en prosess som nøye vurderer estetikk, funksjonalitet og bærekraft. I dette prosjektet har betydningen av kvalitetsmessig landskapsarkitektur vært et sentralt fokus under beslutningsprosessen knyttet til valg av materialer og implementering av bærekraftige designprinsipper.

---

### 3.2.4 Byggesøknad og dispensasjoner

I en byggesøknad samles all nødvendig dokumentasjon, tegninger og beregninger som kreves for å søke om byggetillatelse fra lokale myndigheter. For å kunne gjennomføre dette byggeprosjektet kreves det en rekke dispensasjoner fra gjeldene reguleringsbestemmelser (se vedlegg “D Reguleringsbestemmelser R1162”).

#### **De involverte i søknadsprosessen**

Under en søknadsprosess er det avgjørende at rollen som tiltakshaver, søknadsansvarlig, prosjekteringsansvarlig, utførelsesansvarlig og kontrollansvarlig virksomhet er nøye administrert. Dersom man ikke ivaretar dette ansvaret på en tilfredsstillende måte, kan det føre til avslag på søknaden, noe som kan medføre ytterligere ventetid på ny vurdering, gitt at saksbehandlingstiden i kommunene ofte innebærer forsinkelser.

#### **Avstandskrav og mønehøyde**

Bestemmelsen i reguleringsplanen, §29-4, som adresserer høydeplassering og avstandskrav, krever at det søkes om dispensasjon i dette prosjektet, ettersom to av veggene er planlagt å være plassert nærmere den felles eiendomsgrensen enn det som er tillatt, nemlig 4 meter. For at en slik dispensasjon skal kunne innvilges, må det foreligge et tilfredsstillende brannkonsept, og tiltaket må ikke påføre naboene uforholdsmessig store ulemper. I og med at prosjektets omfang er betydelig og potensielt kan medføre en viss ulempe for naboene, er det usikkerhet rundt om dispensasjon vil bli innvilget. På den positive siden vil prosjektet, på grunn av sin plassering, ikke i betydelig grad hindre naboens tilgang til sol. Videre vil det heller ikke utgjøre en betydelig visuell forstyrrelse for naboene, ettersom deres vinduer i liten grad vender mot det planlagte nybygget.

#### **Avkjørsel og vei**

I det foreliggende forslaget har vi konstruert to biloppstillingsplasser med direkte tilgang fra Brøsetvegen, i overensstemmelse med parkeringskravene i den midtre sonen [47]. Det bør imidlertid bemerkes at enhver endring eller etablering av en ny innkjørsel til en offentlig vei krever tillatelse fra den relevante veimyndigheten, som i henhold til Veglovens §40 er kommunen for kommunale veier. For å utnytte den planlagte innkjørselen, er det nødvendig å søke om dispensasjon fra kommunen.



---

Dette oppnås ved å sende en søknad via det aktuelle søknadsskjemaet til kommunen. (Se vedlegg “F Presentasjon av skisser”)

### **Garasje**

For å kunne gjennomføre dette prosjektet, vil det være behov for en dispensasjon fra §3 i reguleringsbestemmelsene som stiller krav om en garasje per boligenhet. Som tidligere nevnt, vil det ikke være mulig å få plass til en garasje i dette prosjektet, ettersom den ville bli plassert for nær den nærliggende kirken, med mindre den kan bygges under bakken med adkomst gjennom den eksisterende eiendommen 54/28, som illustrert i vedlegg ”H Utomhus bilder”. Det er betydelig usikkerhet knyttet til om kommunen vil godkjenne en slik løsning, ettersom den er omfattende og vil komme nær den eksisterende veien. Fra et byggesaksperspektiv bør det imidlertid være mulig, ettersom argumentet om avstand til kirken hovedsakelig er basert på brannkonseptet. En underjordisk garasje utgjør derimot ingen brannrisiko for kirken.

### **Kirkeloven**

Det er nødvendig med dispensasjon fra Kirkelovens §21 som sier at det ikke er lov å føre opp ny bebyggelse nærmere enn 60 meter fra en kirke [39]. Det er derimot ikke usannsynlig at dette allikevel blir innvilget da planen tilsier at bygget ikke skal ligge nærmere kirken enn allerede eksisterende bebyggelse. Som nevnt er det allerede slik bebyggelse i det aktuelle området.

### **Brannkonsept**

Brannkonseptet for en ny enebolig er essensielt for å sikre sikkerhet og overholdelse av byggereglementene. Det tar hensyn til nøkkelementer som valg av byggematerialer, boligens utforming, tekniske installasjoner, samt bruk av detektorer og slukningsutstyr.

Byggematerialers brannmotstand og bruk av brannhemmende materialer er kritiske faktorer. Boligens design må muliggjøre sikker evakuering, med passende nødutganger og avstand mellom bygninger for å forhindre brannspredning. Tekniske installasjoner, som elektriske og varmesystemer, må utformes slik at de ikke bidrar til brannrisiko. Brannalarmer, røykdetektorer, sprinkleranlegg og brannslukningsapparater er også sentrale i et brannkonsept, og må plasseres strategisk. Samlet sett bidrar disse

---

elementene til et brannkonsept som ivaretar liv og eiendom og oppfyller byggerelementene, og bør betraktes nøye i planleggings- og byggefasen av en ny enebolig.

I forbindelse med dette prosjektet, har ikke prosjektgruppen utviklet et eget brannkonsept. Gruppen har imidlertid anvendt brannkonseptet fra Brøsetvegen 160, etter som det i stor grad er relevant for dette prosjektet, gitt likhetene i design, struktur og krav. Brannkonseptet fra Brøsetvegen 160 er dessuten et passende grunnlag gitt dens grundige behandling av ulike brannsikkerhetsaspekter. For ytterligere detaljer, se vedlegg "S Brannkonsept Brøsetvegen 160".

Ved å benytte et eksisterende brannkonsept har gruppen kunnet fokusere på å tilpasse og implementere dette i vår egen sammenheng. Imidlertid er det viktig å bemerke at selv om Brøsetvegen 160 sitt brannkonsept er relevant, vil det være nødvendig med tilpasninger for å sikre at brannkonseptet er skreddersydd vårt spesifikke prosjekt. Dette kan omfatte grundig vurdering av faktorer som boligens utforming, plassering av nødutganger, installasjoner, samt valg av materialer. Ytterligere overveielser kan være nødvendige for å sikre at brannkonseptet oppfyller alle kravene som er angitt i byggerelementene.

### **Søknadsprosess**

En rammesøknad må nøye utformes med en detaljert beskrivelse av de potensielle løsningene som vi antar er mest sannsynlige å implementere. Søknaden bør inneholde solide argumenter for at prosjektet er i samsvar med kommunens fortettingsstrategi og at fordelene ved å gi dispensasjon til de nevnte punktene oppveier eventuelle ulemper. Videre må søknaden inneholde et brannkonsept utviklet av en rådgivende ingeniør i brannsikkerhet (RIBr). En arkitekt vil også være nødvendig for å utforme snitt-, plan- og fasadetegninger, samt en situasjonsplan.

Ved innvilgelse av rammesøknaden, vil det kreves en søknad om igangsettingstillatelse før byggearbeidene kan påbegynnes. Denne søknaden må inneholde ansvarsretter fra alle aktører som er ansvarlige for utførelsen av arbeidene, men også ansvarsforhold knyttet til prosjektering av brann og våtrom. Det kan også være nødvendig med en ansvarlig søker og en ansvarlig kontroller for våtrom. Søknaden må dessuten omfatte en gjennomføringsplan, inkludert detaljer om rigg og drift, avfallshåndtering,

---

fremdriftsplan, og lignende.

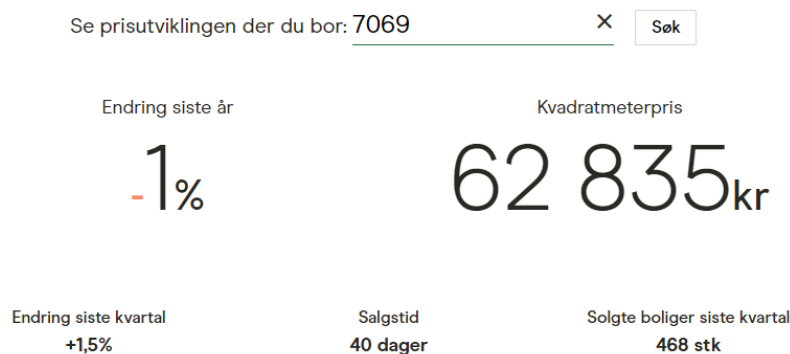
### 3.2.5 Kostnadsestimering og budsjettering

Estimering av kostnader og budsjettering innebærer en omfattende oversikt over byggekostnadene, herunder materialer, arbeidskraft, tekniske installasjoner samt eventuelle tilleggskostnader relatert til prosjektet. Dette danner grunnlaget for etablering av et realistisk budsjett og utarbeidelse av eventuelle anbudsdokumenter.

Det er utarbeidet et regneark som presenterer detaljerte kostnadsestimeringer. Disse estimatene er basert på både erfaringsbaserte antakelser og innsamling av faktiske priser. For eksempel er kostnadene relatert til råbygget solid fundamentert og tilstrekkelige. Det er imidlertid større usikkerhet knyttet til kostnadsestimeringene for elektrisk installasjon, rørlegging og flislegging, da prisene vil variere betydelig avhengig av kundens valg av produkter og kvalitet.

Derfor er det utarbeidet tre kalkyler basert på forskjellig størrelse og standard. Det er foretatt beregninger på prosjektet med minimumsstandard både med og uten kjeller. Minimumsstandarden innebærer at alle krav i henhold til Teknisk forskrift (TEK17) er oppfylt, og at kostnadseffektive løsninger er valgt. I tillegg er det utført en beregning for en eksklusiv standard med kjeller, hvor det er tatt høyde for at kunden ønsker kvalitetsmessige og designorienterte løsninger som potensielt vil øke kostnadene.

## Prisutvikling for Trondheim: Østbyen



**Figur 14:** Prisstatistikk for Brøsetvegen 158, hentet fra [48].

Regnearket tar utgangspunkt i en mulig salgssum basert på dagens markedsverdi. Markedsverdien er hentet fra prisstatistikken til Krogsvæn [48], som er basert på transaksjoner av eiendommer i et spesifisert område, og gir en estimert gjennomsnittlig kvadratmeterpris. Det er inkludert kostnader relatert til en relativt eksklusiv standard. Prisstatistikken reflekterer en gjennomsnittlig kvadratmeterpris, og det er rimelig å forvente at verdien av en nybygd bolig ville vært høyere, selv med en minimumsstandard. Likevel velger vi å bruke verdiene fra prisstatistikken som et grunnlag. Eventuell merverdi, gitt at dette er et nybygg, ville representere en verdimeessig oppside. Denne tilnærmingen gir et konservativt estimat som er mer robust mot endringer i eiendomsmarkedet.

4/16/2023

Konto	Beskrivelse	Mengde	Enhet	BUDSJETT <small>(inkl. mva)</small>					
				kr/m <sup>2</sup> (BRAs)	Sum	kr/m <sup>2</sup> (BRAs)	Sum	kr/m <sup>2</sup> (BRAs)	Sum
<b>SALGSINNTEKT</b>				<b>Minimums standard</b>		<b>Min. std. U kjeller</b>		<b>Eksklusiv standard</b>	
<b>Salgsinntekter</b>				<b>15,275,188.50</b>		<b>10,118,948.40</b>		<b>17,706,188.50</b>	
	Salgssum bolig A	243.10	m <sup>2</sup>	62,835.00	15,275,188.50				
	Salgssum bolig B	161.04				62,835.00	10,118,948.40		
	Salgssum bolig C	243.10						72,835.00	17,706,188.50
<b>Byggekost (uten tomt, off avg. salgskost, finanskost)</b>				<b>33,910.17 8,243,562.00</b>		<b>36,394.14 5,860,911.52</b>		<b>39,615.97 9,630,642.00</b>	
<b>Prosjektkost uten tomt</b>				<b>38,164.29 9,277,740.10</b>		<b>42,076.24 6,775,957.10</b>		<b>44,155.39 10,734,174.10</b>	
<b>Prosjektkost</b>				<b>44,488.85 10,815,240.10</b>		<b>51,623.55 8,313,457.10</b>		<b>50,479.94 12,271,674.10</b>	
<b>Salgsinntekter</b>				<b>62,835.00 15,275,188.50</b>		<b>62,835.00 10,118,948.40</b>		<b>72,835.00 17,706,188.50</b>	
<b>Prosjektmargin</b>				<b>18,346.15 4,459,948.40</b>		<b>11,211.45 1,805,491.30</b>		<b>22,355.06 5,434,514.40</b>	

**Figur 15:** Utklipp fra kostnadskalkylen, (se vedlegg “N Kostnadskalkyle”).

Regnearket spesifiserer bygge-kostnad, tomte-kostnad og finans-kostnad, der summen av dette trekkes fra en estimert salgspris. Dette synliggjør prosjektmarginen. Beregningene viser at det kostnadmæssig er fornuftig å bygge to etasjer uten kjeller, men her er også prosjektmarginen lavest fordi antall salgbare kvadratmeter reduseres. Dette alternativet har også høyest prosjekt-kostnad per kvadratmeter. Kostnadmæssig er det relativt mye å spare på å velge en minimumsstandard, men prosjektmarginen er høyest ved å velge eksklusiv standard fordi verdien per kvadratmeter er markant høyere. Se vedlegg “N Kostnadskalkyle“ for priser på ulike leverandører, merk at dette ikke er et reellt tilbud, men et estimat.

---

### 3.3 Byggeprosess og LCA for bygget

Byggeprosessen knyttet til et nytt eneboligprosjekt innebærer flere ulike trinn og aktiviteter som skal gjennomføres for å realisere eneboligen i henhold til detaljprosjekteringen og byggetillatelsen. Byggeprosessen omfatter koordinering og samarbeid mellom tiltakshaver, arkitekt, ingeniører, entreprenører og leverandører. I det videre følger en oversikt over de viktigste elementene som inngår i en byggeprosess:

- *Etablering av byggeplass:* Forberedelse av tomten, oppsett av midlertidige fasiliteter (som brakker og toaletter) og organisering av nødvendig utstyr og materialer.
- *Grunnarbeid:* Utgraving, grunnforsterkning, drenering og etablering av fundamenter. Dette trinnet er avgjørende for å sikre en solid og stabil konstruksjon.
- *Bærende konstruksjoner:* Oppføring av bærende konstruksjonselementer som vegger, gulv og tak. Dette kan innebære bruk av tre, betong, stål eller andre byggematerialer, avhengig av konstruksjonsmetoden og prosjektets krav.
- *Taktekking og fasade:* Monteringen av taktekking og fasadeelementer for å beskytte bygningen mot vær og vind, samt å gi eneboligen et estetisk uttrykk.
- *Vinduer og dører:* Installasjon av vinduer og dører for å sikre lys, ventilasjon og tilgang til bygningen.
- *Tekniske installasjoner:* Innføring av tekniske installasjoner som VVS (varme, ventilasjon og sanitær), elektriske systemer, belysning, tele- og datakommunikasjon og eventuelle andre spesifikke systemer som solcellepaneler eller smarthus-løsninger.
- *Isolering og tetting:* Monteringen av isolasjon og tetting for å sikre en energieffektiv og komfortabel bygning.
- *Innvendig arbeid:* Oppføring av ikke-bærende vegger, installasjon av gipsplater, maling, gulvbelegg, flisarbeid og annet innvendig arbeid som er nødvendig for å fullføre boligen.

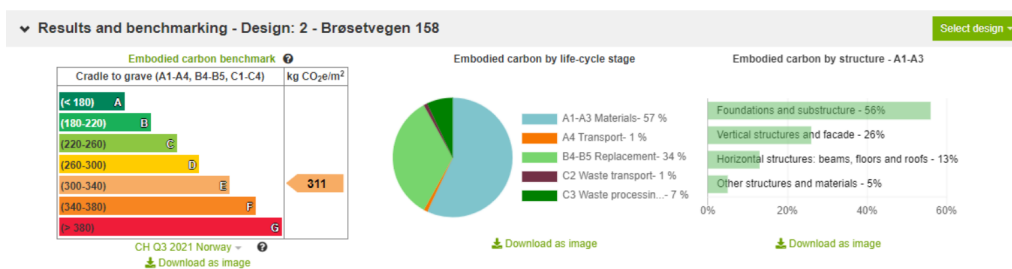
- 
- *Landskapsarbeid*: Utforming og realisering av utendørsarealer, inkludert hage, terrasser, gangveier, parkering og eventuelle andre landskapselementer som murer, hekker og beplantning.
  - *Ferdigstillelse og innflytting*: Når alle byggeaktiviteter er fullført og bygningen har blitt inspisert og godkjent av relevante myndigheter, kan eneboligen tas i bruk av beboerne.
  - *Garanti- og reklamasjonsperiode*: Etter innflytting starter en garantiperiode hvor eventuelle feil og mangler som oppdages skal rettes opp av entreprenøren. Dette er en viktig fase for å sikre at mulige problemer eller mangler ved bygningen blir håndtert og løst i henhold til kontrakten og gjeldende lover og forskrifter. Det er også viktig å følge opp med regelmessig vedlikehold og inspeksjoner for å sikre boligens langvarige ytelse og kvalitet.

### 3.3.1 Livsløpsanalyse av prosjektet

Europaparlamentets bygningsdirektiv fremhever at energiklasser skal revideres og harmoniseres, slik at klasse A tilsvarer nullutslippsboliger [9]. Dette innebærer at CO<sub>2</sub>-utslipp som genereres i byggets ulike faser og levetid må kompenseres for, gjennom overproduksjon av bærekraftig energi. For å avgjøre hvor mye energi som må produseres slik at bygningen kan kategoriseres som et nullutslippsbygg, er det nødvendig å utføre en livsløpsanalyse.

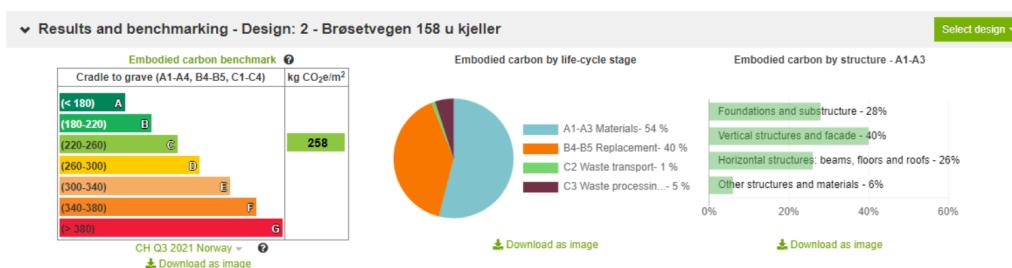
Livsløpsanalysen hensyntar utslippene som bygningen genererer gjennom produksjon, byggeprosess, drift og vedlikehold, over en periode på 60 år. For å oppnå status som et nullutslippsbygg, må bygningen produserer mer energi i driftsfasen enn den forbruker gjennom livsløpet, slik at det kan leveres fornybar energi tilbake til nettet. Beregningene for dette prosjektet ble utført med programmet One Click [49].

I One Click legges alle de ulike materialtypene som er involvert i bygningen inn, med tilhørende mengder av hver type. Programmet estimerer bygningens totale utslipp over en 60-årsperiode, og hensyntar produksjon, transport, byggeprosess, vedlikehold, drift og avfallshåndtering, samt eventuell resirkulering.



**Figur 16:** Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. Klassifisering og CO<sub>2</sub> utslipp for alternativ med kjeller.

Gruppen benyttet One Click til å utforme to ulike alternativer for gjennomføring av byggeprosjektet, slik at disse kunne sammenlignes. Det første alternativet, som illustreres i Figur 16 ovenfor, består av to etasjer i tillegg til en sokkelleilighet i kjelleren. Etter en vurdering av resultatene for dette alternativet, spesielt med tanke på utslipp som følge av ulike materialvalg, fikk gruppemedlemmene bekreftet antakelsen om at kjelleren ville bidra til en betydelig andel av utslippene. Dette skyldes at den er bygget av betong og XPS, materialer som ikke er særlig miljøvennlige. Som en konsekvens av dette utformet gruppen et alternativ uten kjeller. I tillegg, for å ytterligere minimere bruken av betong, ble bygningen prosjektert på en ringmur med etasjeskiller i første etasje som ligner etasjeskilleren i andre etasje, det vil si et bjelkelag med krypkjeller.

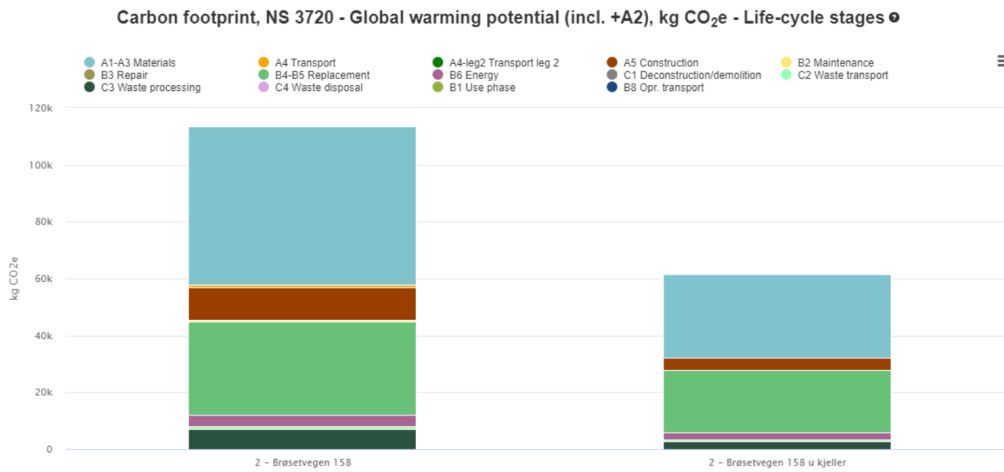


**Figur 17:** Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. Klassifisering og CO<sub>2</sub> utslipp for alternativ uten kjeller.

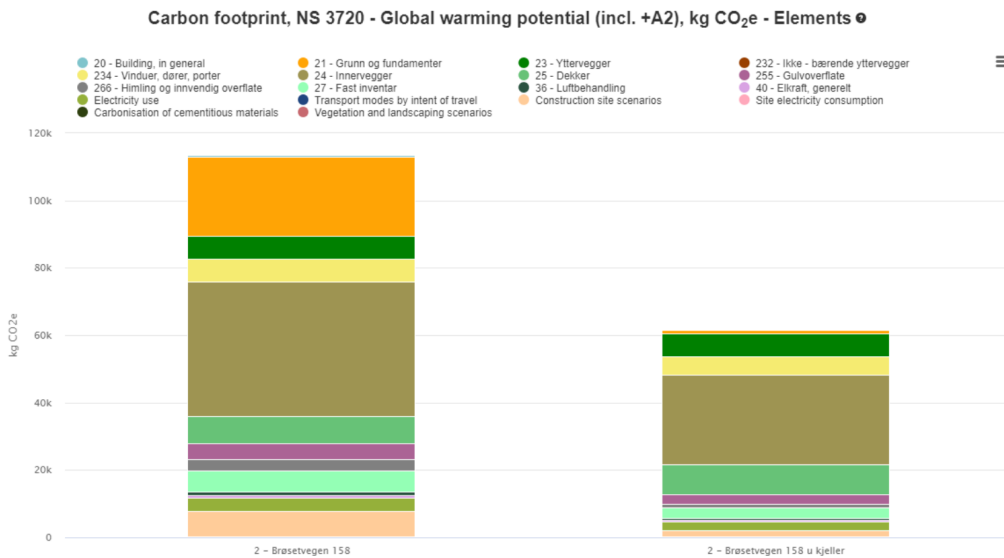
Som illustrert i Figur 17 ovenfor kan man ved å eliminere kjelleren forbedre ”cradle to grave graderingen (startfasen og slutfasen til bygningen) med to nivåer. Tabell 3 og Diagram 18, 19 og 20 nedenfor viser data for det totale CO<sub>2</sub>-utslippet for de to alternativene over en 60-årsperiode.

Tabell 3: Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”.  
Netto CO<sub>2</sub> utslipp for bygning med og uten kjeller.

▼ Design phase: 2 designs		Parameters	+ Add a design	Compare data	Carbon Designer 3D	Tools
Tool	Unit	2 - Brøsetvegen 158		2 - Brøsetvegen 158 u kjeller		
Carbon footprint, NS 3720 <a href="#">Help</a>	kg CO <sub>2</sub> e	113 471		61 653		

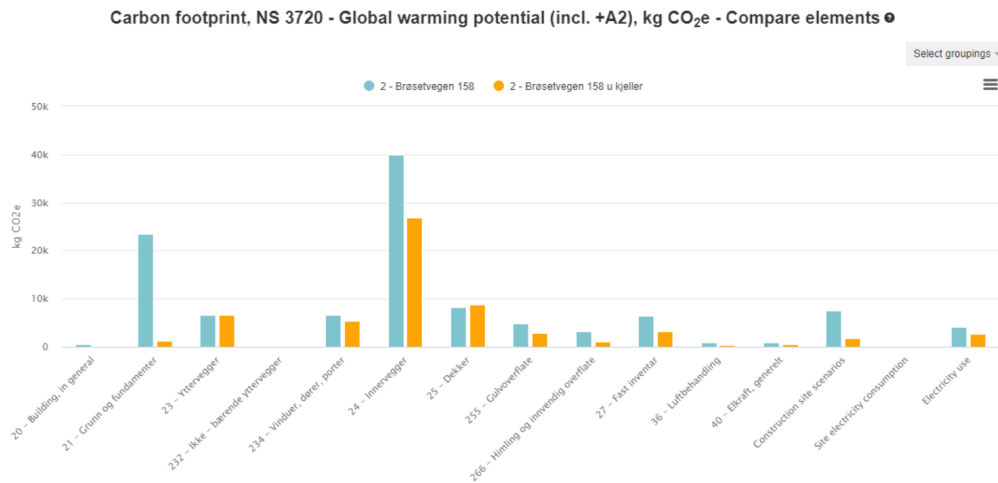


Figur 18: Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. CO<sub>2</sub> utslipp basert på ulike utslippskilder fra livssyklusstadier.



Figur 19: Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. CO<sub>2</sub> utslipp basert på utslipp fra bygningselementene.





**Figur 20:** Utklipp fra utregninger i One Click, se vedlegg “P LCA beregninger”. Sammenligning av CO<sub>2</sub> utslipp basert på utslipp fra bygningselementene.

Dataene viser at ved å utelate kjelleren reduseres utslippet med hele 45,67%. Dette er en svært viktig faktor å ta i betraktning når man prosjekterer bygninger med et bærekraftig perspektiv. En evaluering av den alternative løsningen med å unngå kjeller, viser altså at dette kan føre til en betydelig reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp over bygningens livssyklus. Alt i alt understreker dette betydningen av å nøye vurdere ulike design og materialvalg når man bygger for fremtiden.

### 3.3.2 Integreert bruk av solcellepaneler og varmepumper

Gjennom bruk av simuleringsprogrammer som SIMIEN, har vi beregnet energiforbruket og potensialet for energiproduksjon for å dekke dette forbruket. Vi har hensyntatt ulike parametere som klimaforhold, bygningens termiske egenskaper, og beboernes energibruk. Resultatene indikerer at en kombinasjon av solcellepaneler og varmepumpe vil være tilstrekkelig for et slikt nybygg i Trondheim.

I Figur 21 vises et utklipp fra en simulering av energi for passivhus av bygningseksempelen med kjeller:

---

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	57 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	58 kWh/m <sup>2</sup>

**Figur 21:** Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “Q Passivhus evaluering med kjeller”. Utregning av netto energibruk

Bygningens netto energibruk per kvadratmeter = 58 kWh/m<sup>2</sup>

Neste Figur 22 viser på samme måte utklipp fra en simulering av energi for passivhus, men denne gangen av bygningseksempellet uten kjeller:

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	59 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	60 kWh/m <sup>2</sup>

**Figur 22:** Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “R Passivhus evaluering uten kjeller”. Utregning av netto energibruk

Bygningens netto energibruk per kvadratmeter = 60 kWh/m<sup>2</sup>

### Utregning av solenergi

For å estimere den potensielle energiproduksjonen fra solcellepaneler som bygningen kan oppnå, benytter vi et verktøy som heter “The Zero Code Energy Calculator” [50]. Verktøyet har blitt utviklet for å regne ut potensiell energiproduksjon fra solenergi for boliger i byer over hele verden, slik at man kan finne ut hvordan man skal oppfylle energieffektivitets-kravene til fremtidens nullutslipps-boliger. Programmet tar for seg parametere som bl.a. sted, størrelse og type bygning, antall solceller og deres respektive vinkler. I våre utregninger har vi brukt standard solcellepaneler, siden dette er mest relevant for norske boligeiere [51]. Potensialet er enda høyere med dyrere og mer effektive solcellepaneler.

---

Energiproduksjon fra solcellepaneler på bygg med kjeller:

Energy Consumption & Generation		
	kWh/m <sup>2</sup> -yr	MWh/yr
<b>Estimated Building Energy Consumption</b>	<b>168.0</b>	<b>40.8</b>
<b>Total Renewable Energy Required</b>	<b>168.0</b>	<b>40.8</b>
On-Site PV Generation Potential	40.2	9.8
Remaining Off-Site Procured Renewable Energy	127.8	31.1
<b>On-Site PV System</b>		
Rated Capacity (kW)	13	
Estimated Area for Collectors (m <sup>2</sup> )	87	

**Figur 23:** Resultat m/kjeller fra solenergi kalkulator, hentet fra [50]

Netto potensiell energiproduksjon = 40,2 kWh/m<sup>2</sup>

Energiproduksjon fra solcellepaneler på bygg uten kjeller:

Energy Consumption & Generation		
	kWh/m <sup>2</sup> -yr	MWh/yr
<b>Estimated Building Energy Consumption</b>	<b>168.0</b>	<b>27.0</b>
<b>Total Renewable Energy Required</b>	<b>168.0</b>	<b>27.0</b>
On-Site PV Generation Potential	60.7	9.8
Remaining Off-Site Procured Renewable Energy	107.3	17.3
<b>On-Site PV System</b>		
Rated Capacity (kW)	13	
Estimated Area for Collectors (m <sup>2</sup> )	87	

**Figur 24:** Resultat u/kjeller fra solenergi kalkulator, hentet fra [50]

Netto potensiell energiproduksjon = 60,7 kWh/m<sup>2</sup>

---

Følgende utregninger viser hvor mye av bygningens energiforbruk som solenergi vil dekke:

Bygg med kjeller:

$$\left( \frac{40,2 \text{ kWh/m}^2}{58 \text{ kWh/m}^2} \right) \cdot 100 = 69,31\%$$

Dette tilsier et resterende udekket energiforbruk på:

$$58 \text{ kWh/m}^2 - 40,2 \text{ kWh/m}^2 = 17,8 \text{ kWh/m}^2$$

Bygg uten kjeller:

$$\left( \frac{60,7 \text{ kWh/m}^2}{60 \text{ kWh/m}^2} \right) \cdot 100 = 101,17\%$$

Dette tilsier et overskudd av energiproduksjon på:

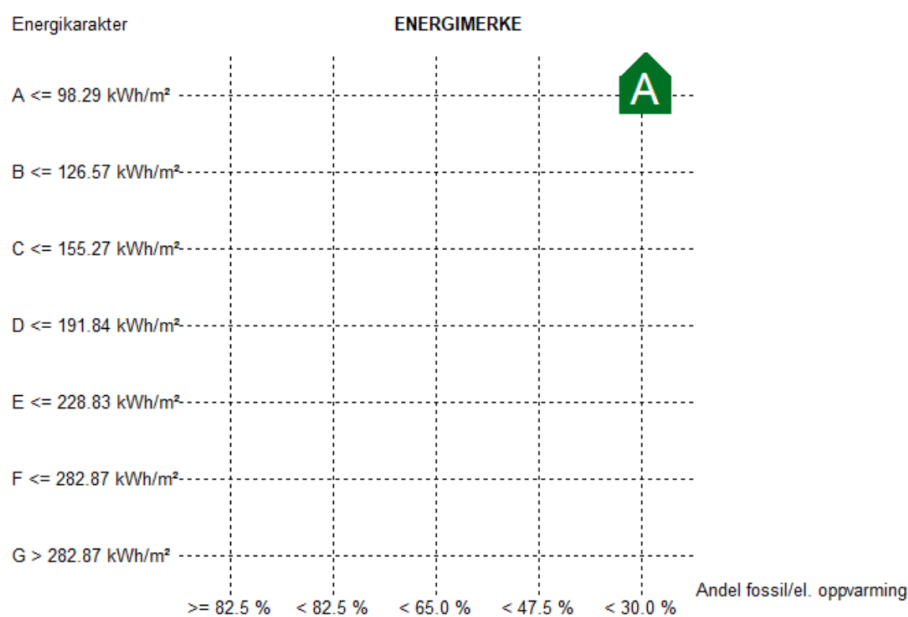
$$60,7 \text{ kWh/m}^2 - 60 \text{ kWh/m}^2 = 0,7 \text{ kWh/m}^2$$

På bakgrunn av beregningene fra SIMIEN-simuleringen og solcelle-kalkulatoren ser vi at integrert bruk av solcellepaneler er en effektiv løsning som potensielt kan dekke store deler av energibehovet til bygningsalternativet som inkluderer kjeller. I alternativet uten kjeller dekker solcellepanelene mer enn det faktiske energibehovet, og med overskuddet og fremtidige energisparings- og energidelingsløsninger vil dette kunne være en effektiv måte å spare både penger og miljø. Selv om solenergi dekker mye av behovet, vil den mest effektive løsningen være at solenergi leverer hovedandelen av elektrisitetsbehovet, mens varmepumper står for reduksjon av energiforbruket til oppvarming og nedkjøling. En kombinasjon av disse teknologiene er dermed optimal for å dekke boligens totale energiforbruk samtidig som det produseres et overskudd, slik at man veier opp for klimagassutslippene fra byggeprosessen og dermed oppnår et nullutslipps hus. Videre forskning bør fokusere på å optimalisere systemdesign og

ytelse, samt vurdere økonomiske, sosiale og praktiske faktorer som påvirker implementeringen av nullutslipps-eneboliger.

Integrert bruk av solcellepaneler og varmepumper i boligprosjekter bidrar til å oppnå nullutslipp, og også til å opprettholde og overholde fremtidige krav om energimerking av boliger i Norge, som følge av EUs direktiver og målsetninger frem mot 2030, 2033 og 2050. Ved å integrere bærekraftige energiproduksjonsteknologier i nybygg og eksisterende boliger, vil boligeiere og utviklere være bedre rustet til å møte kommende regulatoriske krav og bidra til å oppfylle Norges nasjonale og internasjonale klimaforpliktelser. Prosjekteringseksemplet i denne bacheloroppgaven illustrerer at det faktisk er mulig å oppfylle kravene i 2050 om energiklasse A ved hjelp av dagens tilgjengelige teknologiske løsninger.

Den første energiklasse-simuleringen i SIMIEN er utført på eksempelet med betongkjeller:

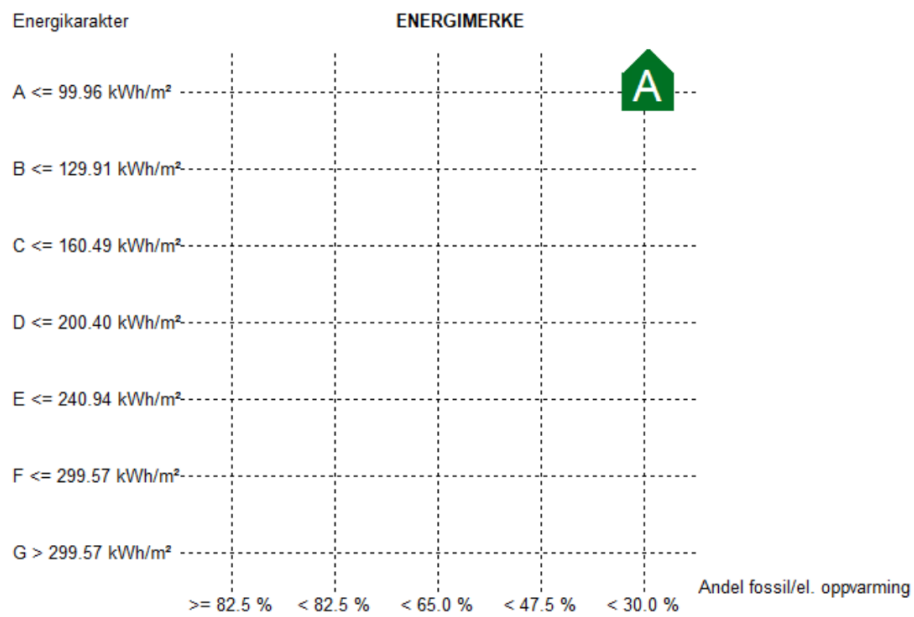


**Figur 25:** Merking av energiklasse. Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “Q Passivhus evaluering med kjeller”.

Simuleringen viser at prosjekteringseksempelet uten kjeller oppnår energiklasse A. Likevel er det viktig å huske på at betongkjelleren medfører et høyt CO<sub>2</sub>-utslipp under byggeprosessen. Som et resultat er det nødvendig med en større elektrisitetsproduksjon for å oppnå netto nullutslipp i løpet av bygningens levetid.

---

Den neste energiklasse-simulering i SIMIEN er utført på eksempelet uten kjeller:



**Figur 26:** Merking av energiklasse. Utklipp hentet fra simulasjoner i SIMIEN, se vedlegg “R Passivhus evaluering uten kjeller”.

Prosjekteringseksemplet uten kjeller illustrerer at det blir betydelig enklere å oppnå netto nullutslipp siden den eliminerte komponenten reduserer utslippene vesentlig. Dermed kreves det ikke en like omfattende energiproduksjon for å kompensere for CO<sub>2</sub>-utslippene som genereres under byggeprosessen, og bygningen kan lettere oppnå nullutslipp i løpet av sin levetid.

---

## 4 Resultater

På bakgrunn av foreliggende forskning og de aktuelle alternativene som er vurdert i denne bacheloroppgaven, er det liten tvil om at nullutslippsløsninger og bærekraft er helt avgjørende for fremtidens boligbygging. Hovedfunnene understreker at energieffektive bygg, som den prosjekterte eneboligen i Trondheim, både har potensialet til å generere nok energi til å dekke egne behov og samtidig bidra med ytterligere energi til strømmettet.

En rekke viktige aspekter knyttet til disse funnene ble diskutert. Selv om det er teknisk mulig å bygge nullutslippsboliger, kan kostnadene utgjøre en reell hindring. Teknologier som solcellepaneler og varmepumper kan i stor grad bidra til å oppnå nullutslipp, men det er også helt nødvendig å vurdere livssyklusen til disse teknologiene, inkludert produksjon, vedlikehold og avhending.

Utformingen av boligen og valget av materialer er også viktige for å maksimere energieffektiviteten og redusere bygningens miljøpåvirkning. Videre forskning og utvikling er nødvendig for å finne fram til og implementere de mest effektive og bærekraftige løsningene på disse områdene.

