



SLUTTRAPPORT

Energieffektivisering og utvikling
av studentbustadar i Førde.

Improvement of the energy efficiency and
redeveloping dormitories in Førde.

**Kristoffer Nordheim, Erlend Austreim Giil og
Margunn Helleland**

HO2-300 Bacheloroppgåve

Ingeniørfag bygg og anlegg, bachelorstudium, Førde

Rettleiar: Anne Sofie Handal Bjelland og Tor Arild Segtnan

19.02.2021

Vi stadfestar at arbeidet er sjølvstendig utarbeida, og at referansar/kjeldetilvisingar til alle kjelder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Campus Førde, Svanehaugsvegen 1, 6812 FØRDE www.hvl.no

TITTEL Sluttrapport	RAPPORT NR. 1/2020	DATO 25.05.2021
PROSJEKTITTEL Energieffektivisering og utvikling av studentbustadar i Førde	TILGJENGE Open	TAL SIDER
FORFATTARAR Margunn Helleland, Erlend Austreim Giil og Kristoffer Nordheim	ANSVARLEGE RETTLEIARAR Anne Sofie Handal Bjelland og Tor Arild Segtnan	
OPPDRA GSGJEVAR: Studentsamskipnaden på Vestlandet		
SAMANDRAG <p>Oppgåva har dei eldste hybelhusa til studentsamskipnaden i Førde som utgangspunkt, og har som mål å leggje fram eit forslag til ombygging av desse. Ombygginga byggjer på ein sum av utviklingstiltak som først og fremst tilfredsstiller krav som omhandlar fukt og ventilasjon (kapittel 13), samt energieffektivitet (kapittel 14) i TEK 17. I tillegg legg rapporten vekt på å drøfte truverda til resultatata frå SIMIEN og normtal frå Enova. Vidare er fordelar og ulemper ved ulike etterisoleringsmetodar drøfta, samt fuktproblematikken som kan oppstå som eit resultat av desse. Avslutningsvis resulterer oppgåva i ei enkel kostnadskalkyle som syner sparepotensialet som byggeigar har ved å utføre tiltaket. Det føreligg også rapportar frå programvara SIMIEN både før og etter tiltak, som synleggjer forbetringa av «årssimulering», «energimerking» og «evaluering opp TEK17». Krava oppfyllast som eit resultat av omfordeling av energitiltak jf. §14-2(2).</p>		

SUMMARY

The assignment has the student-organizations oldest dormitories in Førde as a starting point, and aims to present a proposal for a remodeling. The remodeling is based on a sum of development measures that primarily satisfy requirements relating to moisture and ventilation (Chapter 13), as well as energy efficiency (Chapter 14) within TEK 17. In addition, the report emphasizes discussing the credibility of the results from SIMIEN and the default numbers from Enova. Furthermore, the advantages and disadvantages of different post-insulation methods have been discussed, as well as the moisture problems that may arise as a result of these. In conclusion, the task results in a simple cost calculation that shows the savings potential that the student-organization has by carrying out the measure. There are also reports from SIMIEN both before and after the proposed development measures has taken place, which show the improvement of "annual simulation", "energy labeling" and "evaluation within TEK 17". The requirements are met as a result of redistribution of energy measures, cf. §14-2 (2).

EMNEORD

HO2-300, Bacheloroppgåve, Utvikling, Energieffektivisering, Studenthybel, Årssimulering, Energimerking, Spørjeundersøking

FØREORD

Denne bacheloroppgåva er ein avsluttande rapport på byggingeniørstudiet for Kristoffer Nordheim, Margunn Helleland og Erlend Austreim Giil. Oppgåva er skriven ved Høgskulen på Vestlandet (campus Førde), våren 2021.

Idéen bak oppgåva oppstod som eit resultat av at heile gruppa fann stor interesse for bygningsfysikk, og ynskja difor å basere oppgåva på pensumet frå dette emnet. Miljø, energieffektivitet og inneklima er eit dagsaktuelt tema, og kjem truleg også til å være ein viktig tematikk i åra som kjem. Studenthyblane blei valt som referansebygg, då bygningsmassen ber preg av eit tydeleg avvik frå dagens standard. I tillegg er dei oversiktlege og enkle å arbeide med, og gruppa har god kjennskap til hyblane via medstudentar som bur i dei. Tematikken i oppgåva har måtta bli korrigert opptil fleire gongar, før vi enda opp med ei passende problemstilling og tilhøyrande forskingsspørsmål.

Oppgåva har til tider gitt oss utfordringar, men har også vore spennande og lærerik. Vi har tileigna seg nyttig kunnskap for vidare studium og arbeidsliv. Vidare vil vi nytte anledninga til å takke rettleiarane våre, Anne Sofie Handal Bjelland og Tor Arild Segtnan, for god rettleiing gjennom arbeidsprosessen. Vi ynskjer også å takke vaktmeister Kåre Rune Gjelsvik, driftsleiar Tor Loftesnes Fardal og teknisk sjef Sverre Østvold for god hjelp omkring synfaring og informasjonsinnhenting om referansebygget. Ei stor takk er sist men ikkje minst retta til alle studentane som har delteke på bebruarundersøking.

Dato, signatur:

Kristoffer Nordheim,
25.05.21

Kristoffer Nordheim

Margunn Helleland,
25.05.21

Margunn Helleland

Erlend Austreim Giil,
25.05.21

Erlend A. Giil

SAMANDRAG

Oppgåva har dei eldste hybelhusa til studentsamskipnaden som utgangspunkt, og har som mål å leggje fram eit forslag til ombygging av desse. Forslaget er utarbeida på grunnlag av tilbakemeldingar frå bebuarane på hyblane, kommunale planar og analysar frå simuleringsprogrammet SIMIEN.

Ombygginga skal byggje på ein sum av utviklingstiltak som først og fremst tilfredsstillar krav som omhandlar fukt og ventilasjon (kapittel 13), samt energieffektivitet (kapittel 14) i teknisk forskrift. I tillegg legg rapporten vekt på å drøfte truverda til resultatata frå SIMIEN, samt andre metodar for å finne energibehovet til bygningar. Vidare er fordelar og ulemper ved ulike etterisoleringsmetodar drøfta, samt fuktproblematikken som kan oppstå som eit resultat av dei ulike metodane. Avslutningsvis resulterer oppgåva i ei enkel kostnadskalkyle som syner sparepotensialet som byggeigar har ved å utføre tiltaket.

Planlagt utviklingstiltak er lagt fram som ei enkel beskriving av løysingane, med figurar som syner endringane. Samstundes føreligg det rapportar frå SIMIEN både før og etter tiltak som synleggjer forbetringa av «årssimulering», energimerking og evaluering opp mot forskrift.

Resultatet syner at utrekningane i SIMIEN fråviker 23,8 kWh/m² frå reelt forbruk, medan normtala fråviker heile 40,2 kWh/m². Resultatet i SIMIEN gir eit nokså godt estimat på kor mykje levert energi bygget faktisk har behov for. Fråviket mellom normtal og reelt forbruk, kjem av at normtala er sær generelle. Likevel kan normtala, tross i forenklingane, være sær nyttige i enkelte samanhengar. Metoden er enkel, og dei eignar seg godt for å gi ein peikepinn på kor mykje energi det er å spare ved å utføre energieffektiviseringstiltak.

Samla sett vil utvendig etterisolering for både ytterveggar og tak vere den beste løysinga for dei respektive studentbustadane. Då unngår ein å ta av høgt pressa innvendig areal og mønehøgd. Ein får god effekt av å minske varmetap samstundes som ein utfører andre tiltak som å skifte utvendig kledning, taktekking, vindauge, dører og kan enklare installere utvendig solskjerming. Omfanget av tiltaket vert også mindre enn ved innvendig etterisolering.

Når ytterveggen etterisolerast kan dette føre til ugunstige løysingar med tanke på fukt. Resultatet av utrekningar syner at valt tiltak (å etterisolere med to lag 98 mm veggplater/fasadeplater) ikkje gir risiko for muggvekst.

For å minske transmisjonsvarmetapet, bør klimaskalet (tak, veggar og golv) etterisolerast. I tillegg syner analysar at store delar av varmetapet kjem frå vindauge og dører. Desse komponentane må difor skiftast ut for å kunne tilfredsstille krav i teknisk forskrift. Samstundes må det utførast tettingsoperasjonar, for å sikre tette sjikt ved alle tiltak som utførast.

Normalisert kuldebrugerdi vil bli redusert som eit resultat av andre utviklingsoperasjonar. Heile ventilasjonssystemet må oppgraderast i så stor grad at det har evne til å levere riktige luftmengder. Det bør i tillegg monterast utvendige, bevegelege persienner, for å minke behovet for kjøling på varme sommardagar.

Utrekningar framstilt i ei grov kostnadskalkyle, syner at tiltaket totalt vil koste omkring 2,3 millionar kroner. Samstundes vil byggeigar spare om lag 18 000 kr på straumkostnadar årleg ved å utføre tiltaket.

Summen av desse utviklingstiltaka vil føre til at bygget totalt sett tilfredsstiller krava i teknisk forskrift (kapittel 13 og 14). Krava vil oppfyllest som eit resultat av omfordeling av energitiltak jf. §14-2(2). Tiltaka vil derimot ikkje kunne tilfredsstille alle krav i energitiltaksmetoden, samt kravet til netto energibehov i energiramme-modellen.

INNHALDSLISTE

FØREORD	4
SAMANDRAG	5
INNHALDSLISTE	7
TABELLLISTE	9
FIGURLISTE	10
1. INNLEIING	13
1.1 STUDENTTUNA I FØRDE	13
1.2 PLANSTATUS FOR OMRÅDET	13
1.3 FØREMÅL OG PROBLEMSTILLING	15
1.4 AVGRENSING	16
1.5 RAPPORTENS OPPBYGGING OG LESERETTLEIING	17
2. TEORI OG LITTERATUR	18
2.1 OMBYGGING	18
2.2 VERKTØY FOR KARTLEGGING AV BYGGET SITT ENERGIBEHOV	22
2.3 TEKNISK FORSKRIFT	24
2.4 ENERGIEFEKTIVISERINGSTILTAK	34
2.5 ØKONOMI/ SPAREPOTENSIALE.....	35
3. METODE	36
4. GRUNNLAG	37
4.1 BEBUARUNDERSØKING	37
4.2 TEIKNING AV NOVERANDE BYGNINGSMASSE	43
4.3 RESULTAT FRÅ SIMIEN – FØR TILTAK.....	43
4.4 REELLT FORBRUK	50
5. RESULTAT	52
5.1 SKILNADEN MELLOM NORMTAL, SIMIEN OG REELLT FORBRUK.....	52
5.2 INNVENDIG VERSUS UTVENDIG ETTERISOLERING	58

5.3	TILTAK FOR Å IMØTEKOME KRAV I TEK 17	71
6.	VERKNADAR AV VALT TILTAK.....	92
6.1	RESULTAT FRÅ SIMIEN - ETTER TILTAK.....	92
6.2	SPAREPOTENSIALE	96
7.	KONKLUSJON	100
7.1	SKILNADEN MELLOM NORMTAL, SIMIEN OG REELT FORBRUK.....	100
7.2	INNVENDIG VERSUS UTVENDIG ETTERISOLERING	100
7.3	SPAREPOTENSIALET	100
7.4	TILTAK FOR Å IMØTEKOME KRAV I TEK 17	101
8.	DISKUSJON	102
9.	ORGANISERING	103
9.1	PROSJEKTADMINISTRASJON.....	103
9.2	PROSJEKTAVTALE.....	104
9.3	PROSJEKTPERIODE.....	104
9.4	GJENNOMFØRING I FORHOLD TIL PLAN	105
9.5	PROSJEKTPERM.....	106
9.6	BUDSJETT	106
9.7	PROSJEKTEVALUERING	106
10.	LITTERATURLISTE	108
11.	VEDLEGG.....	113

TABELLISTE

Tabell 1 Planstatus for området	13
Tabell 2 Energirammemodellen [10]	29
Tabell 3 Energiltaksmodellen [10]	30
Tabell 4 Energibudsjett for dagens tilstand	44
Tabell 5 Resultat av evalueringa.....	47
Tabell 6 Kontroll av krav mot forskrift ved bruk av energiltaksmetoden (§14-2(2))	47
Tabell 7 Omfordeling av energiltak etter §14-2(2), varmetapstal	47
Tabell 8 Kontroll mot forskrift ved bruk av energirammemodellen etter §14-2(1), samla netto energibehov.....	47
Tabell 9 Kontroll mot minstekrav etter §14-3	48
Tabell 10 Levert energi til bygningen (utrekna)	53
Tabell 11 Skilnaden mellom normtal, SIMIEN og reelt forbruk?.....	53
Tabell 12 Klimasoner, med middelverdier for klimadata [9]	56
Tabell 13 Førde, med middelverdier for klimadata	57
Tabell 14 Fuktkjelder og -mengder i bygg [34].....	72
Tabell 15 Dampgjennomgang i noverande yttervegg. Verdier er henta frå Byggforsk detaljblad [36], [37] og [19].....	73
Tabell 16 Dampgjennomgang i yttervegg etter tiltak for utbetring. Verdier er henta frå Byggforsk detaljblad [36], [37] og [19].....	74
Tabell 17 Dampgjennomgang i yttervegg ved innvendig etterisolering. Verdier er henta frå Byggforsk detaljblad [36], [37] og [19].....	75
Tabell 18 Samanlikning av verdier	77
Tabell 19 Kuldebruverdier ved innsetjing av vindaug for vegg med 250 mm isolasjon [52]85	
Tabell 20 Val av utviklingstiltak for § 13-13 og § 13-2	88
Tabell 21 Val av utviklingstiltak for å minske transmisjonsvarmetap	89
Tabell 22 Val av utviklingstiltak for å minske infiltrasjon og kuldebruer.....	90
Tabell 23 Val av tiltak for å betre ventilasjonsegenskapar	91
Tabell 24 Val av tiltak for å minske energibehov til romkjøling.....	91
Tabell 25 Energibudsjett (etter utviklingstiltak)	92
Tabell 26 Resultat av evalueringa etter gjennomført utviklingstiltak. (Etter utviklingstiltak)	92
Tabell 27 Kontroll av krav mot forskrift ved bruk av energiltaksmeroden (§14-2(2)). (Etter utviklingstiltak).....	93

Tabell 28 Omfordeling av energiltak etter §14-2(2).....	93
Tabell 29 Kontroll mot forskrift ved bruk av energirammemodellen etter §14-2(1). (Etter utviklingstiltak).....	93
Tabell 30 Kontroll mot minstekrav etter §14-3 (Etter utviklingstiltak).....	93
Tabell 31 Enkel kostnadskalkyle	97
Tabell 32 Kostnad for kjøpt energi før tiltak	98
Tabell 33 Kostnad for kjøpt energi etter tiltak.....	99
Tabell 34 Reduksjon i kjøpt energi ved utføring av tiltaket.	99
Tabell 35 Liste over milepålar i prosjektperioden.	104

FIGURLISTE

Figur 1 Studenthyblane på bilete til venstre samanlikna med kommunekart og reguleringsplan for same område til høgre.	14
Figur 2 Livsløpet til ein bygning skissert i graf.....	19
Figur 3 Laginndelingsmodellen til Stewart Brand.....	20
Figur 4 Kyoto pyramiden [22]	34
Figur 5 Avtrekksvifte kjøkken	37
Figur 6 Avtrekksvifte hybelbad	37
Figur 7 Kuldebruer i studenthyblane	39
Figur 8 Termisk komfort hybel.....	39
Figur 9 Termisk komfort gang/fellesareal	39
Figur 10 Overoppheting av hybel	40
Figur 11 Tørking av klede.....	41
Figur 12 Samanlikning - avtrekksvifter kjøkken	41
Figur 13 Samanlikning - avtrekksvifter bad	41
Figur 14 Utklipp frå modell i 3D perspektiv	43
Figur 15 Energibudsjett for dagens tilstand	44
Figur 16 Årleg energibudsjett for dagens tilstand.....	45
Figur 17 Årleg energibudsjett for dagens tilstand.....	46
Figur 19 Energimerking for dagens tilstand	48
Figur 20 Energimerking for dagens tilstand	48