Resultatene fra prosjekteringseksemplet i Trondheim peker på flere viktige faktorer. For eksempel er det sannsynligvis ikke økonomisk eller miljømessig bærekraftig å bygge en garasje under bakken. Det er likeledes lite trolig at kommunen vil godkjenne et toetasjes hus på grunn av innvirkningen dette vil ha på nabolaget. Hensynet til livssyklusanalyse (LCA) og kundens spesifikke ønsker førte også til en anbefaling om å unngå kjeller, til tross for at dette ville øke boligens samlede antall kvadratmeter.

På et mer overordnet nivå har arbeidet som presenteres i denne bacheloroppgaven bidratt til diskusjonen om hvordan vi kan bygge boliger på en måte som både er økonomisk gjennomførbar og miljøvennlig. For å møte disse utfordringene må det trolig stilles krav til tverrfaglig samarbeid, innovasjon og bærekraftig fokus, og på den måten sikre en fremtidsrettet boligbygging.

Samlet viser funnene fra denne bacheloroppgaven at det er en krevende balanse mellom teknisk gjennomførbarhet, økonomisk levedyktighet og bærekraftig bygging.

---

## 5 Konklusjon

Denne bacheloroppgaven har belyst utfordringene og mulighetene knyttet til fremtidens boligbygging, med særlig fokus på bærekraft, nullutslippsløsninger og gjennom et praktisk prosjekteringseksempel av en enebolig i Trondheim. Oppgaven har vist potensialet som ligger i energieffektive bygg, og har bidratt til å skape en dypere forståelse av hvordan disse byggene kan utformes og konstrueres for å oppnå nullutslipp.

For å besvare oppgavens problemstilling har gruppen prosjektert to ulike eksempler på nullutslipps-eneboliger. For å oppnå best mulig resultat, har relevant teori blitt hensyntatt og aktuelle metoder har blitt benyttet for å illustrere hvordan et konkret eksempel på en nullutslippsbolig kan se ut. Begge de prosjekterte eneboligene viser at en kombinasjon av moderne byggemetoder og energieffektive løsninger kan oppfylle nullutslippsmålet. Oppgaven konkretiserer dermed både teoretisk mulige og praktisk gjennomførbare løsninger. Dette bekrefter at fremtidens boliger kan konstrueres ut fra kunnskap og metoder som finnes allerede i dag.

Underveis i arbeidet har det vært nødvendig å utfordre en del av de konvensjonelle byggemetodene og materialvalgene for å nå nullutslippsmålet. Vi har for eksempel benyttet passivhus-standarder og integrert solcellepaneler i designet for å sikre optimal energieffektivitet. Dette har imidlertid ikke gått på bekostning av boligens estetiske uttrykk, noe som viser at det er fullt mulig å oppnå en god kombinasjon mellom bærekraft og design.

Til tross for at vi har klart å oppnå nullutslippsmålet, har det vært nødvendig å foreta enkelte kompromisser. Vi har bl.a. valgt løsninger som er relativt dyre i innkjøp, men som vil være mer kostnadseffektive over tid grunnet lavere energiforbruk. Dette understreker behovet for et langsiktig perspektiv ved vurdering av kostnadene tilknyttet bærekraftig bygging.

Vi ser også at noen av løsningene vi har foreslått kan være ideelle for vår enebolig i Trondheim, mens de ikke nødvendigvis er overførbare til alle byggeprosjekter. Enkelte av teknologiene og strategiene vi har benyttet kan for eksempel være mindre effek-



---

tive under andre klima- eller geografiske forhold. Samtidig er det ikke nødvendigvis behov for store justeringer før våre foreslåtte løsninger kan benyttes under andre forutsetninger.

Avslutningsvis, har denne studien vist at det er mulig å bygge nullutslippsboliger i dagens Norge. Det fordrer imidlertid at det settes et sterkt fokus på bærekraft allerede fra starten av design- og byggeprosessen. Det kreves også vilje til å utfordre og endre eksisterende praksis. Videre er det nødvendig med et effektivt samarbeid mellom arkitekter, ingeniører og andre aktører i byggeprosessen for å sikre at alle aspekter ved bærekraft – fra energieffektivitet til materialbruk – blir hensyntatt. Dette vil i stor grad bidra til å redusere byggebransjens klimaavtrykk, og ikke minst skape boliger som er komfortable, sunne og kostnadseffektive å bo i på lang sikt.

Svaret på denne bacheloroppgavens problemstilling: «Kan vi med dagens praksis innen boligprosjektering oppfylle fremtidens krav til energieffektivitet og design innen boligkonstruksjon?» er dermed et «ja, i stor grad». Forutsetningen er at det legges tilstrekkelig innsats inn i videre forskning, utvikling og regulatoriske tilpasninger.

---

## 6 Veien videre

Til tross for den grundige behandlingen av aktuelle bærekraftsinitiativer, designløsninger og økonomiske aspekter i denne bacheloroppgaven, er det ytterligere områder som fortjener videre undersøkelse i fremtiden.

For det første, det ville være gagnlig å kvantifisere energiproduksjonen fra varmpumper for å formulere en mer presis energibudsjett. Dette vil gi en dypere innsikt i energimengden som kreves fra forskjellige kilder for å nå målet om nullutslipp innen et bestemt tidsrom.

Videre vil en BREEAM-evaluering illustrere om det er realistisk å oppnå et godkjent BREEAM-NOR-sertifikat for en enebolig som den vi har konstruert i denne bacheloroppgaven. Dette vil kunne øke anerkjennelsen av og stille realistiske forventninger til fremtidige bærekraftige byggeprosjekter, og dermed inspirere til ytterligere fremskritt på dette avgjørende feltet.

Ytterligere forskning kan også inkludere implementering av flere av de tilgjengelige tiltakene for å fremme et enda mer miljøvennlig bygg, som energieffektiviserings- og energiproduksjonsstrategier. Dette kan innebære undersøkelser av nyere teknologier og metoder som kan forbedre bygningens miljøytelse enda mer.

Til slutt kan det være verdifullt å optimalisere løsningene som er skissert i dette prosjektet. Dette involverer å vurdere den ideelle balansen mellom energieffektivitet, miljøvennlighet, bærekraft og kostnadsnivåer. Slik optimalisering kan bidra til å skape mer bærekraftige boliger som er praktiske, økonomisk gjennomførbare og attraktive for både utbyggere og beboere. På denne måten kan vi legge grunnlaget for fremtidig byggevirksomhet.

---

## Kilder

- [1] Lars-Henrik Paarup Michelsen og Olav A. Øvrebø. *Netto null i EU innen 2050*. no. Section: nyhet. Nov. 2021. URL: <https://energiogklima.no/nyhet/netto-null-i-eu-innen-2050/> (sjekket 4. apr. 2023).
- [2] *The Vertical Forest in Milan*. en-US. Section: Infrastructure related news from Italy and the rest of the world. Feb. 2022. URL: <https://www.webuildvalue.com/en/infrastructure-news/vertical-forest-milan.html> (sjekket 4. mai 2023).
- [3] *Liuzhou Forest City*. Italiensk. Section: Infrastructure related news from Italy and the rest of the world. Feb. 2022. URL: <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/project/liuzhou-masterplan-2/> (sjekket 11. mai 2023).
- [4] John McKenna. *Milan is growing trees on skyscrapers*. en. Okt. 2017. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2017/10/milan-s-tree-covered-skyscrapers-a-re-inspiring-the-world/> (sjekket 24. apr. 2023).
- [5] «Opptak fra seminarserie: lavkarbonmaterialer i byggebransjen». nb. I: Tekna, feb. 2023. URL: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/seminarserien-ultra-lavkarbonmaterialer-i-byggebransjen-oppsummert/www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/seminarserien-ultra-lavkarbonmaterialer-i-byggebransjen-oppsummert/> (sjekket 9. mar. 2023).
- [6] *KL-treplater – Våre produkter*. nb-NO. URL: <https://www.cltprofi.com/no/produkter/> (sjekket 9. mar. 2023).
- [7] Simon Fowell. *LCA and LCCA - Are you sure you know the difference?* en-US. Jul. 2021. URL: <https://autocase.com/are-you-sure-you-know-the-difference-between-lca-and-lcca/> (sjekket 10. mar. 2023).
- [8] European Commission. *2050 long-term strategy*. en. URL: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en) (sjekket 27. apr. 2023).
- [9] Steinar Grini. «Sjokkregning til boligeiere». no. I: (mar. 2023). Section: Bolig. URL: <https://www.finansavisen.no/bolig/2023/03/14/7993534/sjokkregning-til-boligeiere> (sjekket 10. mar. 2023).

- 
- [10] *Forslag til revidert bygningsenergidirektiv*. no. EOSnotat. Publisher: regjeringen.no. Des. 2022. URL: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2022/des/forslag-til-revidert-bygningsenergidirektiv/id2959442/> (sjekket 7. apr. 2023).
- [11] Frode Aga. (+) *Et ferskt vedtak i EU-parlamentet kan få konsekvenser for bygg i Norge – nå krever Huseierne tiltak*. no. Section: Bygg. Mar. 2023. URL: <https://www.bygg.no/article/1522017!/> (sjekket 12. apr. 2023).
- [12] Nidhi Sharma. *The Top 5 Solar Countries in the World (2023)*. en-US. Sep. 2022. URL: <https://ornatesolar.com/blog/the-top-5-solar-countries-in-the-world> (sjekket 19. apr. 2023).
- [13] Ingunn Mjønerud. *Er solenergi miljøvennlig?* Jul. 2021. URL: <https://solceller.no/er-solenergi-milj%C3%B8vennlig> (sjekket 10. mar. 2023).
- [14] *Solar panel problems and degradation explained*. en-US. Apr. 2023. URL: <https://www.cleanenergyreviews.info/solar-panel-failure-degradation> (sjekket 15. mar. 2023).
- [15] Josefine Selj. *Solceller i Norge lever lenge*. nb. Des. 2020. URL: <https://blogg.fusen.no/alle/solceller-og-solcellepanel-varer-lenge> (sjekket 15. mar. 2023).
- [16] Klima-og miljødepartementet. *Det grønne skiftet*. no. Redaksjonellartikkel. Publisher: regjeringen.no. Okt. 2021. URL: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/det-gronne-skiftet/id2879075/> (sjekket 15. mar. 2023).
- [17] Erik Stensrud Marstein. *Veikart for den norske solkraftbransjen mot 2030*. Norsk. Des. 2020. URL: <https://www.regjeringen.no/contentassets/66de7ddcf7a6494694202b760fa3f50f/susoltech...pdf>.
- [18] *FNs bærekraftsmål*. no\_NO. Apr. 2023. URL: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal> (sjekket 6. apr. 2023).
- [19] Larissa Johnson. *Environmental and Economic Advantages of Switching to an Electric Heat Pump*. en-US. Aug. 2021. URL: <https://mygreenmontgomery.org/2021/environmental-and-economic-advantages-of-switching-to-an-electric-heat-pump/> (sjekket 2. mai 2023).
-

- 
- [20] Stuart J. Self, Bale V. Reddy og Marc A. Rosen. «Geothermal heat pump systems: Status review and comparison with other heating options». en. I: *Applied Energy*. Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems 101 (jan. 2013), s. 341–348. ISSN: 0306-2619. DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.01.048. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261912000542> (sjekket 27. mar. 2023).
- [21] M. Cirrincione mfl. «Intelligent energy management system». I: *2009 7th IEEE International Conference on Industrial Informatics*. 2009, s. 232–237. DOI: 10.1109/INDIN.2009.5195809.
- [22] *Tap i nettet — ENERGI POLITISK.NO*. en-US. Tekn. rapp. URL: <http://energi politisk.no/temasider/tap-i-nettet/> (sjekket 18. apr. 2023).
- [23] *2022 – nok et eksepsjonelt kraftår*. no. Apr. 2023. URL: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/nyhetsarkiv-2023/2022--nok-et-eksepsjonelt-kraftar/> (sjekket 30. apr. 2023).
- [24] Kjetil Malkenes Hovland. «NVE mener mer kraft vil gi lavere priser: – Vi har noen veivalg foran oss». nb. I: (sep. 2022). URL: <https://e24.no/i/GMGL96> (sjekket 20. apr. 2023).
- [25] *Net Zero Coalition*. en. Publisher: United Nations. URL: <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition> (sjekket 4. mai 2023).
- [26] Wolfgang Feist mfl. «Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept». en. I: *Energy and Buildings*. Research That Inspires 125 Years of EMPA 37.11 (nov. 2005), s. 1186–1203. ISSN: 0378-7788. DOI: 10.1016/j.enbuild.2005.06.020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778805001118> (sjekket 26. mar. 2023).
- [27] P Torcellini, S Pless og M Deru. «Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition; Preprint». en. I: (aug. 2006).
- [28] *Zero Emission Buildings*. ISBN: 9788245020557. URL: <https://www.fagbokforlaget.no/Zero-Emission-Buildings/19788245020557> (sjekket 19. apr. 2023).

- 
- [29] Leif Gustavsson, Kim Pingoud og Roger Sathre. «Carbon Dioxide Balance of Wood Substitution: Comparing Concrete- and Wood-Framed Buildings». en. I: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11.3 (mai 2006), s. 667–691. ISSN: 1573-1596. DOI: 10.1007/s11027-006-7207-1. URL: <https://doi.org/10.1007/s11027-006-7207-1> (sjekket 5. apr. 2023).
- [30] Volker Krey mfl. «Looking under the hood: A comparison of techno-economic assumptions across national and global integrated assessment models». I: *Energy* 172 (2019), s. 1254–1267. ISSN: 0360-5442. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.131>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218325039>.
- [31] E. Mlecnik. «Innovation development for highly energy-efficient housing: Opportunities and challenges related to the adoption of passive houses». en. I: (2013). Publisher: IOS Press. URL: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A82884adb-e990-4b8a-acc-d9440e52253d> (sjekket 20. mar. 2023).
- [32] I. Sartori og A.G. Hestnes. «Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article». en. I: *Energy and Buildings* 39.3 (mar. 2007), s. 249–257. ISSN: 03787788. DOI: 10.1016/j.enbuild.2006.07.001. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778806001873> (sjekket 29. mar. 2023).
- [33] Kristina Orehounig, Ralph Evins og Viktor Dorer. «Integration of decentralized energy systems in neighbourhoods using the energy hub approach». en. I: *Applied Energy* 154 (sep. 2015), s. 277–289. ISSN: 0306-2619. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.04.114. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915005772> (sjekket 28. mar. 2023).
- [34] Diana Ürge-Vorsatz mfl. «Measuring the Co-Benefits of Climate Change Mitigation». I: *Annual Review of Environment and Resources* 39.1 (2014). eprint: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031312-125456>, s. 549–582. DOI: 10.1146/annurev-environ-031312-125456. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031312-125456> (sjekket 25. mar. 2023).
- [35] Jenny Palm og Katharina Reindl. «Understanding energy efficiency in Swedish residential building renovation: A practice theory approach». en. I: *Energy*
-

- 
- Research & Social Science* 11 (jan. 2016), s. 247–255. ISSN: 2214-6296. DOI: 10.1016/j.erss.2015.11.006. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221462961530075X> (sjekket 28. mar. 2023).
- [36] *Powerhouse Brattørkaia*. URL: <https://www.powerhouse.no/prosjekter/brattorkaia/> (sjekket 29. apr. 2023).
- [37] Clay Nesler. *Building can be zero-carbon - here's how*. en. Jan. 2020. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/zero-carbon-buildings-climate/> (sjekket 13. apr. 2023).
- [38] *Clay Nesler - Agenda Contributor*. en. URL: <https://www.weforum.org/agenda/authors/clay-nesler/> (sjekket 21. apr. 2023).
- [39] Lovdata. *Lov om Den norske kirke (kirkeloven) - Lovdata*. Norsk. Jan. 2021. URL: <https://lovdata.no/dokument/NLO/lov/1996-06-07-31> (sjekket 25. apr. 2023).
- [40] Byggforsk. *523.127 Betongvegg mot terreng - Byggforskserien*. 2004. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/349/betongvegg\\_mot\\_terreng](https://www.byggforsk.no/dokument/349/betongvegg_mot_terreng) (sjekket 17. apr. 2023).
- [41] *722.524 Forbedring av lydisolasjonen i tunge etasjeskillere - Byggforskserien*. 2007. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/671/forbedring\\_av\\_lydisolasjonen\\_i\\_tunge\\_etasjeskillere](https://www.byggforsk.no/dokument/671/forbedring_av_lydisolasjonen_i_tunge_etasjeskillere) (sjekket 18. apr. 2023).
- [42] *Hunton, tekniske godkjenninger*. no. Publisher: Hunton. URL: <https://www.hunton.no/dokumentasjon/> (sjekket 10. apr. 2023).
- [43] Byggforsk. *525.207 Kompakte tak - Byggforskserien*. Apr. 2018. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte\\_tak](https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte_tak) (sjekket 17. apr. 2023).
- [44] Byggforsk. *520.222 Bjelker av tre. Dimensjonering - Byggforskserien*. Mai 2011. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/304/bjelker\\_av\\_tre\\_dimensjonering](https://www.byggforsk.no/dokument/304/bjelker_av_tre_dimensjonering) (sjekket 17. apr. 2023).
- [45] Byggforsk. *520.226 Stålbjelker for små spenn. Dimensjoneringstabeller - Byggforskserien*. Sep. 2018. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/305/staalbjelker\\_for\\_smaa\\_spenn\\_dimensjoneringstabeller](https://www.byggforsk.no/dokument/305/staalbjelker_for_smaa_spenn_dimensjoneringstabeller) (sjekket 17. apr. 2023).
-

- 
- [46] Byggforsk. *541.805 Golv i bad og andre våtrom - Byggforskserien*. 2007. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/468/golv\\_i\\_bad\\_og\\_andre\\_vaatrom](https://www.byggforsk.no/dokument/468/golv_i_bad_og_andre_vaatrom) (sjekket 17. apr. 2023).
- [47] Trondheim Kommune. *Krav til parkering - veileder*. Norsk. Des. 2012. URL: [https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/samferdsel/reisevaner/15\\_parkeringsveileder\\_web.pdf](https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/samferdsel/reisevaner/15_parkeringsveileder_web.pdf).
- [48] Krogsveen. *Prisstatistikk Trondheim: Østbyen - Krogsveen*. no. URL: <https://www.krogsveen.no/prisstatistikk?zipCode=7069> (sjekket 6. mai 2023).
- [49] One Click LCA. *Programvare for livssyklusanalyser (LCA) innen byggebransjen*. URL: <https://www.oneclicklca.com/no/programvare-for-livssyklusanalyser-innen-byggebransjen/> (sjekket 26. apr. 2023).
- [50] Zero Code TM. *ENERGY CALCULATOR – ZERO Code*. URL: <https://zero-code.org/energy-calculator/> (sjekket 19. apr. 2023).
- [51] Askari Mohammad Bagher, Mirzaei Mahmoud Abadi Vahid og Mirhabibi Mohsen. «Types of Solar Cells and Application». en. I: *American Journal of Optics and Photonics* 3.5 (aug. 2015), s. 94. ISSN: 2330-8486. DOI: 10.11648/j.ajop.20150305.17. URL: <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=127&doi=10.11648/j.ajop.20150305.17> (sjekket 21. apr. 2023).



---

## Vedleggsliste

A	Artikkel for bacheloroppgave . . . . .	1
B	Plakat for bacheloroppgave . . . . .	3
C	Redegjorelse grunnforhold Kirkvollen 12 . . . . .	4
D	Reguleringsbestemmelser R1162 . . . . .	7
E	Rammetillatelse Brøsetvegen 160 . . . . .	9
F	Presentasjon av skisser . . . . .	19
G	Tegninger . . . . .	24
H	Utomhus bilder . . . . .	34
I	Beregning av U-verdi . . . . .	38
J	Kondenskontroll . . . . .	43
K	Therm . . . . .	45
L	Valg og beregning av bjelker . . . . .	51
M	Materielliste . . . . .	55
N	Kostnads kalkyle . . . . .	56
O	Mengdeuttak . . . . .	58
P	LCA beregninger . . . . .	62
Q	Passivhus evaluering med kjeller . . . . .	65
R	Passivhus evaluering uten kjeller . . . . .	74
S	Brannkonsept Brøsetvegen 160 . . . . .	83



Bendik Sandnes  
Idriss Nazari  
Per Kristian Skalmerud

### Rollen til fornybar energi og bærekraftig design

Grønn energi og smart design endrer måten vi bygger hus på. Vi bruker ting som solcellepaneler for å lage vår egen ren energi. Dette hjelper oss med å kutte ned på både kostnader og forurensning. Vi bruker også mer miljøvennlige materialer, og prøver å få mest mulig ut av naturlig lys og luft. Dette gjør husene våre sunnere og bedre å leve i

### Forskning og studier

Forskning og studier er nøkkelen til fremtidens boliger. Vi trenger å lære mer om hvordan vi kan bygge smartere, mer miljøvennlige hus. Dette hjelper oss å spare penger, ta vare på planeten vår og skape bedre hjem for oss alle. Uten forskning, vil vi ikke kunne gjøre disse fremskrittene.

### Powerhouse Brattørkaia

Powerhouse Brattørkaia i Trondheim er et supert eksempel på et smart og miljøvennlig bygg. Det er fullt av solcellepaneler for å lage sin egen energi, og til og med gi litt tilbake til byen. Designet er også laget for å spare energi. Dette viser hvordan forskning kan hjelpe oss å bygge bedre og grønnere i fremtiden.

### Hvorfor tenkte fremtidig?

Når vi bygger boliger, er det viktig å tenke på fremtiden. Vi trenger hus som er gode for miljøet og som kan spare oss for penger over tid. Vi må også sikre at husene våre er sunne og behagelige steder å bo. Ved å planlegge for fremtiden, kan vi lage bedre hjem for oss alle.

PROSJEKT

# BRØSETVEGEN 158

FORNYBAR >

## NULLUTSLIPPSBYGG

**N**ullutslippsbygg er en spennende vei mot en mer bærekraftig framtid. Tenk deg et hus eller en bygning som ikke forurenser i det hele tatt. Hvordan kan det være mulig? Det er her nullutslippsbygg kommer inn. De er laget for å lage like mye, eller til og med mer, ren energi enn de bruker. Dette gjøres ofte ved hjelp av ting som solcellepaneler på taket. Men det handler ikke bare om energi.

Nullutslippsbygg bruker også vann og andre ressurser på en smartere måte. De er designet for å utnytte naturlig lys, varme og luft, noe som gjør dem mer behagelige å være i, og også sunnere for oss.

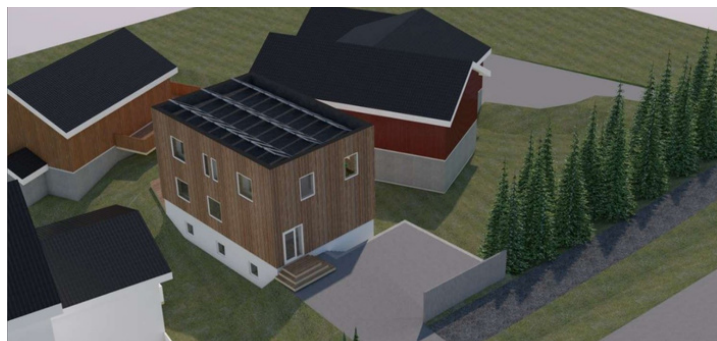
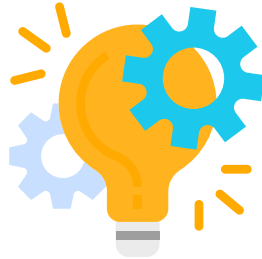
Bygging av nullutslippsbygg er en stor jobb, og vi lærer fortsatt. Men hver gang vi bygger et, blir vi bedre og smartere. Dette er grunnen til at forskning er så viktig. Det hjelper oss å finne nye og bedre måter å bygge på. Ved å tenke på fremtiden nå, kan vi gjøre boligene våre bedre for oss, og for planeten vår.

Brøsetvegen 158 er et eksempel på et slikt prosjekt som skal representere fremtidens nullutslippsbygg i form av en enebolig

INFO >

## OM PROSJEKTET

**P**rosjektet fokuserer på design og utvikling av en ny funksisbolig på tre etasjer. Dette vil bli utført på en tomt beliggende på Brøsetvegen 158 i Moholt-området, hvor det allerede er oppført en enebolig. Fornybar energi og bærekraft er viktige faktorer bak prosjektets suksess.



KONKLUSJON >

## STEMMER TEORI MED PRAKSIS?

**S**elv om teorien bak nullutslippsbygg er flott, kan det være vanskelig å få det til i praksis. For det første kan det være dyrt å bygge slike bygg. Nye teknologier og materialer koster ofte mer. Men husk, disse byggene kan spare penger over tid ved å bruke mindre energi.

For det andre kan det være tekniske utfordringer. For eksempel, solcellepaneler fungerer ikke like godt på alle steder, eller når det er overskyet.

Derfor må vi fortsatt finne løsninger for å lagre og bruke energien på en smart måte. Forskning er nøkkelen her. Vi trenger å finne bedre og billigere måter å bygge nullutslippsbygg på. Vi trenger også mer kunnskap om hvordan vi kan bruke og lagre grønn energi mer effektivt. Ved å løse disse problemene, kan vi bringe teori og praksis nærmere hverandre, og gjøre nullutslippsbygg til normen, ikke unntaket.

Prosjekt | Brøsetvegen 158 | Trondheim

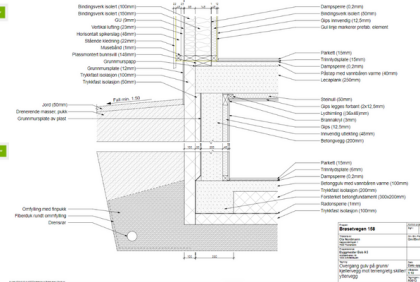
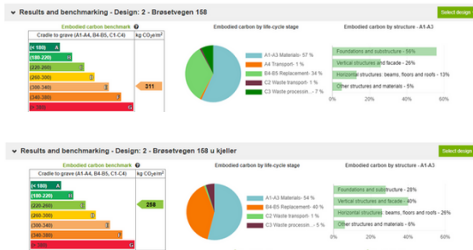
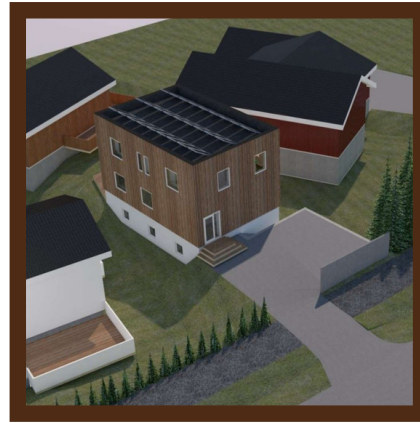
## B Plakat for bacheloroppgave

### Bygging for fremtiden: Rollen til fornybar energi og bærekraftig design i Norges fremtidige boligutvikling med et prosjekteksempel i Trondheim

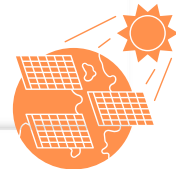
Building for tomorrow: The role of renewable energy and sustainable design in Norway's future residential developments with a project example in Trondheim

Prosjektnr 2022-26  
Intern veileder:

Bendik Sandnes, Idriss Nazari, Per Kristian Skalmerud  
Terje K. Fossheim



- Dette er en mulighetsanalyse av fortettingsprosjekt på Moholt, prosjektert som nullutslipps hus.
- Plantegninger, LCA beregninger, U-verdi og kondens beregninger, passivhusevaluering og kostnadsestimat, som alle bekrefter at dette er et gjennomførbart prosjekt.
- Konklusjonen er at prosjektet kan være vanskelig å få gjennomført på denne tomten på grunn reguleringsbestemmelser. Det ligger derfor ved andre alternativer til gjennomføring.
- Prosjekteringen er økonomisk gunstig, fremtidsrettet og gjennomførbart på mange ulike tomter.



# C Redegjøreelse grunnforhold Kirkvollen 12

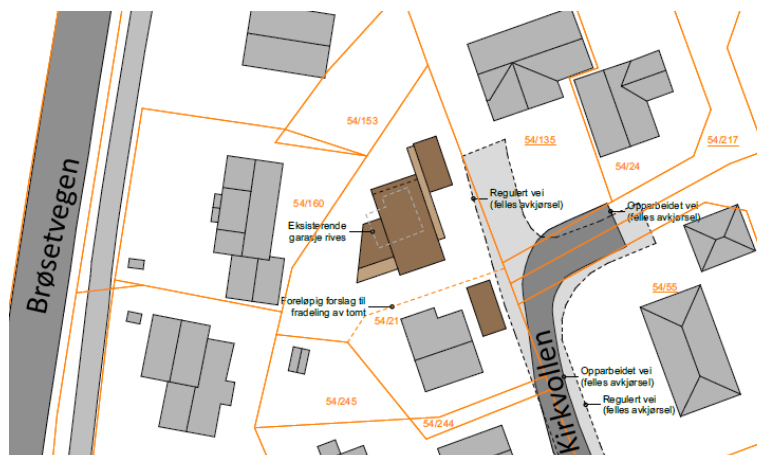
Til: Lars Rikardsen  
Fra: Norconsult ved Christofer Klevsjø  
Dato: 2018-08-14

## Kirkvollen 12, Trondheim

### Geoteknisk vurdering for reguleringsplan

#### 1 Innledning

Det er planlagt å skille ut en tomt fra Kirkvollen 12, gnr/bnr 54/21 i Trondheim kommune. På fraskilt tomt skal det oppføres en enebolig. Norconsult er kontrahert av Lars Rikardsen for geoteknisk vurdering i forbindelse med reguleringsplan for planlagt tiltak (enebolig). En plassering av det planlagte tiltaket fremgår av Figur 1.



Figur 1 - Utklipp fra situasjonsplan (Ref. 1). Planlagte tiltak er markert med brunt

#### 2 Byggeprosjektet

Tiltaket omfatter oppføring av ny garasje for eksisterende bolig i Kirkvollen 12 og ny bolig med tilhørende garasje på den fraskilte tomt.

Nyboligen er tenkt oppført med to etasjer over en sokkeletasje. Sokkeletasjen er tenkt anlagt med gulv på kt +110,5, og får en utstrekning under hele bygningskroppen.

### 3 Grunnundersøkelser

Det er ikke foretatt grunnundersøkelser i forbindelse med det planlagte tiltaket. Følgende grunnundersøkelser er gjort tilgjengelig for prosjektet og er således benyttet for de vurderingene som er presentert i dette notatet:

- Brøsetveien 166, Lynggården. Datarapport for grunnundersøkelse, 6060812-1, Rambøll, 2007-05-31
- Austflata, prosjektert veg og kloakkledning, R.331, Trondheim kommune, 1973-12-10

Plasseringen av de grunnundersøkelsene som er benyttet i de geotekniske vurderingene fremgår av Figur 2.



Figur 2 – Plassering av tilgjengelig grunnundersøkelser

### 4 Grunnforhold

Tomten avgrenses mot tilstøtende eiendommer, mot sørøstre hjørne avgrenses tomten av eksisterende vei (Kirkvollen). Terrenget på tomten heller fra veien i øst på kt +114 ned mot ravedalen som går langs vestre/nordvestre del av tomten. Høydeforskjellen over tomten er omtrent 4 meter, og høydeforskjellen opptas av en skråning med gjennomsnittlig helning 1:3.

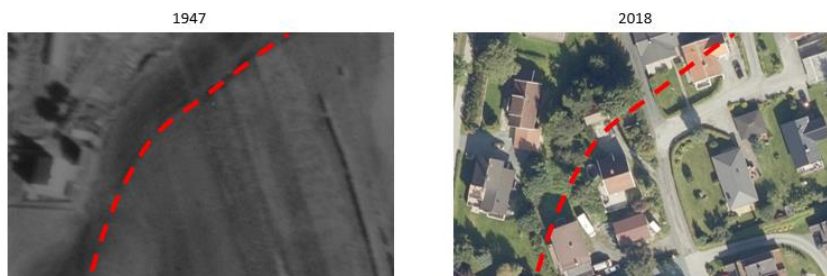
Løsmassekartet fra NGU tilsier at området domineres av hav- og fjordavsetninger. Slike områder domineres ofte av leire til stor dybde. Dette sammenfaller med resultatene fra grunnundersøkelsene utført sør for aktuelt prosjektområde.

Det må påregnes et øvre lag av organiske materialer, antatt tykkelse på omtrent 0,5 meter. Basert på utførte grunnundersøkelser 100 meter sør for aktuelt prosjektområde (Ref. 2) forventes det at grunnen primært består av fast til meget fast leire mot dybden.

### 5 Geotekniske vurderinger

#### 5.1 Grunnforhold

Historiske flyfoto tilsier at det kan være foretatt noe utfylling mot den tidligere ravedalen, slik det fremgår av Figur 3. Omfanget av tidligere utfylling anses å være begrenset til utfylling av skråningen, og det forventes ikke oppfylling av bunn av ravedalen i noe stort omfang. Situasjonsplan for grunnundersøkelser fra 1970-tallet, utført 100 meter øst for det aktuelle tiltaket (Ref. 3), tilsier at det heller ikke er utført noen terrengoppfylling av ravedalen siden 1970.



Figur 3 – Historisk flyfoto av området. Rød strek indikerer antatt skråningstopp av ravedalen

På tomten forventes det et øvre topplag av organiske masser, over meget fast leire. Det kan være at det er foretatt noe terrengfylling på deler av tomten. Norconsult anbefaler prøvegraving før eller ved start av anleggsarbeidene for å verifisere de faktiske grunnforholdene.

### 5.2 Grave- og fundamenteringsforhold

Utgraving for sokkeletasjen vil omtrent være i nivå med bunn av ravedalen. Dette medfører at skråningshøyden opp mot Kirkvollen vil bli ca. 4 meter. Avstand fra kjellervegg til Kirkvollen vil omtrentlig være 10 meter. Det forventes utgraving i faste til meget faste leirmasser. Ut fra de antatte grunnforhold vurderes det at utgravingen kan gjennomføres med åpne graveskråninger. Det kan ikke utelukkes at utgravingen delvis vil måtte gå utenfor eiendomsgrensen i øst, mot eiendommen til Kirkvollen 19. Endelig omfang av dette må vurderes nærmere etter at prøvegravingen på tomten er utført.

Det kan se ut til at tilstøtende eneboliger er etablert med kjeller, dette bør verifiseres. Da fundament for ny konstruksjon skal etableres omtrent i antatt tilsvarende nivå som tilgrensende konstruksjoner forventes det ikke å bli noen utfordring med tanke på undergraving av eksisterende fundament på de tilstøtende boligene. Dersom boligene skulle vise seg ikke å ha kjeller, kan dette stille seg annerledes.

Kabler og annen infrastruktur i grunnen må kartlegges før utgravingen påbegynnes.

Kjellerkonstruksjonen vil få stort jordtrykk på siden mot veien og konstruksjonen må dimensjoneres for dette.

## 6 Referanser

Ref. 1 Tegning: Situasjonsplan 1:500, Kirkvollen 12, prosjektnr-1420, Kvadrat arkitekter, 2015-04-29

Ref. 2 Rapport: 6060812-1, Brøsetveien 166, Lynggården, Rambøll. 2007-05-31

Ref. 3 Rapport: R.331 Austflata, Trondheim kommune, 1973-12-10

1	2018-08-14	Rapport utarbeidet	Christofer Klevsjø	Egil A. Behrens	Christofer Klevsjø
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## D Reguleringsbestemmelser R1162

R 1162, st. f. 22.5.70.

REGULERINGSBESTEMMELSER I TILKNYTNING TIL REGULERINGSPLAN FOR OMRÅDET BEGRENSET AV ORMHAUGVEGEN-OMKJØRINGSVEGEN-BRØSETVEGEN-SKILØYPE FRAM TIL SIGURD JORSALFARS VEG- NY VEG TIL BLOKK-OMRÅDET VED A/S STRINDEN TEGLVERK-EIENDOMMEN ANGELLTRØAS VESTGRENSE-JONSVANNVEGEN, TRONDHEIM KOMMUNE

### § 1.

Det regulerte område er på planen vist med reguleringsgrense. Innenfor denne begrensingslinje skal bebyggelsen oppføres som vist på planen.

### § 2.

Bygningsrådet kan bestemme at bygninger som hører naturlig sammen i en gruppe gis samme takform og takvinkel. Takvinkelen må ikke overstige 30°. Det tillates ikke oppført hus med knestokk, dvs. taksperrene må legges direkte på raft.

### § 3.

På situasjonskartet skal det anvises plass for 1 garasje pr. leilighet. I forbindelse med garasjen skal det være oppstillingsplass for 1 bil på egen grunn. Garasjen skal bygges i sammenheng med bolighuset. Hvor det av terrengmessige grunner er vanskelig med en slik ordning eller hvor anderledes er bestemt i planen, kan bygningsrådet tillate frittliggende garasje.

### § 4.

For garasjer i forbindelse med bolighuset kan bygningsrådet dispensere fra minsteavstand til nabogrense, dog ikke under 2,5 meter. Hvis garasjer for to eiendommer oppføres som ett bygg, kan de plasseres i eiendoms grensen.

### § 5.

Husenes farve og utvendig materialbehandling samt eventuelle gjerders utførelse og farve skal godkjennes av bygningsrådet.

### § 6.

På situasjonskartet skal det inntegnes planering, tørkeplasser, plass for søppelspann etc.

### § 7.

Gjerde eller annen innhegning må ikke ha større høyde enn 80 cm. I frisiktsområdene for gatekryssene tillates ikke beplantninger i over 1 meters høyde. Hvor veikryss ligger i skjæring, skal frisiktsområdene nedplaneres til en høyde som ikke overstiger 1 meter.

### § 8.

Butikker tillates ikke innredet på andre steder enn reguleringsplanen bestemmer.



---

§ 9.

Etter at disse bestemmelser er trådt i kraft er det ikke tillatt ved privat servitutt å etablere forhold som strider ~~7~~ mot bestemmelsene.

§ 10.

Når særlige grunner tilsier det, kan det gjøres unntak fra disse reguleringsbestemmelser innenfor rammen av bestemmelsene i bygningsloven og bygningsvedtektene for Trondheim kommune.

Kommunal- og arbeidsdepartementet

Stadfestet den 22. mai 1970

# E Rammetillatelse Brøsetvegen 160



TRONDHEIM KOMMUNE  
Byggesakskontoret

VOLL ARKITEKTER AS

Verftsgata 4  
7042 TRONDHEIM

Vår saksbehandler Beatriz Lama Lopez	Saksnummer BYGG-18/81047 oppgis ved alle henvendelser	Kontaktperson Kathrine Skjærpe	Dato 05.10.2018
---	---	-----------------------------------	--------------------

## Brøsetvegen 160 A, rammetillatelse for tomannsbolig på bebygd tomt

Eiendom (gnr/bnr/snr/fnr):	54 / 38 / 0 / 0
Ansvarlig søker:	VOLL ARKITEKTER AS
Tiltakshaver:	KENCHÅ UTVIKLING AS
Vurdert dispensasjon:	PLAN § 1
Vurdert dispensasjon:	PLAN § 3

### VEDTAK

Byggesakskontoret godkjenner rammesøknaden. Dere kan ikke sette i gang byggearbeidene før dere har fått igangsettingstillatelse.

Vi viser til plan- og bygningsloven §§ 20-2 og 21-4. Vi gir dispensasjon fra §§ 1 og 3 i reguleringsbestemmelsene i r1162 etter plan- og bygningsloven § 19-2.

Alle parter kan klage på vedtaket innen 3 uker. Se orientering nedenfor om rett til å klage på forvaltningsvedtak.

Med hilsen  
TRONDHEIM KOMMUNE

Trine Lill Johansen  
bygningssjef

Beatriz Lama Lopez  
saksbehandler

*Elektronisk dokumentert godkjenning uten underskrift*

Postadresse: TRONDHEIM KOMMUNE Byggesakskontoret Postboks 2300 Torgarden 7004 Trondheim	Besøksadresse: Erling Skakkes gate 14 Trondheim	Telefon: +47 72542500	Organisasjonsnummer.: NO 989 091 565
---	---	--------------------------	---

Dokumentnr.: BYGG-18/81047-16

E-postadresse: byggesak.postmottak@trondheim.kommune.no  
Internettadresse: www.trondheim.kommune.no/byggesakskontoret

TRONDHEIM KOMMUNE  
Byggesakskontoret

Saksnummer  
BYGG-18/81047

Dato  
05.10.2018

Kopimottakere: BOLIGSTIFTELSEN FOR TRYGDEBOLIGER I TRONDHEIM KOMMUNE  
Britt Lyngstad Setran  
Harald Setran  
KENCHA UTVIKLING AS  
KIRKELIG FELLESRÅD I TRONDHEIM  
Oddveig Helene Sjørdal  
Per Følling  
STRINDA SOKN

## SAKSBEHANDLING MED BEGRUNNELSE FOR VEDTAK

### Generell informasjon

Vi mottok søknad om rammetillatelse for riving av eksisterende garasje og oppføring av 3 rekkehus samt 3 boder 27.02.2018. Etter tilbakemelding fra Byggesakskontoret, er prosjektet vesentlig endret, både omfang og plassering.

Vi mottok revidert søknad om rammetillatelse 31.05.2018. Søknaden er komplettert 05.06.2018, 28.06.2018, 23.07.2018 og 17.09.2018.

Dokumentasjon mottatt samme datoer, plan- og snittegninger mottatt 31.05.2018 samt situasjonsplan og fasader mottatt 17.09.2018 ligger til grunn for vår behandling av søknaden.

Vi viser for øvrig til dokumentasjon som ligger i vårt refnr. 17/13594 – BYGG-17/82568 (påbygg og tilbygg til eksisterende bolighus) og 17/13586 – BYGG-17/82565 (riving av deler av eksisterende bolighus).

Søknaden gjelder riving av eksisterende garasje og oppføring av en horisontaldelt tomannsbolig samt frittstående bygg for to boder. Tomannsboligen og eksisterende hus er koblet sammen med en utvendig trapp og repos/ terrasse.

### Planstatus

Eiendommen er omfattet av kommuneplanens arealdel, vedtatt 21.03.2013. Eiendommen er vist som nåværende boligbebyggelse. Parkerings og uteromskrav for ytre sone.

Eiendommen er også omfattet av reguleringsplan r1162, stadfestet 22.05.1970. Eiendommen er regulert til boligformål.

### Privatrettslige forhold

Byggesakskontoret behandler byggetiltakene i henhold til plan- og bygningslovgivningen. Byggesakskontoret tar ikke stilling til privatrettslige forhold, og gir ikke privatrettslige rettigheter. Dersom byggeprosjektet krever det må du selv ordne med nødvendige privatrettslige rettigheter. I motsatt fall kan byggeprosjektet ikke gjennomføres.

### Naboer

Naboer og gjenboere er varslet. Det er kommet merknader fra eiere av følgende eiendommer: Gnr./bnr. 54/28, 54/250 og 54/30.

Dokumentnr.: BYGG-18/81047-16

TRONDHEIM KOMMUNE  
Byggesakskontoret

Saksnummer  
BYGG-18/81047

Dato  
05.10.2018

Eier av eiendommen 54/9 har i skriftlig erklæring samtykket plassering av rekkehus nærmere enn 4 meter fra felles eiendomsgrense. Samtykket er ikke nødvendig etter at prosjektet har blitt revidert. Nåværende byggeprosjekt krever ikke samtykke for plassering, jf. pbl § 29-4.

Nabomerknader som går ut på et byggeprosjekt med 3 rekkehus vurderes å ikke være aktuelle, og vil dermed ikke kommenteres, unntatt nabomerknader som også er aktuelle for tomannsboligen.

Nabomerknader fra Britt L og Harald Setran går på søppelkasser ved innkjørsel, plass til snømåking og smal innkjørsel samt mange biler. Vi vurderer at forholdene er også aktuelle for tomannsboligen.

Vi viser til situasjonsplan mottatt 17.09.2018. Situasjonsplanen viser trekantsikt både til gang- og sykkelveg og til kjøreveg. Avkjørsel er vist som felles for eiendommer gnr./bnr. 54/28 og 54/38. Eiendommen 54/38 vil ha 6 bilparkeringsplasser og et manøvreringsareal. Terreng vil tilpasses for å møte P-plasser. Arealer som vil brukes for parkering og manøvrering er de arealene som er mest utsatt for støy. Vi kan ikke se at bilparkering på egen tomt (54/38) vil medføre vesentlig endring av dagens støysituasjon på naboeiendommen. Byggesakskontoret forutsetter at trafiksikkerheten blir ivaretatt.

Om naboene vil ha egen eller felles løsning, er dette et privatrettslige forhold, jf. pbl § 21-6. Samtidig skal teknisk godkjenning av avfallsløsning foreligge før igangsettingstillatelse kan gis.

Vi hitsetter fra nabomerknader fra Oddveig Sørdal og Per Følling:

Garasje rives.  
Det må settes opp gjerde mellom 54/ 38 og 54/250,  
da det vil bli støy, eksos og innsyn fra parkeringsplass og gård for øvrig ( ca 5 oppstillingsplasser ).  
Dette vil bli den nye utsikt i fra vår lille hage.

Når det gjelder gjerde, er dette et privatrettslige forhold som Byggesakskontoret ikke tar stilling til, jf. pbl § 21-6.

Avløp.  
Dagens avløp i fra 54/38 ( kun det nye huset som er forbundet med det gamle ) er på nett som kommer fra 54/131 - 54/19 - 54/250 - 54/20.  
Dette er et gammelt nett, så det må vurderes ut i fra det, hvis det økes med flere boenheter i ovennevnte hus.

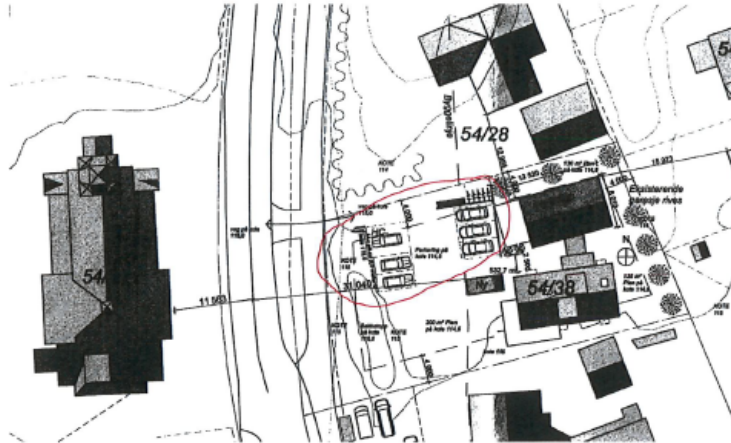
Det må vel være det mest riktige å koble avløp i fra alt det som evt måtte bygges opp mot Brøsetvegen.

Byggesakskontoret bemerker at VA-anlegg skal ansvarsbelegges i forbindelse med igangsettingstillatelse. Vi forutsetter at det vil bli gjort vurdering om tilstand og kapasitet ved bruk av eksisterende ledninger.

Den Norske kirke, Kirkelig fellesråd har sendt merknader som går på behov for ro og orden samt avstander ved kirkegårder. Vi viser til merknader og tilsvar til merknadene i sin helhet. Vi hitsetter fra nabomerknader.

Viser til deres nabovarsel og dispensasjonssøknad og bemerker at Kirkelig fellestråd ønsker ikke noen form for bebyggelse i markert område, se skisse. Kirkelig fellestråd motsetter seg ikke at det etableres parkeringsplasser, men ønsker ikke garasjebygg eller annet byggverk i sonen mellom veg og eksisterende bebyggelse.

Strinda kirke er en av de mest brukte kirker og kirkegårder i Trondheim, hvor det til en hver tid er pågående aktiviteter og seremonier. Kirkegården er også den største i areal. Det er mye trafikk som kjøres til/fra området ifm. kirkelig aktivitet og drift, og en fortetting i nærhet til kirken vil generere uønsket trafikk.



Kirkelig fellestråd ønsker primært sett ingen fortetting med bygg i så nær tilhørighet til en kirke.

Følgende er utsnitt fra ansvarlig søkers tilsvare.

Kirkelig fellestråd motsetter seg ikke etablering av parkeringsplasser, men sier de ikke ønsker en fortetting av i nærheten av kirken som vil generere uønsket trafikk. Og minner om bestemmelser som regulerer ro og orden ved kirkegårder og avstander.

Det nye bygget ligger på linje med øvrige bebyggelse i Brøsetvegen, og innsyn blir på lik linje med allerede etablert bebyggelse.

Omfanget av den nye bebyggelsen er kun to nye boenheter og vi ser ikke at to boenheter vil generere en økning av trafikk eller støy og uro som vil påvirke kirkens aktiviteter negativt. Det vil ikke bli etablert høye gjerdet i forbindelse med utbyggingen.

Byggesakskontoret presiserer at i dette vedtaket innvilges dispensasjon fra § 3 i reguleringsbestemmelsene som går på krav om garasje. Søknaden omfatter ikke oppføring av bygg innen bemerket området. Byggeprosjektet strider ikke med regulert byggegrense – avstand mot veg.

#### **Berørte myndigheter**

Kirkelig myndighet Den norske kirke ved Kirkelig fellestråd i Trondheim er blitt nabovarslet. Vi viser til kommentarer over.

TRONDHEIM KOMMUNE  
Byggesakskontoret

Saksnummer  
BYGG-18/81047

Dato  
05.10.2018

Strinda menighetsråd har uttalt seg om tiltak for 3 rekkehus og hadde ingen innvendinger mot byggeprosjektet (3 rekkehus). Vi vurderer at nåværende byggeprosjekt (tomannsboligen) som er mindre omfattende og plasseres innafør byggegrense ikke vil medføre ulemper for menigheten.

#### Dispensasjon

Byggesakskontoret presiserer at søknad om dispensasjon som er mottatt i forbindelse med søknad om rammetillatelse for 3 rekkehus behandles ikke, da prosjektet er revidert.

Det er søkt om dispensasjon fra §§ 1 og 3 i reguleringsbestemmelsene i r1162. Bestemmelsene lyder som følger:

**Det regulerte område er på planen vist med reguleringsgrense. Innenfor denne begrensninglinje skal bebyggelsen oppføres som vist på planen.**

På situasjonskartet skal det anvises plass for 1 garasje pr. leilighet. I forbindelse med garasjen skal det være oppstillingsplass for 1 bil på egen grunn. Garasjen skal bygges i sammenheng med bolighuset. Hvor det av terrengmessige grunner er vanskelig med en slik ordning eller hvor anderledes er bestemt i planen, kan bygningsrådet tillate frittliggende garasje.

Plan- og bygningsloven § 19-2 krever at hensynene i bestemmelsen, eller hensynene i formålsbestemmelsen, ikke blir vesentlig satt til side. I tillegg må fordelene ved å gi dispensasjon være klart større enn ulempene etter en samlet vurdering.

Vi hitsetter fra dispensasjonssøknad.

Plankartet viser eksisterende bebyggelse, og tomten er ikke regulert med ny bebyggelse.

På vegne av tiltakshaver ber vi om dispensasjon fra overnevnte bestemmelser. Huseier ønsker å oppføre en tomannsbolig inne på sin 1247 m<sup>2</sup> store tomt. Reguleringsplanen fra 1969 viser en spredt forstadsbebyggelse med store randsoner rundt hvert med sentralt plasserte hus innenfor sine tomter. Under kan man se dagens situasjon hvor husene i nabolaget er større og randsonene smalere. Det eksisterende huset på reguleringskartet er av en slik forfatning at det skal rives. Det nyere tilbygget som ikke ligger langs byggelinja er i god stand slik at eier skal ta vare på dette huset. Det betyr, huset som er vist på reguleringsplanen skal rives, viser til vedtak 17/13586. Den delen som ligger utenfor det regulerte fotavtrykket skal beholdes. Den nye tomannsboligen ligger i forhold til dette huset på en slik måte at de deler parkering, innkjørsel og hage. Vi mener det også er fornuftig å beholde eksisterende adkomst og samle

grøntarealene foran boligene mot vei og kirke.

Reguleringsplanen er en eldre plan, og vi ser av omkringliggende bebyggelse at området fortettes ved at mange boenheter har større foravtrykk og ikke er plassert som vist på reguleringsplanen.

Dette er et fint og grønt og sentralt område der mange ønsker å bo, rett ved busstasjon, butikker, bibliotek og kirke. Tiltaket oppfyller har tilstrekkelig utomhus og p-plasser og svarer til Trondheim kommune sitt ønske om fortetting i eks. boligområder.

På vegne av tiltakshaver ber vi om dispensasjon fra reguleringsplan bestemmelser om garasje. Det er planlagt 6 biloppstillingsplasser på tomten uten garasje. 1,2 plasser pr. leilighet. Dette er iht. Kommuneplanens arealdel parkeringskrav for ytre sone.

Særlige grunner til at en mener det bør gis dispensasjon:

Tomten er stor, men på grunn av byggegrense som deler tomten i to, er det ikke lov å bygge på 40% av tomten. Det ville kreve en dispensasjon fra byggegrensen, og det har vi fått klare signaler fra administrasjonen ikke vil bli gitt.

Tomten har tilstrekkelig plass til å parkere biler og har i tillegg gode og grønne uteområder i et område hvor folk ønsker å bo. Tiltaket ligger rett ved en kollektiv åre samt ved gang- og sykkelveg. Vi lever i et grønt skifte og således ikke prioriterer garasje plass da det er meget god offentlig kommunikasjon i området.

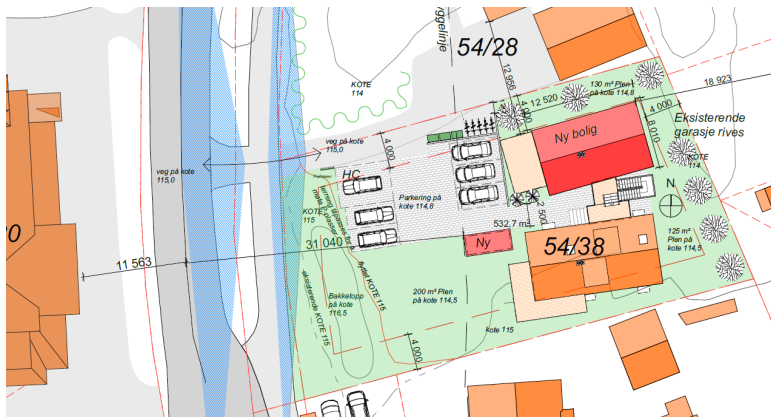
Med bakgrunn i ovenstående og i tråd med kommunens ønske om fortetting mener vi fordel ved at det gis dispensasjon er klart større enn ulempen, og at intensjonen bak bestemmelsen ikke blir vesentlig tilsidesatt da kommuneplanens krav til parkering er ivarett.

Vurdering av plassering og utnyttelsesgrad

Reguleringsplan r1162 er av eldre dato, men er rettslig bindende for nye tiltak. Bebyggelsen på eiendommen vist på plankartet som *eksisterende bygg*.



*Eksisterende bygg* er blitt vesentlig utvidet og det opprinnelige huset er godkjent revet. Garasjen vil også reves. Nybygg vil plasseres som vist på følgende utsnitt av situasjonsplan.



Selv om gjeldende reguleringsplan ikke angir TU eller U-grad i tall, vurderer Byggesakskontoret at grad av utnytting er angitt i og med bebyggelse er vist på planen. Vurdering av grad av utnytting gjøres i dette tilfellet sammen med vurdering av § 1 i reguleringsbestemmelsene. Fotavtrykk på eiendommen 54/38 og plassering av bygg er forskjellig enn regulert, men forhold mellom tomtegrunn og bygningsmasse er slik at eiendommen vil fortsatt ha et romslig ubebygdaareal, og spesielt mot veg (mot vest).

Nybygg er plassert 4 meter fra felles eiendomsgrenser i nord og øst og prosjektet forholder seg til høydeplassering og avstandskrav, jf. pbl § 29-4.

Vi kan ikke se at byggeprosjektet vil medføre vesentlige ulemper til naboer, som for eksempel vesentlig økning av skygge, innsyn eller andre forhold som man beregner i et sentrumsnære område.

Økning av antall boenheter på eiendommen er i tråd med fortettingsstrategi i kommuneplanens arealdel. Vi forutsetter at uteromskrav og sykkelparkering for alle boenheter på eiendommen er ivaretatt, jf. kommuneplanens arealdel §§ 14.1, 30.1 og 30.3.

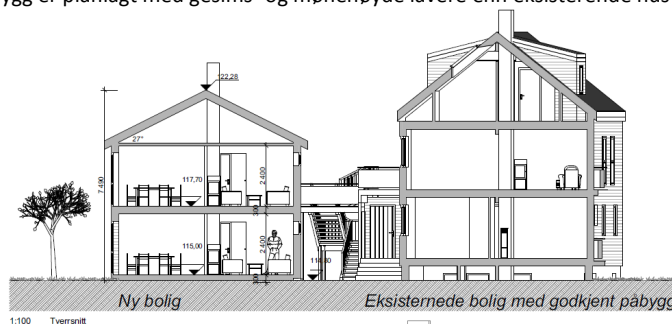
På bakgrunn av denne vurderingen gir Byggesakskontoret dispensasjon fra §§ 1 og 3 i reguleringsbestemmelsene. Vi vurderer at hensynene bak bestemmelsene det dispenseres fra ikke er vesentlig satt til side. Videre vurderer vi at fordelene ved å gi dispensasjonene er klart større enn eventuelle ulemper, jf. pbl § 19-2.

#### Byggeprosjektet

Byggeprosjektet omfatter riving av eksisterende garasje, oppføring av ny bolig med 2 boenheter og nybygg for boder. Ny bolig vil være sammenbygd med allerede omsøkt boligprosjekt. Randsoner er mindre enn det som er regulert. Før igangsettingstillatelse kan gis, må en redegjørelse for at oppholdsrom som vender mot nybygg tilfredsstillende tekniske krav til lys og utsyn foreligge, jf. TEK10 §§ 13-12 og 13-13.

Vedrørende prosjektets tilpasning til strøkets karakter: Ny bolig er planlagt i 2 etasjer med saltak. Boligen skiller seg ikke fra de nærmeste bolighus, verken med tanke på bebygd areal (BYA) eller takform og retning.

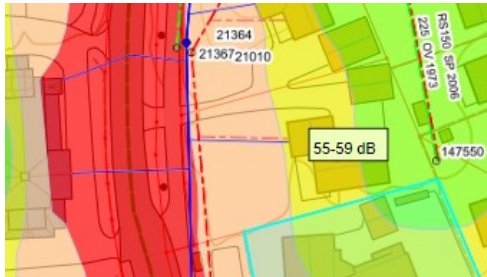
Nybygg er planlagt med gesims- og mønehøyde lavere enn eksisterende hus på tomta.





Nybygg vil plasseres nærmere enn 8 meter fra annet bygg. Vi forutsetter at brannsikkerhet blir ivaretatt, jf. byggt teknisk forskrift (TEK10) § 11-6. Brannprosjekterings notat skal legges ved søknad om igangsettingstillatelse.

Deler av nybygg ligger i området utsatt for høyere støynivå enn akseptabelt. Redegjørelse vedrørende støyforhold skal foreligge før igangsettingstillatelse kan gis, jf. TEK10 § 13-6 og kommuneplanens arealdel § 21.2. Av støykart 2017 følger:



På bakgrunn av vurderingen over godkjenner Byggesakskontoret søknaden.

**Dere kan ikke sette i gang byggearbeidene før dere har fått igangsettingstillatelse.**

#### **Plassering og høydefastsettelse**

I dette vedtaket er det benyttet Trondheim lokal som høydesystem. Ved endringer i terrengforhold som kan påvirke byggverkets høyde, må dere gi beskjed til Byggesakskontoret så snart som mulig.

#### **Foretak med ansvarsrett**

Kommunen skal påse at de angitte ansvarsrådene dekker tiltaket og er plassert i riktige tiltaksklasser. Aktuelle foretak har innsendt erklæring om ansvarsrett i tråd med hva som anses som dekkende for nødvendige fagområder for å fatte vedtak i saken. Byggesakskontoret legger innsendt gjennomføringsplan til grunn for godkjenning.

**Ansvarlige foretak skal sørge for at arbeidene blir gjennomført etter bestemmelser i plan- og bygningsloven.**

#### **Krav til dokumentasjon**

Vi gjør oppmerksom på følgende krav til dokumentasjon, uten at dette kan anses som en fullstendig opprømsing:

- Redegjørelse vedrørende støy innvendig og på uterom
- Brannprosjekterings notat
- Oppdatert gjennomføringsplan
- Aktuelle fagområder skal ansvarsbelegges
- Plan for beskyttelse av omgivelsene i bygge- og anleggsfase
- Godkjenning av husholdnings avfallsøsning fra Kommunalteknikk

**GEBYRER OG VIDERE OPPFØLGING****Gebyrer og avgifter**

Vi ber om at dere betaler gebyrer og avgifter (jf. fakturaer) innen fristen. Ved en eventuell klage må også gebyrer og avgifter betales.

**Bygg- og anleggsavfall**

Det må sendes inn sluttrapport og kvitteringer som dokumenterer at avfallet er riktig disponert før vi kan gi ferdigattest, jf. SAK10 § 8-1 og TEK17 § 9-9.

**Ildsted**

Dersom det skal installeres nytt ildsted, må dette meldes til Trøndelag brann- og redningstjeneste.

**Tilsyn**

Byggesakskontoret vurderer at det kan være aktuelt med tilsyn i byggeprosjektet, og vi ber om at det tilrettelegges for dette både i forbindelse med søknad om igangsettelse og ved søknad om ferdigattest/ midlertidig brukstillatelse.

**Vilkår for tillatelsen**

Dersom arbeidene ikke er satt i gang senest 3 år etter at tillatelsen er gitt, faller tillatelsen bort. Det samme gjelder hvis byggeprosjektet innstilles i mer enn 2 år. Dette gjelder også for dispensasjon. Fristene kan ikke forlenges, jf. plan- og bygningsloven § 21-9.

**Ferdigattest/ midlertidig brukstillatelse**

Du kan ikke ta i bruk bygget før det foreligger ferdigattest/midlertidig brukstillatelse, jf. plan- og bygningsloven § 21-10.

Du kan søke om ferdigattest eller midlertidig brukstillatelse på:

[www.trondheim.kommune.no/ferdigattest-og-brukstillatelse](http://www.trondheim.kommune.no/ferdigattest-og-brukstillatelse).

**ORIENTERING OM RETT TIL Å KLAGE PÅ FORVALTNINGSVEDTAK****Klagerett**

Dere har rett til å klage på vedtaket.

**Hvem kan dere klage til?**

Klagen sendes Byggesakskontoret. Hvis Byggesakskontoret ikke tar klagen til følge, vil den bli oversendt til bygningsrådet for behandling. Dersom bygningsrådet ikke tar klagen til følge vil den bli oversendt til Fylkesmannen i Trøndelag for endelig avgjørelse.

**Klagefrist**

Klagefristen er 3 uker fra den dag dere mottok vedtaket. Det er tilstrekkelig at klagen er postlagt før fristen går ut. Dersom dere klager så sent at det kan være uklart for oss om dere har klaget i rett tid, bør dere oppgi datoen for når dere mottok dette brevet. Dersom dere klager for sent, kan vi se bort fra klagen. Dere kan søke om å få forlenget fristen. I så fall må dere oppgi årsaken til at dere ønsker dette.

**Retten til å kreve begrunnelse**

Dersom dere mener Byggesakskontoret ikke har begrunnet vedtaket, kan dere kreve en slik begrunnelse før fristen går ut. Ny klagefrist blir da regnet fra den dagen dere mottar begrunnelsen.

**Innholdet i klagen**

Dere må presisere:

- hvilket vedtak dere klager over
- årsaken til at dere klager
- den eller de endringer som dere ønsker
- eventuelle andre opplysninger som kan ha betydning for vurderingen av klagen.

Klagen må undertegnes.

**Utsetting av gjennomføringen av vedtaket**

Selv om dere har klagerett, kan vedtaket vanligvis gjennomføres straks. Dere kan imidlertid søke om å få utsatt gjennomføringen av vedtaket til klagefristen er ute eller til klagen er avgjort, jf. forvaltningsloven § 42.

**Retten til å se saksdokumentene og til å kreve veiledning**

Med visse begrensninger har dere rett til å se dokumentene i saken. Reglene om dette finnes i forvaltningslovens §§ 18 og 19. Dere må i tilfelle ta kontakt med Byggesakskontoret.

Byggesakskontoret kan gi nærmere veiledning om adgangen til å klage, om framgangsmåten og om reglene for saksbehandling.

**Kostnader ved klagesaken**

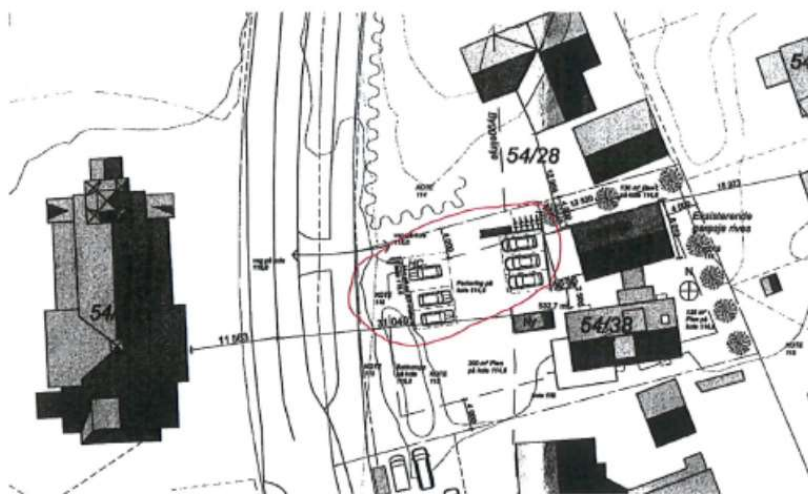
Det er adgang til å kreve dekning for vesentlige kostnader i forbindelse med klagesaken. Forutsetningen er da vanligvis at vedtaket blir endret til gunst for en part. Reglene om erstatning for saks kostnader finnes i forvaltningsloven § 36. Klageinstansen kan orientere dere om retten til å kreve slik dekning.

---

## F Presentasjon av skisser

Viser til deres nabovarsel og dispensasjonssøknad og bemerker at Kirkelig fellesråd ønsker ikke noen form for bebyggelse i markert område, se skisse. Kirkelig fellesråd motsetter seg ikke at det etableres parkeringsplasser, men ønsker ikke garasjebygg eller annet byggverk i sonen mellom veg og eksisterende bebyggelse.

Strinda kirke er en av de mest brukte kirker og kirkegårder i Trondheim, hvor det til en hver tid er pågående aktiviteter og seremonier. Kirkegården er også den største i areal. Det er mye trafikk som kjøres til/fra området ifm. kirkelig aktivitet og drift, og en foretting i nærhet til kirken vil generere uønsket trafikk.



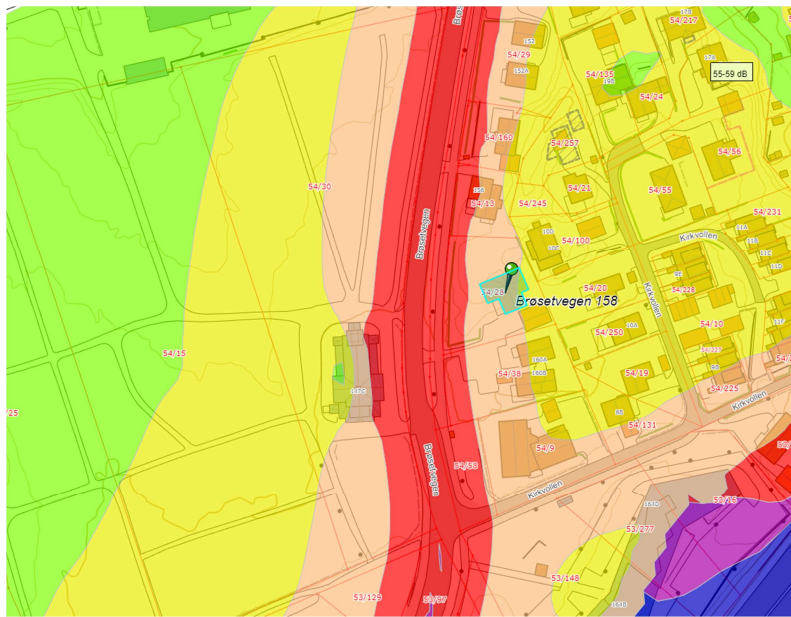
Kirkelig fellesråd ønsker primært sett ingen foretting med bygg i så nær tilhørighet til en kirke.

### **60 meters vernegrense for bygging nær kirkebygg – dagens ordning**

Kirkeloven § 21 femte ledd fastsetter i dag at i spredtbygd område er bebyggelse ikke tillatt nærmere kirke enn 60 meter uten tillatelse av departementet. Dette er en gammel bestemmelse, som da kirkeloven ble vedtatt i 1996 ble videreført fra den tidligere kirkeloven av 1897, jf. der § 24. Opprinnelig var formålet å verne kirkene mot brann gjennom avstand til omkringliggende bebyggelse. Kirkene er dessuten ofte plassert på sentrale og fremtredende steder i kulturlandskapet og bevisst formet som landemerker, som også er et hensyn som regelen skal ivareta.



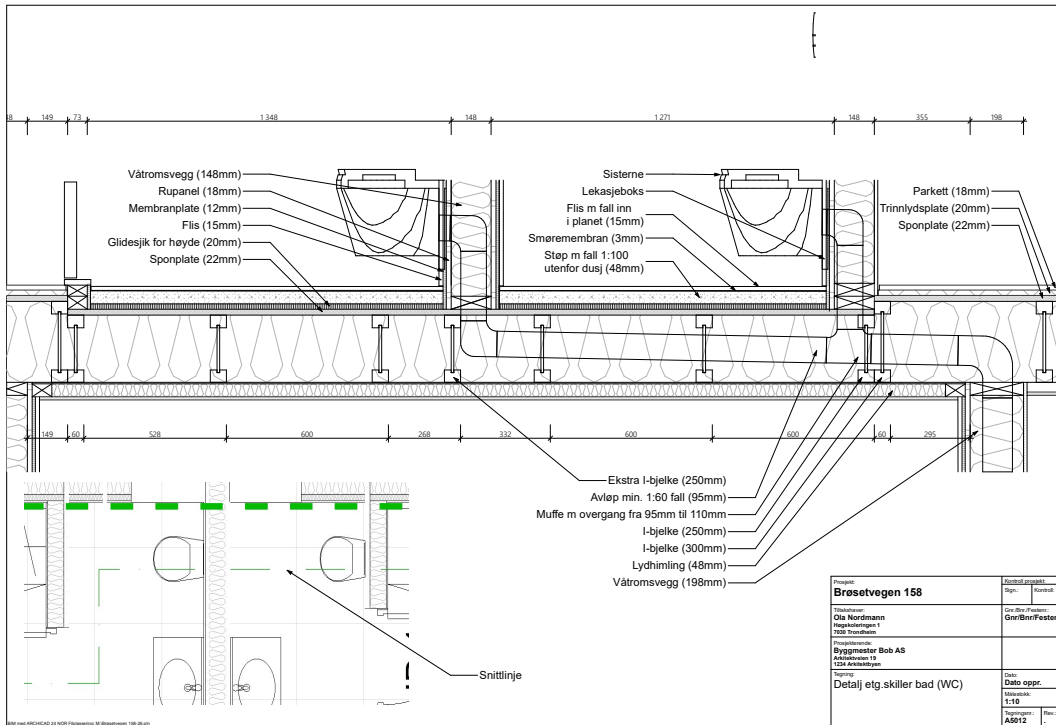
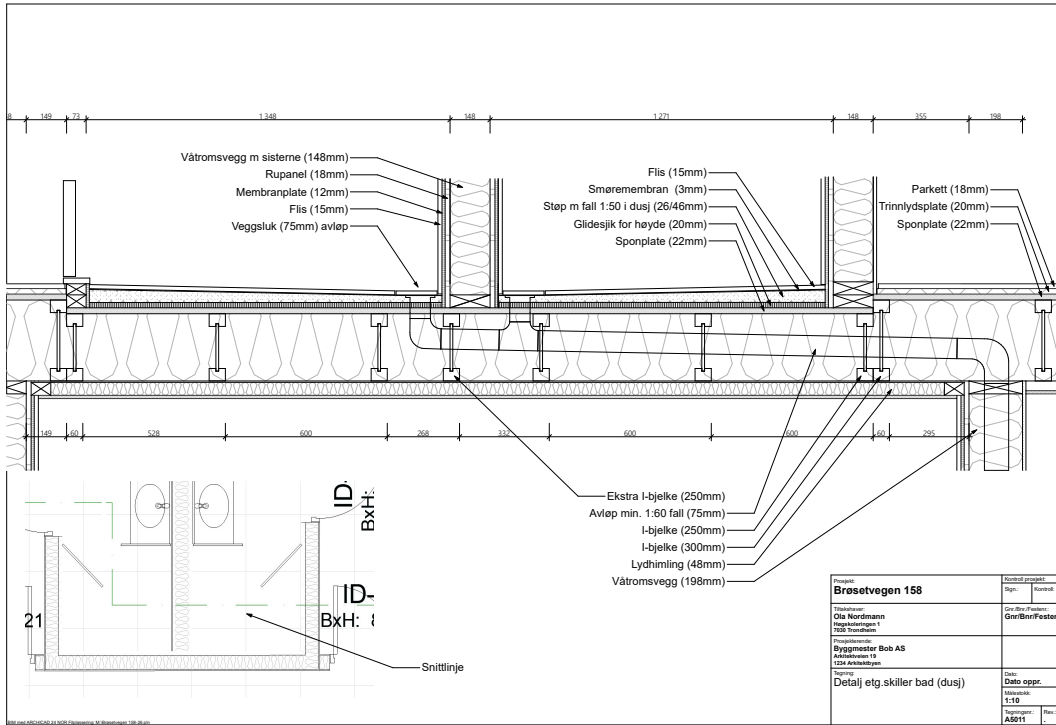


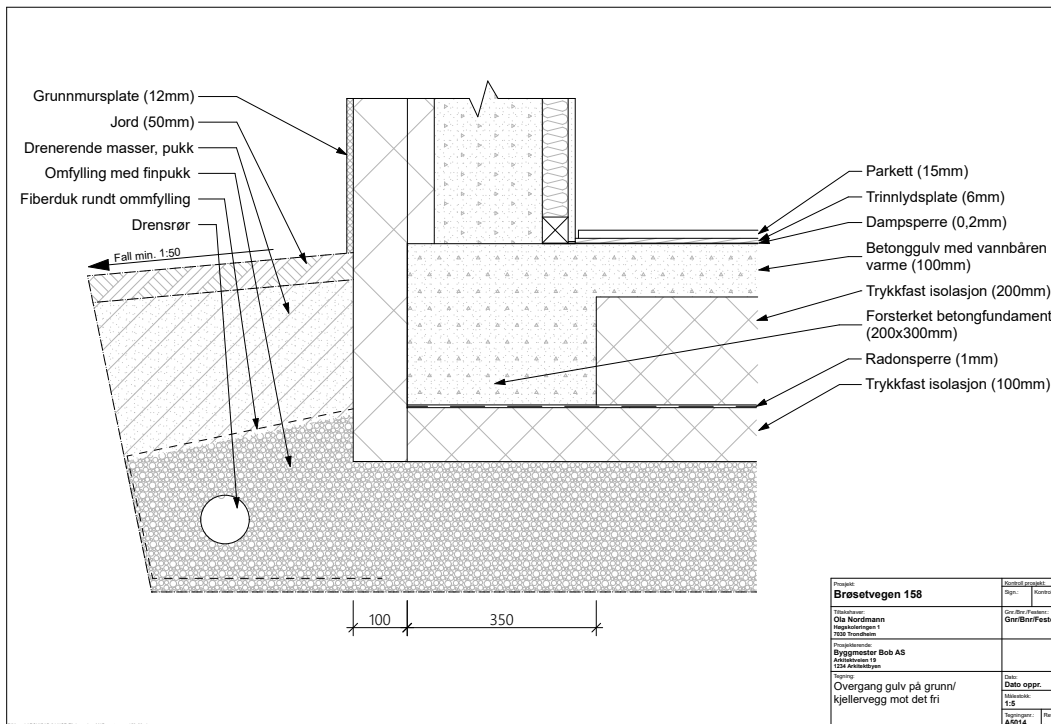
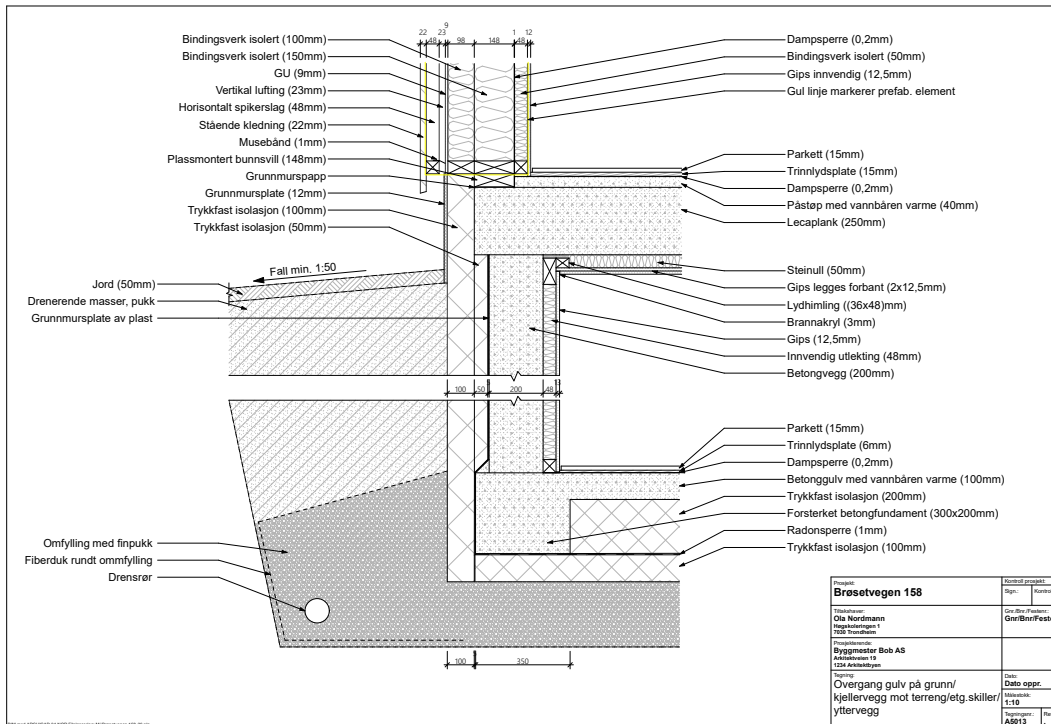