Figur 21 Utklipp frå rapport i Evotec av månadlege verdiar av energibruk for april 2019 til Mars 2020	50
Figur 22 Utklipp frå rapport i Evotec av månadlege verdiar av energibruk for april 2019 til mars 2020.....	51
Figur 23 Enøk Normal for einebustadar for området Sør-Norge, kyst [8]	52
Figur 23 Forbruket til Rådhuset.....	54
Figur 24 Totalt forbruk over eit år (rådhuset).....	54
Figur 25 Inndeling av Norge i klimasoner [9]	56
Figur 26 Prinsipp oppbygging av yttervegg.....	58
Figur 27 Prinsipp tilslutning vegg og kolv på grunn.	58
Figur 28 Prinsipp oppbygging av tak.....	59
Figur 29 Prinsipp oppbygging av tak.....	59
Figur 30 Prinsipp innvendig etterisolering av tak. [51]	60
Figur 31 Prinsipp innvendig etterisolering av vegg. [31]	60
Figur 32 Prinsipp utvendig etterisolering av tak. Løysast på same måte som ved åstak som vist ovanfor. [51].....	61
Figur 33 Prinsipp utvendig etterisolering av vegg. [31]	61
Figur 34 Infiltrasjon i form av gjennomblåsing og anblåsing. [32].....	63
Figur 35 Avstandskrav til nabogrense. [10].....	65
Figur 36 Mønehøgde og gesimshøgde. [54]	66
Figur 37 Innvendige overflater i fellesstove.	66
Figur 38 Fasade og tak på vestsida.	67
Figur 39 Temperatur yttervegg [40]	75
Figur 40 Løysing for etterisolering av yttervegg	80
Figur 46 Løysing for etterisolering av yttervegg	80
Figur 42 Prinsipp løysing av utvendig etterisolering. [40]	80
Figur 43 Løysing for etterisolering av tak	81
Figur 44 Løysing for golv på grunn.....	82
Figur 45 Eksisterande vindaugsløysing	83
Figur 46 Eksisterande vindaugsløysing	83
Figur 47 Vindaugsløysing.....	84
Figur 48 Omtrentleg optimal avstand frå utsida vindsperre til utvendig kant av vindaugskarm	85
Figur 49 Eksempel på utvendige, bevegelege persienner	87

Figur 50 Energimerke etter gjennomført utviklingstiltak	94
Figur 51 Årleg energibudsjett før tiltak	95
Figur 52 Årleg energibudsjett etter tiltak.....	95
Figur 53 Organisasjonskart	103

1. INNLEIING

1.1 STUDENTTUNA I FØRDE

I 1979 stod det ferdig 8 bygg til studentbustader tilhøyrande Sjukepleiarhøgskulen i Førde (no Høgskulen på Vestlandet, Campus Førde). Desse bustadane er i dag eigd og drifta av Studentsamskipnaden på Vestlandet (Saman).

Bygga er plassert utover eit bustadfelt på Vieåsen i Førde med kvar si adresse; Tervatunet 1A, Symretunet, Yttreåstunet, Hamretunet, Midtåstunet, Bregnetunet, Myratunet og Skaratunet.

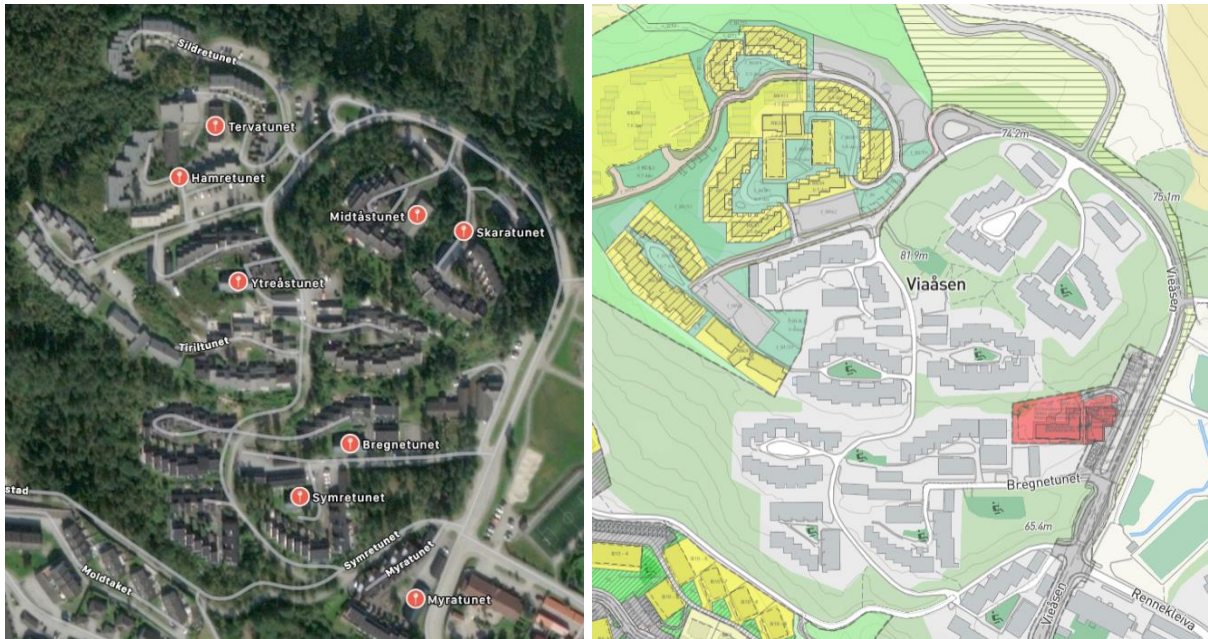
Alle studenttuna er bygd etter same utforming og standard, forutan Midtåstunet som vart totalskadd i ein brann i 2008 og bygd opp att etter kopi av gammalt bygg, men med gjeldande «2008-standard». Kwart studenttun består av eitt plan med 10 hyblar med eige bad, to felleskjøken og ei fellesstove.

1.2 PLANSTATUS FOR OMRÅDET

Reguleringsplanen for området er gjeldande for studenthyblane Hamretunet, Tervatunet 1A og 1B og har ikraftsetjingsdato 12.11.2019 med planstatus endeleg vedtatt arealplan. Dette området er i reguleringsplanen sett som BKS10. I tabellen under er det innhenta krav til maks byggehøgde og grad av utnytting for desse to studenthyblane frå gjeldande reguleringsplan.

OMRÅDE	BYGGE -TOMT	MAKSIMAL HØGDE FRÅ OVERKANT GOLV PÅ LÅGASTE PLAN		GRAD AV UTNYTTING BRA	TAKVINKEL (GRADER)
		GESIMS	MØNE		
BKS10	1385 m ²	6,5 m	9 m	1.700 m ²	14-20 grader

Tabell 1 Planstatus for området



Figur 1 Studenthyblane på bilete til venstre samanlikna med kommunekart og reguleringsplan for same område til høgre.

For byggegrenser er det to punkt i reguleringsplanen:

- a. Eksisterande bygg er synt som bygg(nad) som inngår i planen i områda BKS1 – BKS8.
- b. I områda der byggegrensa ikkje er vist, kan bygg plasserast i formålsgrensa.

I reguleringsplanen er det og informasjon for dei ulike områda med tanke på arealformål, estetikk og utforming. Her gjeld følgjande for studenthyblane innanfor reguleringsplanen:

Bustad konsentrert småhus, BKS10 og 11.

- a. Arealet skal nyttast til føremål bustad, konsentrert der det er og kan etablerast hyblar.
- b. Bygningane i området BKS11 er synt på situasjonsplan, teikning 17101.1.K01 datert 06.05.19. Situasjonsplanen er retningsgjevande for korleis den ubygde delen av områda skal nyttast og utformast. Det er høve til å gjere mindre justeringar av situasjonsplanen, føresett at intensjonen i planen vert ivareteke. [1]

1.3 FØREMÅL OG PROBLEMSTILLING

Studentsamskipnaden på Vestlandet (Saman) skal starte prosess for utarbeiding av 10-årsplan for alle studentbustadane sine. I den forbindelse ynskjer dei å sjå på forslag til utvikling av 8 av dei eldste hybelhusa i Førde med relativt lik utforming.

Etter å ha sett opp ynskjer frå oppdragsgjevar mot vår ingeniørfaglege kompetanse og eigen interesse, har vi kome fram til følgjande hovudproblemstilling:

«Kva for tiltak bør utførast for å imøtekome krav til inneklima og helse (kapittel 13) og energi (kapittel 14) i teknisk forskrift?»

For å svare på hovudproblemstillinga har vi vidare sett følgjande forskingsspørsmål:

1. Kva er skilnaden mellom normtal, SIMIEN og reelt forbruk?
2. Kva fordelar og ulemper kan oppstå ved innvendig isolering versus utvendig etterisolering?
3. Kva sparepotensiale har byggeigar ved løysinga som er valt?

1.4 AVGRENSING

Oppgåva skal resultere i eit forslag til ombygging av studentbustadane. Ombygginga vil være ein sum av fleire utviklingstiltak som hevar standarden til krav i teknisk forskrift. Forslaget skal berre resultere i utviklingstiltak som er knytt til inneklima og helse (kapittel 13) og energi (kapittel 14), i teknisk forskrift. Hovudproblemstillinga avgrensast til å berre gjelde ventilasjon i bustadbygg (§13-2) og fukt frå inneluft (§13-13), innanfor kapittelet om inneklima og helse.

Vidare skal oppgåva også svare på forskingsspørsmål gitt i punkt 1.3. Planlagt utviklingstiltak skal leggast fram som detaljteikningar, som syner relevante endringar. Samstundes skal det føreliggje ei enkel beskriving av løysingane og rapportar frå SIMIEN som synleggjer skilnaden på «årssimulering» og «energimerke» før og etter tiltak. I tillegg skal det leggast ved ei enkel kostnadskalkyle. Følgande tema bør inngå i ein heilskapleg vurdering, men vil ikkje vektleggast i rapporten:

- Brann
- Universell utforming
- Miljøsanering ved eventuelle rivingsarbeid
- Tilstand, og eventuell utskifting av EL- og VVS-anlegg
- Estetikk og romutforming

1.5 RAPPORTENS OPPBYGGING OG LESERETTLEIING

Innleiingsvis har utgangspunktet for oppgåva, problemstillinga og avgrensingar blitt presentert. Vidare kjem kapittelet om teori og litteratur, som legg fram det faglege grunnlaget for å svare på oppgåva. Deretter blir metoden for å løyse problemstillinga lagt fram, samt val av metode.

Deretter kjem grunnlaget for å løyse oppgåva, med bebruarundersøking, teikningsgrunnlag og rapportar frå SIMIEN. Vidare dreiar oppgåva mot sjølve løysinga på problemstillinga, og tek for seg både forskingsspørsmåla og hovudproblemstillinga i kapittelet «resultat».

Avslutningsvis diskuterast oppgåva med eventuelle bakdelar med sluttresultatet, før alt oppsummerast i konklusjonen.

Den siste delen av sluttrapporten tek føre seg organiseringa rundt prosjektet. Heilt til slutt framstillast litteraturliste og vedlegg.

2. TEORI OG LITTERATUR

2.1 OMBYGGING

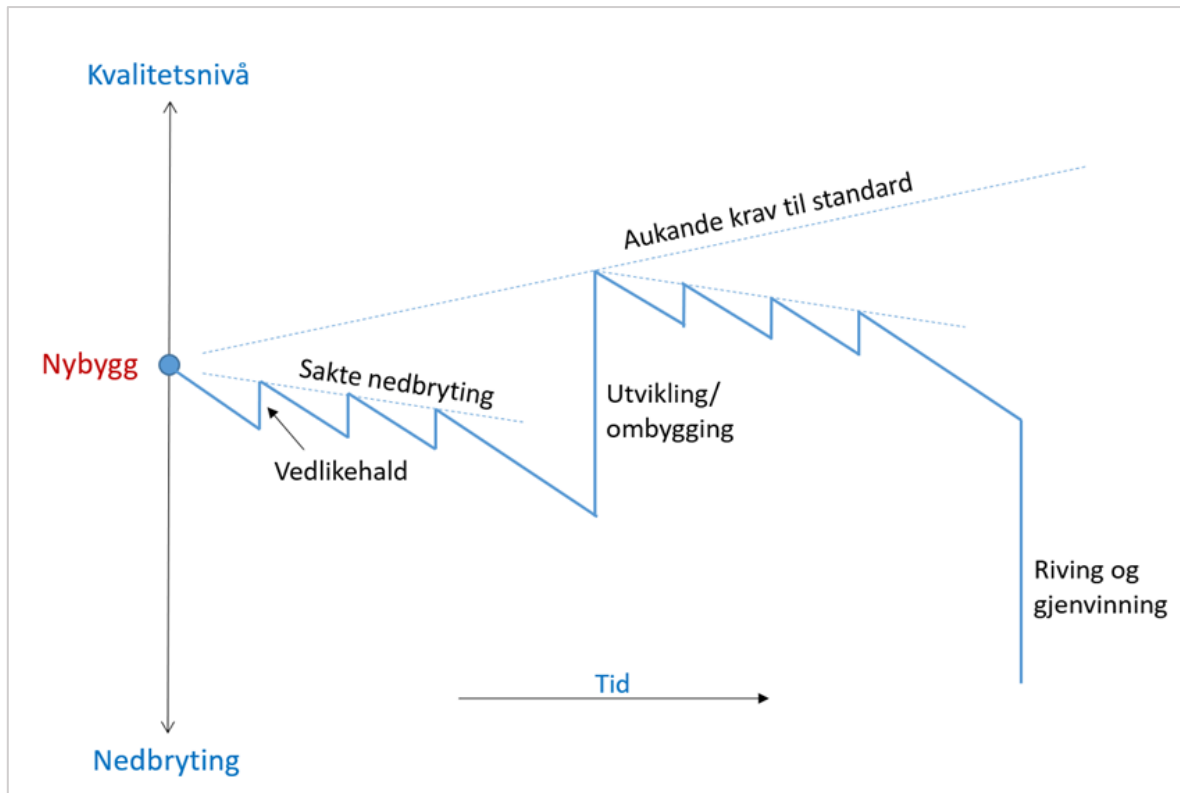
Oppgåva skal resultere i eit forslag til ombygging av studentbustadane. Ombygginga vil være ein sum av fleire utviklingstiltak som hevar standarden til krav i teknisk forskrift. Utvikling handlar om produktivitet og verdi. Det er naturleg å snakke om standardheving eller oppgradering på grunn av nye brukarkrav og/eller krav i lover og forskrifter. Krav i lover og forskrifter kan handle om alt frå energi, ventilasjonsmengder til universell utforming ol. Eit utviklingstiltak skal føye til ein ny verdi, i motsetning til vedlikehald som handlar om å oppretthalde teknisk/opphaveleg standard. Eit eksempel på eit utviklingstiltak, er å skifte eit vindauge etter 20 år. Dette vil gi eit betre, meir energieffektivt vindauge enn det opphavelge, og då er det snakk om ein utviklingsverdi. [2]

2.1.1 BEHOVET FOR OMBYGGING

Behovet for ombygging kjem normalt etter 20-30 år, men det varierer i stor grad for ulike bygningstypar.