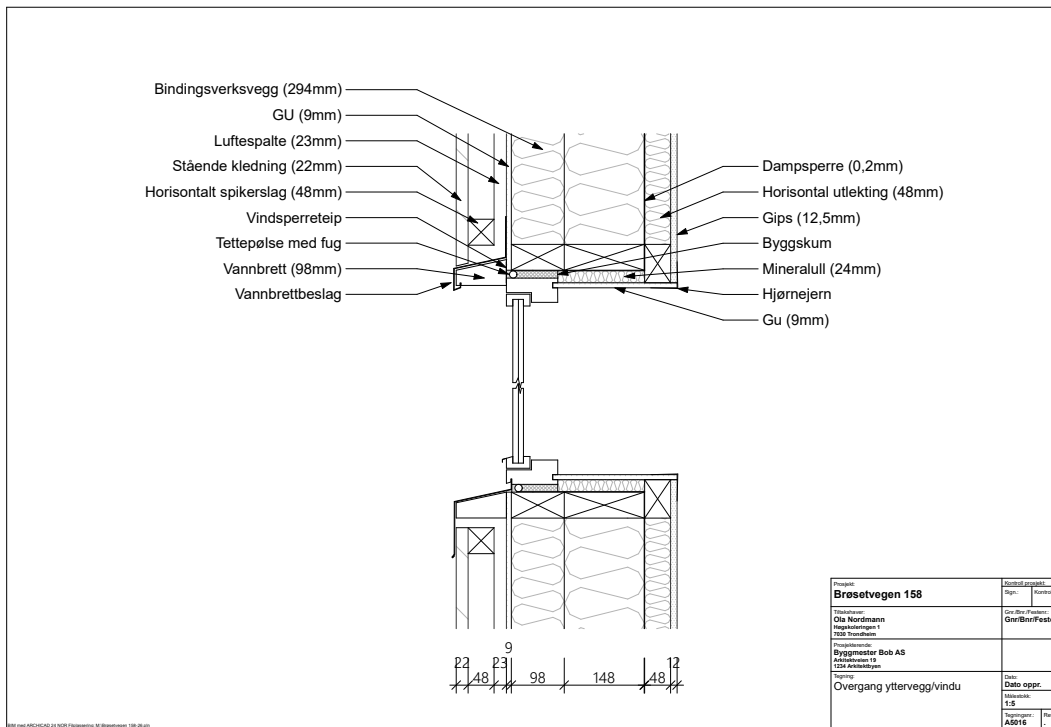
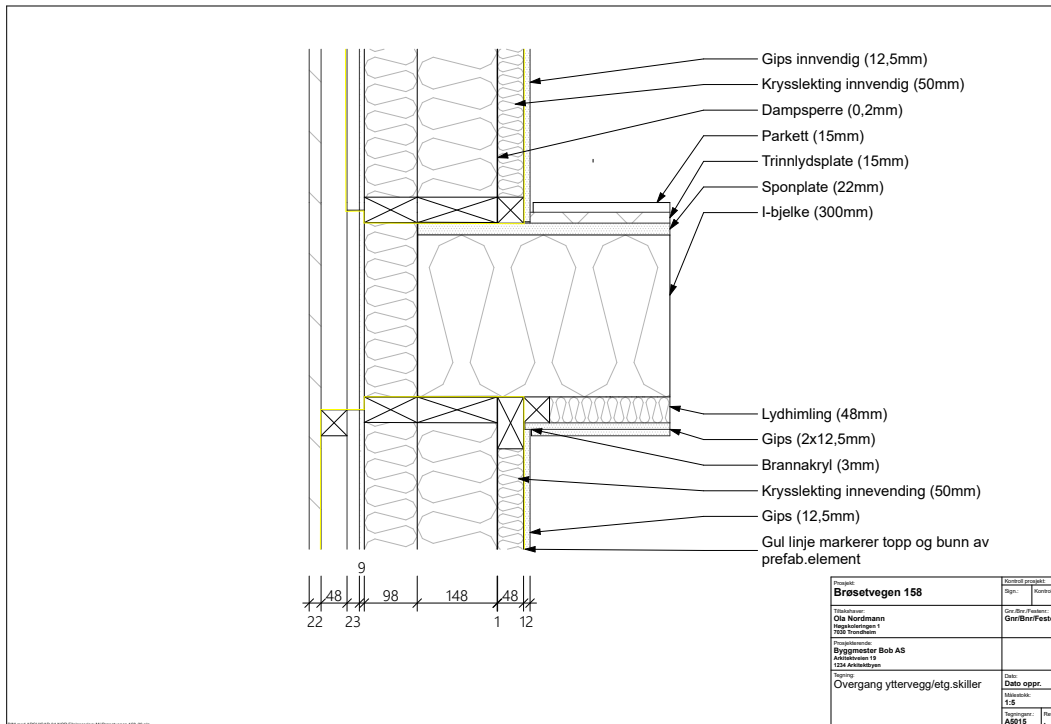


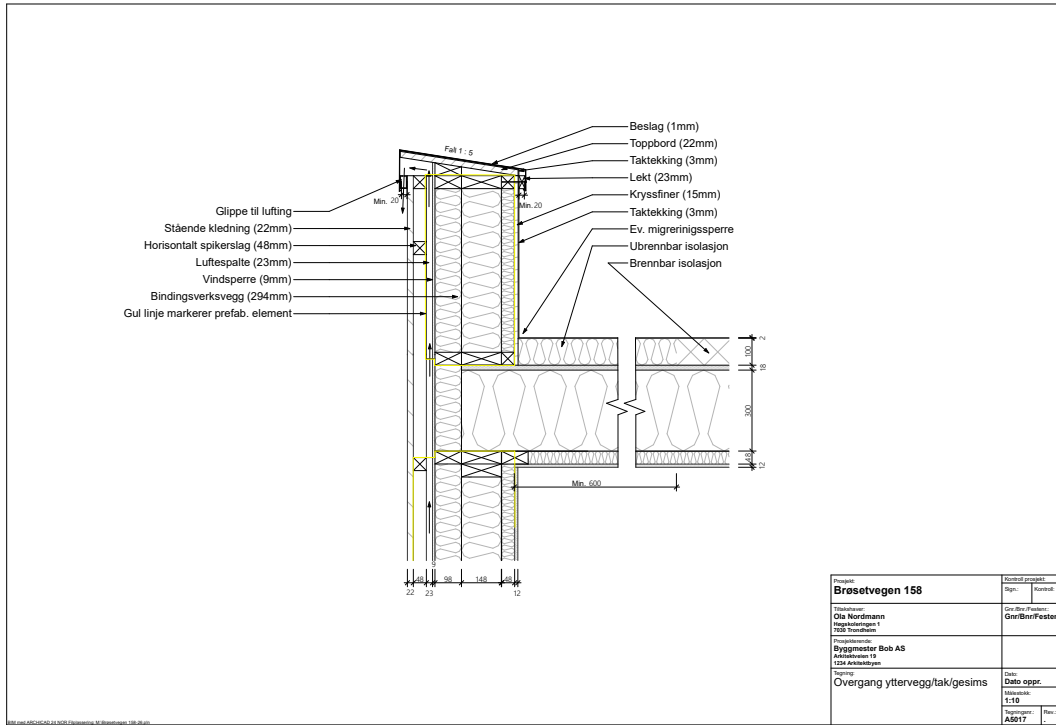


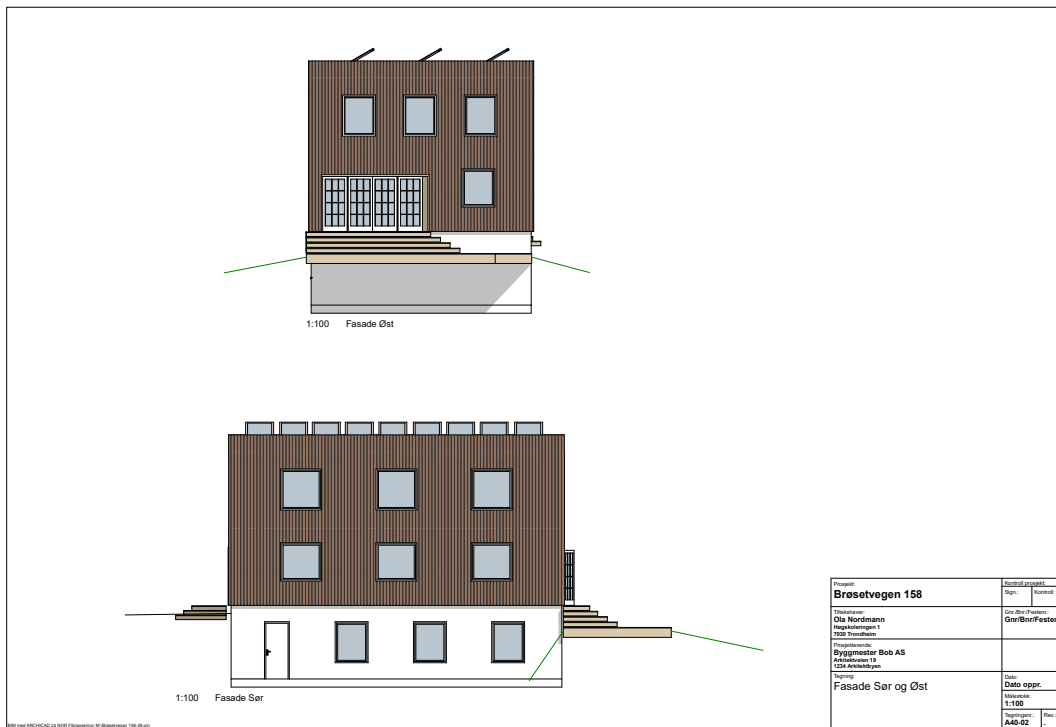
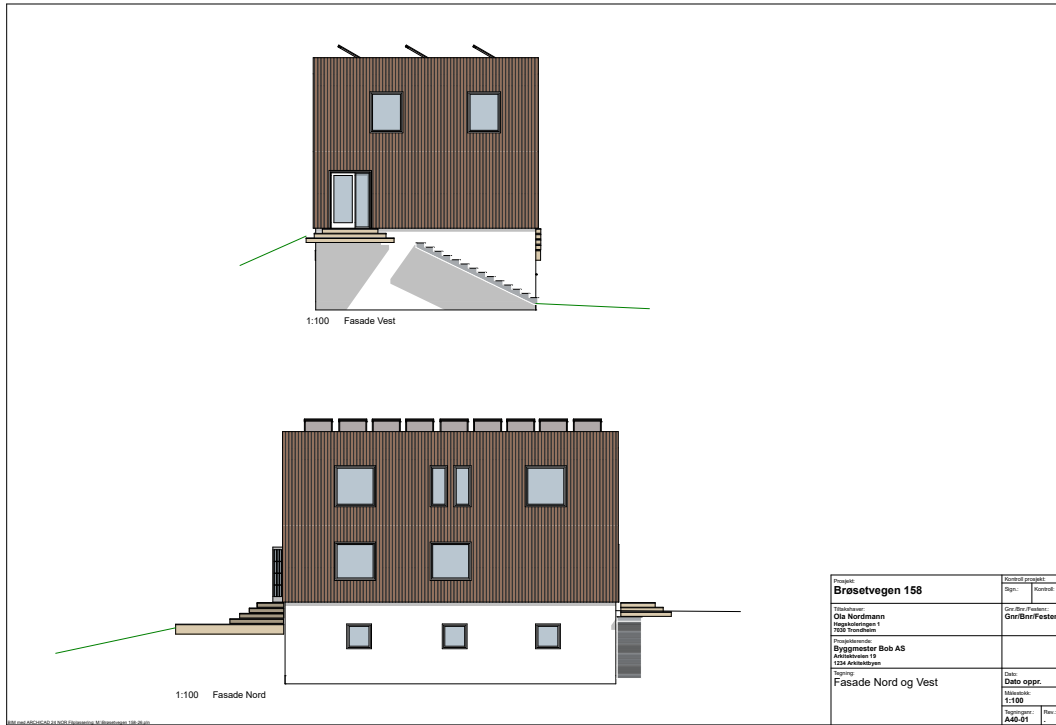


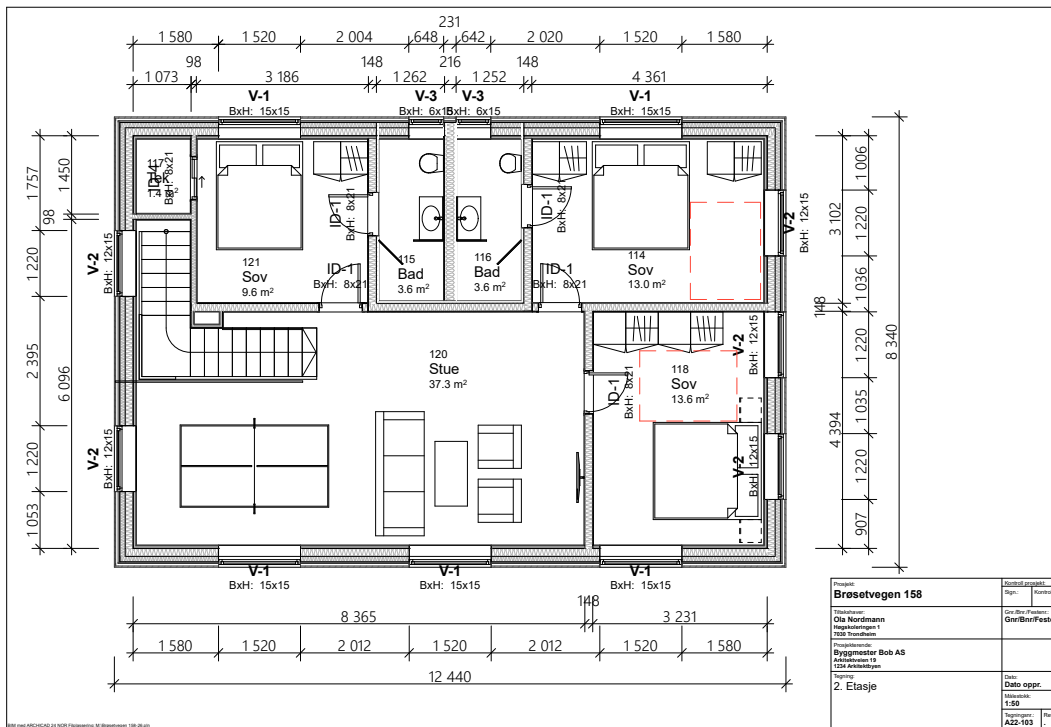
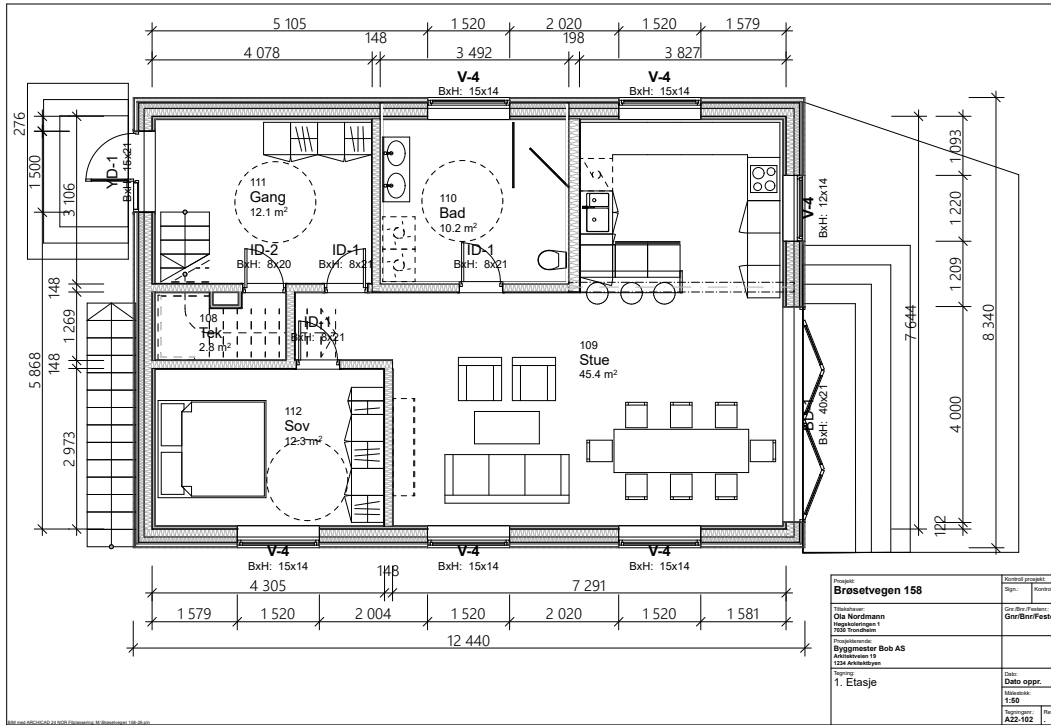


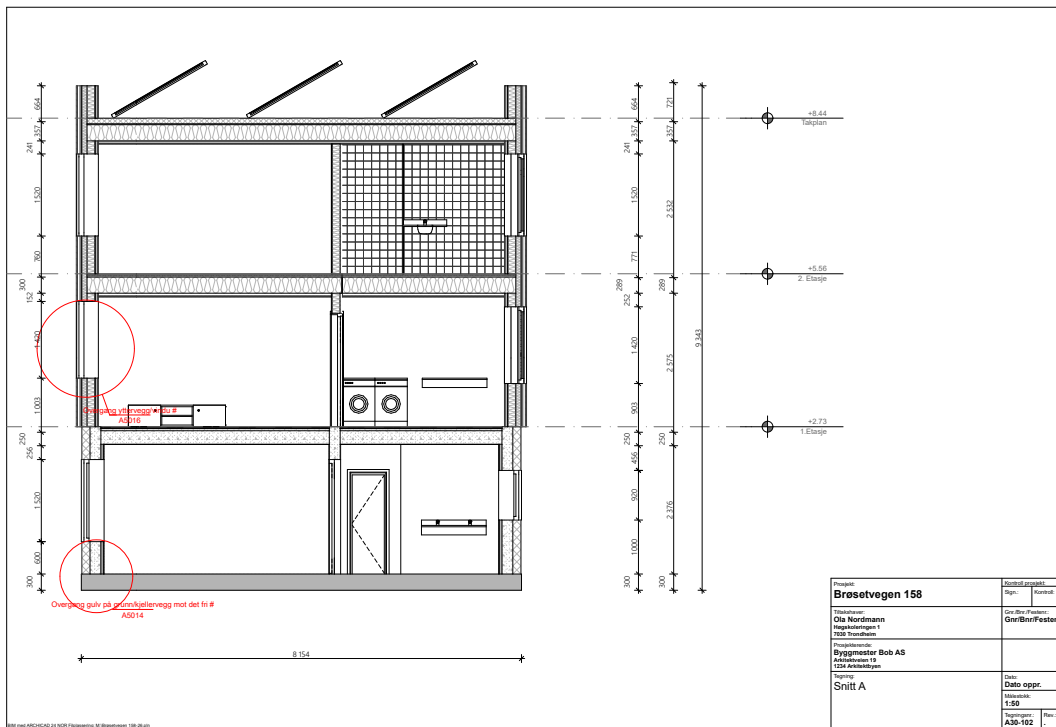
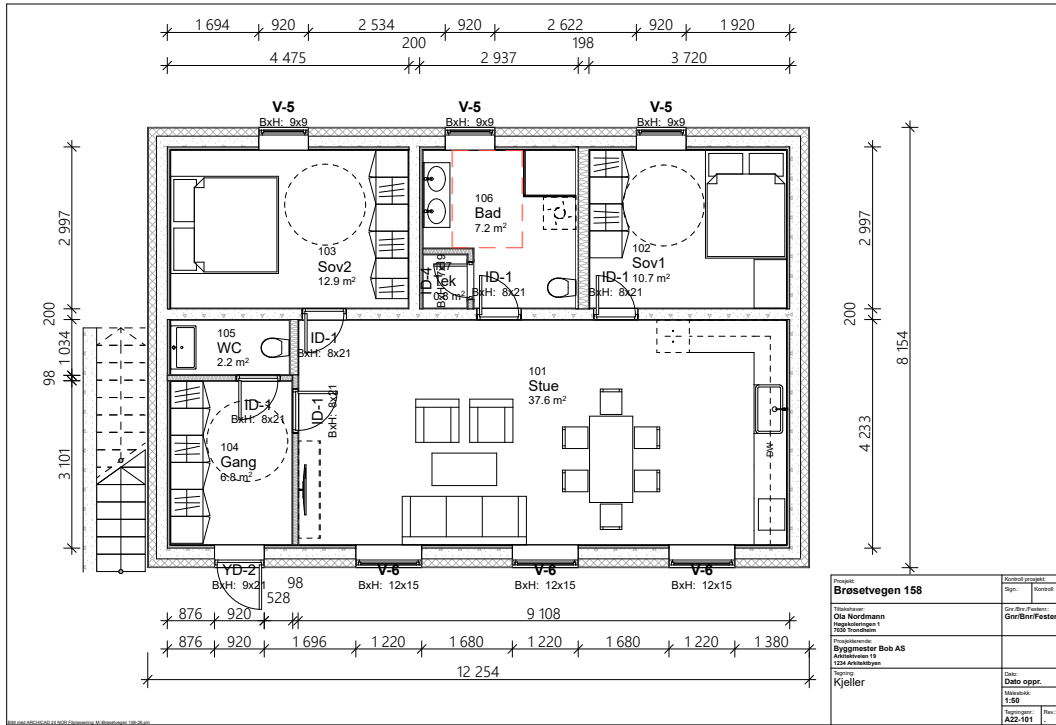




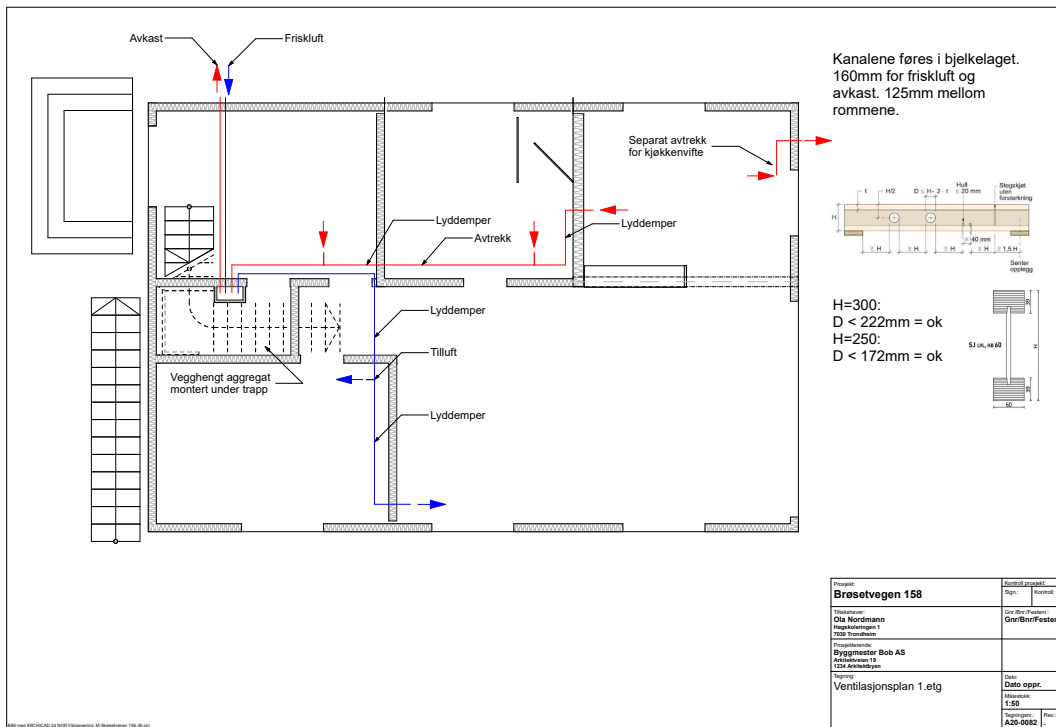
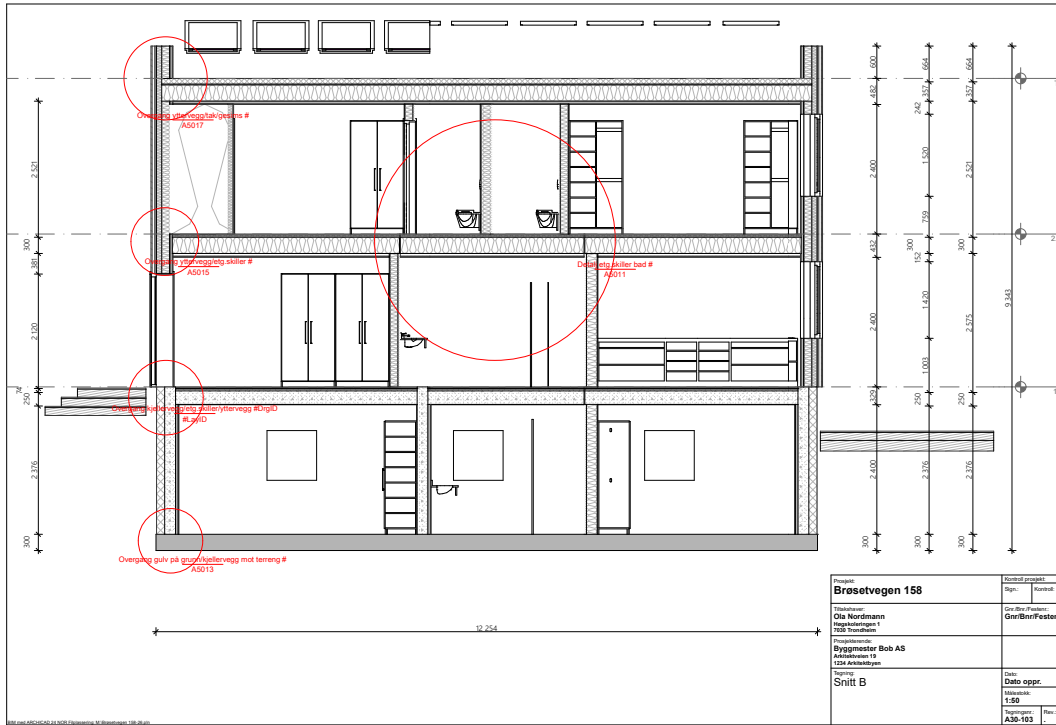


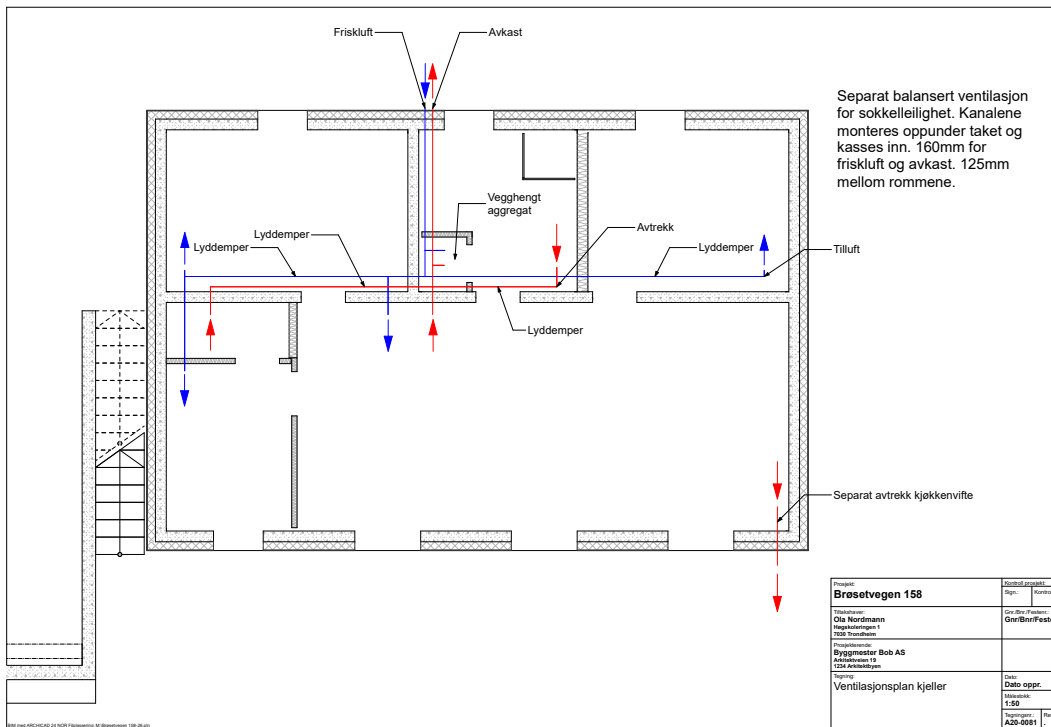
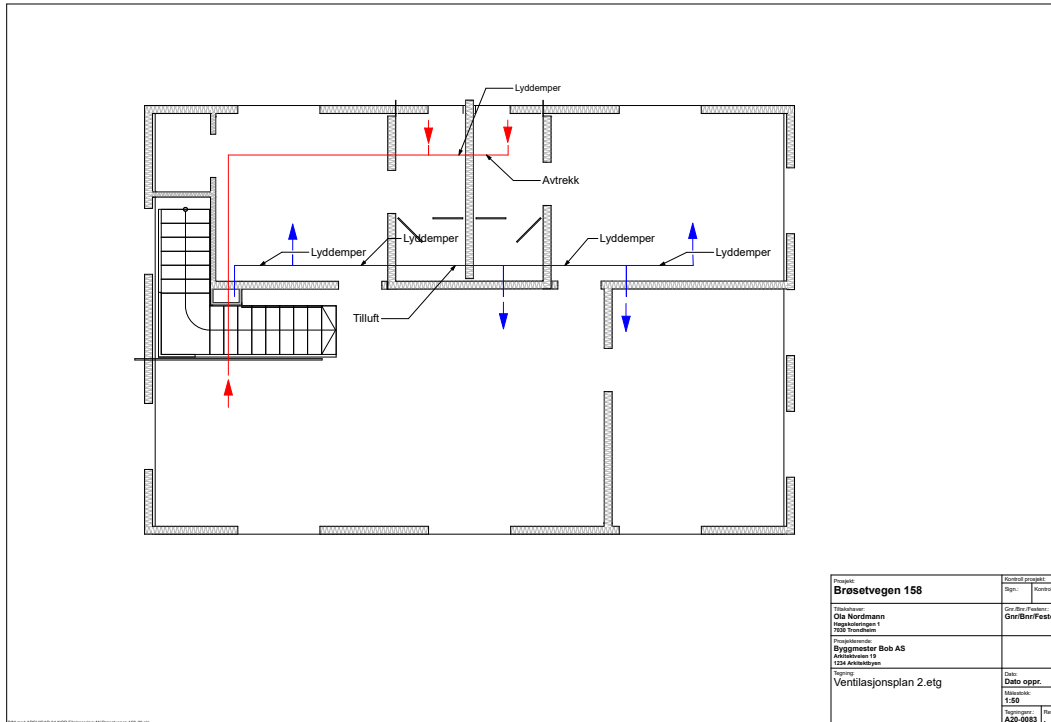








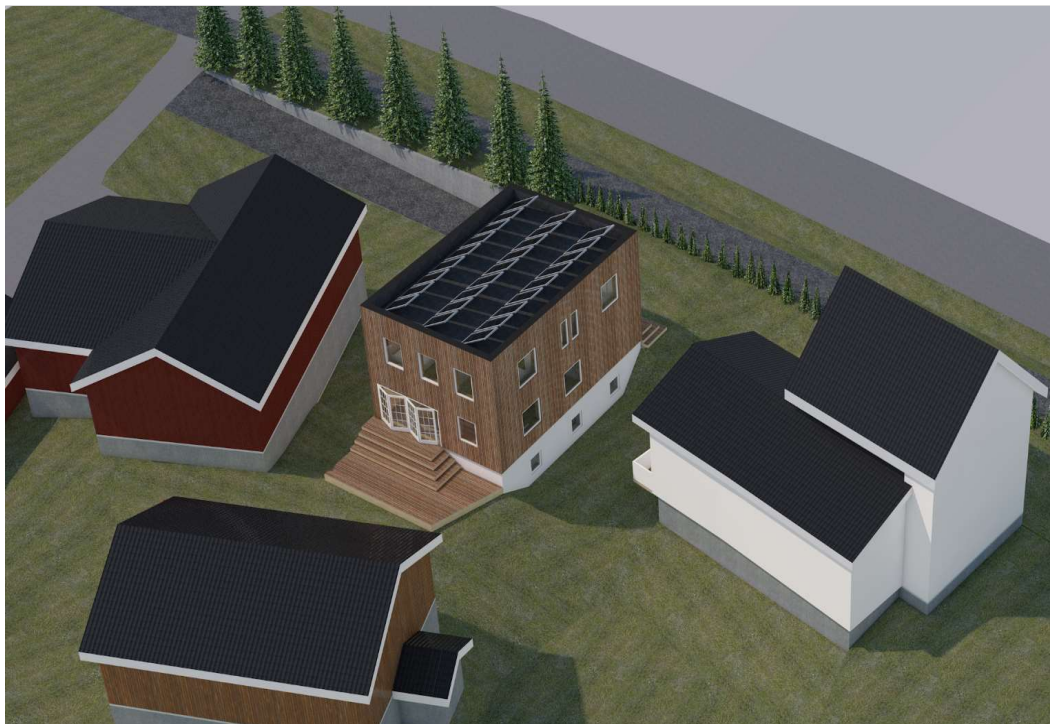




---

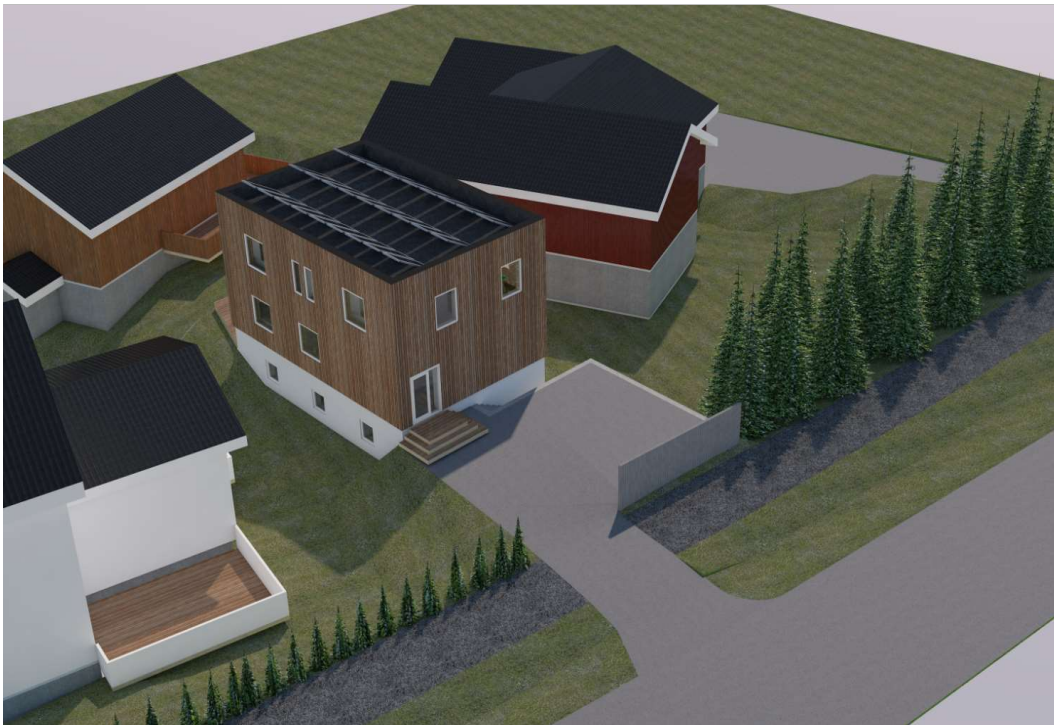
## H Utomhus bilder

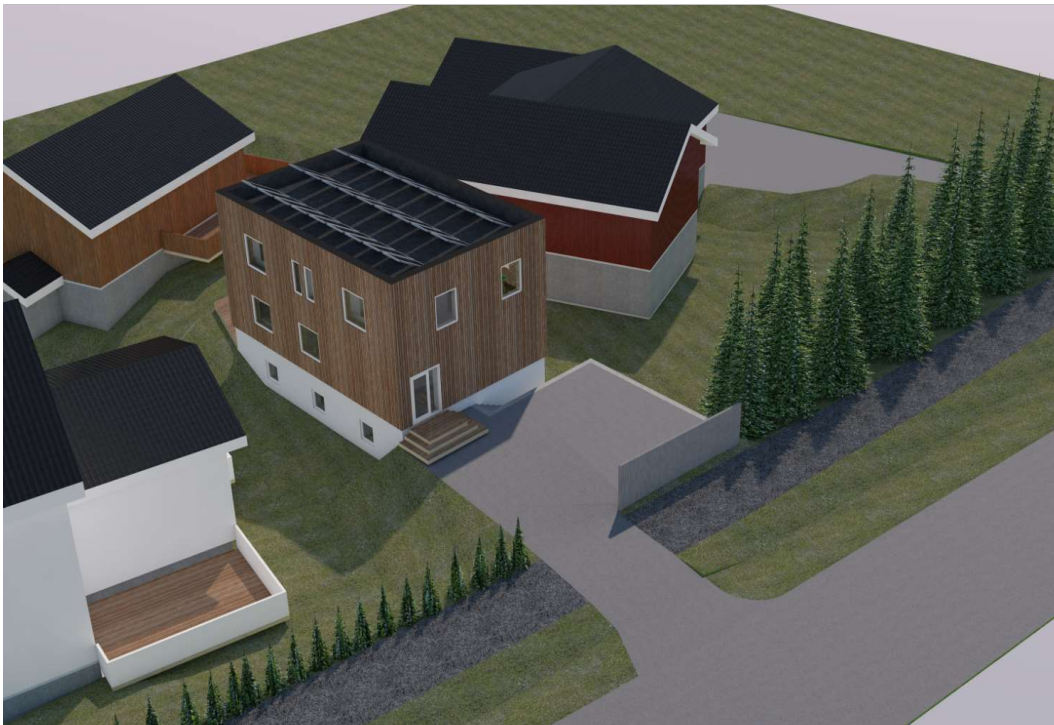
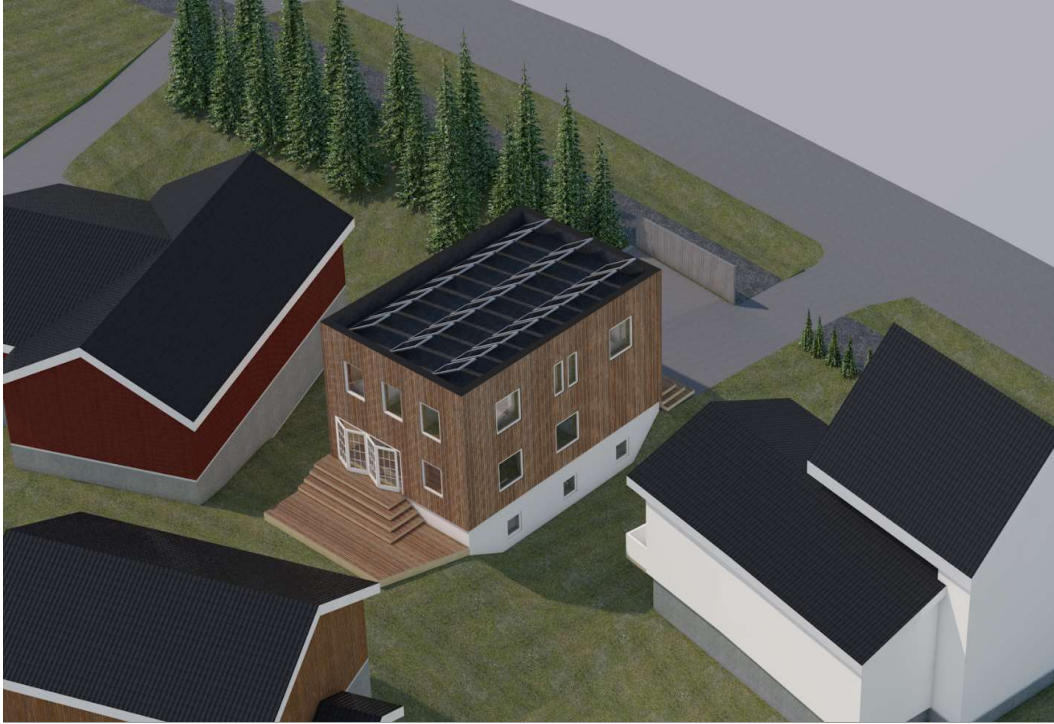
ARCHICAD EDUCATION VERSION



ARCHICAD EDUCATION VERSION









---

## I Beregning av U-verdi

<u>Oversikt U-verdi</u>	
Kjellergulv	0.11 W/m <sup>2</sup> K
Kjellervegg mot terreng	0.12 W/m <sup>2</sup> K
Kjellervegg mot friluft	0.14 W/m <sup>2</sup> K
Yttervegg	0.10 W/m <sup>2</sup> K
Tak	0.07 W/m <sup>2</sup> K
Dører vinduer	0.7 W/m <sup>2</sup> K

**Gulv på grunn:**

Nedre grenseverdi:	Varmemotstand, m <sup>2</sup> K/W	d	r	Merknad
U-verdi for grunnen	0.12			
Pukk 2,3 W/(mK)	0.22	0.5 m	2.3 W/(mK)	
Trykkfast iso 0,033 W/(mK)	9.09	0.3 m	0.033 W/(mK)	
Betong (armert) 1,6 W/(mK)	0.06	0.1 m	1.6 W/(mK)	
Sum varmemotstand	9.49 m <sup>2</sup> K/W			

Tot varmemotstand: $RT = RT_n$ U-Verdi kjellergulv 1 / RT	$1 / 8,02 + 0 = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	<b>0.11</b>
--	---	-------------

Case: Gulv på grunn

Sources, Sinks

New Layer

Duplicate

Delete

Edit Assembly by:

Graph

Table

Assign from:

Material Database

Example Cases

Grid:

Automatic (I)

100 Fine

Copy Auto. Grid Def. for Manual Editing

Total Thickness: 0.422 m

Total Thermal Performance R-Value: 10.21 (m<sup>2</sup> K)/W

U-Value: 0.096 W/(m<sup>2</sup> K)



### KJELLERVEGG mot terreng:

Nedre grenseverdi	Varmemotstand	d	r	Merknad
Løsmasser terreng	2			NS-EN ISO 13370
Trykkfast iso 0,033 W/(mK)	4.55	0.15 m	0.033 W/(mK)	
Betong (armert) 2,3 W/(mK)	0.09	0.2 m	2.3 W/(mK)	
Trykkfast iso 0,033 W/(mK)	1.52	0.05 m	0.033 W/(mK)	
Puss 0,9 W/(mK)	0.01	0.013 m	0.9 W/(mK)	
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi	8.16 m <sup>2</sup> K/W			
U-Verdi kjellergulv RT = RTn	1 / RTn + $\sum U$		0.12 W/m <sup>2</sup> K	

### KJELLERVEGG mot friluft:

Nedre grenseverdi	Varmemotstand	d	r	Merknad
Løsmasser terreng	1			
Trykkfast iso 0,033 W/(mK)	4.55	0.15 m	0.033 W/(mK)	
Betong (armert) 2,3 W/(mK)	0.09	0.2 m	2.3 W/(mK)	
Trykkfast iso 0,033 W/(mK)	1.52	0.05 m	0.033 W/(mK)	
Puss 0,9 W/(mK)	0.01	0.013 m	0.9 W/(mK)	
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi	7.16 m <sup>2</sup> K/W			
U-Verdi kjellergulv RT = RTn	1 / RTn + $\sum U$		0.14 W/m <sup>2</sup> K	

Case: Kjellervegg

Sources, Sinks

New Layer

Duplicate

Delete

Edit Assembly by:

Graph

Table

Assign from

Material Database

Example Cases

Grid

Automatic (I)

100

Fine

Copy Auto. Grid Def. for Manual Editing

Total Thickness: 0.413 m

Total Thermal Performance: R-Value: 6.6 (m<sup>2</sup>K)/W

U-Value: 0.147 W/(m<sup>2</sup> K)

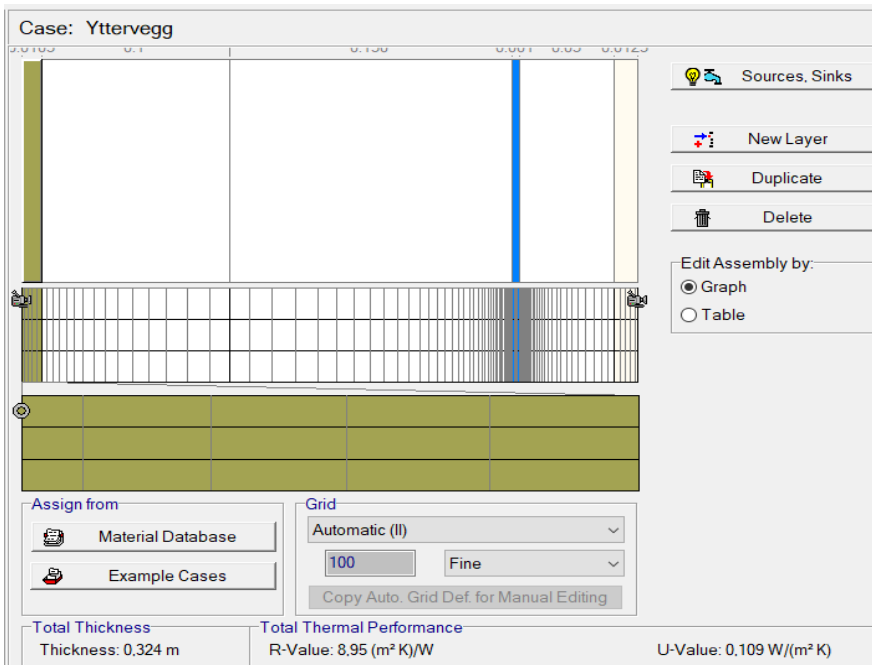
### YTTERVEGG:

Øvre grenseverdi:	Varmemotstand, m <sup>2</sup> K/W					
Sjikt	Isolasjonsfelt	Stenderfelt	d	λ	Merknad	
Ventilert kledning	0.13	0.13	0.093 m	0.72	W/(mK)	
Vindsperre GU	0.04	0.04	0.009 m	0.225	W/(mK)	
Mineralull, ε = 0,034 W/(mK)	2.94	-	0.1 m	0.034	W/(mK)	
Stendere, ε = 0,12 W/(mK)	-	0.82	0.098 m	0.12	W/(mK)	
Mineralull, ε = 0,034 W/(mK)	4.41	-	0.15 m	0.034	W/(mK)	
Stendere, ε = 0,12 W/(mK)	-	1.23	0.148 m	0.12	W/(mK)	
Dampsperre	0.03	0.03	0.0002 m	0.01	W/(mK)	
Mineralull, ε = 0,034 W/(mK)	1.47	-	0.05 m	0.034	W/(mK)	
Påføring, ε = 0,12 W/(mK)	-	0.40	0.048 m	0.12	W/(mK)	
Gipsplate	0.06	0.06				
Innvendig varmeovergangsmotstand	0.13	0.13				
Sum varmemotstand	9.21	2.84				
Arealandel	0.88	0.12				
Total varmemotstand, øvre grenseverdi	10.51		m <sup>2</sup> K/W			

Nedre grenseverdi:	Varmemotstand	Merknad
	m <sup>2</sup> K/W	
Ventilert kledning	0.1	Varmemotstanden settes lik Rsi
Vindsperre GU	0.04	$R = t / (Aa * \epsilon_{iso} + Ab * \epsilon_{tre})$
Mineralull og stendersjikt	7.235806242	$= 0,250 / (0,9936 * 0,034 + 0,0064 * 0,12)$ m <sup>2</sup> K/W
Dampsperre	0.03	
Påføring og mineralullsjikt	1.447161248	$= 0,05 / (0,9936 * 0,034 + 0,0064 * 0,12)$ m <sup>2</sup> K/W
Gipsplate	0.06	
Innvendig varmeovergangsmotstand	0.13	
Sum varmemotstand, øvre grenseverdi	9.04	m <sup>2</sup> K/W

Total varmemotstand yttervegg:	$RT = (RT_{\theta} + RT_n) / 2$	9.78
U-Verdi yttervegg: $U = 1 / RT + \$U$	$1 / 9,76 + 0 = 0,102$ W/m <sup>2</sup> K	0.102

Case: Yttervegg



Assign from:

- Material Database
- Example Cases

Grid:

Automatic (II)

100 Fine

Copy Auto. Grid Def. for Manual Editing

Total Thickness: 0.324 m

Total Thermal Performance: R-Value: 8,95 (m<sup>2</sup> K)/W

U-Value: 0.109 W/(m<sup>2</sup> K)

TAK:

Øvre grenseverdi:	Varmemotstand d, R [m <sup>2</sup> K/W]				
	Isolasjonsfelt	Stenderfelt	d	λ	Merknad
Sjikt					
Taktekking	0.16	0.16	0.005	m 0.032	W/(mK)
Mineralull ε = 0,034 W/(mK)			0.300	m 0.034	W/(mK)
Markiso ε = 0,034 W/(mK)	2.94		0.100	m 0.034	W/(mK)
I-bjelke ε = 0,12 W/(mK)	8.82	2.50	0.300	m 0.120	W/(mK)
Dampsperre					
Mineralull	1.47		0.050	m 0.034	W/(mK)
Gipsplate	0.06	0.06	0.012	m	
Innvendig varmeovergangsmotstand	0.10	0.13			
Sum varmemotstand	13.55	2.84625			
Arealandel	0.95	0.05			
Total varmemotstand			Rtø		14.28 m <sup>2</sup> K/W

Nedre grenseverdi:	Varmemotstand	Merknad
m <sup>2</sup> K/W		
Taktekking	0.16	
Mineralull- og I-bjelke-sjikt	7.83	
Dampsperre	0.03	
Markiso ε = 0,034 W/(mK)	4.41	
Gipsplate	0.06	
Innvendig varmeovergangsmotstand	0.13	
Sum varmemotstand	12.62	m <sup>2</sup> K/W

Total varmemotstand tak:	$RT = (RT_{\phi} + RT_n) / 2$	13.45
U-Verdi tak: $U = 1 / RT + \sum U$	$1 / 13,47 = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.07433

Case: Tak

Sources, Sinks

New Layer

Duplicate

Delete

Edit Assembly by:

Graph

Table

Assign from

Material Database

Example Cases

Grid

Automatic (II)

100

Fine

Copy Auto. Grid Def. for Manual Editing

Total Thickness

Thickness: 0.481 m

Total Thermal Performance

R-Value: 13.55 (m<sup>2</sup> K)/W

U-Value: 0.073 W/(m<sup>2</sup> K)

# J Kondenskontroll

## Utrekning av kondens i sjikt i vegg:

Materiale:	Tykkelse D [m]	Varmeovergangskoeffisient k [W/m <sup>2</sup> K]	Varmestandard R [m <sup>2</sup> /W]	Temperaturøring Δθ [°C]	Temperatur i sjikt θ [°C]	Metningstrykk psat [kPa]	Vann-dampgjennomsittelbarhet μ <sub>v</sub> [kg/m <sup>3</sup> Pa]	Vanddampmotstand Zp [m <sup>2</sup> Pa/kg]	Vanddamptrykk grense i sjikt p <sub>v</sub> [kPa]	Relativ fuktighet RF [%]	Kondens i sjikt
Ute	0.000	0.000	0.00	0.000	-20.00	100.00	0.000	0.000	0.000	80.00	NEI
Utvendig varmeovergangsmotstand (R <sub>s</sub> ) og ventilert kledning	0.0930	0.715	0.13	0.565	19.44	106.00	0.000	0.000	0.000	80.00	NEI
Vindperre	0.0090	0.225	0.04	0.17	19.26	103.00	3.50E-08	2.57E-05	0.10	80.10	NEI
Mineralull	0.2500	0.034	7.35	31.93	12.79	1465	1.30E-10	1.92E-09	793.90	864.01	NEI
Dampsperre	0.0002	0.007	0.03	0.12406896	19.44	106.00	5.00E-11	4.00E-06	1.63	865.64	NEI
Mineralull	0.0500	0.034	1.47	6.39	19.18	2220.00	1.30E-10	3.85E-08	156.78	1022.42	NEI
Gipsplate	0.0125	0.210	0.06	0.26	19.44	2260.00	3.50E-11	3.57E-08	145.58	1168.00	NEI
Inne	0.0000	0.208	0.13	0.56	20.00	2336.00	0.000	0.000	0.000	1168.00	NEI
Total			9.212					2.67E-09			

Temperatur [°C]	Temperatur i sjikt [°C]	Vanddamptrykk [kPa]	Relativ fuktighet [%]	Kondens [kg/m <sup>2</sup> ]
20.00	-20.00	100.00	80.00	0.000
19.44	19.44	106.00	80.00	0.000
19.26	19.26	103.00	80.10	0.000
12.79	12.79	1465.00	864.01	0.000
19.44	19.44	106.00	80.00	0.000
19.18	19.18	2220.00	1022.42	0.000
19.44	19.44	2260.00	1168.00	0.000
20.00	20.00	2336.00	1168.00	0.000

[https://www.byggeforsk.no/dokument/184/fu/ut\\_i\\_bygginger\\_teoringnollas](https://www.byggeforsk.no/dokument/184/fu/ut_i_bygginger_teoringnollas)  
[https://www.byggeforsk.no/dokument/598/materiale\\_ril\\_luft\\_og\\_dampstatning](https://www.byggeforsk.no/dokument/598/materiale_ril_luft_og_dampstatning)

[https://www.byggeforsk.no/dokument/605/materialedata\\_for\\_vanddamptransport](https://www.byggeforsk.no/dokument/605/materialedata_for_vanddamptransport)

kondens  
når  
RE=1000

Overflate	Varmestandard	R <sub>s</sub>	R <sub>e</sub>	R <sub>tot</sub>
Ute	0.000	0.000	0.093	0.093
Inne	0.208	0.000	0.012	0.012
Total	9.212	0.093	0.012	9.317

Handwritten notes on a grid background explaining the condensation calculation process. It includes terms like "vann", "vanntrykk", "relativ fuktighet", and "kondens". A formula is written:  $R = \frac{D}{k}$  and  $R_{tot} = R_s + R + R_e$ . It also shows a table with columns for "Temperatur i sjikt", "Metningstrykk", "Vanddampmotstand", and "Vanddamptrykk grense i sjikt".

## Utrekning av kondens i sjikt i tak:

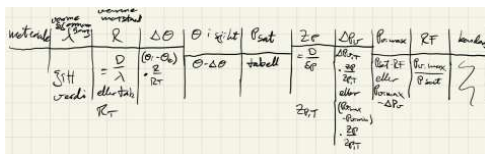
Materiale:	Tykkelse D [m]	Varmeovergangskoeffisient k [W/m <sup>2</sup> K]	Varmestandard R [m <sup>2</sup> /W]	Temperaturøring Δθ [°C]	Temperatur i sjikt θ [°C]	Metningstrykk psat [kPa]	Vann-dampgjennomsittelbarhet μ <sub>v</sub> [kg/m <sup>3</sup> Pa]	Vanddampmotstand Zp [m <sup>2</sup> Pa/kg]	Vanddamptrykk grense i sjikt p <sub>v</sub> [kPa]	Relativ fuktighet RF [%]	Kondens i sjikt
Ute	0.000	0.000	0.04	0.12	-20.00	100.00	0.000	0.000	0.000	80.00	NEI
varmeovergangsmotstand	0.0000	0.000	0.00	0.00	-20.00	100.00	0.000	0.000	0.000	80.00	NEI
Tatekledning	0.0050	0.032	0.16	0.46	19.88	102.00	1.1E-10	4.55E-07	12.56	82.56	NEI
Mineralull	0.4000	0.034	11.76	84.55	19.42	106.00	1.30E-10	3.08E-09	850.09	92.56	NEI
Dampsperre	0.0002	0.000	0.03	0.088098819	19.42	106.00	5.00E-11	4.00E-06	1.11	942.64	NEI
Mineralull	0.0500	0.034	1.47	4.32	15.12	1720.00	1.10E-10	4.55E-08	125.58	943.75	NEI
Gipsplate	0.0125	0.210	0.06	0.17	19.53	2260.00	3.50E-11	3.57E-08	98.67	1069.33	NEI
Inne	0.0000	0.000	0.10	0.29	19.71	2290.00	0.000	0.000	0.000	1168.00	NEI
Total			13.621		20.00	2336.00	0.000	0.000	0.000	1168.00	NEI

Temperatur [°C]	Temperatur i sjikt [°C]	Vanddamptrykk [kPa]	Relativ fuktighet [%]	Kondens [kg/m <sup>2</sup> ]
20.00	-20.00	100.00	80.00	0.000
19.88	19.88	102.00	82.56	0.000
19.42	19.42	106.00	92.56	0.000
15.12	15.12	1720.00	942.64	0.000
19.53	19.53	2260.00	1069.33	0.000
19.71	19.71	2290.00	1168.00	0.000
20.00	20.00	2336.00	1168.00	0.000

[https://www.byggeforsk.no/dokument/184/fu/ut\\_i\\_bygginger\\_teoringnollas](https://www.byggeforsk.no/dokument/184/fu/ut_i_bygginger_teoringnollas)  
[https://www.byggeforsk.no/dokument/605/materialedata\\_for\\_vanddamptransport](https://www.byggeforsk.no/dokument/605/materialedata_for_vanddamptransport)

kondens  
når  
RE=1000

Varmeovergangsstander m <sup>2</sup> K/W	Overflate		Varmestromretning	
	Oppover	Herover	Nedover	
For ventilert klødding (summen av luftfaglige klødding og R <sub>e</sub> ) brukes verdien av R <sub>e</sub> = 0,13	R <sub>e</sub>	0,10	0,13	0,17
	R <sub>e</sub>	0,04	0,04	0,04



Utregning av kondens i sjikt i kjellervegg:

Material	Tykkelse D [m]	Varmeledningsevne λ [W/mK]	Varmestandard R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperaturendring Δθ [°C]	Temperatur sjikt θ [°C]	Metningstrykk psat [kPa]	Værdampgjennomlatelighet μ [kg/m <sup>2</sup> sPa]	Værdampmotstand Zp [m <sup>2</sup> sPa/kg]	Værdamptrykk fjernelse Δp <sub>v</sub> [kPa]	Værdamptrykk gjennomsnitt p <sub>v</sub> [kPa]	Relativ fuktighet på grense i sjikt RH [%]	Kondens i sjikt
Ute	0.0000				-20.00	100.00				80.00	80.00	NEI
varmeovergangsmot	0.0000	0.000	0.04	0.26	-19.74	102.00				80.00	78.43	NEI
XPS	0.1500	0.033	4.55	29.11	9.36	106.00	1.3E-09	1.15E+08	25.44	105.44	99.47	NEI
Grunnmursplatt	0.0010	1.000	0.00	0.01	9.37	1720	1.30E-10	7.69E+06	1.70	107.14	6.23	NEI
Betong	0.2	1.600	0.03	0.192105532	9.56	1720.00	5.00E-11	4.00E+09	881.91	1089.26	57.50	NEI
Mineralull	0.0500	0.034	1.47	9.42	18.98	2260.00	1.10E-10	4.55E+08	100.22	1089.26	48.20	NEI
Gipplatt	0.0125	0.210	0.06	0.38	19.36	2290.00	3.50E-11	3.57E+08	78.74	1168.00	51.00	NEI
varmeovergangsmot	0.0000	0.000	0.10	0.64	20.00	2336.00	0.00	0.00	0.00	1168.00	50.00	NEI
Inne	0.0000											
Total			6.347					4.55E+09				

Tabell 10: Værdampgjennomlatelighet og fuktighet ved ulike temperaturer for varmeisolerende gjenstander (gjennomsnittlige verdier)

Temperatur (°C)	Værdampgjennomlatelighet μ [kg/m <sup>2</sup> sPa]	Fuktighet [%]
20	1.000	100
15	1.000	100
10	1.000	100
5	1.000	100
0	1.000	100
-5	1.000	100
-10	1.000	100
-15	1.000	100
-20	1.000	100
-25	1.000	100
-30	1.000	100
-35	1.000	100
-40	1.000	100
-45	1.000	100
-50	1.000	100
-55	1.000	100
-60	1.000	100
-65	1.000	100
-70	1.000	100
-75	1.000	100
-80	1.000	100
-85	1.000	100
-90	1.000	100
-95	1.000	100
-100	1.000	100

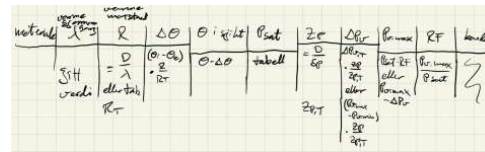
Material	Værdampgjennomlatelighet μ [kg/m <sup>2</sup> sPa]	Fuktighet [%]
Ute	1.000	100
varmeovergangsmot	1.000	100
XPS	1.30E-10	100
Grunnmursplatt	1.30E-10	100
Betong	5.00E-11	100
Mineralull	1.10E-10	100
Gipplatt	3.50E-11	100
varmeovergangsmot	1.000	100
Inne	1.000	100

[https://www.byggforsk.no/dokument/184/fukt\\_i\\_bygninger\\_seigransnittel](https://www.byggforsk.no/dokument/184/fukt_i_bygninger_seigransnittel)

[https://www.byggforsk.no/dokument/606/materialdata\\_for\\_værdamptransport](https://www.byggforsk.no/dokument/606/materialdata_for_værdamptransport)

kondens når RH=100%

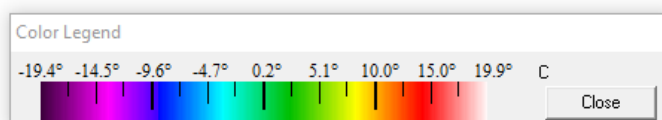
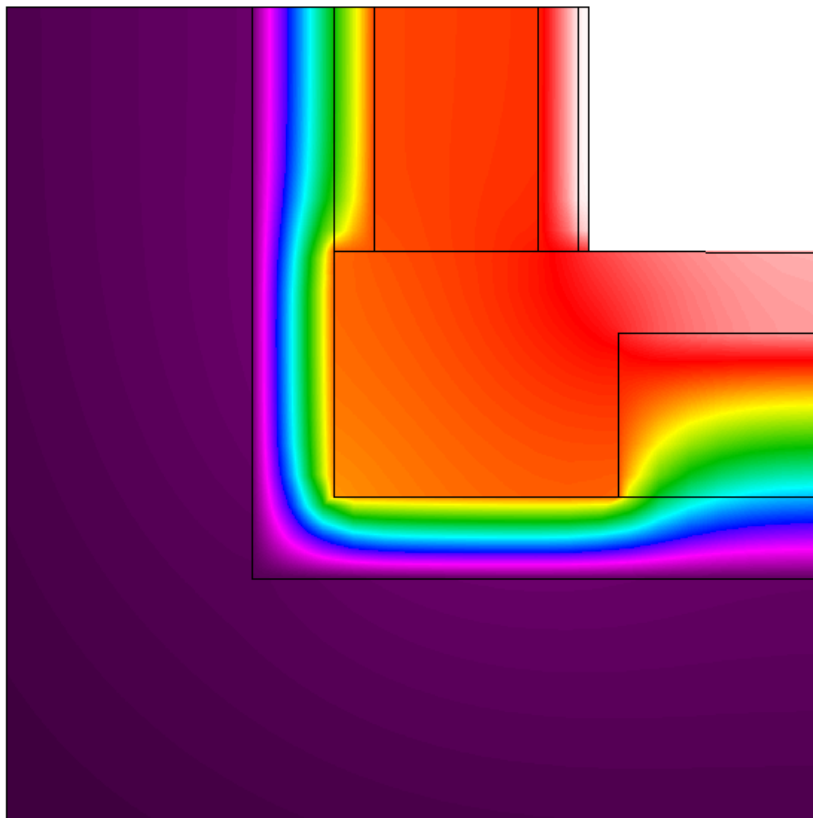
Varmeovergangsstander m <sup>2</sup> K/W	Overflate		Varmestromretning	
	Oppover	Herover	Nedover	
For ventilert klødding (summen av luftfaglige klødding og R <sub>e</sub> ) brukes verdien av R <sub>e</sub> = 0,13	R <sub>e</sub>	0,10	0,13	0,17
	R <sub>e</sub>	0,04	0,04	0,04



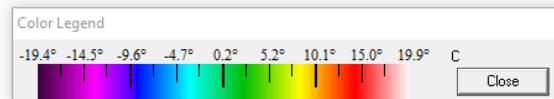
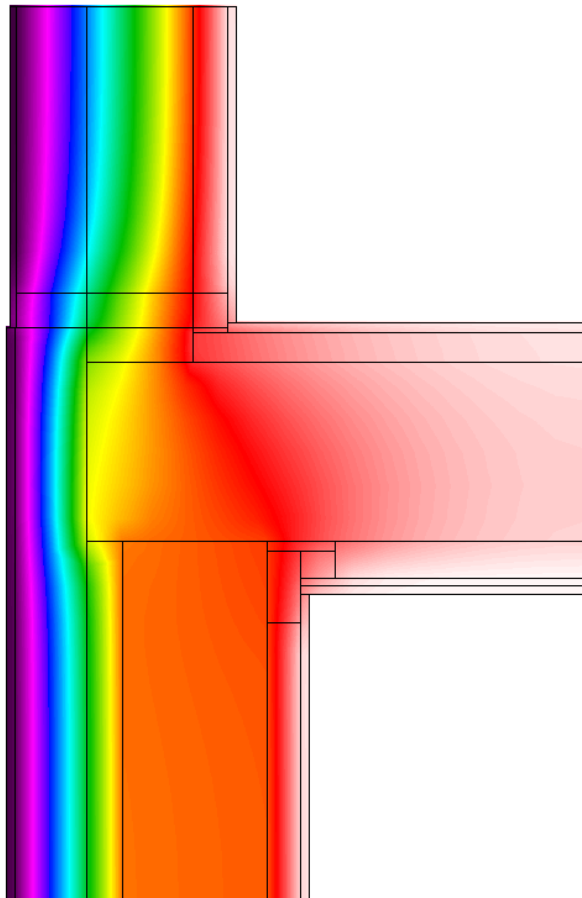
---

## K Therm

Overgang gulv på grunn/kjellervegg mot terreng

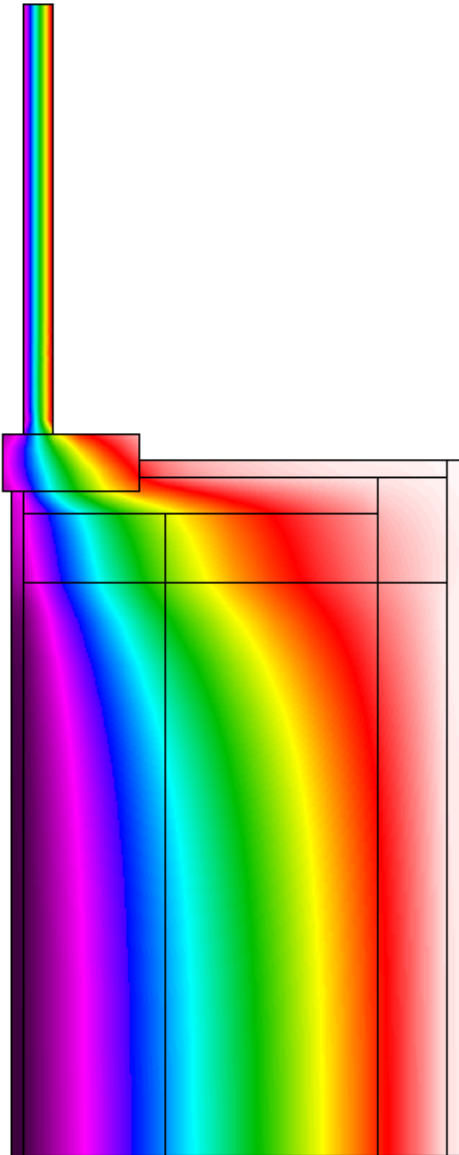


Overgang kjellervegg/etg. skiller/yttervegg



---

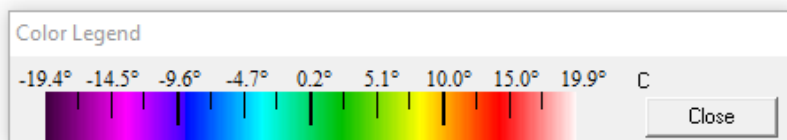
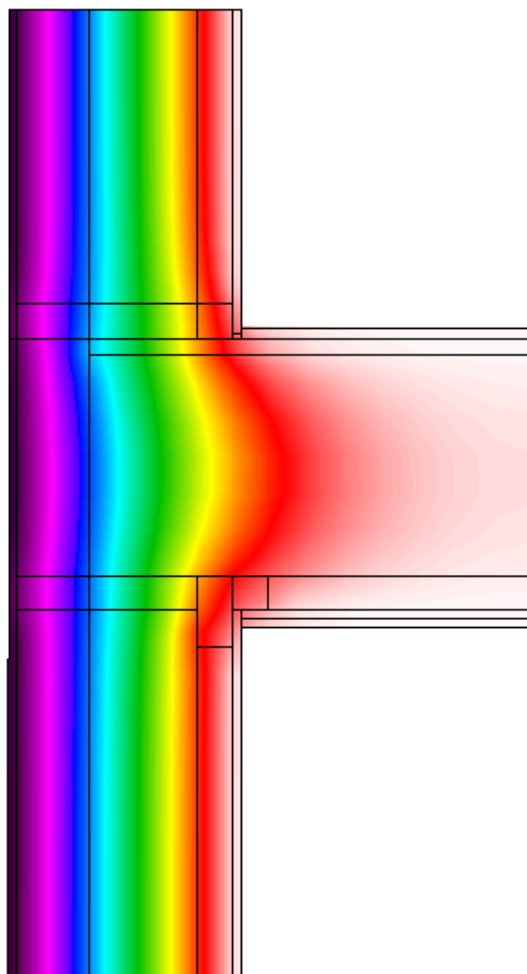
Overgang yttervegg/vindu





---

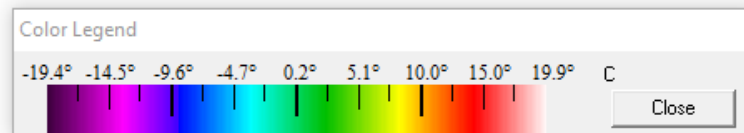
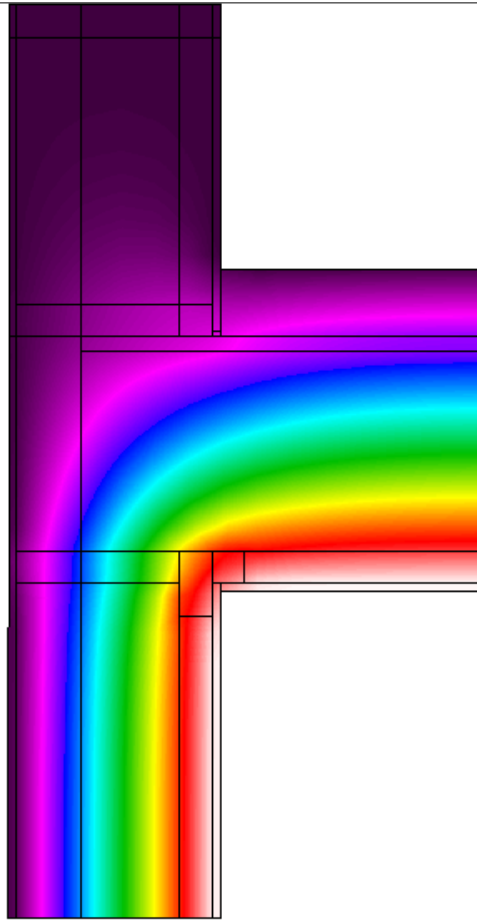
Overgang yttervegg/etg.skiller



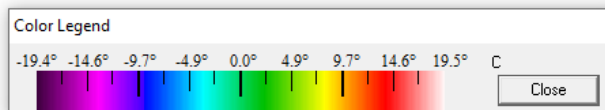
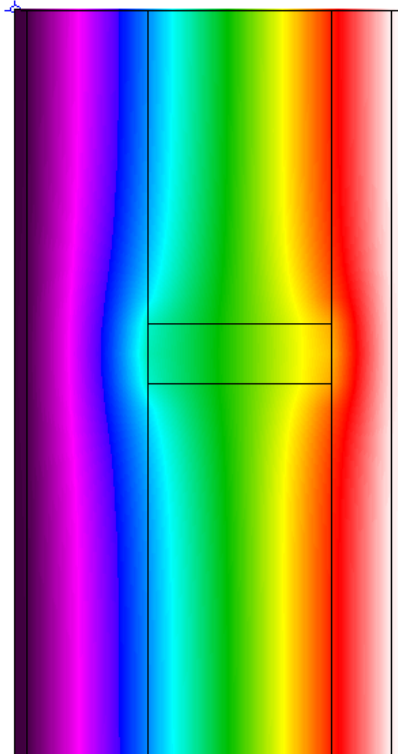
---

Overgang yttervegg/tak/gesims

---



Kuldebro ved stender



# L Valg og beregning av bjelker

## Dim av stålbejle HE-A 160

1) Egenlast bjelkeleg Pkl	1 kN/m <sup>2</sup>	15.8355 kN	tot	tot/L	Ink lastfaktor
Lastfaktor egenlast	1.2			3.91 kN/m	4.692 kN/m
Egenlast stålbjelke Pks	0.6 kN/m				
Nyttelast etasjeskiller Pkn	3 kN/m <sup>2</sup>	47.5065 kN		11.73 kN/m	17.595 kN/m
lastfaktor nyttelest	1.5			qd=	22.287 kN/m
Spenn i bjelke 1	3.25	1.625 m			
Spenn i bjelke 2	4.57	2.285 m			
Lastbredde		3.91 m			
Beregningsmessig spennvidde	4.05		15.8355 m <sup>2</sup>		
Lengde stålbjelke	4.2				
Anlegg	0.15				

$$M_{ed} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = 11.28279 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = \frac{q_d \cdot L}{2} = 45.13118 \text{ kN}$$

2) Stålkvalitet S355	fy	355	1.1 f.d	322.7273 N/mm <sup>2</sup>
	ly			1.7E+07 mm <sup>4</sup>
	Wy			2.2E+05 mm <sup>3</sup>
	S			123000

### 3) Moment kapasitet til bjelken

$$M_{ed} = W_y \cdot \sigma_y = 71 \text{ kNm}$$

$$Med = 11.28279 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} < M_{ed} \Rightarrow ok$$

### 4) Kontroll av skjær

$$\tau = \frac{V_{ed}}{I} = 45131.18 \text{ S} = 123000$$

$$I = 1.7E+07 \text{ b} = 4.05 = 82.07 \text{ N/mm}^2 \text{ (opptredende)}$$

$$\tau = \frac{F_v}{I} = 186.3267 \text{ N/mm}^2 \text{ (kapasitet)}$$

$$\tau_{eff} < \tau_{kapp} \Rightarrow ok$$

### 5) Kontroll nedbøying av bjelken

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{q_k L^4}{EI}$$

$$q_k = p_{kl} + p_{kn} = 15.64 \text{ kN/m} \text{ eks lastfaktor}$$

$$E = 2.1E+05$$

$$I = 1.7E+07$$

$$L = 4.05$$

$$\delta = \dots$$

$$\frac{L}{250} = 16.2 \Rightarrow \delta < \frac{L}{250} \Rightarrow ok$$

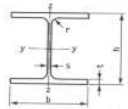


7) Bjelken er fastholdt med utpopping (! :-)

TABELL 1.2 VARMVALSEDE HE-A - BJELKER

HE-A	Dimensjoner (målt i mm)				Masse kg/m	A mm <sup>2</sup>	y-y		x-x		I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> mm <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> mm <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> mm <sup>3</sup>	C <sub>w</sub> mm <sup>6</sup>	Hullavstand mm	w w <sub>1</sub>	
	h	b	s	t			W mm <sup>3</sup>	I mm <sup>4</sup>	W mm <sup>3</sup>	I mm <sup>4</sup>								
100	96	100	5	8	12	16.7	2.12	3.49	72.8	40.6	1.34	26.8	25.1	52.6	41.5	2.91	56	-
120	114	120	5	8	12	19.0	2.25	4.08	106	48.9	2.31	38.5	30.2	60.2	39.7	4.47	66	-
140	133	140	5.5	8.5	12	24.7	3.14	10.3	135	37.3	3.89	55.6	35.2	81.8	86.7	15.06	78	-
160	152	160	6	9	15	30.4	3.88	16.7	220	49.7	6.16	78.9	39.8	121	123	21.41	86	-
180	171	180	6	9.5	15	35.3	4.53	23.1	294	74.5	9.23	103	44.2	149	162	30.51	100	-
200	190	200	6.5	10	18	42.3	5.38	30.9	389	82.8	13.4	134	49.8	211	215	40.89	110	-
220	210	220	7	11	18	50.5	6.43	34.1	475	95.7	19.5	178	55.1	286	284	53.93	120	-
240	230	240	7.5	12	21	60.2	7.68	47.6	675	110	27.7	231	60.0	417	372	73.53	134	35
260	250	260	7.5	12.5	24	68.2	8.68	104.5	856	119	36.7	282	62.0	526	460	91.64	150	40
280	270	280	8	13	24	78.4	9.73	136.7	1010	119	47.6	340	70.0	624	556	118.4	170	45
300	290	300	8.5	14	27	88.3	11.2	182.6	1260	127	63.1	421	74.0	856	692	150.0	190	48
320	310	300	9	15.5	27	97.6	12.4	229.3	1480	136	69.9	466	74.9	1080	814	191.2	210	45
340	330	300	9.5	16.5	27	105	13.3	276.9	1680	144	74.4	496	74.6	1280	922	224.2	230	45
360	350	300	10	17.5	27	112	14.3	330.9	1890	152	78.9	526	74.3	1490	1040	237.7	250	44

TABELL 1.3 VARMVALSEDE HE-B - BJELKER



Dimensjoner etter NS-EN 10 034  
Materiale etter NS-EN 10 025

Betegnelse f.eks.: Bjelke NS-EN 10 034 HE 360 B  
Stål NS-EN 10 025 .....