Figur 2 Livsløpet til ein bygning skissert i graf

nedanfor viser livsløpet til ein bygning, skissert i graf. Y-aksen syner kvalitetsnivå, og x-aksen syner tid. Bygget vil med åra (ved vanleg bruk), få ei sakte nedbryting, på grunn av slitasje og elding. Ein vil stadig prøve å ta igjen nedbrytinga med små vedlikehaldsoperasjonar, men gapet mellom kravet til standard og kvalitetsnivå vil på eit tidspunkt være så stort at ein ikkje kan hente det igjen med vedlikehaldsoperasjonar. På dette tidspunktet er det behov for ein ombyggingsprosess, eller ein sum av utviklingstiltak som hevar kvalitetsnivået tilbake til kravet i standard. Deretter vil nedbrytinga gjenta seg, så på eit eller anna tidspunkt er gapet så stort mellom krav og tilstand, at bygget bør rivast. [3]



Figur 2 Livsløpet til ein bygning skissert i graf

2.1.2 ALTERNATIVET TIL OMBYGGING

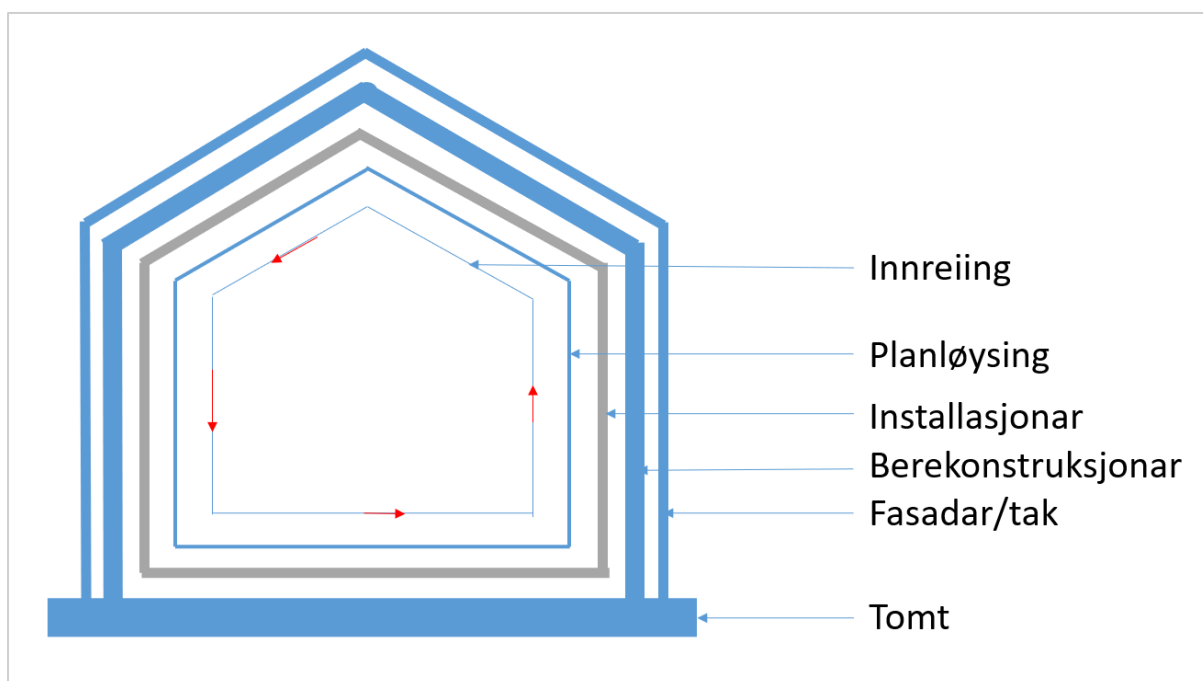
Når behovet for fornying melder seg, har ein i hovudsak berre eit anna alternativ. Om ei ombygging ikkje let seg gjere, vel ein å rive bygget (og eventuelt setje opp eit nytt). Eventuelt kan ein gå for ein mellomting, og kombinere ombygging med riving/nybygg. Grunnlaget for valet baserast stort sett på økonomi. Dersom det viser seg at ombyggingskostanden er svært høg (nær nybyggpris), vil det være økonomisk uforsvarleg å byggje om. Dette kjem av at ein ved nybygg vil kunne tilpasse bygget til nøyaktig den funksjonen det skal ha, medan ein ved ombygging i nokre samanhengar må ta til takke med kompenserte løysingar.

Ved nybygg byggjer ein gjerne i jomfrueleg terreng. Dei normer og krav ein har i jomfrueleg terreng, kan ein tilpasse den tomte ein har, altså ein «projiserer» nybygnormene på urørt terreng. Ved ombygging er det motsett. Ein tek utgangspunkt i den eksisterande bygningsmassen, og justerer normer og krav inn mot den eksisterande bygningsmassen. Det kan vere vanskeleg og arbeidskrevjande å finne ein balanse her. Ein bør difor analysere den

eksisterande bygningsmassen grundig, og ein må tenkje nøye gjennom dei endringsbehova ein har. Ved ombygging må ein i tillegg ta meir omsyn til brukarane av bygget.

Ved val av fornyingsform, gjennomfører ein stort sett ei teknisk tilstandsanalyse, som syner skadar, manglar og restlevetid. Samstundes framhevar ei tilstandsanalyse kva som vil vere dei største kostnadsberarane ved prosessen. I tillegg utfører ein ei funksjonsanalyse, då det er viktig å analysere korleis bygget fungerer for den bruken det har i dag. Ikkje minst er det viktig å analysere kor tilpassingsdyktig bygget er for nye funksjonar.

Lagdelingsmodellen til Stewart Brand, forklarar dette med funksjonalitet og tilpassingsevne gjennom uavhengige komponentar. Stewart Brand delte inn bygget i fleire lag. Tanken var å byggje dei ulike laga så uavhengige som mogeleg, for å enklare kunne tilpasse bygget til endra krav og behov. Han ynskte på denne måten å minske komplikasjonar som ofte er knytt til installasjonar, fasade og tak, som oppstår ved skifte av for eksempel innreiing og planløyising. Figur 3 syner laginndelingsmodellen med modifikasjonar knytt til tjukkeleiken av laga. Justeringane er utført av førsteamanuensis Ole Grunnar Søgner, og har som formål å illustrere levetida til dei ulike komponentane.



Figur 3 Laginndelingsmodellen til Stewart Brand

Dersom bygget derimot ikkje har evne til å tilpasse seg endringar på grunn av for eksempel etasjehøgde, spennvidder, installasjonar og liknande, ser ein det nødvendig å rive bygget. Grunnen kan også kome av endringar i planføretnader, eller av omsyn til miljø/berekraft. Elles utførast riving stort sett der bygget er vurdert til å ha såpass store skadar og manglar, at ein ikkje ser ein annan utveg.

Økonomi- og marknadsperspektivet er svært avgjerande ved val av fornyingsform. Det kan for eksempel handle om lokalisering, leigenivå og utnytting av tomt. Bygget kan også vere del av eit bygningsmiljø som set krav til kva fornyingsform ein kan velje. Det siste punktet som er viktig å leggje til grunn er berekraftperspektivet. Ein bør føre eit klimarekneskap og rekne på CO₂ avtrykket, for å finne det alternativet som gir minst påkjenning for miljøet. Og for å skape ein berekraftig byggsektor må vi i framtida, i mykje større grad enn i dag bygge om og transformere den eksisterande bygningsmassen me har, framfor å bygge nytt. [4]

2.2 VERKTØY FOR KARTLEGGING AV BYGGET SITT ENERGIBEHOV

2.2.1 NS3031

NS3031 «*Beregning av Bygningers Energiytelse – Metode og Data*» legg grunnlaget for simuleringsprogrammet SIMIEN. Standarden syner mellom anna metodar for korleis ein reknar ut varmetap, varmetilskot, energibruk og oppvarmingsbehovet over eit år. I tillegg inneheld standarden tabellar med standardverdiar for temperatur, luftmengder, driftstid, energibruk til utstyr, belysning etc. [5]

NS 3031:2014 er formelt trekt tilbake, likevel skal standarden nyttas inntil vidare ved kontroll opp mot TEK 17 (Byggeforskriftene) og Energimerkeordninga. [6]

2.2.2 SIMIEN

SIMIEN er ei enkel og brukarvennleg programvare, som evaluerer mot byggeforskrifter og energimerking. Programvara er bygd på grunnlag av NS3031 «Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data». Programvara har mindre detaljerte inndata, samt avgrensingar for geometri, soneoppdeling og naturleg ventilasjon, sett opp mot for eksempel programvara Ida Ice. Komplekse styringssystem kan heller ikkje modellerast i detalj.

Det er fullt mogeleg å rekne på ein bygnings energibehov manuelt ved å følgje standarden, men dette er tidkrevjande, då ein må rekne ut parameterane for kvar månad (med dei ulike månadstemperaturane). Difor nyttar ein simuleringsprogram som til dømes SIMIEN og Ida Ice, for meir dynamiske utrekningar, og for å lettare kunne endre på ting. Desse ser i tillegg på eventuell overoppheting. [5]

2.2.3 ENERGIMERKEORDNINGA

Energimerkeordninga gir bygget ein energikarakter (A-G), og ein oppvarmingskarakter (farge: raud til grøn). Energikarakteren stiller krav til levert energi, medan oppvarmingskarakteren stiller krav til mengde fornybar energi.

Levert energi er energien som faktisk leverast til bygget. Omgrepet reknar med systemtap, og trekker frå eigenprodusert fornybar energi (for eksempel solcellepanel). Levert energi reknast ut ved å finne netto energibehov, for så å legge til energibehov på grunn av oppvarmings- og kjølesystema sine virkningsgrader. I tillegg kan det målast direkte. [7]

Grøn oppvarmingskarakter svarar til heilt fornybar. Raud oppvarmingskarakter svarar til heilt fossil. Dersom eit bygg oppfyller teknisk forskrift i dag, oppnår det ein gul C. Fordelen med energimerkeordninga er at eldre/verneverdige bygg også kan oppnå ei god energimerking, ved å dra nytte av eigenproduserte fornybare energikjelder. [7]

2.2.4 NORMTAL FRÅ ENOVA

Enova har utarbeida «Manual for Enøk normtal. Siste versjon av manualen blei utgitt i 2004. Normtala angjevast som totalt energibehov pr m² oppvarma areal [kWh/m²], for ulike bygningstypar og alder. I tillegg syner normtala fordelinga på ulike budsjettpostar som oppvarming, ventilasjon, varmtvatn, vifter og pumper, belysning, etc. [8]

Manualen gir normtal for energi og effekt for sju klimasoner, desse har SINTEF Energiforskning definert i sin rapport ”Inndeling av Norge i klimasoner” [9]. I tillegg skil manualen mellom ni bygningstypar.

2.3 TEKNISK FORSKRIFT

TEK 17, eller teknisk forskrift, er tekniske krav til byggverk som trekk opp grensa for det minimum av eigenskapar eit byggverk må ha for å kunne oppførast lovleg i Noreg. Denne rettleiinga forklarar krav i forskrifta og gir preaksepterte ytingar som vil oppfylle krava. [10] Hovudproblemstillinga i denne rapporten er å slå fast kva for tiltak som bør utførast for å imøtekome krav til inneklima og helse (kapittel 13) og energi (kapittel 14) i teknisk forskrift. Difor vil komande delkapittel ta for seg kjernen i desse kapitela, samt metodar for å dokumentere at krava er tilfredsstilt.

2.3.1 KAPITTEL 13 INNEKLIMA OG HELSE

Kapittelet om inneklima og helse i teknisk forskrift, er avgrensa til berre å gjelde ventilasjon og fukt. Av den grunn vil kapittelet berre ta utgangspunkt i desse omgrepa.

2.3.1.1 VENTILASJON

Ventilasjonen i eit bygg har stor betydning for luftkvaliteten i bygget med tanke på helse og velvære. For den termiske komforten, har også ventilasjonen stor betydning for regulering av temperaturen innandørs. Når det gjeld fuktsikkerheit, er dette ofte den dimensjonerande faktoren for kva ventilasjonsanlegget skal levere for å unngå fuktproblem. Energibruket kan også i stor grad påverkast av ventilasjonen. [11]

Dei ulike ventilasjonstypene som finst er naturleg ventilasjon, mekanisk avtrekk, balansert ventilasjon og hybrid ventilasjon. I studenthyblane på Vieåsen er det installert balansert ventilasjon. Balansert ventilasjon består av vifter som sørger for både tilførsel og avtrekk av ventilasjonslufta. Det er også moglegheit for varmegjenvinning slik at ikkje all energien i form av varme i avtrekkslufta går tapt. Ser ein på dei positive og negative sidene ved balansert ventilasjon, er fordelane at det gir god komfort, god totaløkonomi, lite varmetap og betre sikkerheit mot radon. Ulempene er at det kan lage støy, tar ein del plass, krevjar vedlikehald/filterskift og kompetanse. [11]

2.3.1.2 FUKTPROBLEMATIKK

Ifølgje SINTEF Byggforsk sitt skadearkiv for norske bygg, er 76% av alle registrerte byggskeidar relatert til fukt. Dette er i hovudsak på grunn av fuktigheit frå nedbør, fuktproduksjon frå bebuarane og fuktigheit som er bygd inn i veggjar og tak. [12]

Rom med høg fuktbelastning er meir utsett for fuktskeidar enn rom med låg fuktbelastning. Med høg fuktbelastning meinast både høg luftfuktigheit, høgt innvendig luftovertrykk og periodevis våte overflater på grunn av søl av vatn og spyling. Dei viktigaste faktorane som spelar inn når det gjeld fukttransport gjennom konstruksjonar som skil ulike klima, er skilnad i damp- og lufttrykk. Damptrykksskilnad fører til diffusjon, som vil seie vassdampvandring i stilleståande luft gjennom konstruksjonen, frå varm side der vassdamptrykket er størst, til kald side. Innvendig luftovertrykk fører til at varm, fuktig luft innanfrå leker ut gjennom utettheiter og kjølast av etterkvart. Lufttrykket er størst i dei øvste delane i ein bygning på grunn av naturleg oppdrift. Når lufta kjølast av i dei kaldare delane av konstruksjonen, vil lufta sitt relative fuktinnhald auke. Dersom temperaturen minkar under lufta sitt mettingspunkt, kondenserer vassdampen og det legg seg vatn, eventuelt som rim eller is. [13]

Fukt og vatn kjem frå fleire ulike kjelder. Ei av dei mest betydelege kjeldene er nedbør. Det er mogleg at vatn leker inn i bygget ved innsuging av grunnvatn, trykk på grunn av dårleg drenering og lekkasje frå overflatevatn. Det er heller ikkje uvanleg med lekkasjar innandørs som til dømes lekkasje frå våtrom til nærliggande konstruksjonar. Fuktkjelder inne kan også vere ved tørking av klede, at nokon dusjar eller ved matlaging. Denne fuktige lufta transporterast på ulike måtar, det diffunderer gjennom konstruksjonane, det blir trekt opp i materiale på grunn av kapilærvirkning, og regn kan slå mot ytterveggjar på grunn av vinden. Konsekvensane av alt dette er skadar på materialar som frostskeidar, råte, muggvekst, soppvekst og dermed eit dårleg inneklima. [14]

2.3.1.3 REKNE UT DAMPGJENNOMGANG

Etterisolering kan i fleire tilfelle skape fuktproblematikk ved dampgjennomgang gjennom konstruksjonar ut mot friluft. Ettersom det i denne rapporten vil bli drøfta tiltak for etterisolering for både yttervegg og tak, er det særskilt viktig å kontrollere om tiltaket er fuktsikkert. Kontrollen er utført ved hjelp av Excel, og er oppbygd på følgjande måte:

Det første trinnet er å finne dimensjonerande inne- og utetemperatur. Neste trinn er å berekne temperaturen ved dei enkelte sjiktgrensene i konstruksjonen. Deretter må mettingstrykket p_{sat} (Pa) eller vassdampmengde ved metting V_{sat} (g/m^3) ved sjiktgrensene for dei opptreande temperaturane finnast. Når dette er gjort, skal opptreande damptrykk p_v (Pa) eller vassdampmengde (g/m^3) ved dei enkelte sjiktgrensene bereknast.

Vassdampinnhaldet V er vassdampmassen i lufta per volumeining.

Vassdampinnhaldet ved metting, V_{sat} , er det maksimale vassdampinnhaldet som lufta kan innehalde ved ein gitt temperatur. Dersom metta luft blir tilført ytterlegare fukt, vil det dannast kondens. V_{sat} aukar med temperaturen. [15]

For å finne temperaturdifferansen mellom kvart sjikt, brukast formelen $\Delta T =$

$\frac{(T_{inne} - T_{ute}) \times R_{sjikt}}{\sum R}$. Sameleis er det når differansen i damptrykkmengde for kvart enkelt sjikt

skal finnast. Då brukast formelen $\Delta V_{sjikt} = \frac{(V_{inne} - V_{ute}) \times Z_{sjikt}}{\sum Z}$. Slik kan ein ved desse

formlane rekne seg innanfrå og ut gjennom alle sjikta og kome fram til ein verdi for kvart enkelt sjikt.