HE-B	Dimensjoner (målt i mm)						Masse kg/m	A 10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	y-y		z-z		I <sub>T</sub> 10 <sup>8</sup> mm <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	C <sub>w</sub> 10 <sup>9</sup> mm <sup>4</sup>	h <sub>0</sub> mm	
	h	b	s	t	r	e			I 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	W 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	i mm	I 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>					W 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
100	100	100	6	10	12	20,4	2,60	4,50	88,9	41,6	1,67	33,5	25,3	92,9	52,1	3,375	56
120	120	120	6,5	11	12	26,7	3,40	8,64	144	50,4	3,18	52,9	30,6	139	82,6	9,410	66
140	140	140	7	12	12	33,7	4,30	15,1	216	59,3	5,50	78,5	35,8	201	123	23,48	76
160	160	160	8	13	15	42,6	5,43	24,9	311	67,8	8,89	111	40,5	314	177	47,94	86
180	180	180	9,5	14	15	51,2	6,53	38,3	426	76,6	13,6	151	45,7	423	241	93,75	100
200	200	200	9	15	18	61,9	7,81	57,6	570	85,4	20,0	200	50,7	595	321	171,1	116
220	220	220	9,5	16	18	71,5	9,10	80,9	736	94,3	28,4	258	55,9	768	414	285,4	130
240	240	240	10	17	21	83,2	10,6	112,6	938	103	39,2	327	60,8	1030	527	486,9	150
260	260	260	10	17,5	24	93,0	11,8	149,9	1190	112	51,3	395	65,8	1240	641	753,7	166
280	280	280	10,5	18	24	103	13,1	192,7	1380	122	65,9	471	70,9	1440	767	1130	180
300	300	300	11	19	27	117	14,9	251,7	1680	130	85,6	571	75,8	1860	934	1488	200
320	320	300	11,5	20,5	27	137	16,1	308,2	1930	138	92,4	616	75,7	2260	1070	2069	220
340	340	300	12	21,5	27	134	17,1	366,6	2160	146	96,9	646	75,3	2580	1200	2454	230
360	360	300	12,5	22,5	27	142	18,1	431,9	2400	155	101,4	676	74,9	2930	1340	2883	250

Dim av stålbejle HE-A 120

- tot tot/L Ink lastfaktor
- Egenlast bejlelag Pkl 1 kN/m<sup>2</sup> 15.8355 kN 3.91 kN/m 4.692 kN/m  
 Lastfaktor egenlast 1.2  
 Egenlast stålbejle Pks 0.6 kN/m  
 Nyttelast etasjeskiller Pkn 3 kN/m<sup>2</sup> 47.5065 kN 11.73 kN/m 17.595 kN/m  
 lastfaktor nyttelast 1.5  
 qd= 22.287 kN/m
- Spenn l-bejle 1 3.25 1.625 m  
 Spenn l-bejle 2 4.57 2.285 m  
 Lastbredde 3.91 m  
 Beregningsmessig spennvidde 4.05 15.8355 m<sup>2</sup>  
 Lengde stålbejle 4.2  
 Anlegg 0.15

$$M_{ed} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{22.287 \cdot 4.2^2}{8} = 11.28279 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{22.287 \cdot 4.2}{2} = 45.13118 \text{ kN}$$

- Stålkvalitet S355  
 fy 355 1.1 f.d 322.7273 N/mm<sup>2</sup>  
 Iy 6.1E+06 mm<sup>4</sup>  
 Wy 1.1E+05 mm<sup>3</sup>  
 S 59700

HE-A	Dimensjoner (målt i mm)						Masse kg/m	A 10 <sup>3</sup> mm <sup>2</sup>	y-y		z-z		I <sub>T</sub> 10 <sup>8</sup> mm <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	C <sub>w</sub> 10 <sup>9</sup> mm <sup>4</sup>	h <sub>0</sub> mm	
	h	b	s	t	r	e			I 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	W 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	i mm	I 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>					W 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
100	100	100	6	10	12	20,4	2,60	4,50	88,9	41,6	1,67	33,5	25,3	92,9	52,1	3,375	56
120	120	120	6,5	11	12	26,7	3,40	8,64	144	50,4	3,18	52,9	30,6	139	82,6	9,410	66
140	140	140	7	12	12	33,7	4,30	15,1	216	59,3	5,50	78,5	35,8	201	123	23,48	76
160	160	160	8	13	15	42,6	5,43	24,9	311	67,8	8,89	111	40,5	314	177	47,94	86
180	180	180	9,5	14	15	51,2	6,53	38,3	426	76,6	13,6	151	45,7	423	241	93,75	100
200	200	200	9	15	18	61,9	7,81	57,6	570	85,4	20,0	200	50,7	595	321	171,1	116
220	220	220	9,5	16	18	71,5	9,10	80,9	736	94,3	28,4	258	55,9	768	414	285,4	130
240	240	240	10	17	21	83,2	10,6	112,6	938	103	39,2	327	60,8	1030	527	486,9	150
260	260	260	10	17,5	24	93,0	11,8	149,9	1190	112	51,3	395	65,8	1240	641	753,7	166
280	280	280	10,5	18	24	103	13,1	192,7	1380	122	65,9	471	70,9	1440	767	1130	180
300	300	300	11	19	27	117	14,9	251,7	1680	130	85,6	571	75,8	1860	934	1488	200
320	320	300	11,5	20,5	27	137	16,1	308,2	1930	138	92,4	616	75,7	2260	1070	2069	220
340	340	300	12	21,5	27	134	17,1	366,6	2160	146	96,9	646	75,3	2580	1200	2454	230
360	360	300	12,5	22,5	27	142	18,1	431,9	2400	155	101,4	676	74,9	2930	1340	2883	250

I <sub>T</sub>		S <sub>y</sub>	C <sub>w</sub>
I <sub>T</sub>	10 <sup>8</sup> mm <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	10 <sup>9</sup> mm <sup>4</sup>
100	33,5	25,3	3,375
120	52,9	30,6	9,410
140	78,5	35,8	23,48
160	111	40,5	47,94
180	151	45,7	93,75
200	200	50,7	171,1
220	258	55,9	285,4
240	327	60,8	486,9
260	395	65,8	753,7
280	471	70,9	1130
300	571	75,8	1488
320	616	75,7	2069
340	646	75,3	2454
360	676	74,9	2883

- Moment kapasitet til bejlen  
 M<sub>ed</sub> = W<sub>y</sub> · f<sub>d</sub> 34.20909 kNm  
 Med = 11.28279 kNm

$$M_{ed} < M_{ed} \Rightarrow \text{ok}$$

- Kontroll av skjær  
 $\tau = \frac{V \cdot S}{I \cdot b}$  V 45131.18 S 59700  
 I 6.1E+06 b 4.05 109.78 N/mm<sup>2</sup> (opptredende)  
 $\tau = \frac{f_{sk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$  186.3267 N/mm<sup>2</sup> (kapasitet)

$$\tau_{opp} < \tau_{kapp} \Rightarrow \text{ok}$$

- Kontroll nedbøying av bejlen  
 $\delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$  qk = pkl + pkn 15.64 kN/m eks lastfaktor  
 E 2.1E+05  
 I 6.1E+06  
 L 4.05

$$\delta = \frac{5 \cdot 15.64 \cdot 4.05^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 6.1 \cdot 10^6} = 16.2 \cdot \frac{\delta < \frac{L}{250} \Rightarrow \text{ok}}$$



Bejler er fastholdt mot vipping (! :)

Dim av stålbejelke HE-A 100

1) Egenlast bjelkeleg Pkl	1 kN/m <sup>2</sup>	tot	15.8355 kN	tot/L	3.91 kN/m	Ink lastfaktor	4.692 kN/m
Lastfaktor egenlast	1.2						
Egenlast stålbejelke Pks	0.6 kN/m						
Nyttelast etasjeskiller Pkn	3 kN/m <sup>2</sup>		47.5065 kN		11.73 kN/m		17.595 kN/m
Lastfaktor nyttelast	1.5						22.287 kN/m
Spenn i bjelke 1	3.25	1.625 m				qd=	
Spenn i bjelke 2	4.57	2.285 m					
Lastbredde	3.91 m						
Beregningsmessig spennvidde	4.05	15.8355 m <sup>2</sup>					
Lengde stålbejelke	4.2						
Anlegg	0.15						

$$M_{ed} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{22.287 \cdot 4.05^2}{8} = 11.28279 \text{ kNm}$$

$$M_{el} = \frac{q_e \cdot L^2}{2} = \frac{0.6 \cdot 4.05^2}{2} = 45.13118 \text{ kNm}$$

2) Stålkvalitet S355

$f_y$  355

1.1 f.d 322.7273 N/mm<sup>2</sup>  
 $I_y$  3.6E+06 mm<sup>4</sup>  
 $W_y$  7.3E+04 mm<sup>3</sup>  
 $S$  41500

Egenskaper			Klasse		
Merk	Min	Max	210	235	275
$R_{yk}$	355	355	355	355	355
$R_{sk}$	355	355	355	355	355
$R_{tk}$	355	355	355	355	355
$R_{yk}$	355	355	355	355	355
$R_{sk}$	355	355	355	355	355
$R_{tk}$	355	355	355	355	355

$f_{yk}$	355	355
$f_{sk}$	355	355
$f_{tk}$	355	355

3) Moment kapasitet til bejelken

$M_{ed} = W_{yk} \cdot \sigma_{yk} = 11.28279 \text{ kNm}$   
 $M_{el} = 45.13118 \text{ kNm}$

$M_{ed} < M_{el} \Rightarrow ok$

4) Kontroll av skjær

$\tau = \frac{V \cdot S}{I \cdot t_w} = \frac{45131.18 \cdot S}{41500 \cdot 3.6E+06} = 128.82 \text{ N/mm}^2$  (opptredende)

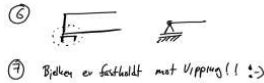
$\tau < \tau_{kap} = 186.3262 \text{ N/mm}^2$  (kapasitet)

$\tau < \tau_{kap} \Rightarrow ok$

5) kontroll nedbøyning av bejelken

$\delta = \frac{q \cdot L^4}{8 E I}$   
 $q_k = p_{kl} + p_{kn} = 15.64 \text{ kN/m}$  (eks lastfaktor)  
 $E = 2.1E+05$   
 $I = 3.6E+06$   
 $L = 4.05$

$\delta = 16.2$   
 $\delta < \frac{L}{250} = 16.2 \Rightarrow ok$



Dim av limtre bejelke GL32c 140x315

1) Egenlast bjelkeleg Pkl	1 kN/m <sup>2</sup>	tot	15.8355 kN	tot/L	3.91 kN/m	Ink lastfaktor	4.692 kN/m
Lastfaktor egenlast	1.2						
Egenlast stålbejelke Pks	0.6 kN/m						
Nyttelast etasjeskiller Pkn	2 kN/m <sup>2</sup>		31.671 kN		7.82 kN/m		11.73 kN/m
Lastfaktor nyttelast	1.5						16.422 kN/m
Spenn i bjelke 1	3.25	1.625 m				qd=	
Spenn i bjelke 2	4.57	2.285 m					
Lastbredde	3.91 m						
Beregningsmessig spennvidde	4.05	15.8355 m <sup>2</sup>					
Lengde stålbejelke	4.2						
Anlegg	0.15						

I henhold til byggforskr datablad 520.222, tabell 21c vil en GL32c (140x315)mm limtredeger være tilstrekkelig for den aktuelle spennvidden. Tabellen tar høyde for disse kriteriene:

Tabell 21 a  
 Kapasitet (kN/m) i brukingsgrensestand for bjelker av konstruksjonstremvirke i fastheteklassen C24, Permanent last og holtelast (egenlast og nyttelast).  
 Klimaklasse 1 og 2 (se 025.222 for korreksjonsfaktorer for klimaklasse 3).  
 Merkn. Kapasiteten skal sammenlignes med dimensjonerende last i brukingsgrensestand, jf. 025.232. Tallene skal sees med fast type viser at hullbrenningskapasitet, U290, er dimensjonerende. Ved bruk av konstruksjonstremvirke i fastheteklassen C18 må kapasitetene i tabellen reduseres ved å multiplisere med faktoren 0.75.

Dimensjon (mm x mm)	Beregningsmessig spennvidde (m)														
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
90 x 135	12.0	8.3	5.7	3.8	1.8	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
90 x 180	16.0	12.8	8.7	5.8	3.7	2.6	1.9	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
90 x 225	20.0	16.0	11.0	7.4	4.7	3.3	2.4	1.8	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
90 x 270	24.0	19.2	12.6	8.7	5.2	3.7	2.8	2.1	1.6	1.3	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
90 x 315	28.0	22.4	14.1	9.7	5.9	4.3	3.3	2.5	1.9	1.5	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
90 x 360	32.0	25.6	15.8	11.0	6.6	4.8	3.7	2.8	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7
90 x 405	36.0	28.8	17.6	12.1	7.3	5.3	4.0	3.1	2.3	1.8	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8
90 x 450	40.0	32.0	19.4	13.3	8.0	5.8	4.4	3.4	2.6	2.0	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9
115 x 180	20.0	16.0	11.0	7.4	4.7	3.3	2.4	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
115 x 225	26.0	20.8	13.7	9.4	5.7	4.1	3.1	2.3	1.8	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6
115 x 270	32.0	25.6	16.4	11.3	6.7	4.8	3.6	2.7	2.0	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8
115 x 315	38.0	30.4	19.1	13.2	7.7	5.5	4.1	3.1	2.3	1.8	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8
115 x 360	44.0	35.2	21.8	15.1	8.7	6.2	4.6	3.4	2.6	2.0	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9
115 x 405	50.0	40.0	24.5	17.0	9.7	6.9	5.1	3.8	2.9	2.1	1.6	1.2	1.1	1.0	0.9
140 x 180	24.0	19.2	12.6	8.7	5.2	3.7	2.8	2.1	1.6	1.3	1.0	0.9	0.7	0.6	0.5
140 x 225	30.0	24.0	15.3	10.5	6.2	4.5	3.4	2.6	2.0	1.5	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8
140 x 270	36.0	28.8	18.0	12.4	7.1	5.1	3.8	2.8	2.1	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
140 x 315	42.0	33.6	20.7	14.3	8.0	5.8	4.4	3.3	2.5	1.9	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8

Vi kan også se i tabellen at en bjelke på (115x315)mm vil være tilstrekkelig for spennvidden. Derfor velger vi å endre fra å bruke en HE-A bjelke til å heller å bruke en limtredeger. En fordel med dette er at i-bjelkene enkelt kan henges på limtredegeren ved bruk av

Dim av limtre bejelke GL32c 140x315  
 Brekke 140 mm  
 Høyde 315 mm

Last bruddgrense dim.

LT1: (1.35x1)+(1.05x2) 3.45 kN/m  
 LT2: (1.2x1)+(1.5x1.2) 3 kN/m

q(ed) = 3.45 kN/m

$M = 7.073578 \text{ kNm}$

$V = 6.98625 \text{ kN}$

Beregning utført i Excel Ark

$\sigma_{ed} = \frac{M}{W} < \sigma_{yk4} \text{ (ok)}$

Tverrsnittets momentmoment

$$W = \frac{b \cdot h^3}{6} = 2315250 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{\text{mid}} = 3.055211 \text{ N/mm}^2$$

(opptredende spenninger pga M i bjelken)

Styken til tverrsnittet

$$\left[ \frac{I_{\text{st}} + I_{\text{mid}}}{I_{\text{mid}}} = k_{\text{mid}} = \frac{I_{\text{st}}}{I_{\text{mid}}} \right]$$

$$k_{\text{mid}} = \text{Hjelpekant og innhengte 2} = 0.80$$

$$f_{\text{td}} = 0.20 = 20\%$$

$$f_{\text{td}} = 0.20$$

$$f_{\text{mid}} = 0.80 \cdot \frac{0.20}{0.20} = 0.80 \text{ (Tilbake den høy)}$$

$$3.055211 < 12.96 \Rightarrow \text{ok}$$

Skjuvkontroll, (ulike akseler)

$$\tau_{\text{sk}} = \frac{V \cdot Q}{I \cdot b} \quad (\text{For Hjelpekant, } 200 \leq 100)$$

$$\tau_{\text{sk}} \leq f_{\text{sk}} = 2.193$$

$$f_{\text{sk}} = 0.89 = 25\%$$

$$f_{\text{sk}} = \frac{f_{\text{sk}}}{k_{\text{mid}}} = \frac{2.193}{0.80} = 2.741 = 5.6\%$$

$$\tau_{\text{sk}} = 0.237628 \text{ N/mm}^2 < 1.6 \Rightarrow \text{ok}$$

Kontroll nedbøying

$$\Delta = \frac{q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot I} \quad \begin{matrix} \text{Bruksgrense:} & \text{Gjennomsnittlige } 28 \cdot 75 \\ \text{Bruksgrense:} & \rightarrow 20 \end{matrix}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 3.65E+08 \text{ mm}^4$$

E-modul til c24

$$11000 \text{ N/mm}^2$$

Beregningsmessig spennvidde

$$4050$$

qd: (1\*1)+(2\*1,2)

$$3.4 \text{ kN/m}$$

(Bruksgrense)

qed

$$3.45 \text{ kN/m}$$

(Bruddgrense)

Opptrædende  
Nedbøying

$$\Delta = 2.969386 \text{ mm}$$

$$2.969386 <$$

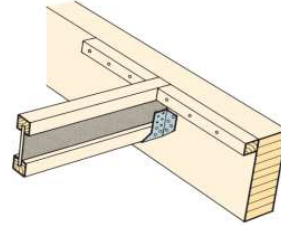
$$16.2 \Rightarrow \text{ok}$$

Knaset til  
Max nedbøying:

$$\frac{L}{250} = 16.2 \text{ mm}$$

stolpesko. Alternativ innfesting ved bruk av stålbjelke ville vært å garpe ut alle l-bjerkene slik at de kunne ligget an på flensen til drageren. Dette er tidkrevende prosess, derfor er det bedre å bruke en limtre drager da dette er tilstrekkelig.

Fig. 41 d  
Gjellelagring av innhengte 80er ved hjelp av hjelpekant og vinkelbeslag



# M Materialliste

## Materialer

Materialer	Produktnavn	Nobb nr	Produsent	Sd verdi	Varmekonduktiv	Brannklasse
Dampsperre/dampbrems	Glava Dampsperre	11339884	Glava	> 80m		20%
<b>Plateprodukter</b>						
Undertak	OSB3 ECO TG2 15mm	22739270	Fraunhofer			
Gips utvendig	GUX 9,5x120x2700	27133248	Norgips	0,078m	0,21 W/mK	A2-s1, d0.
Spongulv bad	22x620x2420 ekstra p5 nf 4s	10910990	Forestia			
Spongulv	22x620x2420 p6 std	10910990	Forestia			
Beslag	Sort vindusbeslag	40261083	Al-tech			
<b>Membran</b>						
Takbelegg	Monarplan FM	52003772	Icopal			
Membranplate	Aquapro light basic	55195083	Duri			Brannklasse E
Membranfolie	Aquapro basic pro		Duri			Brannklasse E
Grunnmurspapp	Tykk 0,25x7m	21000336	Icopal			
<b>Innvendig kledning</b>						
Rupanel	15x120	54230396	Moelven			
Gips	Standard 12,5x120x2500	52102922	Nordgips	0,078m	0,25 W/mK	A2-s1, d0.
Flis	Lombarda, Nero 90x90		Ergon			
<b>Isolasjonsmateriale</b>						
Proff 34 plate	50mm	50673961	Glava		0,034W/(mK)	A1-s1, d0
Proff 34 plate	100mm	50673624	Glava		0,034W/(mK)	A1-s1, d0
Proff 34 plate	150mm	50673632	Glava		0,034W/(mK)	A1-s1, d0
I-bjelkeplate A37 250mm	Proff 34 plate	50673866	Glava		0,034W/(mK)	A1-s1, d0
I-bjelkeplate A37 300mm	Proff 34 plate	50673874	Glava		0,034W/(mK)	A1-s1, d0
<b>Konstruksjonsvirke</b>						
Konstruksjonsvirke	Konstruksjonsvirke	11303682	Moelven			
Furu	23x48	54230241	Moelven			
Furu	36x48	53619334	Moelven			
Furu	48x48	54229344	Moelven			
Furu	48x98	54220422	Moelven			
Furu	48x148	54229594	Moelven			
Lecaplan	250mm		Glava		$\lambda = 0,23$	REI 60/A1-s1,d0
I-bjelke sj60	250mm	46370641	Hunton			
I-bjelke sj60	300mm	25602442	Hunton			
Utvendig kledning	608 DOBBELFALS 60 GR	56661602	Gaustal/Bruvoll			
Utvendig behandling	Industri Drygolin Nordic Extrem	54429673	JOTUN			
Vindu m/ type glass/rute	Toppsving		Nordan		0,65 W/m2K	



# N Kostnadskalkyle

## Brøsetvegen 158

Kalkyle

4/16/2023

Konto	Beskrivelse	Menge	Enhet	BUDSJETT (inkl mva)					
				kr/m² (BRAs)	Sum	kr/m² (BRAs)	Sum	kr/m² (BRAs)	Sum
<b>SALGSINNTEKT</b>				<b>Minimums standard</b>		<b>Min. std. U kjeller</b>		<b>Eksklusiv standard</b>	
<b>Salgsum bolig A</b>				15,275,188.50		10,118,948.40		17,706,188.50	
	Salgsum bolig A	243.10	m²	62,835.00	15,275,188.50	62,835.00	10,118,948.40	72,835.00	17,706,188.50
	Salgsum bolig B	161.04							
	Salgsum bolig C	243.10							
<b>KOSTNADER</b>									
<b>Kjøpskostnader</b>				6,324.56 1,537,500.00		6,324.56 1,537,500.00		6,324.56 1,537,500.00	
	4110 Tomtekost/kjøpesum prosjekt			6,170.30	1,500,000.00	9,314.46	1,500,000.00	6,170.30	1,500,000.00
	4120 Dok. Avgift	2.5	%	154.26	37,500.00	232.86	37,500.00	154.26	37,500.00
	4121 Tinglysingsgebyr panterrett/panteattest			-	-	-	-	-	-
	4121 Tinglysingsgebyr skjøte			-	-	-	-	-	-
	4130 Kjøpsutgifter annet			-	-	-	-	-	-
<b>Diverse</b>				3,364.87 818,000.00		3,364.87 541,878.73		3,364.87 818,000.00	
	4390 Uforuttsett			1,645.41	400,000.00	1,645.41	264,977.38	1,645.41	400,000.00
	4305 Rigg og drift			1,719.46	418,000.00	1,719.46	276,901.36	1,719.46	418,000.00
	Diverse rigg			308.52	75,000.00	308.52	49,683.26	308.52	75,000.00
	Byggegrønde			20.57	5,000.00	20.57	3,312.22	20.57	5,000.00
	Sklisser			185.11	45,000.00	185.11	29,809.95	185.11	45,000.00
	Bygghran			575.89	140,000.00	575.89	92,742.08	575.89	140,000.00
	Aufvalshåndtering			308.52	75,000.00	308.52	49,683.26	308.52	75,000.00
	Leie av rigg/bosted			205.68	50,000.00	205.68	33,122.17	205.68	50,000.00
	Prov. Strøm			61.70	15,000.00	61.70	9,936.65	61.70	15,000.00
	Vask av braker/byggeplasskontor			12.34	3,000.00	12.34	1,987.33	12.34	3,000.00
	Utvask før overlevering			41.14	10,000.00	41.14	6,244.43	41.14	10,000.00
<b>Grunn- og utomhusarbeider</b>				1,131.22 275,000.00		465.72 75,000.00		1,131.22 275,000.00	
	4306 Riving	1.00	RS	-	-	-	-	-	-
	4310 Grunnarbeider + VA + utomhusarbeider	1.00	RS	1,131.22	275,000.00	465.72	75,000.00	1,131.22	275,000.00
<b>Betongarbeider</b>				2,690.65 654,098.00		310.48 50,000.00		2,690.65 654,098.00	
	4320 Betongarbeider - Kjellervegger, radonsperre, båndplate og lecaekke/ringmur	1.00	RS	2,690.65	654,098.00	310.48	50,000.00	2,690.65	654,098.00
<b>Bygningsmessige arbeider</b>				20,813.49 5,059,759.00		21,229.97 3,418,874.29		24,615.22 5,983,959.00	
	4322 Takteking + membran terrasser	1.00	RS	962.57	234,000.00	1,453.06	234,000.00	962.57	234,000.00
	4330 Skydmedis	243.10	m²	-	-	-	-	-	-
	Kontrakt Skydmedis - Appendix 3 (slissede sponplater 1etg)	161.04	m²	13,000.00	3,160,300.00	13,000.00	2,093,520.00	15,000.00	3,646,500.00
	4330 Innvendige gipsarbeider (Vitrum Balticum)	-	m²	-	-	-	-	-	-
	4330 Innvendige arbeider (KN-Bygg AS)	-	m²	-	-	-	-	-	-
	4330 Div. bygningsmessige arbeider Div arbeid og materialer	1.00	RS	822.71	200,000.00	822.71	132,488.69	822.71	200,000.00
	Puss av utvendig betongvegger			-	30,000.00	-	-	123.41	30,000.00
	Støping av fundament for støyskjerm			-	-	-	-	-	-
	Nedløpsrør			-	-	-	-	-	-
	Beslag rundt garasjeporter			-	-	-	-	-	-
	4330 Innvendige trapper + rekkverk	1.00	stk	399.01	97,000.00	602.33	97,000.00	493.62	120,000.00
	4330 Sparking og maling	1.00	RS	1,890.00	459,459.00	1,890.00	304,365.60	1,890.00	459,459.00
	4330 Badetromsoppbygging + flislegging	4.00	stk	1,645.41	400,000.00	1,397.17	225,000.00	2,056.77	500,000.00
	4330 Innvendige dører	14.00	stk	86.38	21,000.00	83.83	13,500.00	115.18	28,000.00
	4330 Parkett	208.00	m²	855.61	208,000.00	894.19	144,000.00	1,713.23	416,000.00
	4330 Stålpeis m/stålpipe	-	stk	-	-	-	-	-	-
	4370 Kjøkken-, vaskeroms- og badetromsinnredning	2.00	stk	1,028.38	250,000.00	1,086.69	175,000.00	1,439.74	350,000.00
<b>Varme- og Sanitæranlegg</b>				1,929.25 469,000.00		1,671.42 269,166.00		2,237.76 544,000.00	
	4340 Rørleggerarbeider								
	Rørleggerarbeider (anlegg + utstyr)	4.00	stk	925.55	225,000.00	913.85	147,166.00	1,234.06	300,000.00
	Varmeanlegg (vannbåren gulvvarme U.etc. + 1etg)	2.00	stk	814.48	198,000.00	614.75	99,000.00	814.48	198,000.00
	Tillegg - ekstra termostater/gulvvarmestyring i U.etc.	2.00	RS	189.22	46,000.00	142.82	23,000.00	189.22	46,000.00
<b>Elektroarbeider</b>				4,041.55 982,500.00		5,169.52 832,500.00		5,378.45 1,307,500.00	
	4350 Elektro inkl belysning og varmekabler	1.00	RS	1,748.25	425,000.00	1,707.65	275,000.00	3,085.15	750,000.00
	Omlagging av luftspenn	1.00	RS	205.68	50,000.00	310.48	50,000.00	205.68	50,000.00
	Solceller montert	43.00	stk	8,500.00	365,500.00	8,500.00	365,500.00	1,503.50	365,500.00
	Batteribank montert	2.00	stk	71,000.00	142,000.00	71,000.00	142,000.00	584.12	142,000.00
<b>Ventilasjonsanlegg</b>				728.03 176,985.00		549.51 88,492.50		728.03 176,985.00	
	4360 Ventilasjonsanlegg	2.00	stk	728.03	176,985.00	549.51	88,492.50	728.03	176,985.00
	Ventilasjonsanlegg	2.00	stk	728.03	176,985.00	549.51	88,492.50	728.03	176,985.00
	Tillegg: Kjøkkenavtrekk med spjeld			-	-	-	-	-	-
	Pristigging			-	-	-	-	-	-
<b>Prosjektering og administrasjon</b>				3,599.34 875,000.00		3,632.64 585,000.00		4,627.73 1,125,000.00	
	4220 Prosjekteringsledelse og administrasjon			-	-	-	-	-	-
	4230 Arkitekt			-	-	-	-	-	-
	4230 Advokat			-	-	-	-	-	-
	4240 Byggefølgesoppfølging			205.68	50,000.00	217.34	35,000.00	205.68	50,000.00
	4250 Oppmålingsarbeider			61.70	15,000.00	62.10	10,000.00	61.70	15,000.00
	4260 RIB			246.81	60,000.00	248.39	40,000.00	246.81	60,000.00
	4260 Konsulenter			-	-	-	-	-	-
	4300 Prosjektledelse			3,085.15	750,000.00	3,104.82	500,000.00	4,113.53	1,000,000.00
<b>Offentlige avgifter</b>				1,234.06 300,000.00		1,862.89 300,000.00		1,234.06 300,000.00	
	6310 Søknads- og byggegebyrer			205.68	50,000.00	310.48	50,000.00	205.68	50,000.00
	6310 Tilknytningsavgift VA			617.03	150,000.00	931.45	150,000.00	617.03	150,000.00
	6310 Tilknytningsavgift El			411.35	100,000.00	620.96	100,000.00	411.35	100,000.00

6310 Annet	-	-	-	-	-	-
<b>Salgskostnader</b>	<b>851.50</b>	<b>207,000.00</b>	<b>1,285.39</b>	<b>207,000.00</b>	<b>851.50</b>	<b>207,000.00</b>
7310 Meglerhonorar 3.00 stk	851.50	207,000.00	1,285.39	207,000.00	851.50	207,000.00
7320 Markedsføring	-	-	-	-	-	-
7320 3D-visualisering	-	-	-	-	-	-
7320 Foto/Bilder	-	-	-	-	-	-
7320 Boligstyling	-	-	-	-	-	-
<b>Finanskostnader</b>	<b>2,387.98</b>	<b>580,517.10</b>	<b>2,533.82</b>	<b>408,045.58</b>	<b>2,711.75</b>	<b>659,227.10</b>
8150 Finanskostnad tomt	-	-	-	-	-	-
8150 Finanskostnad byggeåen	1,914.92	465,517.10	1,819.71	293,045.58	2,238.70	544,227.10
7500 Forsikringer	164.54	40,000.00	248.39	40,000.00	164.54	40,000.00
7510 Garanti	308.52	75,000.00	465.72	75,000.00	308.52	75,000.00
	-	-	-	-	-	-
<b>Byggekost (uten tomt, off avg, salgskost, finanskost)</b>	<b>38,298.40</b>	<b>9,310,342.00</b>	<b>36,394.14</b>	<b>5,860,911.52</b>	<b>44,773.93</b>	<b>10,884,542.00</b>
<b>Prosjektkost uten tomt</b>	<b>42,771.94</b>	<b>10,397,859.10</b>	<b>42,076.24</b>	<b>6,775,957.10</b>	<b>49,571.24</b>	<b>12,050,769.10</b>
<b>Prosjektkost</b>	<b>49,096.50</b>	<b>11,935,359.10</b>	<b>51,623.55</b>	<b>8,313,457.10</b>	<b>55,895.80</b>	<b>13,588,269.10</b>
<b>Salgsinntekter</b>	<b>62,835.00</b>	<b>15,275,188.50</b>	<b>62,835.00</b>	<b>10,118,948.40</b>	<b>72,835.00</b>	<b>17,706,188.50</b>
<b>Prosjektmargin</b>	<b>13,738.50</b>	<b>3,339,829.40</b>	<b>11,211.45</b>	<b>1,805,491.30</b>	<b>16,939.20</b>	<b>4,117,919.40</b>

---

## O Mengdeuttak

### Mengdeuttak

<u>Materiale</u>	<u>Mengde</u>
Betong B30 M60 D16	
Lavkarbon A	37.66 m <sup>3</sup>
Armering	0.75 m <sup>3</sup>
Xps	43.82 m <sup>3</sup>
Puss	1.47 m <sup>3</sup>
Konstruksjonsvirke	11.67 m <sup>3</sup>
Mineralull	77.51 m <sup>3</sup>
Gips	14.63 m <sup>3</sup>
Lecaplank	21.09 m <sup>3</sup>
Våtromsplate	1.91 m <sup>3</sup>
Flis+lim	121.07 m <sup>2</sup>
Parkett	252.00 m <sup>2</sup>
Trinnlydsplate	168.91 m <sup>2</sup>
OSB	0.36 m <sup>3</sup>
Påstøp	1.10 m <sup>3</sup>
Glass	0.90 m <sup>3</sup>
Karm	1.04 m <sup>3</sup>
I-bjelke	350.00 m
Spongulv	210.80 m <sup>2</sup>
Sparkel	1.84 m <sup>3</sup>
Maling	1.84 m <sup>3</sup>
Kledning	5.90 m <sup>3</sup>
Elektro matriell	0 m <sup>2</sup>
Rørinstallasjoner	0 m <sup>2</sup>
Fast inventar	0 m <sup>2</sup>
Ventilasjon	0 m <sup>2</sup>

## Kjeller:

Veggtykkelse	0.426 m			
Utvendig mål	12.3 m	L	8.2 m	B
				2.5 m

Summert lengde	
betongvegg	53.5 m
Summert yttervegg	97.8 m <sup>2</sup>
Veggareal betong	133.8 m <sup>2</sup>
Summert vindusareal	9.7 m <sup>2</sup>
Summert mengde	92.3 m <sup>2</sup>
50mm mineralull vegg	97.8 m <sup>2</sup>
50mm mineralull tak	83.3 m <sup>2</sup>
48*48 vegg	
48*48 tak	
48*98 vegg	5.5 m
48*198 vegg	3.0 m
Gips vegg	291.7 m <sup>2</sup>
Gips tak	166.6 m <sup>2</sup>
Sparkel	374.9 m <sup>2</sup>
Maling	374.9 m <sup>2</sup>

mengde trevirke pr m<sup>2</sup> 0.096 %/m<sup>2</sup>

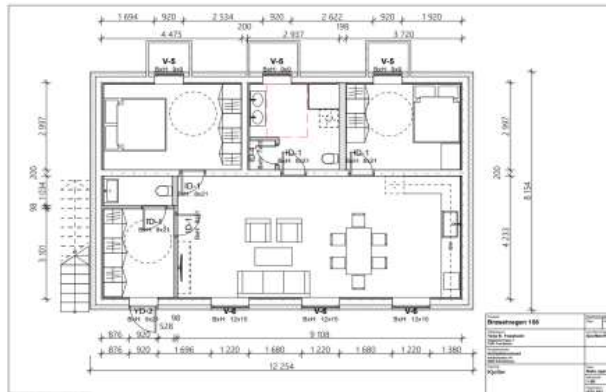
9.4 m<sup>2</sup>  
8.0 m<sup>2</sup>  
13.6 m<sup>2</sup>  
7.5 m<sup>2</sup>

Bad	2.9 m	3 m
Areal gulv	8.7 m <sup>2</sup>	
Areal vegg	28.32 m <sup>2</sup>	

0.7498772 m<sup>3</sup>  
0.7498772 m<sup>3</sup>

## Mengde (volum)

Betongvegg	24.81 m <sup>3</sup>
Betongplate ink	12.85 m <sup>3</sup>
Betong	37.66 m <sup>3</sup>
Xps yttervegg	13.85 m <sup>3</sup>
Xps plate	29.98 m <sup>3</sup>
Xps	43.82 m <sup>3</sup>
Mineralull	9.05 m <sup>3</sup>
Mengde trevirke	1.98 m <sup>3</sup>
Gips	5.73 m <sup>3</sup>
Puss	1.47 m <sup>3</sup>
Våtromsplate	0.4 m <sup>3</sup>
Flis+lim	28.3 m <sup>3</sup>
Parkett	83.3 m <sup>3</sup>
Påstøp	0.35 m <sup>3</sup>



## 1. Etasje:

Veggtykkelse	0.490 m			
Utvendig	12.4 m	L	8.3 B	2.6 H
Kledning	268.1 m <sup>2</sup>			
	5.9 m <sup>3</sup>			

Summert yttervegg	101.8
Summert vindusareal	24.2 m <sup>2</sup>
Summert yttervegg	77.6 m <sup>2</sup>
50mm mineralull vegg	77.5 m <sup>2</sup>
50mm mineralull tak	84.4 m <sup>2</sup>
100mm mineralull veg	77.5 m <sup>2</sup>
150mm mineralull veg	77.5 m <sup>2</sup>
150mm innervegg	19.19 m
200mm innervegg	3.1 m
Gips vegg	
Gips tak to lag	
Sparkel	260.6 m <sup>2</sup>
Maling	260.6 m <sup>2</sup>

mengde trevirke pr m<sup>2</sup> 0.096 %/m<sup>2</sup>

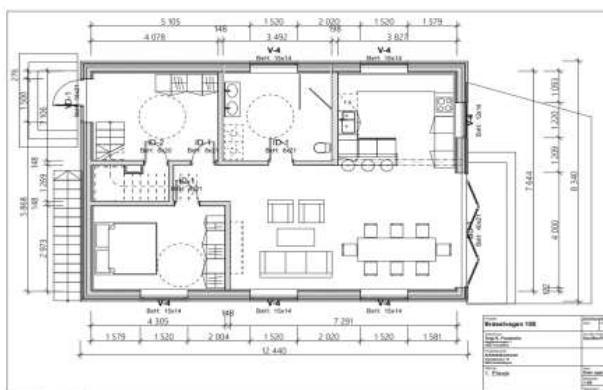
49.3 m <sup>2</sup>
8.0 m <sup>2</sup>
176.3 m <sup>2</sup>
168.7 m <sup>2</sup>
0.5 m <sup>3</sup>
0.5 m <sup>3</sup>

## Mengde (volum)

50mm mineralull	7.3 m <sup>3</sup>
100mm mineralull	7.7 m <sup>3</sup>
150mm mineralull	17.2 m <sup>3</sup>
200mm mineralull	1.4 m <sup>3</sup>
	33.7 m <sup>3</sup>

23*48	- m <sup>3</sup>
48*48	- m <sup>3</sup>
48*98	- m <sup>3</sup>
48*148	- m <sup>3</sup>
48*198	- m <sup>3</sup>
Rupanel	0.57
Mengde trevirke	0.57 m <sup>3</sup>
Gips	4.31 m <sup>3</sup>
Lecaplank	21.1 m <sup>3</sup>
Våtromsplate	0.7 m <sup>3</sup>
Flis+lim	42.5 m <sup>2</sup>
Parkett	84.4 m <sup>2</sup>
Trinnlydsplate	1.3 m <sup>3</sup>
Påstøp	0.43 m <sup>3</sup>

Bad	3.49 m	3.1 m
Areal gulv	10.819 m <sup>2</sup>	
Areal vegg	31.632 m <sup>2</sup>	