Relativ fuktigheit (RF) er forholdet mellom vassdamptrykket i lufta og lufta sitt mettingstrykk ved same temperatur. Relativ fuktigheit blir oppgjeve i prosent. Ved lufta sin doggpunktstemperatur er lufta sitt vassdampinnhald lik V_{sat} . Dersom lufttemperaturen blir lågare enn doggpunktstemperaturen, blir det danna kondens. [15]

Vassdampmotstanden til eit materiale, Z_p , er ofte oppgjeve for tynne materialsjikt som damp-

, vindsperre og plater. For tjukkare materiale må ofte Z_p reknast ut ved: $Z_p = \frac{d [m]}{\delta [kg/(msPa)]}$,

der d er tjukkelsen og δ er vassdamppermeabiliteten til materialet. [16]

Dersom ein skal kontrollere for kondens/mugg i ein konstruksjon som til dømes yttervegg, må ein sjå på den relative fuktigheita i dei ulike sjikta i konstruksjonen. Dersom den relative fuktigheita RF overstig 80%, er det fare for muggvekst, avhengig av temperatur. Overstig RF derimot 100% blir det felt ut kondens. [16]

2.3.2 KAPITTEL 14 ENERGI

TEK 17 definerer to metodar for å dokumentere opp mot krava til energieffektivitet. Metodane kallast energirammemodellen og energitiltaksmodellen.

2.3.2.1 ENERGI RAMMEMODELLEN

Energirammemodellen er gitt i TEK 17 § 14-2 (1): «*Det totale netto energibehovet for bygningen skal ikke overstige energirammene i tabellen...*». Sjå Tabell 2 [10]. Modellen gjennomførast ved å rekne ut «netto energibehov», for så å kontrollere om resultatet held seg innanfor kravet i tabellen.

Netto energibehov [kWh/m²], beskriv tal kilowattimar per kvadratmeter oppvarma bruksareal per år. Omgrepet reknar med energibehovet ein har pga. varmetap, passive tilskot (solvarme), interne varmetilskot (menneske og utstyr). Netto energibehov viser ikkje omsyn til energisystema sine verkningsgrader, og legg difor vekt på eigenskapane til bygningskroppen, og kor godt ein utnyttar passive tilskot. Omgrepet sjåast på som abstrakt, då det berre kan reknast ut og ikkje målast. [7]

Fordelen med energirammemodellen, er at den viser omsyn til at bygg med ulik bruk, også har ulikt energiforbruk. For eksempel har ein skule vanlegvis høgare energiforbruk enn ei bustadblokk. [7]

Det totale varmetapet til ein bygning er summen av varmetap på grunn av transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon. I NS 3031 blir dette kalla for varmetransportkoeffisienten, H . I NS 3031 kan denne bereknast som følgjande:

$$H = H_D + H_U + H_G + H_V + H_{inf} \quad \left(\frac{W}{K}\right)$$

Der:

- H_D er direkte transmisjonsvarmetap til det fri
- H_U er transmisjonsvarmetap til ikkje-oppvarma soner
- H_G er varmetap mot grunnen
- H_V er ventilasjonsvarmetap
- H_{inf} er infiltrasjonsvarmetap

Ledda H_U og H_G kan inkluderast i H_D dersom ein bruker U-verdiar for varmetapet gjennom grunnen og gjennom ikkje-oppvarma soner. U-verdiar for varmetap gjennom grunnen kan takast direkte frå Byggdetaljblad 471.014. Ikkje-oppvarma soner kan reknast inn som eit tillegg i varmemotstanden til aktuell bygningsdel.

<i>Bygningskategori</i>	<i>Totalt netto energibehov [kWh/m² oppvarmet BRA per år]</i>
Småhus, samt fritidsbolig over 150 m ² oppvarmet BRA	100 + 1600/m ² oppvarmet BRA
Boligblokk	95
Barnehage	135
Kontorbygning	115
Skolebygning	110
Universitet/høgskole	125
Sykehus	225 (265)
Sykehjem	195 (230)
Hotellbygning	170
Idrettsbygning	145
Forretningsbygning	180
Kulturbygning	130
Lett industri/verksteder	140 (160)

Tabell 2 Energirammodellen [10]

2.3.2.2 ENERGILTAKSMODELLEN

Energiltaksmodellen er gitt i TEK 17 § 14-2 (2): «*For boligbygning kan kravet til energieffektivitet som alternativ til første ledd, oppfylles ved å følge punktene 1-9 i tabellen. Energiltakene kan fravikes forutsatt at bygningens varmetapstall ikke øker, samtidig som kravene i § 14-3 oppfylles.*» Sjå Tabell 3 [10].

Fordelen med energiltaksmodellen er *omfordelingsprinsippet*. Det vil seie at energiltaka kan fråvikast, så lenge minimumskrav er oppfylt, og totalt varmetapstal ikkje aukar. Eit typisk eksempel på dette, er at ein ynsker større vindaugs- og dørareal enn 25% av BRA.

Dermed har ein med energitiltaksmodellen mogelegheit til å kompensere for auka varmetap, ved å t.d. velje ein yttervegg med lågare U-verdi. [7]

	Energiltak	Småhus	Boligblokk
1.	U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	≤ 0,18	≤ 0,18
2.	U-verdi tak [W/(m ² K)]	≤ 0,13	≤ 0,13
3.	U-verdi golv [W/(m ² K)]	≤ 0,10	≤ 0,10
4.	U-verdi vinduer og dører [W/(m ² K)]	≤ 0,80	≤ 0,80
5.	Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA	≤ 25 %	≤ 25 %
6.	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg (%)	≥ 80 %	≥ 80 %
7.	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP) [kW/(m ³ /s)]	≤ 1,5	≤ 1,5
8.	Luftlekkasjetall per time ved 50 Pa trykkforskjell	≤ 0,6	≤ 0,6
9.	Normalisert kuldebroverdi, der m ² angis som oppvarmet BRA [W/(m ² K)]	≤ 0,05	≤ 0,07

Tabell 3 Energiltaksmodellen [10]

2.3.2.2.1 TRANSMISJONSVARMETAP

Energiltak 1-5 i energiltaksmodellen stiller krav til transmisjonsvarmetap.

Transmisjonsvarmetap er varmetapet til ein bygning gjennom bygningskonstruksjonen. Dette vil seie varmetap gjennom tak, vegger, golv, vindauge og dører. Transmisjonsvarmetap gjennom konstruksjonen mot det fri er gitt som:

$$H_D = \Sigma(U_i \times A_i) + \Psi'' \times A_{fl} \left(\frac{W}{K}\right)$$

Der:

- U_i er gjennomsnittleg U-verdi for bygningsdel i (W/(m²K))
- A_i er arealet for bygningsdel i (m²)
- Ψ'' er normalisert kuldebruverdi (samla varmetap frå kuldebruer dividert på A_{fl}) (W/(m²K))
- A_{fl} er oppvarma BRA (m²)

[17]

2.3.2.2.1.1 U-VERDI

Kravet til maksimalt transmisjonsvarmetap gjennom klimaskjermen (yttervegg, tak, golv, vindauge og dører) er tal festa med u-verdiar. *U-verdi /varmegjennomgangskoeffisient* [$W/(m^2K)$] er eit standardisert mål på kor lett ein bygningsdel slepp gjennom varme. U-verdien angir kor mye varme som strøyer gjennom ein kvadratmeter bygningsdel per tidseining, og per grad temperaturforskjell mellom omgivnadene på kvar side av bygningsdelen. Varmeoverføring per tidseining målast i watt (W) og temperaturforskjellen målast i kelvin (1 K = 1 °C).

Sintef Byggforsk har godt arkiv på u-verdiar. Likevel er u-verdiane som er nytta i oppgåva (for alt utanom vindauge og dører) rekna med følgjande formel:

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

Der:

- R_{tot} er total varmemotstand (m^2K/W).
- ΔU er eit korreksjonstillegg som tar omsyn til eventuelle luftspalter, mekaniske festemidlar som går gjennom isolasjonen og nedbør på omvendte tak.
- U-verdien skal rundast av til to gjeldande siffer. Det vil til dømes seie 0,47 eller 0,095. Den første verdien har to desimalar og den andre verdien har tre, men begge har to gjeldande siffer fordi null rett etter komma ikkje regnast som gjeldande siffer.

[18]

Varmemotstanden (R) [m^2K/W], for eit materialsjikt angir kor godt materialsjiktet isolerer mot varmegjennomgang. For eit homogent materialsjikt er varmemotstanden gitt av formelen:

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

Der:

- d er tjukkelsen på materialsjiktet (m)
 - λ_d er den dimensjonerande varmekonduktiviteten til materialet ($W/(mK)$).
- Varmekonduktiviteten er materialet sin varmeledningsevne, eller kor godt det lei ar varme. [19]

2.3.2.2.1.2 NORMALISERT KULDEBRUVERDI

Ei kuldebru er ei lokalt økt varmeoverføring. Desse varmeoverføringane kan gå gjennom eit punkt eller ei flate der varmeisolasjonen er dårlegare enn elles i konstruksjonen. Ei kuldebru kan også forklarast ved at det er ein del av bygningskonstruksjonen som har vesentleg lågare varmemotstand enn konstruksjonen i sin heilheit. I slike tilfelle oppstår ein lokal, sterk varmeoverføring og eit ekstra varmetap. Dette kan førekome av materiale med ulik varmekonduktivitet/varmeleidningsevne, endring i tjukkelsen på konstruksjonen eller forskjell mellom innvendig og utvendig areal. For å gjere varmetapet mindre, er det viktig med så få kuldebruer som mogleg for at eit bygg skal vere energieffektivt. [20]

2.3.2.2.2 VENTILASJONSVARMETAP

Vidare stiller energiltak 6-7 krav til ventilasjonsvarmetap. *Ventilasjonsvarmetapet* H_V , er varmetapet på grunn av ventilasjon. Etter metode gitt i NS 3031, reknast H_V ut som følgjande:

$$H_V = 0,33 \times V(1 - \eta) \left(\frac{W}{K} \right)$$

Der

- V er gjennomsnittleg ventilasjonsluftmengde per time (m^3/h), som gis av tal luftskifte per time multiplisert med oppvarma luftvolum (m^3).
 - η er gjennomsnittleg temperaturverknadsgrad over året for varmegjenvinner (%).
- Verdi blir oppgitt mellom 0 og 1, det vil seie at 80% utgjer 0,8.

[17]

2.3.2.2.3 INFILTRASJONSVARMETAP

Til slutt stiller energitiltak 8-9 krav til infiltrasjonsvarmetap, som er tal festa som lekkasjetal. *Infiltrasjonsvarmetapet* til ein bygning er avhengig av lufttettheita til bygningen. Dette er varmetap i form av luftlekkasje. Infiltrasjonsvarmetapet kan reknast ut ved:

$$H_{inf} = 0,33 \times n_{inf} \times V \left(\frac{W}{K} \right)$$

Der

- n_{inf} er tal på kor mange luftvekslingar på grunn av infiltrasjon. Forutsett at tilført luft er lik avtrekksluftmengde (som forutsett i balanserte ventilasjonsanlegg), kan ein i følgje NS 3031 sette $n_{inf} = 0,07 \times n_{50}$, der n_{50} setjast til 0,6 luftvekslingar per time ved 50 Pa trykkforskjell, som er kravet til lufttettheit.
- V er oppvarma luftvolum (m^3).

[17]

2.4 ENERGIEFFEKTIVISERINGSTILTAK

Grunnen til at energieffektiviseringstiltak bør utførast, er fordi 40% av verdas energiforbruk går til bygningane våre. [21]

Kyoto pyramiden, Figur 4, er ei rettleiing på korleis ein skal gå fram når ein skal energieffektivisere. [22] Oppgåva tek i hovudsak føre seg det første punktet i pyramiden, altså det å redusere varmetapet til bygget.



Figur 4 Kyoto pyramiden [22]

Tiltak som utførast for å redusere varmetapet er stort sett isolering, tetting, skifte av vindauger/dører, samt installere balansert ventilasjon.

2.5 ØKONOMI/ SPAREPOTENSIALE

Oppgåva skal framstille sparepotensialet byggeigar har ved løysinga som er valt. Dette utførast ved å setje opp ei grov kostnadskalkyle som i all hovudsak byggjer på produktprisar og erfaringstal frå Holteportalen (på tidsbruk).

2.5.1 KOSTNADSKALKYLE

Ei kostnadskalkyle er eit kostnadsoverslag for å komme fram til prisen på det totale produktet. [23] For å finne kostnaden av ei ombygging, vil ein summere dei største kostnadsberarane ved prosjektet. Ein legg til grunn at desse vil utgjere 80% av den totale kostnaden av heile prosjektet, og må difor leggje til 20% for å få eit mest mogeleg nøyaktig estimat.

2.5.2 HOLTEPORTALEN

Holteportalen er eit verktøy som har fleire nyttige funksjonar for å kartlegge prisane for både vedlikehalds-, ombyggings- og nybyggskostnadar.

2.5.3 KOSTNAD KJØPT ENERGI (SIMIEN)

SIMIEN framstiller kostnaden av kjøpt energi i årssimuleringsrapport. Kostnaden er rekna som mengd levert energi multiplisert med pris per kWh.

3. METODE

Først og fremst vart Studentsamskipnaden på Vestlandet (Saman) kontakta for å avklare interesse for vidare samarbeid. Saman har bidrege med engasjement og nødvendig informasjon under utføringa av prosjektet. Gruppa har fått tilgang til nødvendig informasjon for å kartleggje dagens situasjon, derav ei tilstandsanalyse utført av Sweco, samt enkle teikningar og straumdata. Teikningsgrunnlaget av hyblane i utgangspunktet dårleg, og difor blei Revit nytta, for å skisse opp ein enkel modell for eksisterande situasjon.

Saman har også delteke i planlegging og premieutdeling av ei bebruarundersøking, med spørsmål knytt til alt ifrå ventilasjon og teknisk utstyr, til estetikk og romutforming. Vidare fant gruppa det nødvendig å kartleggje krav frå kommuneplanar, for å leggje til grunn eventuelle hindringar som kan vanskeleggjere prosessen ved utføring. I tillegg er det utført fleire synfaringar av Tervatunet 1A. Synfaringane innebar oppgåver som; oppmåling, kartleggje informasjon om tekniske installasjonar, samt andre inputverdiar som var nødvendig å hente inn for SIMIEN-simulering.

Utviklingstiltaket som er utarbeida tilfredsstillar først og fremst krava som omhandlar fukt og ventilasjon i kapittel 13, samt energieffektivitet i kapittel 14 i TEK 17. I tillegg har gruppa drøfta truverda til resultat frå SIMIEN, samt samanlikna SIMIEN med andre metodar for å finne energibehovet til bygningar. Vidare er fordelane og ulempene ved innvendig versus utvendig isolering kartlagt, i tillegg til fuktproblematikken som kan oppstå som eit resultat av dei ulike formane for etterisolering. Avslutningsvis har oppgåva resultert i ei enkel kostnadskalkyle som syner sparepotensialet til byggeigar ved ulike val av løysingar.

Planlagt utviklingstiltak er lagt fram som ei enkel beskriving av løysingane, med figurar som syner endringane. Samstundes føreligg det rapportar frå SIMIEN både før og etter tiltak som synleggjer forbetringa av «årssimulering», energimerking og evaluering opp mot forskrift.

4. GRUNNLAG

4.1 BEBUARUNDERSØKING

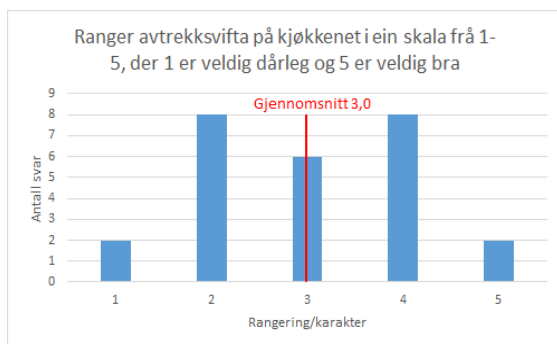
I bebruarundersøkinga som vart sendt ut til alle bebruarane i studenthyblane, kom det fram viktig informasjon for å kunne svare på delar av forskingsspørsmåla. I tillegg til å finne ut viktig informasjon om bygget og korleis det blir tatt i bruk, tenkte vi også at bebruarundersøkinga kunne gi viktig informasjon angående skilnadane på studenthybelen Tervatunet 1B som er frå 2013, i forhold til dei eldre studenthyblane som tidlegare nemnt er frå 1979.

Ein del av spørsmåla som vart stilt i bebruarundersøkinga vart ikkje brukt til ytterlegare arbeid. Dette fordi hovudproblemstillinga i oppgåva vart delvis endra etter at bebruarundersøkinga vart sendt ut. Dersom det til dømes skulle vere fuktskadar og/eller andre feil og manglar angående det bygningsfysiske som det ikkje var spørsmål om, vart også bebruarundersøkinga laga slik at bebruarane kunne svare i fritekst på dette.

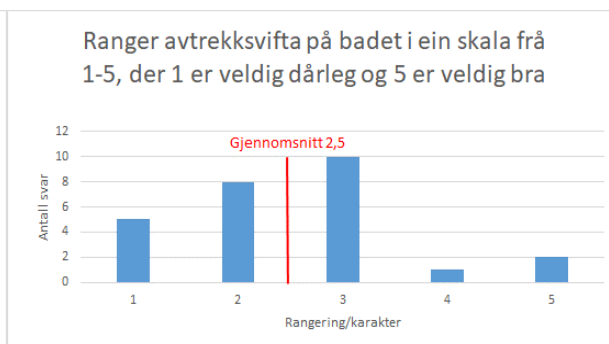
4.1.1 RESULTAT

Bebuarundersøkinga vart sendt ut i byrjinga av mars. For at så mange som mogleg skulle svare på den fekk gruppa til ein avtale med Saman om å gje pizza til det hybelhuset som oppnådde høgast svarprosent. Hybelhuset med høgast svarprosent blei til slutt Symretunet som stakk av med til saman tre pizzaer. I dei ulike delane nedanfor blir resultatata av dei gamle studenthyblane frå 1979 framstilt.

4.1.1.1 STATUS AVTREKKSIVIFTER



Figur 5 Avtrekksvifte kjøkken



Figur 6 Avtrekksvifte hybelbad

Bebuarane sine opplevingar om avtrekksviftene var til dels ulike. Som figurane ovanfor viser er avtrekksviftene i gjennomsnitt betre på kjøkkena enn dei er på hyblane. Dette kan vere fordi nokon av ventilasjonskanalane er delvis tette då det vart observert store mengder støv i fleire av ventilasjonsinntaka ved inspeksjon på nokon få utvalde hyblar.

4.1.1.2 STATUS LUFTKVALITET

Det var delte meiningar angående luftkvaliteten i studenthyblane. Nokre av studenthyblane verka å ha tilfredsstillande luftkvalitet, medan andre kan det seiast at ikkje hadde det. Avtrekksviftene på dei utvalde studenthyblane som vart inspisert hadde svært låg verknad. Sidan kvar hybel er på berre elleve kvadratmeter kan det tenkjast at luftkvaliteten fort blir dårleg dersom ikkje ventilasjonen er i stand.

4.1.1.3 FUKTTILSTAND

Studenthyblane er over 40 år og kan opp gjennom tidene ha vore utsatt for mykje fukt. Sidan det ikkje har vore installert balansert ventilasjon i bygga frå byggestart av, kan dette ha ført til at det har oppstått fuktskadar. Ifølgje vaktmeisteren som driftar og vedlikeheld studenthyblane, skrudde tidlegare studentar av avtrekkslufta (i alle fall ved Tervatunet 1A) som den gong var ein del av den naturlege ventilasjonen, og fekk dermed ikkje trekt ut fuktigheita av bygget. Grunnen til at dei den gong skrudde av avtrekkslufta var fordi hybelen hadde problemar med å halde temperaturen oppe på grunn av så stort avtrekk. Vaktmeisteren fortalde også at veggane i studentbustaden var fuktige den gong dette skjedde. [24] Dette står også om i tilstandsrapportane til Sweco. [25]

4.1.1.4 KULDEBRUER

Som diagrammet viser seier til saman 69% at dei kan kjenne noko trekk frå vindauge og ytterdør når det er kaldt ute. Ved inspeksjon av Tervatunet 1A vart det observert at det var eit av vindauga som var punktert. Der kunne ein også sjå at det var kome fukt mellom dei ulike laga i vindauga.

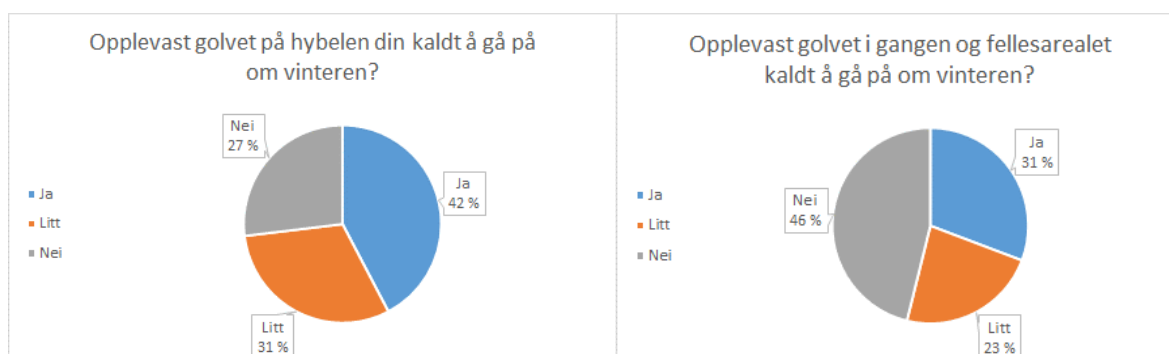


Figur 7 Kuldebruer i studenthyblane

4.1.1.5 TERMISK KOMFORT

Det er ikkje varmekablar i golva på studenthyblane. Dette fører til at den termiske komforten ikkje er optimal når i tillegg u-verdien i golvkonstruksjonen ikkje er tilfredsstillande. Trekk frå vindauge og dører fører også til dårlegare termisk komfort.

Ifølgje ein av bebuarane på studenthybelen Tervatunet 1A var det fleire av studentane som gjekk til innkjøp av tøffel for å unngå kontakt med det kalde golvet. [26] Utifrå diagramma ovanfor verkar det som at golva på kvar av dei ulike hyblane har enda dårlegare termisk komfort enn golvet i gangane og i fellesareala.

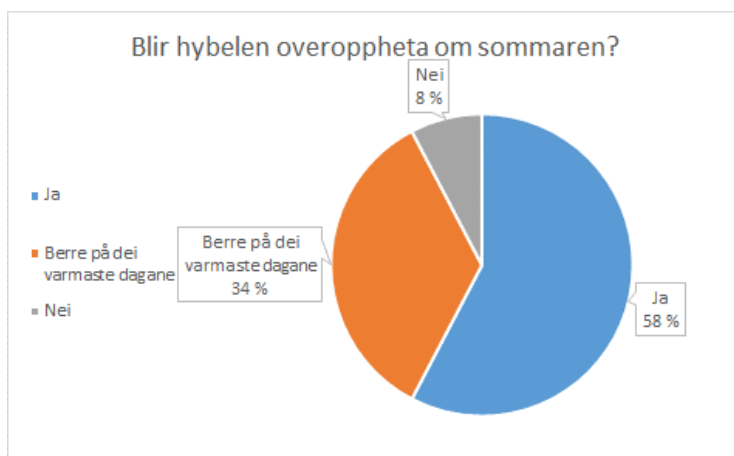


Figur 8 Termisk komfort hybel

Figur 9 Termisk komfort gang/fellesareal

4.1.1.6 TEMPERATUR

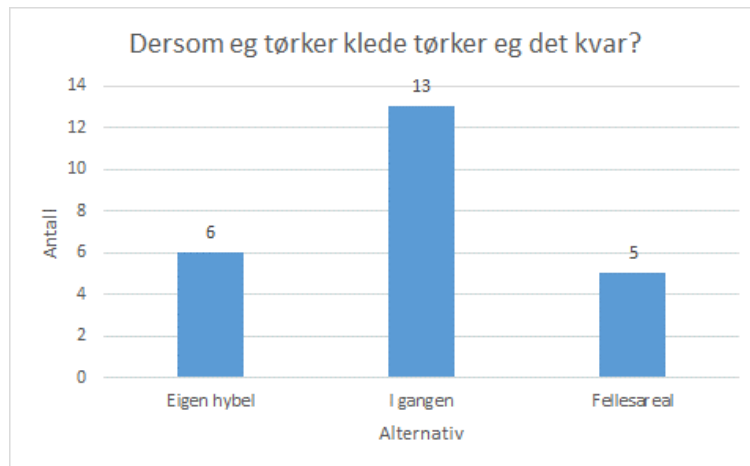
Utifrå svara frå bebuarane på spørjeundersøkinga har hyblane eit ganske stort problem ved at dei fort blir overoppheta, spesielt på dei varmaste dagane. Sjølv om varmpumpa fungerer som avkjøling på desse dagane, er dette likevel eit stort problem viser avstemmingane.



Figur 10 Overoppheting av hybel

4.1.1.7 FUKTBELASTNING

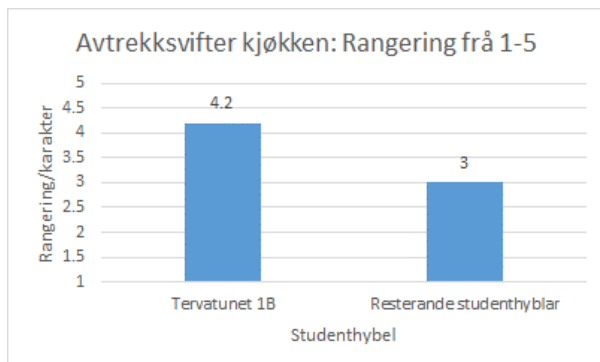
Som ein kan lese av i diagrammet har gangen den høgaste fuktbelastninga av alle dei ulike delane i studentbustadane, med tanke på tørking av klede. Det går også an å merke seg at eigen hybel og fellesareal i nokon grad blir brukt til å tørke klede. Dette er viktig informasjon angående fuktproblematikken, og kan vere interessant med tanke på plassering av ventilar for lufttilførsel og avtrekksventilar.



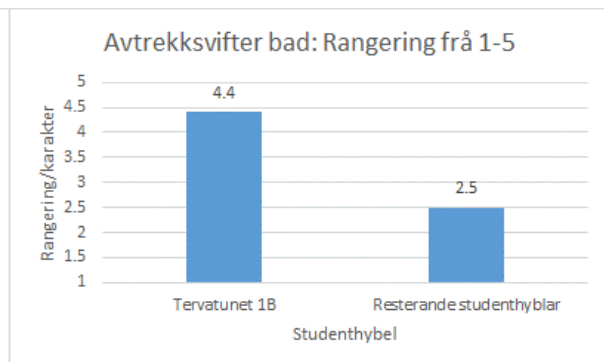
Figur 11 Tørring av klede

4.1.2 SAMANLIKNING MED TERVATUNET 1B FRÅ 2013

Når det gjeld skilnadar på den nye studenthybelen Tervatunet 1B og dei eldre studenthyblane, er det store nivåskilnadar angående både estetikk, universell utforming og det bygningsfysiske. I alle bygga er det balansert ventilasjon.



Figur 12 Samanlikning - avtrekksvifter kjøkken



Figur 13 Samanlikning - avtrekksvifter bad

Avtrekksviftene er som diagrammet viser mykje betre både på kjøkkenet og badet i dei nyaste studenthyblane. Avstemmingane syner også at den største skilnaden i rangering er på badet.

Fleire samanlikningar det er interessant å legge merke til, er angående trekk frå vindaug og ytterdør. Der var det store skilnadar da ingen ved Tervatunet 1B svarte at dei kunne kjenne trekk frå desse ytterkonstruksjonane. Berre ein i undersøkinga svarte «litt» angående trekk og

resten svarte «nei» ved Tervatunet 1B. I motsetjing svarte tilnærma 70% ved dei resterande studenthyblane at dei kunne kjenne trekk frå desse ytterkonstruksjonane.

Det var også store skilnader på studenthyblane når det gjaldt den termiske komforten. I dette tilfellet - når det gjelder temperatur i golvet på eigen hybel, var det store skilnadar utifrå svara til studentane. Ved dei gamle studenthyblane svarte mesteparten av studentane at golvet opplevast som kaldt å gå på om vinteren, medan ved Tervatunet 1B svarte heile 80% at det ikkje opplevast som kaldt å gå på i gang/fellesareal om vinteren.

Det siste som kan vere av interessant informasjon angående Tervatunet 1B frå 2013 og dei resterande studenthyblane frå 1979, er temperaturen inne om sommaren. Utifrå svara på bebruarundersøkinga er for høg temperatur inne eit veldig stort problem om sommaren både i Tervatunet 1B og dei resterande studenthyblane. For å sjå svara på alle spørsmål som vart teke med vidare etter at problemstillinga vart endra på, sjå vedlegg.

4.1.3 KONKLUSJON

Konklusjonen utifrå bebruarundersøkinga er at studentane har delvis låge bustadfasilitetar ved dei resterande og gamle studenthyblane frå 1979. Bebruarundersøkinga gir eit klart svar på at mesteparten av studentane ikkje er tilfreds med dagens standard og løysingar i bygga.

Det som veg opp for den låge standarden med tanke på låg termisk komfort, trekk frå vindauge og ytterdør, luftkvalitet, overoppheting, dårlege avtrekksvifter og ventilasjon, kan vere den gunstige prisen i leige som i tillegg er inkludert straum. Straumen inngår som ein fast pris i leige av hyblane. Dermed treng ikkje studentane å bekymre seg for straumprisen ved betaling.

4.2 TEIKNING AV NOVERANDE BYGNINGSMASSE

Grappa har fått utdelt fasade-, snitt-, og planteikningar frå vaktmeistaren i Saman (sjå vedlegg 2). Teikningsgrunnlaget er lite detaljert, og eksisterer berre i papirformat. For å skape betre oversikt over utsjånad og problemstillingar i bygget, har grappa modellert ei enkel skisse av hybelhuset. Etersom problemstillinga for oppgåva har endra seg undervegs, har ikkje grappa kunne drege så mykje nytte ut av modellen som først tenkt. Skissa har stort sett blitt nytta for å lage enkle skisser av valt tiltak, samt for å enklare kunne finne arealverdiane i SIMIEN.



Figur 14 Utklipp frå modell i 3D perspektiv

4.3 RESULTAT FRÅ SIMIEN – FØR TILTAK

Grappa har gjennomført ein årssimulering med programvara SIMIEN, for å estimere netto energibehov til hybelhusa. I tillegg er SIMIEN brukt for å kontrollere forskriftskrav, samt fastsetjing av energimerking på bustadane. På denne måten oppnåast ei nokså nøyaktig framstilling av dagens situasjon, samt eit godt utgangspunkt for å framstille skilnaden på energibehovet før- og etter foreslått utviklingstiltak.

Simuleringa er gjennomført med utgangspunkt i hybelen på adressa «Tervatunet 1A», som referansehus. Rapportane skal også være realistiske for dei sju resterande studentbustadane frå 1979, då dei i utgangspunktet har same utforming. Likevel er det gjennomført varierende vedlikehaldsoperasjonar frå det eine til det andre hybelhuset, samt at plasseringa i forhold til terrenget er noko forskjellig. Ein må difor leggje til grunn ein viss usikkerheit ved bruk av resultatet opp mot dei andre adressene.

Simuleringa er basert på utrekna u-verdiar for yttervegg tak og golvkonstruksjon (vedlegg 5) og u-verdiar for vindauge henta frå detaljblad frå Sintef Byggforsk. Normalisert

kuldebruverdi og lekkasjetal er henta frå erfaringstal. Gruppa har synfart studentbustaden Tervatunet 1A, for å utføre korrekte målingar, samt kartleggje informasjon om energiforsyning og terrenget i området rundt. Bakgrunnen for særskilte verdiar, kjelder og grunnlag for val av verdiar, er framstilt i vedlegg 3.