## 2. Etasje:

Veggtykkelse 0.490 m  
 Utvendig 12.4 m L 8.3 B 2.6 H

Summert yttervegg 101.8  
 Summert vindusareal 22.1 m<sup>2</sup>  
 Summert yttervegg 79.7 m<sup>2</sup>  
 50mm mineralull vegg 79.6 m<sup>2</sup>  
 50mm mineralull tak 84.4 m<sup>2</sup>  
 100mm mineralull veg 79.6 m<sup>2</sup>  
 150mm mineralull veg 79.6 m<sup>2</sup>  
 150mm innervegg 23.0 m  
 200mm yttervegg 3.1 m  
 Gips vegg 198.2 m<sup>2</sup>  
 Gips tak to lag 168.7 m<sup>2</sup>  
 Sparkel 282.5 m<sup>2</sup>  
 Maling 282.5 m<sup>2</sup>

mengde trevirke pr m<sup>2</sup> 0.096 %/m<sup>2</sup>

59.2 m<sup>2</sup>  
 8.0 m<sup>2</sup>  
 198.2 m<sup>2</sup>  
 168.7 m<sup>2</sup>  
 0.6 m<sup>3</sup>  
 0.6 m<sup>3</sup>

### Mengde (volum)

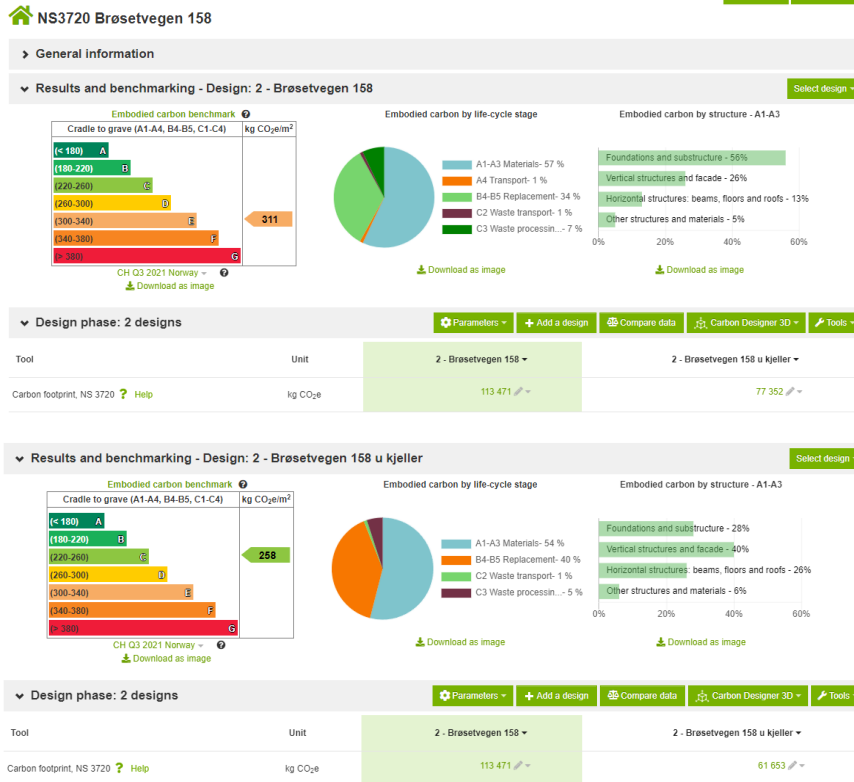
50mm mineralull 7.4 m<sup>3</sup>  
 100mm mineralull 8.0 m<sup>3</sup>  
 150mm mineralull 18.8 m<sup>3</sup>  
 200mm mineralull 0.6 m<sup>3</sup>  
 34.8 m<sup>3</sup>

23\*48 - m<sup>3</sup>  
 48\*48 - m<sup>3</sup>  
 48\*98 - m<sup>3</sup>  
 48\*148 - m<sup>3</sup>  
 48\*198 - m<sup>3</sup>  
 Rupanel 0.76 m<sup>3</sup>  
 Mengde trevirke 0.76 m<sup>3</sup>  
 Gips 4.59 m<sup>3</sup>  
 I-bjelke 2.4 m<sup>3</sup>  
 Våtromsplate 0.8 m<sup>3</sup>  
 Flis+lim 50.3 m<sup>2</sup>  
 Parkett 84.4 m<sup>2</sup>  
 Trinnlyd 84.4 m<sup>2</sup>  
 Pæstøp 0.32 m<sup>3</sup>

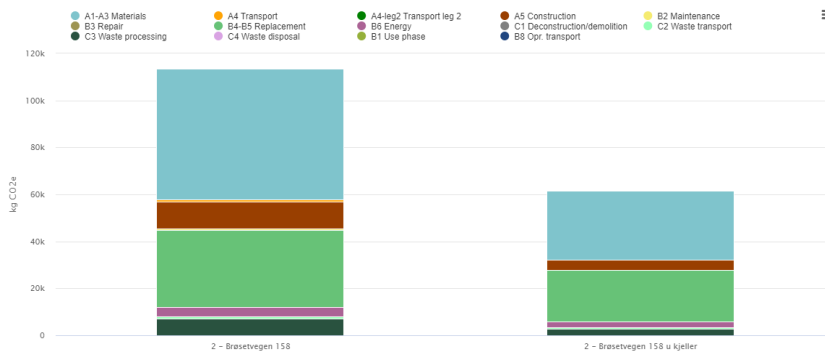
Bad 1.3 m 3.1 m  
 Areal gulv 8.06 m<sup>2</sup>  
 Areal vegg 42.24 m<sup>2</sup>



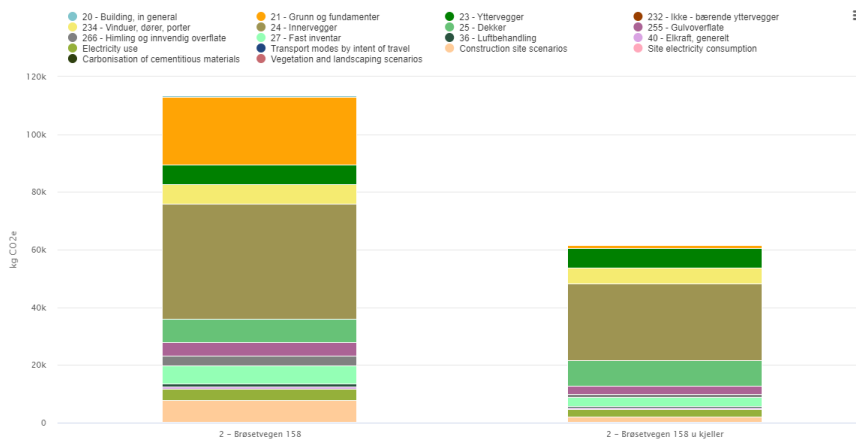
# P LCA beregninger



Carbon footprint, NS 3720 - Global warming potential (incl. +A2), kg CO<sub>2</sub>e - Life-cycle stages

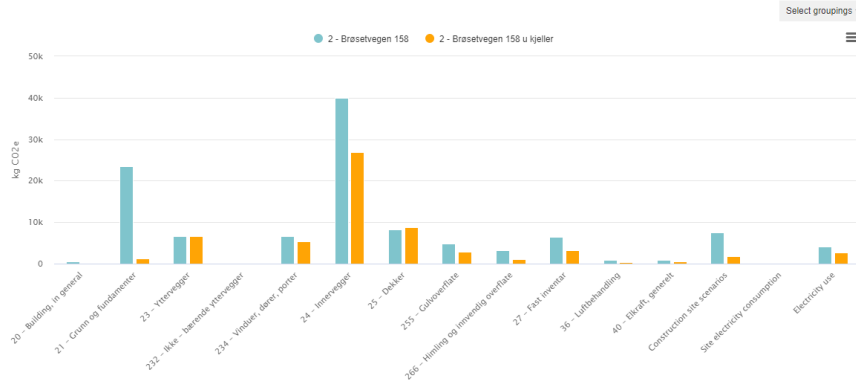


Carbon footprint, NS 3720 - Global warming potential (incl. +A2), kg CO<sub>2</sub>e - Elements

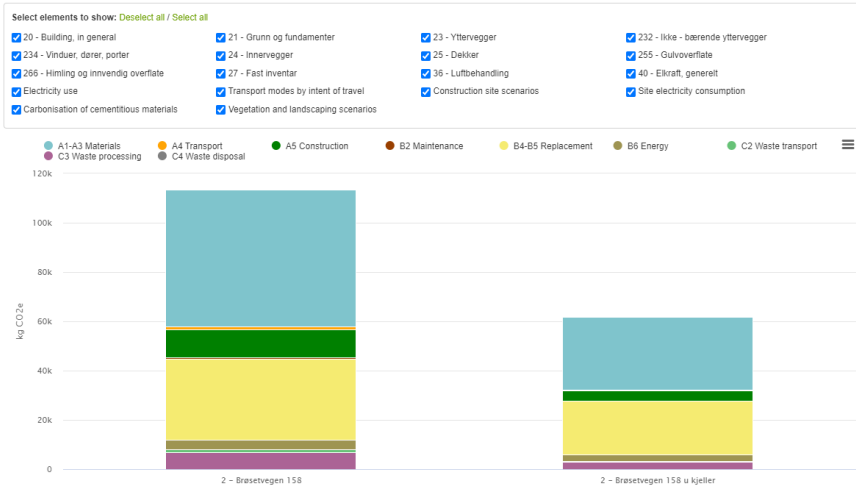




Carbon footprint, NS 3720 - Global warming potential (incl. +A2), kg CO<sub>2</sub>e - Compare elements



Carbon footprint, NS 3720 - Global warming potential (incl. +A2), kg CO<sub>2</sub>e - Elements and life-cycle stages



## Q Passivhus evaluering med kjeller



### SIMIEN

#### Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:29 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Resultater av evalueringen		Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013		
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller kravet for varmetapstall	
Energitytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energitytelse	
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter	
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013	
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller alle krav til passivhus	

Varmetapsbudsjett		Verdi
Beskrivelse		
Varmetapstall yttervegger		0,12
Varmetapstall tak		0,02
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri		0,06
Varmetapstall glass/vinduer/dører		0,13
Varmetapstall kuldebroer		0,03
Varmetapstall infiltrasjon		0,00
Totalt varmetapstall		0,36
Krav varmetapstall		0,48

Energitytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	17,6 kWh/m <sup>2</sup>	17,8 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	25,0 kWh/m <sup>2</sup>	67,6 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,66	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,01	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:29 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

Energibudsjett (NS 3700)			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	7804 kWh	32,1 kWh/m <sup>2</sup>	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	
2 Varmtvann (tappevann)	7252 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>	
3a Vifter	1066 kWh	4,4 kWh/m <sup>2</sup>	
3b Pumper	342 kWh	1,4 kWh/m <sup>2</sup>	
4 Belysning	2772 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>	
5 Teknisk utstyr	4264 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	23500 kWh	96,5 kWh/m <sup>2</sup>	
Lvert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	4555 kWh	18,7 kWh/m <sup>2</sup>	
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	1139 kWh	4,7 kWh/m <sup>2</sup>	
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	20083 kWh	82,5 kWh/m <sup>2</sup>	

Lvert energi til bygningen (NS 3700)			
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi	
1a Direkte el.	8444 kWh	34,7 kWh/m <sup>2</sup>	
1b El. til varmepumpesystem	1613 kWh	6,6 kWh/m <sup>2</sup>	
1c El. til solfangersystem	13 kWh	0,1 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	8094 kWh	33,3 kWh/m <sup>2</sup>	
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	
7. Solstrøm til egenbruk	-3982 kWh	-16,4 kWh/m <sup>2</sup>	
Totalt lvert energi, sum 1-7	14182 kWh	58,3 kWh/m <sup>2</sup>	
Solstrøm til eksport	-10879 kWh	-44,7 kWh/m <sup>2</sup>	
Netto lvert energi	3302 kWh	13,6 kWh/m <sup>2</sup>	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:29 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	286	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	100	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	166	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	46	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	243	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	600	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,66	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	19,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	57	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,01	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:29 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,20	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,84	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
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)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,82/1,00/1,00/0,36	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:29 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

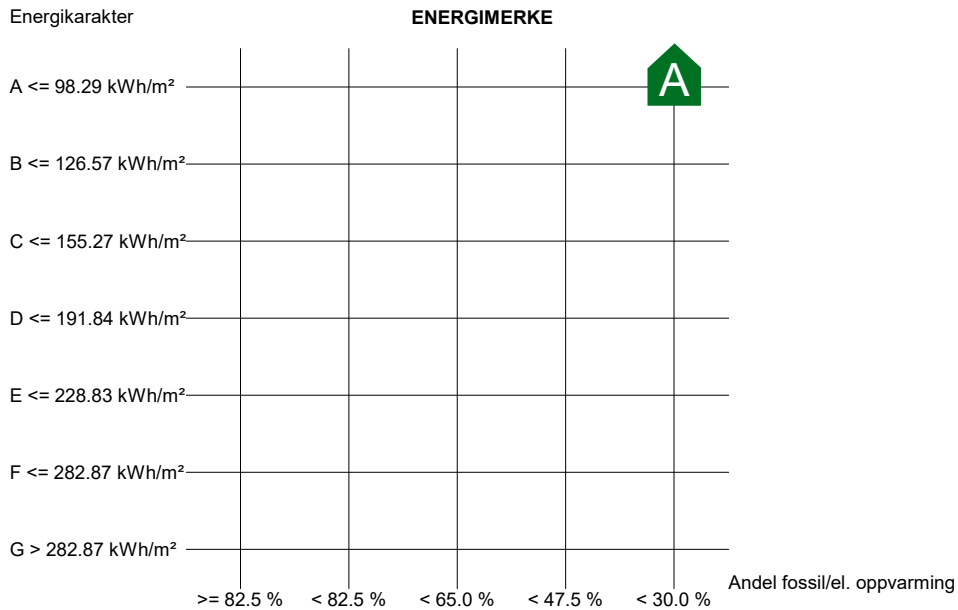
Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	LG
Kommentar	



# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;



Beregnet levert energi normalisert klima: 57.33 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 20.8 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	57 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	58 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	6140 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	7814 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	13954 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	286	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	100	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	166	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	46	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	243	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	600	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,66	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	19,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	57	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,01	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	





# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,20	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,94	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
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)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,80/1,00/1,00/0,36	



# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_PassivhusGodkjent.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	LG
Kommentar	

## R Passivhus evaluering uten kjeller



### SIMIEN

#### Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:30 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Resultater av evalueringen		Beskrivelse
Evaluering mot NS 3700:2013		
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller kravet for varmetapstall	
Energitytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energitytelse	
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter	
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013	
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller alle krav til passivhus	

Varmetapsbudsjett		Verdi
Beskrivelse		
Varmetapstall yttervegger		0,14
Varmetapstall tak		0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri		0,04
Varmetapstall glass/vinduer/dører		0,19
Varmetapstall kuldebroer		0,03
Varmetapstall infiltrasjon		0,00
Totalt varmetapstall		0,44
Krav varmetapstall		0,48

Energitytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	21,6 kWh/m <sup>2</sup>	22,8 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk el./fossile energibærere	27,0 kWh/m <sup>2</sup>	72,4 kWh/m <sup>2</sup>

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,66	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,05	0,60



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:30 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

### Passivhusstandarden og byggeforskrifter

Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK). Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetninger. Krav til byggeforskrifter må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

Energibudsjett (NS 3700)			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	6798 kWh	42,1 kWh/m <sup>2</sup>	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	
2 Varmtvann (tappevann)	4808 kWh	29,8 kWh/m <sup>2</sup>	
3a Vifter	884 kWh	5,5 kWh/m <sup>2</sup>	
3b Pumper	162 kWh	1,0 kWh/m <sup>2</sup>	
4 Belysning	1838 kWh	11,4 kWh/m <sup>2</sup>	
5 Teknisk utstyr	2827 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	17317 kWh	107,3 kWh/m <sup>2</sup>	
Lvert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	4299 kWh	26,6 kWh/m <sup>2</sup>	
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	1075 kWh	6,7 kWh/m <sup>2</sup>	
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	14092 kWh	87,3 kWh/m <sup>2</sup>	

Lvert energi til bygningen (NS 3700)			
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi	
1a Direkte el.	5711 kWh	35,4 kWh/m <sup>2</sup>	
1b El. til varmepumpesystem	1465 kWh	9,1 kWh/m <sup>2</sup>	
1c El. til solfangersystem	9 kWh	0,1 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	5305 kWh	32,9 kWh/m <sup>2</sup>	
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	
7. Solstrøm til egenbruk	-2825 kWh	-17,5 kWh/m <sup>2</sup>	
Totalt lvert energi, sum 1-7	9665 kWh	59,9 kWh/m <sup>2</sup>	
Solstrøm til eksport	-12036 kWh	-74,6 kWh/m <sup>2</sup>	
Netto lvert energi	-2371 kWh	-14,7 kWh/m <sup>2</sup>	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:30 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3700:2013	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3700:2013 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	220	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	100	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	83	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	46	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	161	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	384	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,66	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	28,8	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	50	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,05	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:30 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

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> ]	1,50	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,05	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
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)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,82/1,00/1,00/0,36	



# SIMIEN

## Evaluering passivhus

Simuleringsnavn: Passivhusevaluering  
Tid/dato simulering: 12:30 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

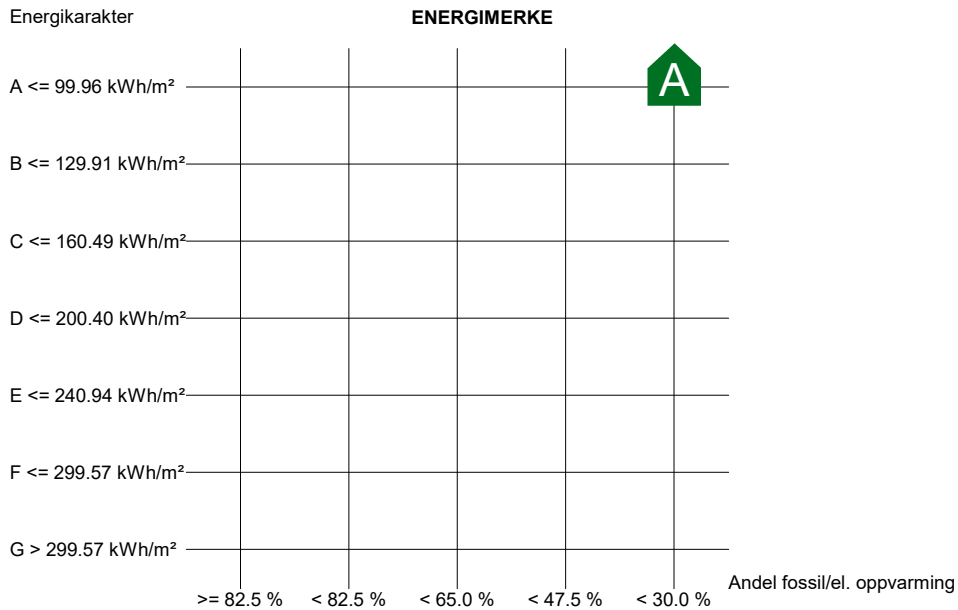
Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	LG
Kommentar	



# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;



Beregnet levert energi normalisert klima: 59.10 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 21.3 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	59 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	60 kWh/m <sup>2</sup>





# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	4386 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	5153 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	9539 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	220	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	100	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	83	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	46	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	161	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	384	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,10	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,66	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	28,8	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	50	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,05	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

### 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> ]	1,50	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,13	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
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)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	16,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	16,0	
Driftstid utstyr (timer)	16,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,80/1,00/1,00/0,36	



# SIMIEN

## Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:28 16/5-2023  
Programversjon: 6.015  
Simuleringsansvarlig: LG  
Firma: NTNU  
Inndatafil: M:\Brøsetvegen 158\Simien\Brøsetvegen Bolig\_Passivhus u kjeller.smi  
Prosjekt: Bygg A  
Sone: Bygg A;

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	LG
Kommentar	

---

# S Brannkonsept Brøsetvegen 160

Beregnet til  
**Kunde, SØK**

Dokument type  
**Rapport**

Dato  
**25.02.2019**

Revisjon  
**0**

Oppdragsnummer:  
**1350033278**

## **BRØSETVEGEN 160** **BRANNKONSEPT**

**RAMBOLL**

---

**BRØSETVEGEN 160**  
**BRANNKONSEPT**

Revisjon	<b>0</b>
Dato	<b>25.02.2018</b>
Utført av	<b>Sindre Daae Torsteinsen</b>
Kontrollert av	<b>Magne Aas</b>
Godkjent av	<b>Magne Aas</b>
Beskrivelse	<b>Brannkonsept</b>
Oppdragsnr.	<b>1350033278</b>
Oppdragsgiver	<b>Kencha Utvikling AS v/Johnny Sørgård</b>

Ref. O:\T10\1350033278 - BRØSETVEGEN 160\7-PRODUKSJON\BRØSETVEGEN 160 -  
BRANNKONSEPT.DOCX

Rambøll  
[www.ramboll.no](http://www.ramboll.no)

### SAMMENDRAG

Rambøll Norge AS er engasjert av Kencha Utvikling AS v/Johnny Sørgård for å utarbeide et brannkonsept for Brøsetvegen 160 (gnr/bnr.: 54/38) i Trondheim. Tiltaket omfatter oppføring av en ny horisontaldelt tomannsbolig med to tellende etasjer og ombygging/påbygg til en eksisterende enebolig med to tellende etasjer. Eksisterende bolig vil som følge av tiltaket få fire tellende etasjer og tre boenheter. Byggene skal ha felles utvendig trappeløp for atkomst/rømning for boenheter i 2. etasje.

Denne rapporten angir overordnede krav, forutsetninger og minimumsytelser til konstruksjoner, bygningsdeler og installasjoner for at funksjonskravene i Byggteknisk forskrift (TEK17) til Plan- og bygningsloven skal tilfredsstilles. Ytelsene er i henhold til Veiledning i teknisk forskrift (VTEK).

Hovedpunkter i brannstrategien er som følger:

- Ny tomannsbolig plasseres i risikoklasse 4 (RKL 4) og brannklasse 1 (BKL 1).
- Leilighetsbygget med fire tellende etasjer plasseres i RKL 4 og BKL 2.
- De to byggene regnes brannteknisk som ett byggverk.
- Alle boenheter i begge bygg skal ha felles seriekoblede røykvarslere, evt. et enkelt brannalarmanlegg som omfatter alle boenheter.
- Det skal monteres rømningsstige m/ryggbøyle for å ivareta rømning fra to oppholdsrom på loft i leilighetsbygget.
- Flere vinduer og dører i begge bygg utføres med brannmotstand. Se vedlagte branntegninger.
- Tiltaket prosjekteres med fravik til redusert brannmotstand på enkelte vinduer og dør og bod som vender mot utvendig rømningstrapp. Se fraviksvurdering i kapittel 4.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Identifisering av tiltaket	5
1.2	Ansvarsoppgave i henhold til Byggesaksforskriften (SAK 10)	6
1.3	Gjeldende regelverk	6
1.4	Dokumentasjonsform	6
<b>2.</b>	<b>Grunnlag og forutsetninger for brannteknisk prosjektering</b>	<b>7</b>
2.1	Grunnlagsdokumentasjon	7
2.2	Forutsetninger for byggeobjektet og virksomheten i bygget	7
2.3	Forutsetninger for beredskap	8
2.4	§ 11-2 Risikoklasse og § 11-3 Brannklasse	9
<b>3.</b>	<b>Beskrivelse av branntekniske ytelseskrav</b>	<b>10</b>
3.1	§ 11-4 Bæreevne og stabilitet	10
3.2	§ 11-5 Sikkerhet ved eksplosjon	11
3.3	§ 11-6 Tiltak mot brannspredning mellom byggverk	11
3.4	§ 11-7 Brannseksjoner	12
3.5	§ 11-8 Brannceller	13
3.6	§ 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann	15
3.7	§ 11-10 Tekniske installasjoner	16
3.8	§ 11-11 Generelle krav om rømning og redning	18
3.9	§ 11-12 Tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider	18
3.10	§ 11-13 Utgang fra branncelle	19
3.11	§ 11-14 Rømningsveier	20
3.12	§ 11-15 Tilrettelegging for redning av husdyr	20
3.13	§ 11-16 Tilrettelegging for manuell slokking	21
3.14	§ 11-17 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap	21
<b>4.</b>	<b>Fravik fra ytelsesnivå angitt i VTEK</b>	<b>23</b>
4.1	Fravik 1	23

## VEDLEGG

Branntegninger utarbeidet av Rambøll AS.

## FORKORTELSER SOM ER BENYTTET

ARK	Ansvarlig prosjekterende Arkitekt
LARK	Ansvarlig prosjekterende Landskapsarkitekt
RIB	Ansvarlig prosjekterende Byggeteknikk
RIBR	Ansvarlig prosjekterende Brannteknikk
RIE	Ansvarlig prosjekterende Elektrotekniske fag
RIV	Ansvarlig prosjekterende VVS-tekniske fag
RVA	Ansvarlig prosjekterende utvendige Vann og Avløpsanlegg

FOBTOT	Forskrift om brannforebygging
SAK	Byggesaksforskriften 2010
TEK	Teknisk forskrift 2017
VTEK	Veiledning til TEK17

RKL	Risikoklasse
BKL	Brannklasse
BTA	Bruttoareal

## 1. INNLEDNING

Rambøll Norge AS er engasjert av Kencha Utvikling AS v/Johnny Sørgård for å utarbeide et brannkonsept for Brøsetvegen 160 (gnr/bnr.: 54/38) i Trondheim. Tiltaket omfatter oppføring av en ny horisontaldelt tomannsbolig med to tellende etasjer og ombygging/påbygg til en eksisterende enebolig med to tellende etasjer. Eksisterende bolig vil som følge av tiltaket få fire tellende etasjer. Byggene skal ha felles utvendig trappeløp. Dette brannkonseptet er utarbeidet av Magne Aas. Kontroll er gjennomført av Sindre Daae Torsteinsen. Kontroll er dokumentert ved sjekklister og kontrollkopi. Rambøll Norges kvalitetssystem er sertifisert etter NS-EN ISO 9001 og NS-EN 14001.

Rambøll Norge søker ansvarsrett i tiltaksklasse 3 i forbindelse med tiltaket.

Brannkonseptet danner grunnlag for detaljprosjektering. For at tiltaket skal oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot brann, må ansvarlig prosjekterende for alle fag ivareta de ytelseskrav som er angitt. RIFs veileder ansvar for planlegging av brannsikkerhet - grensesnitt og ytelser fra 2013 legges til grunn.

### 1.1 Identifisering av tiltaket

Oppdragsgiver: **Kencha utvikling v/Johnny Sørgård**

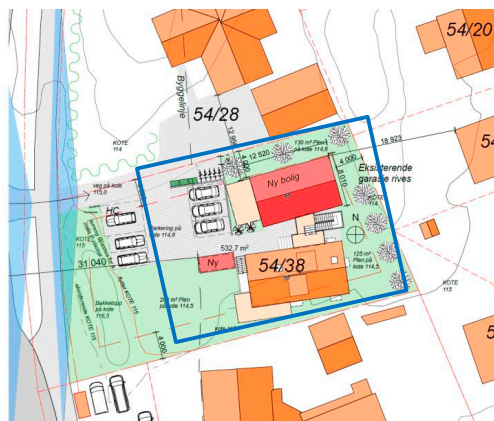
Prosjektnavn: **Brøsetvegen 160**

Adresse: **Brøsetvegen 160, 7069 Trondheim**

Gårds- og bruksnummer: **54/38**

Beskrivelse av tiltaket: **Påbygg, nybygg**

Særskilt brannobjekt: **Mest sannsynlig ikke, avgjøres av Trondheim kommune**



Figur 1 - Situasjonsplan



## 1.2 Ansvarsoppgave i henhold til Byggesaksforskriften (SAK 10)

Tiltakshaver: **Kencha Utvikling AS**

Ansvarlig søker (SØK): **Voll arkitekter AS**

Rambølls kunde: **Kencha Utvikling AS**

Brannteknisk prosjekterende (PRO RIBR): **Rambøll Norge AS**

Tiltaksklasse for brannteknisk prosjektering: **Tiltaksklasse 3\***

\*) Tiltaksklasse 3 medfører krav til uavhengig kontroll av brannprosjekteringen.

## 1.3 Gjeldende regelverk

De branntekniske forhold reguleres av Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) av 1. juli 2009 nr. 71 med endringer. Videre fastlegges brannsikkerhetsnivået av Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver av 14. juni 2002. Funksjonskrav til sikringsnivå stilles i Byggeteknisk forskrift 2017 (TEK17).

Det er Plan- og bygningslovens § 31-2 som er hjemmelsgrunnlaget for endringer av eksisterende bygg. Kravet der er at nye konstruksjoner og løsninger skal tilfredsstillе samme krav som for nybygg, mens at eksisterende uberørt del ikke skal komme ytterligere i strid med regelverket enn det eventuelt allerede er.

Veiledning til Byggeteknisk forskrift (VTEK) oppdateres jevnlig. I forbindelse med dette prosjektet er veiledning lastet ned fra [www.dibk.no](http://www.dibk.no) den 18.02.2019 lagt til grunn.

## 1.4 Dokumentasjonsform

De branntekniske ytelseskrav er dokumentert i henhold til preaksepterte ytelser angitt i VTEK. Det prosjekteres med fravik til redusert brannmotstand på enkelte vinduer og dør og bod som vender mot utvendig rømningstrapp. Se fraviksvurdering i kapittel 4.

## 2. GRUNNLAG OG FORUTSETNINGER FOR BRANNTEKNISK PROSJEKTERING

### 2.1 Grunnlagsdokumentasjon

#### 2.1.1 Tegninger/dokument fra oppdragsgiver

Følgende dokumenter ligger til grunn for prosjekteringen:

Dokument	Utarbeidet av	Datert
A10-01 Situasjonsplan	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A20-00 Plan kjeller	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A20-01 Plan 1	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A20-02 Plan 2	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A20-03 Plan Loft	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A30-01 Snitt tomannsbolig	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A40-01 Fasader tomannsbolig	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A40-02 Fasader eksisterende bolig	Voll arkitekter AS	31.01.2019
A40-03 Fasader vest og øst	Voll arkitekter AS	31.01.2019

### 2.2 Forutsetninger for byggeobjektet og virksomheten i bygget

#### 2.2.1 Areal og Virksomhet

Leilighetsbygg med fire tellende etasjer:			
Etasje	Areal (BTA)	Virksomhet	Tellende etasje
Kjeller	Ca. 105 m <sup>2</sup>	Boenhet	Ja
1. etasje	Ca. 105 m <sup>2</sup>	Boenhet	Ja
2. etasje	Ca. 105 m <sup>2</sup>	Boenhet over to plan	Ja
Loft	Ca. 105 m <sup>2</sup>	Boenhet over to plan	Ja

Tommansbolig:			
Etasje	Areal (BTA)	Virksomhet	Tellende etasje
1. etasje	Ca. 90 m <sup>2</sup>	Boenhet	Ja
2. etasje	Ca. 90 m <sup>2</sup>	Boenhet	Ja

Den horisontaldelte tomannsboligen har to tellende etasjer. Leilighetsbygget har fire tellende etasjer som følger av boenheter i alle etasjer.

Mønehøyden på tomannsboligen er < 9,0 m. Gesimshøyde på vegg til leilighetsbygget som vender mot tomannsboligen er < 9,0 m. Mønehøyden på leilighetsbygget er målt til å være ca. 9,9 m målt fra gjennomsnittlig terrenghøyde og til møne, men leilighetsbygget anses likevel for å være et lavt byggverk som følger av at gesimshøyden mot tomannsboligen er < 9,0 m. Byggene tilhører samme bruksenhet og forholdet har dermed ikke vesentlig betydning.

#### 2.2.2 Personbelastning

Forventet maksimal personbelastning i bygget vurderes å være så lav at det ikke er behov for tiltak utover minimumsbredde i VTEK § 11-13.

#### 2.2.3 Brannenergi

NBI-Blad 321.051 Brannenergi i bygninger angir statistisk verdi for spesifikk variabel (mobil) brannenergi omregnet til brannenergi pr. omhyllingsflate er i denne typen bygg 50-400 MJ/ m<sup>2</sup>.

#### 2.2.4 Lagring og håndtering av brann- og eksplosjonsfarlig vare

Det er ikke kjent at det skal oppbevares brann- og eksplosjonsfarlige varer i bygget. Dersom virksomheten skal omfatte oppbevaring og håndtering av brann- og eksplosjonsfarlig vare i henhold til Brannvernloven, skal eier sørge for at det utarbeides egen risikoanalyse iht. krav i medhold av loven.

### 2.3 Forutsetninger for beredskap

#### 2.3.1 Brannvesenets beredskap og innsatstid

Innsatstid for brannvesenet er generelt beskrevet i Dimensjoneringsforskriften.

Bygget ligger på Strinda, sentralt i Trondheim. Trøndelag brann- og redningstjeneste er godt utstyrt for rednings- og sløkkearbeid og har en forventet innsatstid på under 10 minutter.

#### 2.4 § 11-2 Risikoklasse og § 11-3 Brannklasse

Det er risikoen for skade på liv og helse som legges til grunn når byggverk deles inn i risikoklasser. Risikoklassen bestemmes ut fra den virksomheten byggverket er planlagt for og de forutsetningene menneskene i byggverket har for å bringe seg selv i sikkerhet ved brann.

Brannklasse bestemmes ut fra hvilken konsekvens en brann i byggverket kan få. Konsekvensen er avhengig av bruken av bygningen (risikoklasse), størrelse og planløsning. Underliggende etasje må ifølge tekniske forskrift ha brannklasse minst som overliggende etasje.

Leilighetsbygg med fire tellende etasjer:			
Etasje	Virksomhet	Risikoklasse	Brannklasse
Kjeller	Boenhet	4	2
1. etasje	Boenhet	4	2
2. etasje	Boenhet over to plan	4	2
Loft	Boenhet over to plan	4	2

Tomannsbolig:			
Etasje	Virksomhet	Risikoklasse	Brannklasse
1. etasje	Boenhet	4	1
2. etasje	Boenhet	4	1

### 3. BESKRIVELSE AV BRANNTEKNISKE YTELSESKRAV

For at tiltaket skal oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot brann, må ansvarlig prosjekterende for alle fag ivareta de ytelseskrav som er angitt i dette kapitlet i sin detaljprosjektering.

Ytelseskravene er basert på forutsetninger og begrensninger fastlagt i kapittel 2. Paragrafhenvisninger i dette konseptnotatet referer til veiledning til teknisk forskrift (VTEK).

Dersom forutsetninger endres underveis i prosjektet, kan det påvirke kravet til brannsikkerhetsnivå, slik at angitte ytelseskrav ikke lenger gir tilfredsstillende sikkerhet.

Endringer av forutsetninger eller endringer i prosjektet som berører brannkonseptet, skal ifølge Forskrift om saksbehandling meldes av Ansvarlig søker (SØK). Ansvarlig brannprosjekterende skal på bakgrunn av slike endringer revidere brannkonseptet.

Ytelseskrav angitt i dette kapitlet ledsages av branntekniske tegninger utarbeidet av RIBR.

#### 3.1 § 11-4 Bæreevne og stabilitet

Bygninger skal prosjekteres og utføres slik at bygningene som helhet og hver enkelt del har tilfredsstillende sikkerhet med hensyn til bæreevne og stabilitet ved brann.

I tabell nedenfor er preaksepterte ytelser som oppfyller forskriftens funksjonskrav redegjort for. Dokumentasjon og beregning av bæreevne ved brann skal utføres av RIB. Brannmotstand må dokumenteres for alle konstruksjonselementer. Dette ansvaret kan ikke overlates til utførende.

Underliggende konstruksjoner skal ha minst samme brannmotstand som overliggende konstruksjoner.

Branntekniske ytelseskrav leilighetsbygg med fire tellende etasjer		Ansvar
Bærende hovedsystem leilighetsbygg	R 60 [B 60]	RIB
Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere og takkonstruksjoner som ikke er del av hovedbæresystem eller stabiliserende	R 60 [B 60]*	
Utvendig felles trappeløp med tomannsboligen	R 30 [B 30] evt. A2-s1,d0	
Balkonger og utkragede bygningsdeler, svalganger o.l. må ha forsvarlig innfesting for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slökkemannskapene og deres materiell under førsteinnsatsen. Tyngre bygningsdeler, som for eksempel balkonger, må forankres i byggverkets hovedbæresystem.		

Branntekniske ytelseskrav – tomannsbolig		Ansvar
Bærende hovedsystem leilighetsbygg	R 30 [B 30]	RIB
Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere og takkonstruksjoner som ikke er del av hovedbæresystem eller stabiliserende	R 30 [B 30] *	
Utvendig felles trappeløp med leilighetsbygget.	R 30 [B 30] evt. A2-s1,d0	
Balkonger og utkragede bygningsdeler, svalganger o.l. må ha forsvarlig innfesting for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slökkemannskapene og deres materiell under førsteinnsatsen. Tyngre bygningsdeler, som for eksempel balkonger, må forankres i byggverkets hovedbæresystem.		

\*) Søylar, bjelker og andre bærende konstruksjoner som er bærende for balkonger som er utført som flammeskjerm i begge bygg skal være utført med brannmotstand minimum REI 30 [B 30]. Det aksepteres redusert brannmotstand for bæresystem for flammeskjerm (balkong) i leilighetsbygget hvor kravet i utgangspunktet er REI 60 [B 60], se kapittel 3.5.1.

### 3.2 § 11-5 Sikkerhet ved eksplosjon

Det er ikke kjent at det skal oppbevares brann- og eksplosjonsfarlige varer i bygget. Dette må evt. skje i henhold til *Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff* samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen.

### 3.3 § 11-6 Tiltak mot brannspredning mellom byggverk

Faren for spredning av brann fra en bygning til en annen er normalt til stede når avstanden mellom bygningene er mindre enn 8,0 m. Brannspredning mellom byggverk skal forebygges slik at sikkerheten for personer og husdyr ivaretas og brann ikke kan føre til urimelige store økonomiske tap eller samfunnsmessige konsekvenser.

Mellom lave byggverk skal det være minimum 8,0 m innbyrdes avstand, med mindre det er truffet tiltak for å hindre spredning av brann mellom byggverkene i løpet av den tiden som kreves for rømning og redning i det andre byggverket. Bestemmelsen kommer ikke til anvendelse for lave byggverk som samlet utgjør én bruksenhet. Med lave byggverk menes byggverk med gesims- eller mønehøyde inntil 9,0 meter. Gesims- eller mønehøyde måles på vegg som vender mot nabobyggverk.

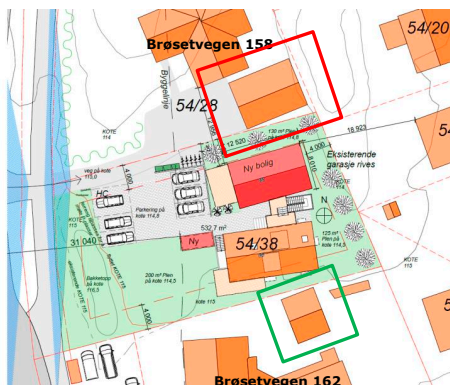
Når lave byggverk oppføres med mindre avstand enn 8,0 m, skal byggverkene samlede bruttoareal begrenses slik at en brann ikke gir urimelig store økonomiske tap, med mindre det er iverksatt andre tiltak som forebygger slike tap.

Avstanden mellom lave byggverk kan være mindre enn 8,0 m når byggverkene er skilt med branncellebegrensende bygningsdel eller bygningsdeler i hvert av byggverkene, som til sammen gir samme brannmotstand. Vinduer kan utføres i samsvar med § 11-8 Tabell 3.

Garasje med bruttoareal til og med 50 m<sup>2</sup> må ha avstand minimum 2,0 meter til byggverk i annen bruksenhet, eller byggverkene må være skilt med bygningsdeler med brannmotstand minst EI 30 [B 30].

Garasje med bruttoareal over 50 m<sup>2</sup> til og med 400 m<sup>2</sup> må ha avstand minimum 8 meter til andre byggverk eller byggverkene må være skilt med bygningsdeler med brannmotstand minst EI 60 [B 60].

## 3.3.1 Vurdering



Figur 2: Situasjonsplan som viser plassering av garasjer tilhørende andre bruksenheter.

Leilighetsbygget anses for å være et lavt byggverk som følger av at gesimshøyden mot tomannsboligen er  $< 9,0$  m og at byggene tilhører samme bruksenhet. Avstand til boliger er  $8,0$  m. Avstand til garasjer på naboeiendommer er  $< 8,0$  m.

Situasjonsplan viser at avstand fra tomannsboligen og til tomtegrense mot Brøsetvegen 158 er  $4,0$  m. Det står en eksisterende garasje på tomten til Brøsetvegen 158 med et grunnflateareal på ca.  $80$  m<sup>2</sup>, innfelt i rød ramme over. Garasjen er oppført mindre enn  $2$  m fra tomtegrensen. Det stilles derfor krav til branntekniske tiltak for å redusere faren for brannspredning mellom garasjen og den nye tomannsboligen. Preakseptert skal de branncellebegrensende konstruksjonene samlet utgjøre EI 60 [B 60] siden garasjen er plassert  $< 8$  m fra tomannsboligen. Dersom garasjen hadde vært inntil  $50$  m<sup>2</sup>, og plassert inntil  $2$  m fra tomannsboligen ville det ikke vært noen krav til å begrense fare for brannspredningen mellom byggene. Størrelsen på boligen som oppføres hensyntas ikke i slike vurderinger. Som følger av at det er ca.  $5$  m mellom vegglinene på tomannsboligen og den eksisterende garasjen vurderes det som tilstrekkelig at tomannsboligen utføres med branncellebegrensende konstruksjon EI 30 [B 30] mot garasjen for å forhindre brannspredning. Vinduer på tomannsboligen som vender mot garasjen utføres med brannmotstand E 30 tilsvarende som for å begrense faren for brannspredning mellom vinduer i motstående konstruksjoner, jfr. § 11-8 tabell 3. Det er god tilkomst for brannvesenet å utøve slokkeinnsats for å begrense faren for brannspredning mellom byggene. Se vedlagte branntegninger.

Leilighetsbygget er plassert ca.  $4,0$  m fra en eksisterende garasje tilhørende Brøsetvegen 162. Størrelsen på garasjen i Brøsetvegen 162 er  $< 50$  m<sup>2</sup>, dvs. ingen krav til branntekniske tiltak.

Området fortettes noe som følger av oppføringen av tomannsboligen. Dette medfører likevel ingen overskridelse av grensen på  $1200$  m<sup>2</sup> useksjonert bebygd areal.

### 3.4 § 11-7 Brannseksjoner

Byggverk skal deles opp i brannseksjoner slik at brann innen en brannseksjon ikke gir urimelig store økonomiske eller materielle tap. En brann skal, med påregnelig slokkeinnsats, kunne begrenses til den brannseksjonen der den startet.

Det er ikke krav om intern seksjonering da BTA per etasje er betydelig lavere enn  $1200$  m<sup>2</sup>.

### 3.5 § 11-8 Brannceller

Byggverk skal deles opp i brannceller på en hensiktsmessig måte. Områder med ulik risiko for liv og helse og/eller ulik fare for at brann oppstår, skal være egne brannceller med mindre andre tiltak gir likeverdig sikkerhet.

Brannceller skal være slik utført at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre brannceller i den tid som er nødvendig for rømning og redning.

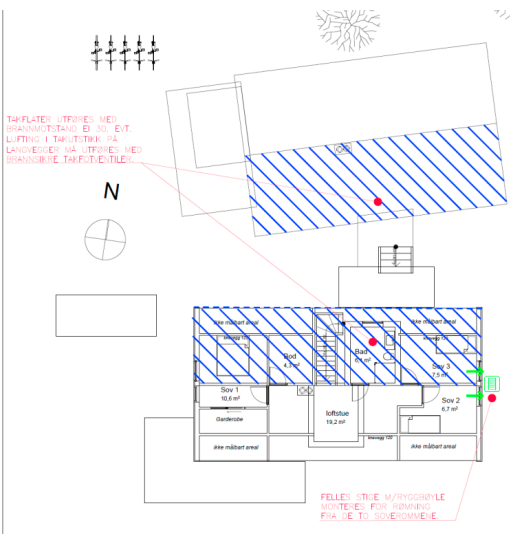
Branntekniske ytelseskrav - brannceller		Ansvar
<b>Rom som utgjør egen branncelle</b>		
Hver boenhet skal utgjøre egen branncelle.		ARK
Tekniske installasjoner skal ikke svekke brannmotstanden til branncellebegrensende bygningsdeler.		RIE / RIV
<b>Vegger og etasjeskillere</b>		
Branncellebegrensende konstruksjon generelt i tomannsbolig	EI 30 [B 30]	ARK
Branncellebegrensende konstruksjon generelt i leilighetsbygget	EI 60 [B 60]	
<b>Vinduer</b>		
<p>Generelt stilles det krav til at vinduer i branncellebegrensende konstruksjoner skal ha samme brannmotstand som konstruksjonen disse står i dvs. EI 30/EI 60.</p> <p>Vinduer i 1. og 2. etasje i tomannsboligen som vender mot garasjen i Brøsetvegen 158 kan ha brannmotstand E 30. Vinduer som vender ut mot felles trapp kan ha brannmotstand EI 30 i begge bygg. Sistnevnte er vurdert som et fravik i kapittel 4.</p> <p>Vinduer som beskytter rømningsvei og rømningsstige fra annen boenhet skal ha brannmotstand EI 30.</p> <p>Se kap. 3.5.1 for krav til vinduer som må ha brannmotstand for å redusere faren for vertikal brannspredning.</p>		ARK
<b>Dører og luker</b>		
<p>Generelt skal dører i branncellebegrensende vegg utføres med samme brannmotstand som vegg, dvs. EI<sub>2</sub> 60-S<sub>a</sub> [B 60 med terskel]. Dører til rømningsvei fra leiligheter kan utføres med halve veggens brannmotstand, men aldri lavere enn EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub> [B30 med terskel].</p> <p>Alle dører skal utføres med tilfredsstillende røyktetthet. Røyktetthet for dører og luker angis med betegnelsen S<sub>a</sub>. Dersom det anvendes dører med gammel klassebetegnelse, angitt med [klammeparantes], så må disse utføres med anslag og tettelister på alle fire sider for å oppnå tilstrekkelig røyktetthet.</p>		ARK
<b>Trapperom</b>		
Tiltaket prosjekteres med felles utvendig trappeløp for atkomst til boenheter i 2. etasje i begge boliger. Trappeløpet skal være skjernet fra flammer og strålevarme fra byggene og være utført med brannmotstand R 30 [B 30] evt. utføres i ubrennbare materialer A2-s1,d0. Ingen branntekniske krav til intertrapper.		ARK



Branntekniske ytelseskrav - brannceller	Ansvar
<b>Branncelle over flere plan</b>	
Én leilighet i leilighetsbygget går over to plan. Arealet av planene er betydelig lavere enn 800 m <sup>2</sup> , rømning er ivare tatt fra begge plan.	ARK

## 3.5.1 Vertikal og horisontal brannspredning mellom brannceller

Branntekniske ytelseskrav – Utvendig spredning	Ansvar
<b>Vertikal brannspredning mellom brannceller</b>	
<p>Sannsynligheten for brannspredning mellom brannceller i ulike plan må reduseres på en av følgende måter:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kjøløsone (vertikal avstand) mellom vinduer minst lik høyden til underliggende vindu. Kjøløsone skal tilfredsstillende brannmotstand minst E 30.</li> <li>2. Inntrukne fasadepartier på minimum 1,2 m, eller utkragede bygningsdeler med samme brannmotstand som etasjeskiller minimum 1,2 m ut fra fasadelivet.</li> </ol> <p>Mottatte fasadetegninger viser flere forhold hvor avstanden mellom vinduer i overliggende boenheter er for liten for å unngå krav til branntekniske tiltak. Balkonger tilhørende boenheter i 2. etasje i begge bygg skal utføres med brannmotstand REI 30 [B 30] for å fungere som flammeskjerm. Videre er det vist flere vinduer på vedlagte branntegninger i 1. etasje som skal ha brannmotstand E 30. Fasaden har brannmotstand E 30 og dermed ok.</p> <p>REI 30 [B 30] vurderes som tilstrekkelig brannmotstand for flammeskjermen til leilighetsbygget som er plassert i brannklasse 2. Dersom ikke balkong var utført som flammeskjerm ville det vært krav til vinduer med brannmotstand E 30, uavhengig av brannklassen til bygget. En tett, isolert flammeskjerm med brannmotstand REI 30 [B 30] vurderes derfor som tilsvarende sikkert for å begrense faren for brannspredning som vinduer E 30 i brannklasse 2 byggverk. Løsningen er dokumentert som et fravik i kapittel 4.</p>	ARK
<b>Horisontal brannspredning mellom brannceller</b>	
<p>Det oppstår ingen innvendige hjørner mellom brannceller. Korteste avstand mellom motstående konstruksjoner mellom tomannsboligen og leilighetsbygget er ca. 3,8 m. Det er derfor krav til vinduer med brannmotstand for å redusere faren for brannspredning mellom boligene. Det er også krav til å skjerme rømningsveier fra evt. branntilløp. Brannkravet til vinduer som vender mot rømningsveien er EI 30 og er dermed strengere enn brannkravet til vinduer i motstående konstruksjoner (samlet brannmotstand må være minimum E 60 ved avstand 3 – 6 m i BKL 2). Alle vinduer i motstående konstruksjoner mellom byggene skal derfor ha brannmotstand EI 30, se vedlagte branntegninger. Løsningen er dokumentert som et fravik i kapittel 4.</p>	ARK
<b>Forebygging av brannspredning via kaldt loft eller oppforet tak som ikke er egen branncelle</b>	
<p>Takflater som vender mot hverandre på begge bygg er en del av den branncellebegrensende konstruksjonen mellom byggene og skal hver være utført med brannmotstand EI 30. Dette medfører også krav til brannteknisk utførelse av takutstikk som vender inn mot trappeløpet fra begge bygg. Se figur under for hvilke takflater dette gjelder. Takutstikket må underkles med gips og være helt tett i hele lengden. Dersom takkonstruksjonen skal luftes på langvegger så må lufting utføres med Securo takfotventiler eller tilsvarende løsning.</p>	ARK

Brann tekniske ytelseskrav – Utvendig spredning	Ansvar
	

### 3.6 § 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann

Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg er liten. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og nødvendig tid for rømning og redning.

Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på mulighet for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning. Overflater og kledninger må tilfredsstillende tabellen under.

Brann tekniske ytelseskrav – Materialer og produkters egenskaper ved brann	Ansvar	
<b>Overflater</b>		
Overflater på vegger og tak i boenheter	D-s2,d0 [In 2]	ARK
Overflater i evt. sjakter og hulrom	B-s1,d0 [In 1]	
<b>Kledninger</b>		
Kledning i boenheter	K <sub>2</sub> 10 D-s2,d0 [K2]	ARK
Kledning i evt. sjakter og hulrom i tomannsboligen	K <sub>2</sub> 10 B-s1,d0 [K1]	
Kledning i evt. sjakter og hulrom i leilighetsbygget	K <sub>2</sub> 10 A2-s1,d0 [K1-A]	
<b>Utvendige overflater generelt</b>		
Overflater på ytterkledning	D-s3,d0 [Ut 2]*	ARK
Taktekking. Ett-sjikts tak av duk og folie må tilfredsstillende klasse B-s3,d0 (Ut1).	BROOF(t2) [Ta]	

Branntekniske ytelseskrav – Materialer og produkters egenskaper ved brann	Ansvar
<b>Isolasjonsmaterialer</b>	
Isolasjon må generelt tilfredsstill klasse A2-s1,d0 [ubrennbar/begrenset brennbar], med mindre konstruksjonselementet oppfyller kravet til brannmotstand og isolasjonen er utført på en slik måte at den ikke bidrar til brannspredning. I praksis betyr det at hver eneste del av isolasjonen dekket til, mures eller støpes inn. Isolasjonen må ikke gå gjennom branncellebegrensende konstruksjoner.	ARK

\*) Yttervegg i byggverk i BKL 2 kan ha utvendig overflate som tilfredsstill klasse D-s3,d0 [Ut 2], når enten ytterveggen er utformet slik at den hindrer brannspredning i fasaden, eller byggverket er i RKL 4 og har inntil fire etasjer, og det er liten fare for brannspredning til og fra nabobyggverk. Byggverket er i RKL 4 og leilighetsbygget har fire etasjer. Fare for brannspredning vurderes å være ivaretatt med de tiltak som er angitt i kap. 3.5.1 slik at all ytterkledning kan utføres med klasse D-s3,d0 [Ut 2].

- 3.6.1 Vurdering av overflater kledning ved utvendig trappeløp mellom byggverkene  
 Det utvendige trappeløpet er rømningsvei for de to boenhetene i 2. etasje (én boenhet i hvert bygg). Trappeløpet er åpent og går kun over én etasje og er skjermet fra et evt. branntilløp med branncellebegrensende konstruksjoner EI 30 og vinduer og dører med brannmotstand EI 30 fra alle boenheter. Trappeløpet anses derfor ikke som et trappeløp tilhørende en svalgang/altangang eller som et lukket trapperom. Det stilles derfor ikke branntekniske krav til kledninger og overflater på yttervegger som vender ut mot trappeløpet utover standardkrav som er angitt til ytterkledning og overflater i tabellen ovenfor.

### 3.7 § 11-10 Tekniske installasjoner

Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonen ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.

#### 3.7.1 Ventilasjonsanlegg

Branntekniske ytelseskrav - Ventilasjonsanlegg	Ansvar
Ventilasjonsanlegg må utføres slik at de ikke bidrar til brann- og røykspredning. Det forutsettes at hver boenhet utføres med separat balansert boligventilasjon.  Det stilles da ingen øvrige branntekniske krav enn ved evt. gjennomføringer og føringsvei (sjakt eller brannisolasjon).	RIV

#### 3.7.2 Kjøkkenavtrekk

Branntekniske ytelseskrav – Spesielt for kjøkkenavtrekk	Ansvar
Avtrekkskanaler fra kjøkken i boenheter må utføres med brannmotstand EI 15 A2-s1,d0 hvis de ikke ligger i sjakt. I tilslutning mellom komfyrhette og avtrekkskanal kan det benyttes fleksible kanaler.  Kjøkkenavtrekk må ha fettfilter, og avtrekkskanalen må kunne rengjøres i hele sin lengde for å redusere faren for antennelse og brann.	RIV

## 3.7.3 Vann og avløpsrør, sentralstøvsugeranlegg o.l.

Branntekniske ytelseskrav – Vann og avløpsrør, sentralstøvsugeranlegg o.l.	Ansvar
<p>Følgende ytelser må minst være oppfylt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rørgjennomføringer i brannskillende konstruksjoner må ha dokumentert brannmotstand med unntak som angitt i nr. 2 og 3.</li> <li>2. Plastrør med ytre diameter til og med 32 mm kan føres gjennom branncelleskiller når det tettes rundt rørene med tettemasse. Tettemassen må være klassifisert for den aktuelle bruken og ha samme brannmotstand som konstruksjonen for øvrig.</li> <li>3. Støpejernsrør med ytre diameter til og med 110 mm kan føres gjennom branncelleskiller (støpte/murte konstruksjoner) når det tettes rundt rørene med tettemasse, eller støpes rundt og konstruksjonen har tykkelse minst 180 mm. Tettemasse må være klassifisert for den aktuelle bruken og ha samme brannmotstand som konstruksjonen for øvrig. Avstanden fra røret til brennbart materiale må være minst 250 mm.</li> </ol>	RIV

## 3.7.4 Rør og kanalisolasjon

Rør- og kanalisolasjon kan bidra til rask brannspredning og produksjon av store mengder røyk. Følgende ytelser må derfor minst være oppfylt:

Branntekniske ytelseskrav – Rør og kanalisolasjon		Ansvar
Rør- og kanalisolasjon i leilighet	C <sub>L</sub> -s3,d0 [PII]	RIV
Rør- og kanalisolasjon i evt. sjakter, hulrom og bak nedforet himling	C <sub>L</sub> -s3,d0 [PII]	
Isolasjon på rør og kanaler i trapperom > Ø 200, Isolasjon på rør og kanaler i trapperom < Ø 200	B <sub>L</sub> -s1,d0 [PI] C <sub>L</sub> -s3,d0 [PII]	

## 3.7.5 Elektriske installasjoner

Kabler kan bidra til brannspredning og produksjon av store mengder røyk. Følgende ytelser må derfor minst være oppfylt:

Branntekniske ytelseskrav – Elektriske installasjoner	Ansvar
Klasser for ulike bruksområder for kabler er angitt i <i>NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner</i> . For installasjoner for elektronisk kommunikasjon gjelder <i>NEK 702 Informasjonsteknologi - Installasjon av kabling</i> . Denne henviser til NEK 400.	RIE

## 3.7.6 Tekniske gjennomføringer

Branntekniske ytelseskrav – Tekniske gjennomføringer	Ansvar
Installasjoner (elektro-, rør- og ventilasjonstekniske anlegg) som føres gjennom branncellebegrensende konstruksjoner må ikke svekke konstruksjonens brannmotstand. Alle gjennomføringer i brannklassifiserte konstruksjoner tettes med klassifiserte produkter, med minst samme brannmotstand som konstruksjonen for øvrig, dvs. EI 30/60. Arbeidet utføres iht. godkjente monteringsanvisninger.	RIV og RIE

Branntekniske ytelseskrav – Tekniske gjennomføringer	Ansvar
Rørgjennomføringer i brannskillende konstruksjoner må ha dokumentert brannmotstand. Generelt skal rør- og kanalisolasjon være ubrennbar.	RIV

### 3.7.7 Funksjon under brann

Installasjoner som skal ha en funksjon under brann, må ha tilfredsstillende og sikker strømtilførsel i den tiden installasjonen skal fungere. Dette omfatter blant annet alarmgivere, nødlysanlegg, dørautomatikk mv.

Branntekniske ytelseskrav – Funksjon under brann	Ansvar
<p>Strømforsyning til installasjoner som skal ha en funksjon under brann og slokking må sikres ved:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ved at kabler legges i innstøpte rør med overdekning minimum 30 mm, eller</li> <li>- ved at det brukes kabler som beholder sin funksjon/driftsspenning minimum 30/60 minutter (henholdsvis tomannsbolig/leilighetsbygg).</li> </ul> <p>Dette gjelder for seriekoblede røykvarslere/brannalarmanlegg og evt. annet utstyr som har en funksjon ved brann.</p>	RIE RIV

### 3.8 § 11-11 Generelle krav om rømning og redning

Byggverk skal prosjekteres og utføres for rask og sikker rømning og redning. Det skal tas hensyn til personer med funksjonsnedsettelse.

Den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket. Det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin.

Bygningen skal ha slik form og innredning at varsling, rømning og redning kan skje på en rask og effektiv måte.

### 3.9 § 11-12 Tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider

Avhengig av bygningens størrelse, persontall og risikoklasse stilles det krav om aktive brannsikringstiltak. Dette er tiltak som ved sin funksjon er med på enten å øke den tilgjengelige rømningstiden eller reduseres tiden som er nødvendig for å rømme fra byggverket.

Samspeilet mellom de aktive brannsikringstiltakene og de passive brannsikringstiltakene gjør at man oppnår en tilfredsstillende sikkerhetsmargin mellom nødvendig og tilgjengelig rømningstid.

#### 3.9.1 Deteksjon og varsling av brann

Utstyr for tidlig oppdagelse av brann omfatter utstyr for deteksjon og varsling. Utstyr for deteksjon og varsling må være tilpasset bruken og brukerne av byggverket.

Branntekniske ytelseskrav - Deteksjon og varsling av brann	Ansvar
I byggverk beregnet for få personer og byggverk av mindre størrelse, kan det brukes røykvarslere dersom rømningsforholdene er særlig enkle og oversiktlige. Dette gjelder for eneboliger, to- til firemannsboliger, rekkehus og kjedehus i risikoklasse 4. Det er totalt fem boenheter i tiltaket fordelt over to bygninger som står plassert nært hverandre, begge bygninger anses som småhus. Det kan aksepteres bruk av seriekoblede røykvarslere forutsatt at alle boenheter i begge bygg er tilknyttet et felles anlegg. Alternativt kan det etableres et enkelt brannalarmanlegg med optiske røykdetektorer i alle boenheter som varsler alle ved brann i én boenhet, noe som anbefales.	RIE

Branntekniske ytelseskrav - Deteksjon og varsling av brann	Ansvar
<p>Røykvarslerne må dekke områdene kjøkken, stue, sone utenfor soverom og tekniske rom. Det må være minst én røykvarsler per etasje. Røykvarslere må plasseres slik at alarmstyrken er minst 60 desibel i oppholdsrom og soverom når mellomliggende dører er lukket.</p> <p>Røykvarslere skal være tilknyttet strømforsyningen og ha batteribackup. Der det er krav til flere detektorer internt i leiligheten skal disse være seriekoblet.</p> <p>Det må dokumenteres at røykvarslere oppfyller kravene i NS-EN 14604:2005, eller har detektor i samsvar med NS-EN 54-7:2000 og lyd giver i samsvar med NS-EN 14604:2005.</p> <p>Et evt. brannalarmanlegg prosjekteres og utføres i samsvar med NS 3960:2013.</p>	

3.9.2 Automatisk slokkeanlegg  
Ikke krav til automatisk slokkeanlegg.

3.9.3 Ledesystem  
Ikke krav til ledesystem.

### 3.10 § 11-13 Utgang fra branncelle

Branntekniske ytelseskrav – utgang fra branncelle	Ansvar
<b>Generelt</b>	
<p>Fra branncelle skal det minst være én utgang til sikkert sted, eller utganger til to uavhengige rømningsveier eller én utgang til rømningsvei som har to alternative rømningsretninger som fører videre til uavhengige rømningsveier eller sikre steder.</p>	ARK
<b>Krav til dører</b>	
<p>Dører som skal anvendes til rømning skal prosjekteres og utføres slik at man sikrer rask rømning og forhindrer fare for oppstuvning. Krav til fri bredde på dør til rømningsvei er 0,86 m bredde og 2,0 m høyde.</p> <p>Krav til maksimal åpningskraft: 30 N. Dvs. dersom dører etableres med selvlukker, fordrer dette normalt dørautomatikk og UPS (avbruddsfri strømforsyning) fram til dør.</p> <p>Dør til rømningsvei skal ha et låsesystem som gjør det mulig å vende tilbake dersom rømningsveien skulle være blokkert.</p>	ARK
<b>Vindu som alternativ rømningsvei</b>	
<p>Vindu tilrettelagt for sikker rømning er vindu som har underkant til og med 5,0 m over planert terreng, eller til og med 7,5 m over planert terreng dersom det er atkomst til fastmontert stige med ryggbøyler. Stige eller trapp må ha avstand minimum 2,0 m fra vindu, eller være skjermet mot flammer og strålevarme.</p> <p>Rømningsvindu må ha høyde minimum 0,6 m og bredde minimum 0,5 m. Summen av høyde og bredde må være minimum 1,5 m. Svingvinduer med dreieakse, må ha tilsvarende effektiv åpning. Avstanden fra gulv til underkant av vindusåpningen må være maksimalt 1,0 meter med mindre det er truffet tiltak for å lette rømning.</p>	ARK

Branntekniske ytelseskrav – utgang fra branncelle	Ansvar
Rømningsvindu må være lett å åpne uten bruk av spesialverktøy og må være hengslet slik at det er lett å komme ut av vinduet.  Minst annethvert rom for varig opphold hvor det ikke er utgang direkte på terreng må ha rømningsvindu.	

## 3.10.1 Vurdering

Rømning fra tomannsbolig:

- Rømning fra boenhet i 1. etasje skjer direkte til det fri. Rømningsveien er skjermet fra et evt. brannstilløp i nabobygget. Alternativt via vinduer tilrettelagt for rømning.
- Rømning fra boenhet i 2. etasje skjer via utvendig trappeløp til terreng i 1. etasje, evt. via vinduer og eller balkongdør tilrettelagt for rømning. Avstand til terreng fra er < 5 m, dvs. ingen krav til rømningsstige.

Rømning fra leilighetsbygg:

- Rømning fra boenhet i kjeller skjer direkte til det fri via egen utvendig trapp til terreng som er skjermet fra flammer og strålevarme fra evt. brann i nabobygget.
- Rømning fra boenhet i 1. etasje skjer direkte til det fri. Rømningsveien er skjermet fra et evt. brannstilløp i nabobygget. Alternativt via vinduer tilrettelagt for rømning.
- Rømning fra boenhet i 2. etasje skjer via utvendig trappeløp til terreng i 1. etasje, evt. via vinduer og eller balkongdør tilrettelagt for rømning. Avstand til terreng fra er < 5 m, dvs. ingen krav til rømningsstige.
- Rømning fra loft tilhørende boenhet i 2. etasje skjer via internt trapp til 2. etasje og via utvendig trappeløp. Det er fire oppholdsrom på loft, dvs. krav til minst to alternative rømningsveier. Rømningsstige m/ryggbøyle monteres på gavlvegg mot øst tilgjengelig for rømning fra vinduer på begge soverom på denne siden. ARK må påse at avstand fra underkant vindu til terreng ikke overstiger 7,5 m.

**3.11 § 11-14 Rømningsveier**

Branntekniske ytelseskrav - rømningsveier	Ansvar
<b>Generelt</b>	
Utvendig trappeløp betraktes som rømningsvei for de to boenhetene i 2. etasje. Trappeløpet skal ha fri bredde minimum 0,86 m. ARK ivaretar evt. krav til universell utforming. Rekkverk kan stikke ut inntil 10 cm på én side.	ARK

**3.12 § 11-15 Tilrettelegging for redning av husdyr**

Ikke aktuelt for tiltaket.

**3.13 § 11-16 Tilrettelegging for manuell slokking**

Byggverk skal være tilrettelagt for effektiv manuell slokking av brann.

Branntekniske ytelseskrav – tilrettelegging for manuell slokking	Ansvar
<p>Byggverket skal være tilrettelagt for effektiv manuell slokking av brann.</p> <p>I eller på alle byggverk der brann kan oppstå, skal det være manuelt brannsløkkeutstyr for effektiv slokkeinnsats i brannens startfase. Brannsløkkeutstyr må være plassert slik at brukerne lett kan finne fram til det og kunne ha mulighet til å slukke branntilløp i startfasen før det utvikler seg til en større brann.</p> <p>Byggverk i RKL 4 må ha enten håndsløkkeapparat eller egnet formfast brannslange (med innvendig diameter minimum 10 mm) i hver leilighet som rekker inn i alle rom.</p> <p>Håndsløkkeapparater kan være pulverapparater på minimum 6 kg med ABC-pulver, eller skum- og vannapparater på minimum 9 liter eller på minimum 6 liter og med effektivitetsklasse minst 21A etter NS-EN 3-7 <i>Brannmaterieill - Håndslukkere Del 7: Egenskaper, ytelseskrav og prøvingsmetoder.</i></p>	RIV

**3.14 § 11-17 Tilrettelegging for rednings- og sløkkemannskap**

Branntekniske ytelseskrav – Tilrettelegging for rednings- og sløkkemannskaper	Ansvar
<b>Generelt</b>	
Byggverk skal plasseres og utformes slik at rednings- og sløkkemannskap, med nødvendig utstyr, har brukbar tilgjengelighet til og i byggverket for rednings- og slokkeinnsats.	ARK
<b>Tilgjengelighet til byggverket</b>	
Det må være tilrettelagt for kjørbær atkomst helt frem til hovedinngang og brannvesenets angrepsvei i byggverk.	ARK

## 3.14.1 Tilgjengelighet i byggverket sjakter og hulrom

Branntekniske ytelseskrav – Tilrettelegging for rednings- og sløkkemannskaper	Ansvar
<b>Tilgjengelighet i byggverket</b>	
Evt. hulrom må være tilgjengelige for inspeksjon. Tilgjengelighet til evt. sjakter kan sikres med luker i topp og bunn av sjakten. Inspeksjonsluker i topp og bunn av sjakten må ikke svekke sjaktveggenes brannmotstand.	ARK

## 3.14.2 Installasjoner for rednings- og sløkkemannskap utenfor byggverket

Branntekniske ytelseskrav – Installasjoner for rednings- og sløkkemannskap utenfor byggverket	Ansvar
Kommunen må sørge for at den kommunale vannforsyningen fram til tomtegrense i tettbygd strøk, er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for sløkkevann. I boligstrøk o.l. hvor spredningsfaren er liten er det tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer passende tankbil.	RVA
Brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei, dersom det ikke er en eksisterende hydrant i nærheten.	



Branntekniske ytelseskrav – Installasjoner for rednings- og slokkemannskap utenfor byggverket	Ansvar
Slokkevannskapiteten må være minst 1200 liter per minutt, fordelt på minst to uttak.	

#### 3.14.3 Sikring mot nedfall av bygningsdeler

Branntekniske ytelseskrav – Sikring mot nedfall av bygningsdeler.	Ansvar
Balkonger, vinduer, fasadeplater og utkragede bygningsdeler bør festes med ubrennbare festemidler for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slokkepersonell.	RIB

#### 3.14.4 Vurdering

Tilkomsten til byggverket for brannvesenets innsats vurderes som god. Brannvesenets angrepsveier vurderes å være tilstrekkelig skjermet med de branntekniske krav som er angitt. Det forutsettes at det er tilstrekkelig med slokkevann i området da bygget ligger i et eksisterende boligområde i Trondheim.

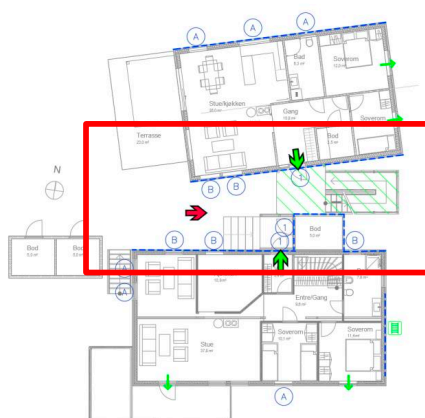
## 4. FRAVIK FRA YTELSESNIVÅ ANGITT I VTEK

### 4.1 Fravik 1

#### Redusert brannmotstand på vinduer som vender mot rømningsvei, reduserte brannmotstand på branncellebegrensende konstruksjoner rundt utvendig bod.

##### § 11-8. Brannceller

Det prosjekteres med brannmotstand EI 30 på branncellebegrensende konstruksjoner inkl. vinduer og dører som vender mot utvendig felles trappeløp og redusert brannmotstand på branncellebegrensende konstruksjoner på utvendig bod tilhørende leilighetsbygget. Se vinduer og bod innfelt i rød boks under. Fraviket vurderes som lite komplekst.



Figur 3 – Plassering av vindu med redusert brannmotstand

#### Preakseptert løsning:

Preaksepterte ytelser for å skjerme rømningsveier fra byggverk angir at branncellebegrensende konstruksjoner angir at vegger skal ha brannmotstand EI 60 [B 60], vinduer må ha tilsvarende brannmotstand som veggen. Dører som vender mot rømningsvei fra rom uten fast opphold skal ha tilsvarende brannmotstand som veggen, dvs. EI<sub>2</sub> 60-S<sub>a</sub> [B 60]. Dører fra rom med permanent opphold kan ha redusert brannmotstand EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub> [B 30].

Bakgrunnen for kravet i forskriften er et funksjonskrav til bygninger slik at de tilfredsstillende et minimums sikkerhetsnivå ved brann. Krav angir generelt for person-, rednings-, verdi- og samfunnssikkerhet. Bakgrunnen for at man stiller krav om branncellebegrensende konstruksjoner er primært for å sikre at det er tilstrekkelig tid tilgjengelig for rømning. I tillegg vil branncelleinndelingen ha betydning for sikkerheten til slokkemannskaper, samt bidra til at verdisikkerhet i bygninger ivaretas.

#### Verifikasjon av fravik:

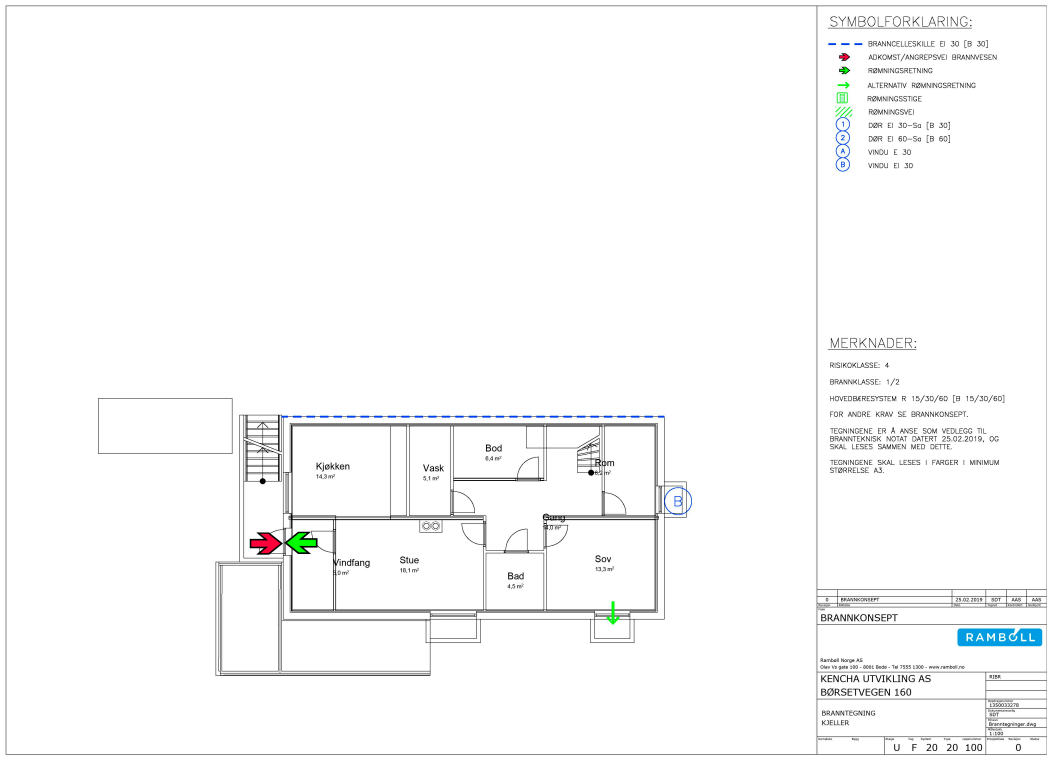
Iht. VTEK kan dør fra branncelle til rømningsvei fra rom med permanent opphold tilfredsstillende EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub> [B 30]. Et EI 30 [B 30] vindu vil ikke kunne åpnes i en brukssituasjon. Til sammenligning kan en EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub> dør stå åpen, og blir med dette mer sårbart med tanke på brann- og røykspredning. Som passiv brannbeskyttelse vurderes påliteligheten til et EI 30 [B 30] vindu som høyere enn en EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub> [B 30] dør. I tillegg vender vinduer og dører ut mot et utvendig trappeløp og ikke en lukket korridor. Det er kun to boenheter som skal benytte trappeløpet som rømningsvei og kun én boenhet som har krav til 60 minutters evakueringstid.

Rømningstiden for de evakuerende i boenheten i 2. etasje i leilighetsbygget er ikke vesentlig lenger enn evakueringstiden for de som bor i 2. etasje i tomannsboligen som har krav til 30 minutters brannmotstand på alle skjermende konstruksjoner. Det er i tillegg mulig å evakuere ut gjennom vindu. Forholdet vurderes som akseptabelt.

Boden under det utvendige trappeløpet utføres med branncellebegrensende konstruksjoner EI 30. Boden tilhører boenheten i leilighetsbygget i 1. etasje. Samlet brannmotstand for å forhindre brannspredning mellom byggene er ivaretatt ved 30 + 30 minutters brannmotstand på hver av boenhetene. Redusert brannmotstand på de branncellebegrensende konstruksjoner rundt vurderes til å ikke medføre noen vesentlig økt risiko for evakuerende fra boenheten i 2. etasje i leilighetsbygget ref. vurdering over av 30 min vs. 60 min. brannmotstand. Boddør utføres med brannmotstand EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub> [B 30] og vil i de fleste tilfeller være låst og lukket og det er ingen vinduer/åpninger som vender ut mot rømningsveien. Bodvegger og tak utføres med branncellebegrensende konstruksjoner EI 30 [B 30].

Mht. verdisikkerhet og sikkerhet for slokkemannskaper regnes dette fraviket som svært lite. Dette siden det er akseptert at branndører kan utføres som EI<sub>2</sub>30-S<sub>a</sub> [B 30] mot rømningsvei. En reduksjon i brannmotstand fra EI 60 for vinduer som vender mot utvendig rømningsvei og dør i bod til EI 30 er derfor å anse som ubetydelig med hensyn til verdisikkerhet og sikkerhet for slokkemannskaper. Til sammenligning kan bod/garasje inntil 50 m<sup>2</sup> stå inntil 2 m fra bygget uten branncelleskillende konstruksjoner.

Sikkerhet ved rømning forbi EI 30 vinduer og bod med redusert brannmotstand vurderes med dette å være ivaretatt, og krav i TEK17 vurderes som oppfylt med valgt løsning.



**SYMBOLFORKLARING:**

- BRANNSEKKELETT E 30 [B 30]
- ADKOMST/ANGREPSVEI BRANNVESEN
- RØMNINGSRETNING
- ALTERNATIV RØMNINGSRETNING
- RØMNINGSSTIGE
- RØMNINGSVEI
- ⊕ DØRR EI 30-Sa [B 30]
- ⊖ DØRR EI 60-Sa [B 60]
- ⊗ VINDU E 30
- ⊙ VINDU EI 30

**MERKNADER:**

RSIKOKLASSE: 4  
 BRANNKLASSE: 1/2  
 HOVDDBRESYSYTEM R 15/30/60 [B 15/30/60]  
 FOR ANDRE KRAV SE BRANNKONSEPT.  
 TEGNINGEN ER Å ANSE SOM MEDLEGG TIL  
 BRANNTEKNISK NOTAT DATERT 25.02.2019, OG  
 SKAL LESES SAMMEN MED DETTE.  
 TEGNINGEN SKAL LESES I FARGER I MINIMUM  
 STØRRELSE A3.

B	BRANNKONSEPT	23.02.2019	001	AAS	000
BRANNKONSEPT					
				<b>RAMBOLL</b>	
Ramboll Norge AS Over 10 gate 1301 - 0601, Oslo - Tel: 7355 1300 - www.ramboll.no					
KENCHA UTVIKLING AS				KJØPER	
BØRSETVEGEN 160				150000276	
BRANNTEGNING				107	
KJELLER				Kjeller/Brannkonsept	
				1.138	
				0	