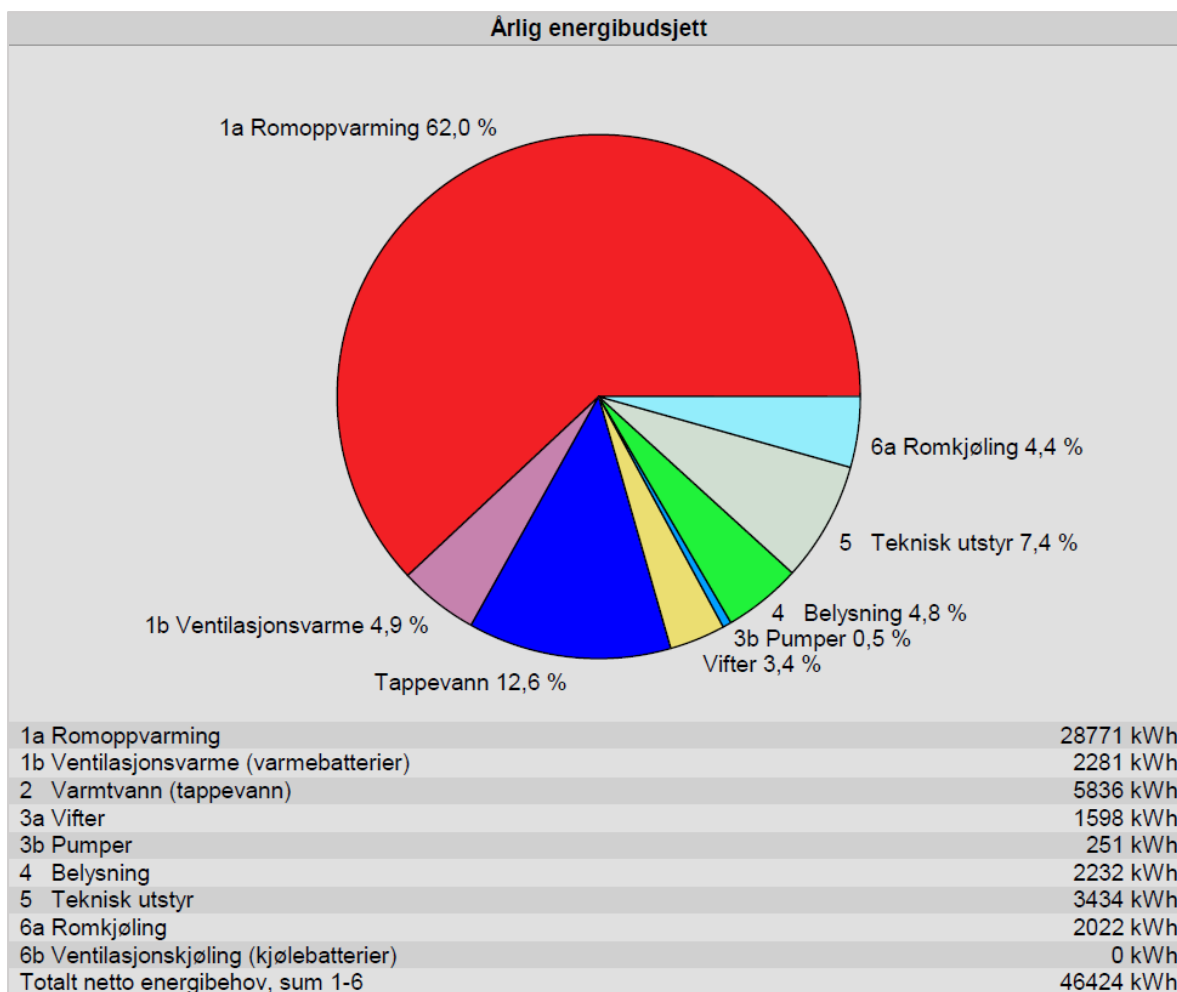
4.3.1 ÅRSSIMULERING

Årssimuleringa resulterte i eit årleg spesifikt energibehov på 236,9 kWh.

Systemverknadsgradene er medrekna i energibehovet.

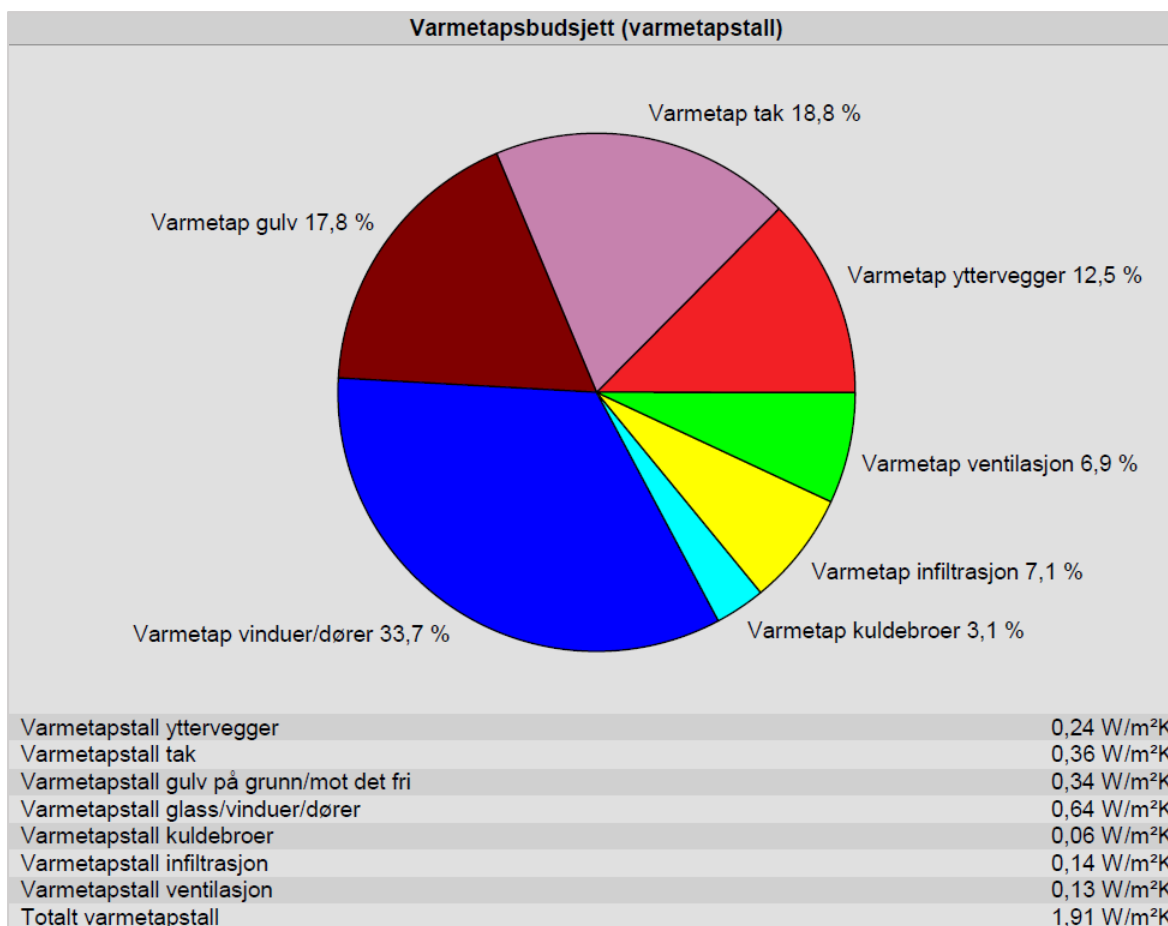
Energipost	Energibudsjet	
	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	28771 kWh	146,8 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2281 kWh	11,6 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	5836 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	1598 kWh	8,2 kWh/m ²
3b Pumper	251 kWh	1,3 kWh/m ²
4 Belysning	2232 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	3434 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	2022 kWh	10,3 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	46424 kWh	236,9 kWh/m ²

Tabell 4 Energibudsjet for dagens tilstand



Figur 16 Årleg energibudsjett for dagens tilstand

Figuren nedanfor syner varmetapsbudsjettet til referansehuset. Varmetap frå vindauge og dører utgjer største del av kakediagrammet. U-verdien på både vindauge- og dører er sett til 2,6 W/m²K basert på erfaringstal.



Figur 17 Årleg energibudsjett for dagens tilstand

4.3.2 KONTROLL MOT FORSKRIFT

SIMIEN innehar eit verktøy for å evaluere mot byggeforskriftene (TEK 17, kapittel 14).

Verktøyet framstiller ein oversiktleg rapport, som syner kva delar av energikapittelet som blir oppfylt og ikkje. Rapporten syner bygget sin verdi, samt verdien til kvart enkelt krav. Dersom bygget ikkje tilfredsstillar kravet, blir dette markert med raud farge på rada i tabellen.

Samstundes markerast oppfylte krav med grøn farge.

Nedanfor følgjer utvalde tabellar frå evalueringsrapporten, som tek for seg målbare krav i energikapittelet (ved simulering av dagens tilstand). Resterande delar av rapporten ligg vedlagt.

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

Tabell 5 Resultat av evalueringa

Tabell 5 syner ei samla evaluering av heile energikapittelet, og illustrerer at bygningen totalt sett ikkje tilfredsstillere byggforskriftas energikrav.

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	24,8	25,0
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,38	0,18
U-verdi tak [W/m²K]	0,31	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m²K]	0,26	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	2,60	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,06	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	8,0	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	70	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	2,50	1,50

Tabell 6 Kontroll av krav mot forskrift ved bruk av energiltaksmetoden (§14-2(2))

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,20	0,10
Varmetapstall tak	0,34	0,14
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,26	0,10
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,64	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,05
Varmetapstall infiltrasjon	0,48	0,04
Varmetapstall ventilasjon	0,13	0,09
Totalt varmetapstall	2,11	0,71

Tabell 7 Omfordeling av energiltak etter §14-2(2), varmetapstal

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)		Verdi
Beskrivelse		
1a Beregnet energibehov romoppvarming		152,8 kWh/m²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)		15,9 kWh/m²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)		29,8 kWh/m²
3a Beregnet energibehov vifter		8,2 kWh/m²
3b Beregnet energibehov pumper		1,3 kWh/m²
4 Beregnet energibehov belysning		11,4 kWh/m²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr		17,5 kWh/m²
6a Beregnet energibehov romkjøling		24,9 kWh/m²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		0,0 kWh/m²
Totalt beregnet energibehov		261,7 kWh/m²
Forskriftskrav netto energibehov		108,2 kWh/m²

Tabell 8 Kontroll mot forskrift ved bruk av energirammemodellen etter §14-2(1), samla netto energibehov

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,38	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,31	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,26	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	2,6	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	8,0	1,5

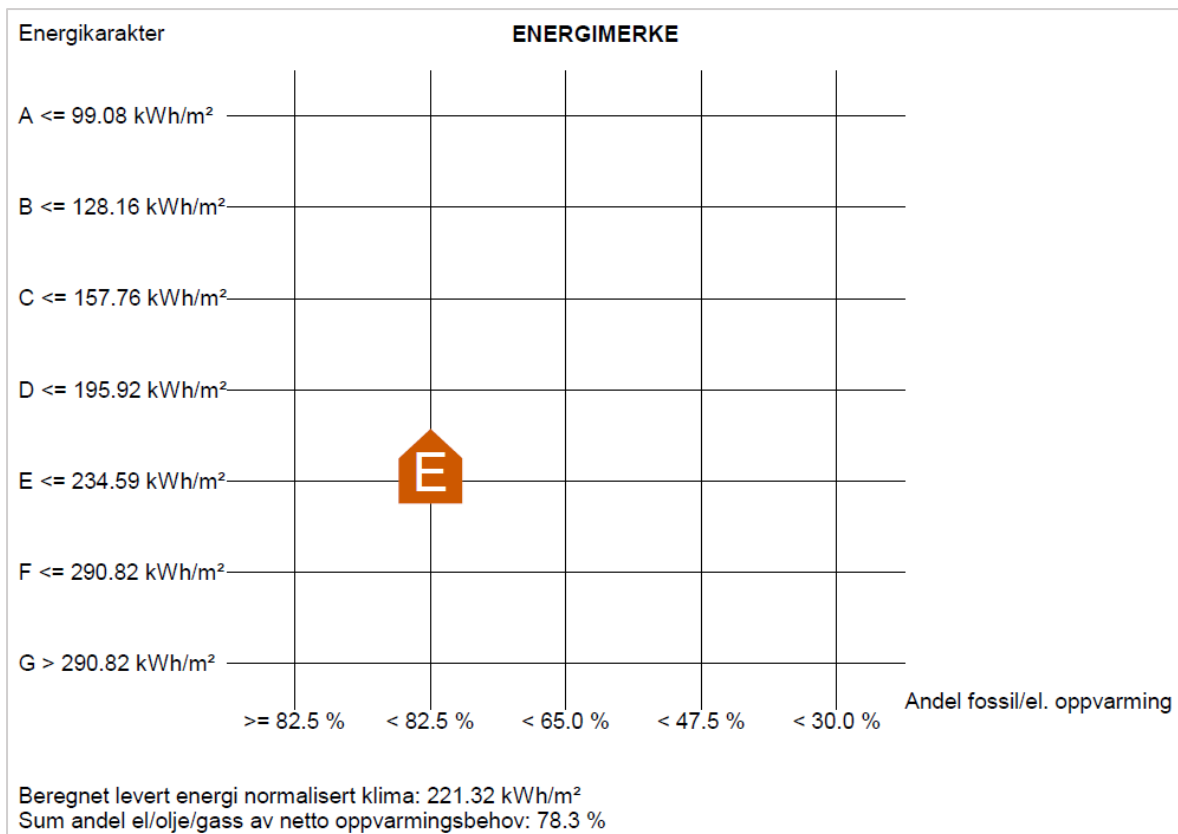
Tabell 9 Kontroll mot minstekrav etter §14-3

Feil! Fant ikke referanseilden. syner at verken U-verdiane til alle ytterkonstruksjonane i tillegg til lekkasjetalet ikkje tilfredsstillar minstekrava.

4.3.3 ENERGIMERKING

Simuleringa resulterte i energimerke oransje E. Energikarakteren (E) svarar til nedste del av skalaen, og er basert på berekna levert energi i normalisert klima. Bakgrunnen for resultatet er at referansehuset er bygd under eldre forskriftskrav enn dagens, samt at det ikkje er utbetra i etterkant. Vidare er oppvarmingskarakteren (nedste del av det oransje sjiktet) eit resultat av at oppvarmingssystemet i referansehuset er ein kombinasjon av varmepumpe og panelomnar. Denne kombinasjonen nyttar elektrisitet for oppvarming av rom og tappevann i stor grad.

[27]



Figur 18 Energiemerking for dagens tilstand

Figur 19 Energimerking for dagens tilstand, syner at verken energikarakteren eller krav til mengde fornybar energi i teknisk forskrift oppfyller kravet for energimerke.

4.3.4 FEILKJELDER

For å utføre berekningane, er ein nøydd til å gjere ein del forenklingar som vil gjere resultatet mindre nøyaktig. Av den grunn byggjer resultatet på ein del feilkjelder. For eksempel er varmpumpa lagt inn som det einaste oppvarmingsanlegget i bygget. Varmepumpa forsyner fellesarealet med romoppvarming, medan elektriske panelomnar står for varmen på hyblane. Forenklinga er utført for å unngå komplikasjonane ved å dele bygget inn i fleire soner.

Programmet plukkar likevel opp at elektriske omnar blir nytta som romoppvarming ved innstilling av energiforsyning i bygget. Dette som eit resultat av at dekningsgrada for romoppvarming er fordelt 50/50 mellom elektrisitet og varmpumpe. Bakgrunnen for denne fordelinga er basert på storleik areal som blir forsynt av kvar av energikjeldene. Varmepumpe varmar opp fellesarealet, som utgjer 40% av det totale arealet. Panelomnane varmar opp hyblane, som utgjer 60% av det totale arealet. I tillegg reknar vi at hyblane er noko kjøligare enn fellesarealet, og difor trekkjer me prosentdel elektrisk ned med 10% og varmpumpe opp med 10%.

Vidare er U-verdiar basert på erfaringstal frå Byggforsk sitt arkiv nytta som ei forenkling mot å utføre berekningane sjølv. Likevel ville eigne utrekningar også ha vore ei feilkjelde, då store delar av klimaskjermens oppbygging er ukjend. Teikningsgrunnlaget for referansehuset er nokså lite detaljert.

Klimaparameterar kan også være ei feilkjelde i denne samanhengen. SIMIEN sine utrekningar baserast blant anna på det som kallast «normalår» i området. Dette utdjupast ytterlegare i samanlikninga med reelt forbruk i kapittel 5.1.1.

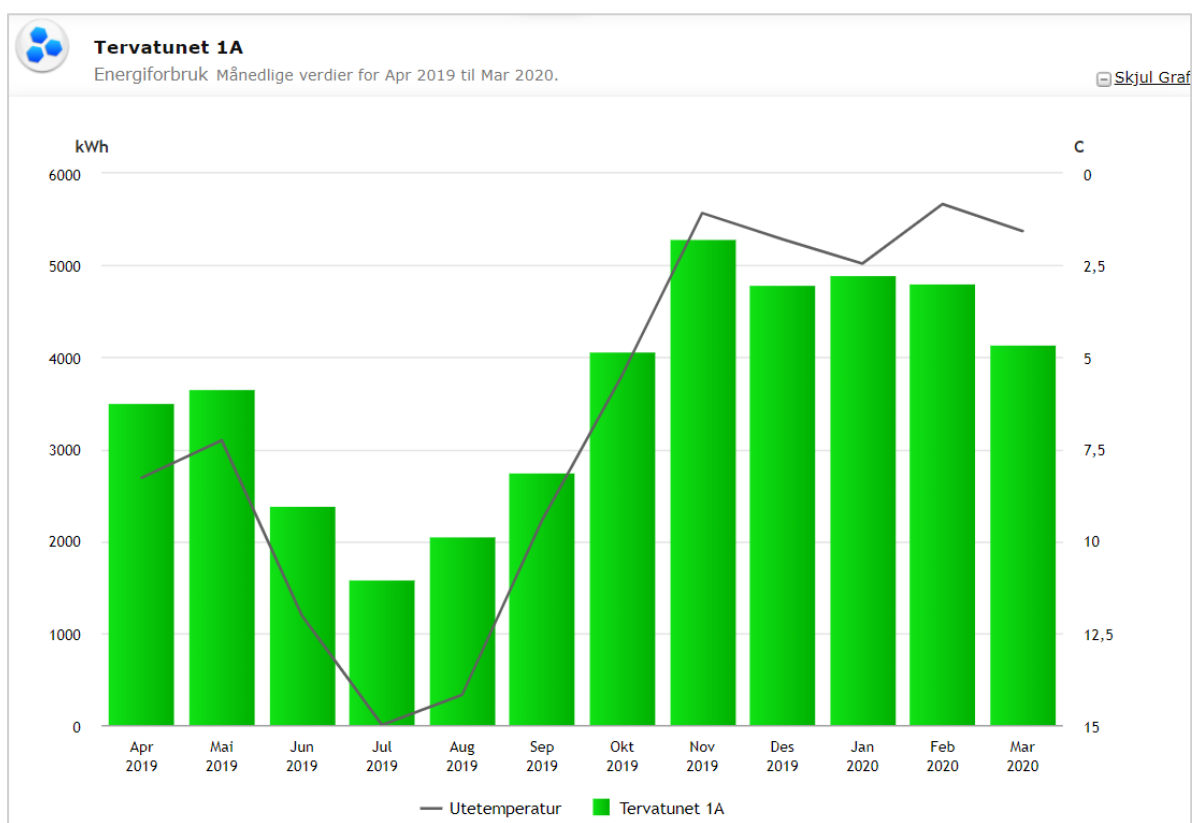
Verdiar innanfor ventilasjonssystem, internlastar, oppvarmingssystem og kjølesystem, byggjer i stor grad på standardverdiar som SIMIEN sjølv foreslår. Dette gjeld verdiar utover det som kan fastslåast ut frå namn og tilhøyrande kontrollpanel, sjå vedlegg 3.

4.4 REELLT FORBRUK

Totalt reelt forbruk er henta frå Evotec. Evotec er eit verktøy studentsamskipnaden nyttar for å halde oversikt over energibruken til bustadane dei driftar. Ettersom Covid-19 har ført til at færre studentar har opphaldt seg på hyblane i 2020, tek vi utgangspunkt føregåande år.

Samstundes manglar verktøyet målingane frå månadane før april 2019, og difor er rapporten basert på verdiane frå perioden april 2019 til mars 2020. På denne måten kan tidsrommet reknast som eit «normalår», med tanke på dagleg bruk av bygget.

På same måte som SIMIEN, tek også denne rapporten utgangspunkt i hybelhuset på adressa Tervatunet 1A. Dette for å skape eit best mogeleg samanlikningsgrunnlag.



Figur 20 Utklipp frå rapport i Evotec av månadlege verdier av energibruk for april 2019 til Mars 2020

Grafen syner energiforbruk [kWh] for kvar månad, samt korleis ute-temperaturen har variert gjennom året. På denne måten tydeleggjer framstillinga at energiforbruket stort sett stig ved låge ute-temperaturar, og søkk ved høge ute-temperaturar. Søyla for mars 2020 skil seg ut frå dei andre søylene, og dette skuldast truleg at mange av studentane slutta å opphalde seg i hyblane frå omkring 15.mars (grunna Covid-19).

Tid (Månedlig)	Utetemperatur		EI
	6,62 C		Energi
			43 937,93 kWh
Apr 2019	8,28 C		3 512,27 kWh
Mai 2019	7,26 C		3 651,29 kWh
Jun 2019	12,02 C		2 382,44 kWh
Jul 2019	15,00 C		1 583,88 kWh
Aug 2019	14,18 C		2 052,10 kWh
Sep 2019	9,43 C		2 753,01 kWh
Okt 2019	5,49 C		4 067,79 kWh
Nov 2019	1,08 C		5 296,88 kWh
Des 2019	1,80 C		4 784,75 kWh
Jan 2020	2,45 C		4 899,10 kWh
Feb 2020	0,83 C		4 811,08 kWh
Mar 2020	1,57 C		4 143,36 kWh

Figur 21 Utklipp frå rapport i Evotec av månadlege verdiar av energibruk for april 2019 til mars 2020

Rapporten syner totalt årleg energibruk på 43 937,93 kWh. Dette svarar til 224,17 kWh/m².

5. RESULTAT

5.1 SKILNADEN MELLOM NORMTAL, SIMIEN OG REELT FORBRUK

På grunnlag av årssimulering i SIMIEN og rapportar om reelt forbruk, vil dette kapittelet ta føre seg følgende forskingsspørsmål:

«Kva er skilnaden mellom normtal, SIMIEN og reelt forbruk?»

Enova har utarbeida «Manual for Enøk normtal». Siste versjon av manualen blei utgitt i 2004. Normtala angjevast som totalt energibehov pr m² oppvarma areal [kWh/m²], for ulike bygningstypar og alder. I tillegg syner normtala fordelinga på ulike budsjettpostar som oppvarming, ventilasjon, varmtvatn, vifter og pumper, belysning, etc. [8]

Manualen gir normtal for energi og effekt for sju klimasoner, desse har SINTEF Energiforskning definert i sin rapport "Inndeling av Norge i klimasoner" [9]. I tillegg skil manualen mellom ni bygningstypar.

For referansehuset nyttast normtal for klimasona «Sør-Norge, kyst», og bygningstype «einebustad», med normtal for eldre bygg.

Klima: Sør-Norge, kyst	Enebolig					
	Eldre		1987		1997	
	kWh/m ²	W/m ²	kWh/m ²	W/m ²	kWh/m ²	W/m ²
1. Oppvarming	82	53	47	38	25	28
2. Ventilasjon	29	11	32	12	16	6
3. Varmtvann	20	13	20	13	20	13
4. Vifter & pumper	4	1	6	1	4	1
5. Belysning	24	6	24	6	17	4
6. Diverse	25	7	25	7	25	7
7. Kjøling	0	0	0	0	0	0
Total	184		154		107	

Figur 22 Enøk Normal for einebustadar for området Sør-Norge, kyst [8]

Spesifikk levert energi er henta frå tabellen «Levert energi til bygningen (utrekna)» i årssimuleringa. Under følgjer utklipp av tabellen.

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	32155 kWh	164,1 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	7118 kWh	36,3 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	39274 kWh	200,4 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	39274 kWh	200,4 kWh/m ²

Tabell 10 Levert energi til bygningen (utrekna)

Reelt forbruk er henta frå Evotec rapporten, som vart omtalt i førre kapittel. Alle verdiar i samanlikninga er basert på «levert energi». Ettersom både SIMIEN og normtala syner fordeling på ulike budsjettpostar, har reelt forbruk blitt differensiert ved å nytte %-fordelinga frå framstillinga av «årleg energibudsjett» i SIMIEN (Sjå Figur 17). På denne måten har det reelle forbruket eit estimert fordeling på dei ulike postane.

	Normtal frå Enova	Utrekningar i SIMIEN	Reelt forbruk
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Oppvarming	82	124,2	134,5
Ventilasjon	29	9,8	10,8
Varmtvatn	20	25,3	29,6
Vifter og pumper	4	7,8	9,4
Belysning	24	9,6	11,2
Diverse	25	14,8	17,3
Kjøling	0	8,9	11,4
Total	184	200,4	224,20

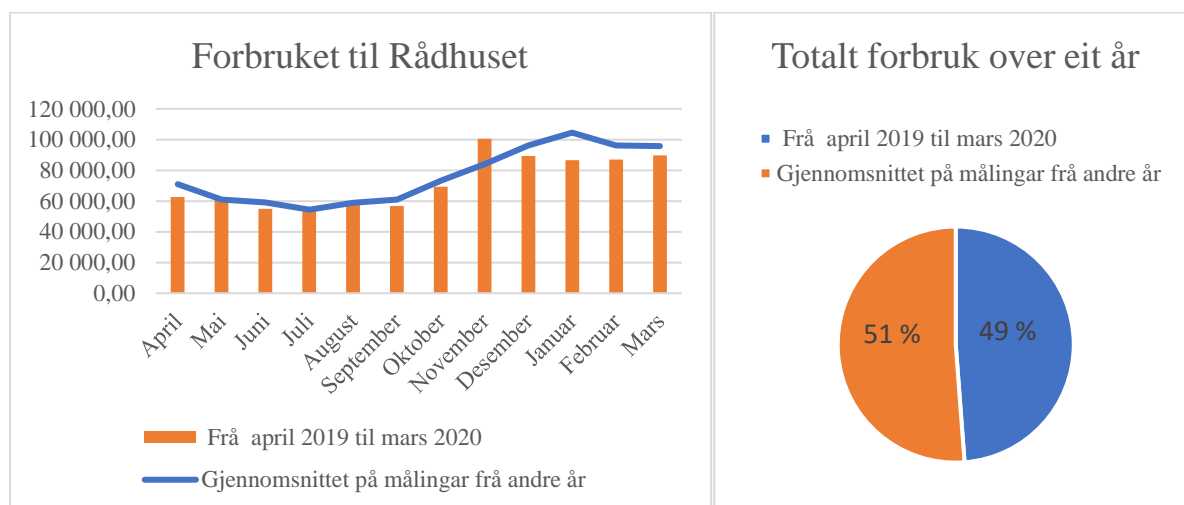
Tabell 11 Skilnaden mellom normtal, SIMIEN og reelt forbruk?

Feil! Fant ikke referanseskilden. syner skilnaden mellom normtal, SIMIEN og reelt forbruk. Resultatet syner at utrekningane i SIMIEN fråvikar 23,8 kWh/m² frå reelt forbruk, medan normtala fråvikar heile 40,2 kWh/m².

5.1.1 KVA KAN VÆRE ÅRSAKA TIL SKILNADANE?

Først og fremst har utrekningane i SIMIEN mange moglege feilkjelder, som allereie er utdjupa pkt. 4.3.4. Til saman er desse truleg årsaka til skilnaden mellom utrekningane og reelt forbruk. I tillegg er det ei feilkjelde som er viktig å kontrollere, då denne er heilt avgjerande for resultatet; nemleg «normalår». Sidan det ikkje eksisterer straummålingar over fleire år, er det viktig å kontrollere om reelt forbruk i tidsperioden for målingane på referansehuset (frå april 2019 til mars 2020) kan reknast som eit «normalår». Dette er av særleg betydning, då SIMIEN nyttar «normalår» i sine utrekningar, og kan difor være årsaka til heile/delar av avviket mellom desse to.

Gruppa har av denne grunn nyttiggjort seg av målingar frå Førde Rådhus, som rettleiar Tor Arild Segtnan har loggført dei fire siste åra. Målingane legg til rette for å kontrollere forbruket til rådhuset for tidsperioden (april 2019 til mars 2020), samt å kunne samanlikne forbruket opp mot andre år. Resultatet framstiller om tidsperioden kan reknast som eit «normalår» eller eit «unormalt år» i klimastaden Førde.



Figur 23 Forbruket til Rådhuset

Figur 24 Totalt forbruk over eit år (rådhuset)

Figur 23 syner energiforbruket til rådhuset i same tidsperiode som for målingane på referansehuset (markert med oransje søyler). I tillegg framstiller grafen gjennomsnittet på forbruket til rådhuset over dei andre åra (markert med blå linje). Stort sett ligg forbruksmålingane for perioden april 2019 til mars 2020 lågare enn gjennomsnittslinja, men i ubetydeleg grad. November månad er einaste søyle som tydeleg overstig gjennomsnittet. Totalt sett, som understreka i Figur 24, ligg tidsperioden frå april 2019 til mars 2020 så vidt

under gjennomsnittet for andre år. Skilnaden er ubetydeleg, og perioden kan reknast som eit «normalår». Problemstillinga kan dermed ikkje være ei årsak til avviket mellom talet frå SIMIEN og reelt forbruk.

Resultatet i SIMIEN gir (tross i avviket) eit nokså godt estimat på kor mykje levert energi bygget faktisk har behov for. I tillegg framstiller programmet årssimuleringar og andre rapportar, som gjer det enkelt å analysere eventuelle feilkjelder. Til dømes støtte gruppa på eit problem angående grafen «timar over 26°C», ved første simulering av referansehuset. SIMIEN framstilte at bygget ville oppnå omkring 800 timar over 26°C. Tala er urealistiske, og på denne måten kunne gruppa enkelt slå fast at nokre av inputverdiane ikkje stemte. Grunnen til avviket var både feil storleik på nokre av vindauga, samt at programmet ikkje registrerte kjøling frå varmpumpa. Ved å nyttiggjere seg av analysane på denne måten, kan ein simulere seg fram til eit energibehov som er nokså likt det reelle forbruket.

Normtala frå Enova er utgjert eit ytterlegare fråvik frå reelt forbruk, og syner eit energibehov som er lågare enn reelt forbruk. Resultatet kjem av at normtala er særst generelle. Den først feilkjelda som gjer seg gjeldande her, er klimasonene. For referansehuset nyttast normtal for klimasona «Sør-Norge, kyst» [8]. Sona er illustrert som sone 2 i Figur 25, og strekkjer seg langs heile sørlandskysten, samt kystpartiet av Rogaland. I tillegg dekkjer sona store delar av Vestland- og Møre og Romsdal fylke [9].



Figur 25 Inndeling av Norge i klimasoner [9]

Klimaet har som regel store klimavariasjonar frå eit ytterpunkt til det neste, innanfor denne sona. Normtala blir difor basert på middelverdiar innanfor sone 2, som synt i Tabell 12.

Klimasone	DUT	Årsmiddeltemperatur	Fyrings-sesong	Graddøgn	Graddøgn, relatert til klimasone 1
1 Sør-Norge, innland	-21,4	5,1	250	4051	1
2 Sør-Norge, kyst	-14,2	7,1	237	3179	0,78
3 Sør-Norge, høfjell	-28,3	2,3	277	5101	1,26
4 Midt-Norge, kyst	-15,6	5,4	265	3763	0,93
5 Midt-Norge, innland	-23,9	3,0	274	4772	1,18
6 Nord-Norge, kyst	-13,9	3,8	286	4329	1,07
7 Finnmark + innland Troms	-24,5	0,7	319	5766	1,42

Tabell 12 Klimasoner, med middelverdier for klimadata [9]

Ved bruk av SIMIEN vel ein klimasona «Førde», og er difor i motsetnad til normtala – langt meir spesifikk. Tabell 13 syner dei same faktorane som blir nytta for klimasona «Sør-Norge, kyst», men desse middelverdiane er knytt direkte til Førde. Når ein samanliknar tabellane opp mot kvarande, ser ein at alle parameterane for Førde fører til eit større energibehov enn klimasona i Tabell 12. Dette er truleg den viktigaste årsaka til den store skilnaden mellom normtal og reelt forbruk.

<i>Klimasone</i>	<i>DUT</i>	<i>Årsmiddel- temperatur</i>	<i>Fyrings-sesong</i>	<i>Graddøgn</i>
Førde	-17 [28]	6,0 [29]	245 [30]	3 570 [30]

Tabell 13 Førde, med middelveier for klimadata

Vidare fordelast normtala på berre tre nivå med tanke på alder; «eldre bygg», «byggforskrift 1987» og «byggforskrift 1997». Referansehuset kjem inn under «eldre bygg». [8] Eventuelle utviklingstiltak/oppgraderingar som er utført på eit seinare tidspunkt enn byggjeåret, blir ikkje medrekna. Eksempelvis er det installert både varmepumpe og balansert ventilasjon i studenthyblane, som vil senke energibehovet. Denne feilkjelda strider imot vårt resultat, då energibehovet frå normtala bør være større.

Ettersom normtala byggjer på såpass generelle verdiar, vil ei simulering i SIMIEN gi langt meir reelle verdiar. Normtala kan tross i forenklingane, være særlyst nyttige i enkelte samanhengar. Metoden er enkel, og dei eignar seg godt for å gi ein peikepinn på kor mykje energi det er å spare ved å utføre energieffektiviseringstiltak. I tillegg gjer dei brukaren oppmerksom på korleis forskriftskrava har utvikla seg oppigjennom åra, samt effekten av å utføre oppgraderingar som tilfredsstillar nyare krav.

5.2 INNVENDIG VERSUS UTVENDIG ETTERISOLERING

Val av metode for etterisolering og tiltakets plassering i forhold til eksisterende konstruksjon kan ha mykje å seie for tiltakets omfang for å oppnå ynskt resultat. Det må sjåast i samanheng med andre tiltak for å sikre løysingar som reduser varmetap, hindrar luftlekkasjar samt sikrar god livsløpsøkonomi. Det må også vurderast kva behov bygninga har og kva grenser som er knytt til bygget.

I dette kapittelet blir det drøfta kva for fordelar og ulemper innvendig og utvendig etterisolering kan ha for dei aktuelle studentbustadane, der det blir drøfta rundt følgjande forskingsspørsmål:

«Kva fordelar og ulemper kan oppstå ved innvendig isolering versus utvendig etterisolering?»

5.2.1 EKSISTERANDE KONSTRUKSJON

Ytterveggane er i dag bygd opp som ein «lett bindingsverkvegg» med lufta kledning. Veggane består av følgjande sjikt (frå inst til ytst): innvendig kledning, dampsperre, 48x98 trestender med isolasjon, vindsperre av trefiberplate, luftspalte og liggande utvendig kledning.

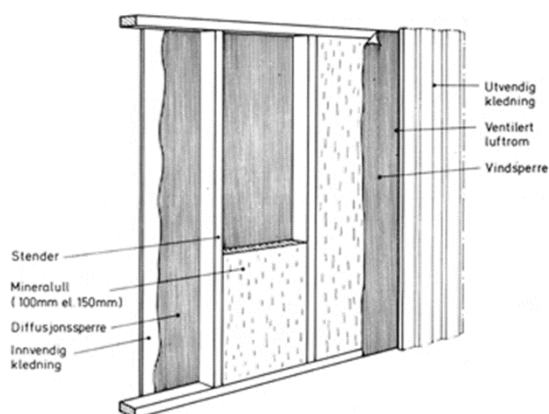


Fig. 21 a.
Prinsipiell oppbygging av vegg med varmeisolasjon og tettesjikt
Vegg uten utføring

Figur 26 Prinsipp oppbygging av yttervegg.

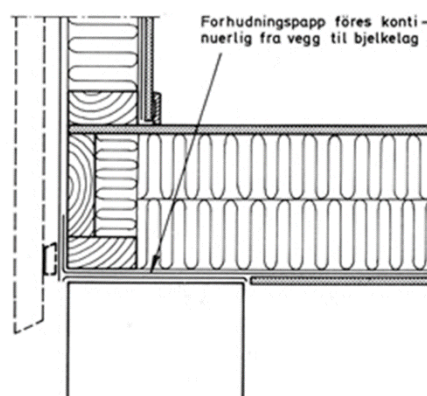


Fig. 39 a
Eksempel på tilslutning til bjelkelag ved grunnmur for vegg uten
utføring

Figur 27 Prinsipp tilslutning vegg og kolv på grunn.

Takkonstruksjonen er i dag eit sperretak med skrå himling utforma som eit saltak. Det er også eit kneloft, eller halvetasje, som går langs midten av heile bygget. Dette loftet fungerer i dag som kombinert teknisk etasje og lager. Taket består av følgjande sjikt (frå inst til ytst): Innvendig kledning (himling), dampsperre (diffusjonstett papp), 48x148 sperrer med isolasjon, forhudningspapp (vindsperre), luftspalte, taktro og tekking med asfaltshingel.

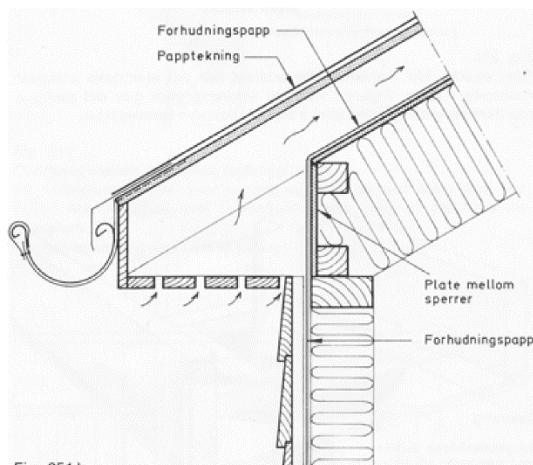


Fig. 251 b
 Detalj av takfot
 Det er meget viktig at mineralullen er beskyttet mot inntrengning av luft også ved avslutningen mot raften. Det er her vist tetting både med plater og papp. Se pkt. 251 om luftespaltene. I dette eksemplet er taket tekket med papp.

Figur 29 Prinsipp oppbygging av tak.

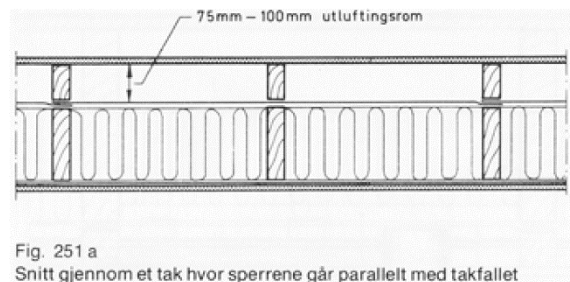


Fig. 251 a
 Snitt gjennom et tak hvor sperrere går parallelt med takfallet

Figur 28 Prinsipp oppbygging av tak.

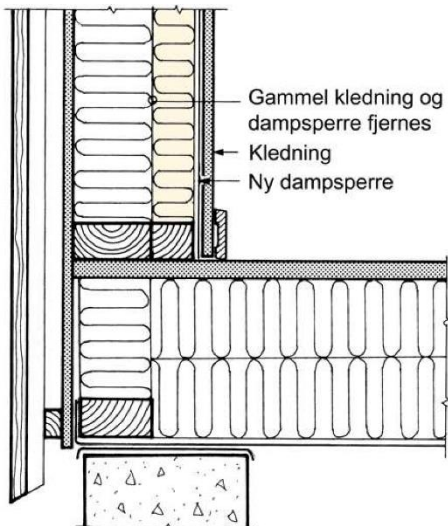
5.2.2 PRAKTISK FORSKJELL INNVENDIG /UTVENDIG ETTERISOLERING

For å tilfredsstille krav til varmetap i TEK 17, må ein oppnå ein isolasjonstjuknad som gir tilstrekkeleg lågt varmetap. *Innvendig* og *utvendig* etterisolering kjem av tiltakets plassering av denne ekstra isolasjonen i klimaskjermen.

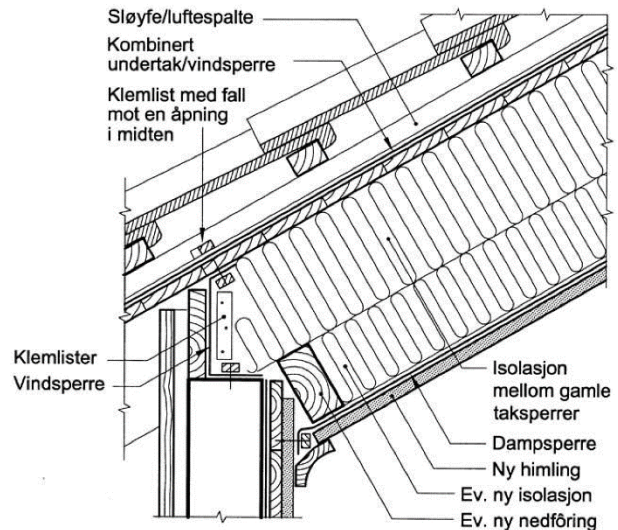
5.2.2.1 INNVENDIG ETTERISOLERING

Innvendig etterisolering er etterisoleringstiltak på innsida av den eksisterande klimaskjermen. For ein yttervegg vil det seie å fjerne gamal innvendig kledning og evt. dampsperre for så å føre ut veggene med nytt isolasjonslag på innsida. For ein takkonstruksjon vil det seie å fjerne eksisterande himling og evt. dampsperre for så å føre ned himlingen med nytt isolasjonslag på undersida av takkonstruksjonen.

Det som kjenneteiknar den innvendige delen av klimaskjermen, er at ein finn dei innvendige overflatene, dampsperre og eksisterande isolasjon med tekniske installasjonar som straum, vassrøyr ol. Dette gjeld for både tak og ytterveggar.



Figur 31 Prinsipp innvendig etterisolering av vegg. [31]

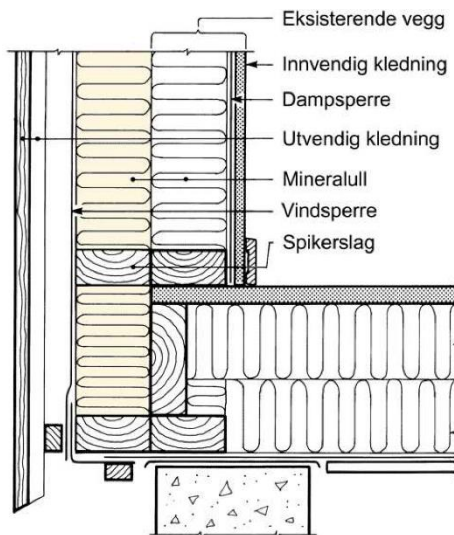


Figur 30 Prinsipp innvendig etterisolering av tak. [51]

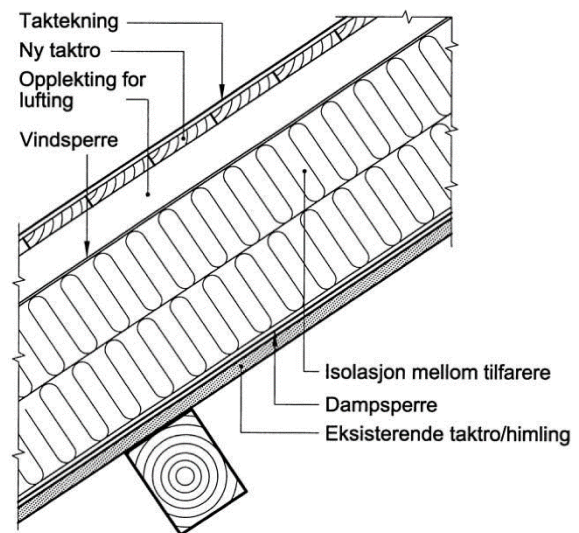
5.2.2.2 UTVENDIG ETTERISOLERING

Utvendig etterisolering er etterisoleringstiltak på utsida av den eksisterande klimaskjermen. For ein yttervegg vil det seie at ein fjernar gamal utvendig kledning og vindsperre før ein fôr ut med ny isolasjon og spikarslag for utvendig kledning. For ein takkonstruksjon vil det seie at ein fjernar eksisterande tekking, taktro og vindsperre før ein fôr ut med nye spikarslag med isolasjon før ein legg ny vindsperre, sløyfer for lufting og nytt undertak før tekking.

I den utvendige delen av ein yttervegg finn ein utvendig kledning (for yttervegg) og tekking (for tak), lufting og vindsperre før ein kjem inn til det eksisterande isolasjonslaget. Enkelte stader har ein også gjennomføringar for tekniske installasjonar som varmepumpe og ventilasjon, utvendig straumkontakt, kran til hageslange osv.



Figur 33 Prinsipp utvendig etterisolering av vegg. [31]



Figur 32 Prinsipp utvendig etterisolering av tak. Løysast på same måte som ved åstak som vist ovanfor. [51]

5.2.3 ØKONOMI / LOGISTIKK

Ved vurdering av økonomi ved innvendig eller utvendig etterisolering må andre naudsynte tiltak i klimaskjermen sjåast i samanheng med sjølve etterisoleringstiltaket. For å gjere etterisoleringstiltaket meir økonomisk lønsamt, bør ein også utføre andre tiltak som er naudsynt over bygningas livsløp. Dette kan for eksempel vere å skifte innvendig eller utvendig kledning, skifte takteking eller gjere tiltak med elektrisk anlegg. Dersom ein derimot utfører tiltak på ei side av klimaskjermen som relativt nyleg har vore igjennom fornying, utskifting, livsforlengande tiltak eller framleis har ei lang attverande levetid, vil dette gje ein dårlegare økonomisk forvaltning av bygget over si levetid. [31]

I tilfellet med studenthyblane er det bustader som vert leigd ut. For å unngå for mykje tap i utleigeinntekter vert då byggetid eit vesentleg tema, som ikkje berre er knytt til byggekostnader. Utvendige tiltak vil kunne la seg gjere utan at bebuarane nødvendigvis treng å flytte ut. Tiltaket må då ikkje gå utover, vassforsyning eller ventilasjon/oppvarming i nemneverdig grad eller gå utover branntryggleik. Dersom det gjer det bør derfor studentane innlosjerast i midlertidige bustader eller ein bør ta bygget ut av utleigetilbodet under byggeperioden.

5.2.4 VARMETAP

5.2.4.1 TRANSMISJONSVARMETAP

5.2.4.1.1 U-verdi

Når ein har fjerna sjikta til og med dampsperre (ved innvendig etterisolering) eller vindsperre (ved utvendig etterisolering), har ein fri tilgang til den eksisterande isolasjonen. Det medfører at ein kan byte ut den eksisterande isolasjonen med eit anna isolasjonsmateriale med ein lågare varmekonduktivitet. Dersom en gjer dette vil ein kome unna med ein samla smalare konstruksjon etter tiltaket.

Ein vil med dette også oppnå å kunne dokumentere, med høgare sikkerheit, det reelle transmisjonsvarmetapet til bygningsdelen. Det er fordi det kan vere knytt usikkerheit til den faktiske varmemotstanden til isolasjonsmaterialet som er brukt i eksisterande konstruksjon.

5.2.4.1.2 KULDEBRU

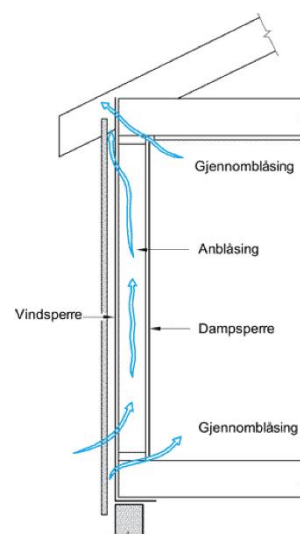
Ein fordel med utvendig etterisolering er at ein får ein større gevinst ved redusering av kuldebruer. Tervatunet 1A har i hovudsak kuldebru i overgang mellom grunnmur / golv på grunn og yttervegg, og overgang frå vegg til tak.

Ein kan også velje å kvalitetssikre at den eksisterande isolasjonen fyller alle holrom som skapar kuldebruer. I eldre bustadhus er det vanleg at isolasjonen med tida søkk saman og skapar uisolerte holrom som fører til ekstra transmisjonsvarmetap gjennom konveksjonsstraum i holrommet.

5.2.4.2 INFILTRASJONSVARMETAP

Infiltrasjonsvarmetap er knytt til bygningens lufttettleik. Ved utvendig etterisolering vil ein byte ut vindsperresjiktet og kan, ved god planlegging av detaljar, sikre eit tett vindsperresjikt for heile klimaskjermen.

Ved ein innvendig etterisolering vil ein ikkje ha same moglegheit til å kvalitetssikre vindsperresjiktet ved planlegging og utføring av gode detaljar. Ein konsekvens av dette kan bli at isolasjonen ikkje får den isolasjonsevna den skal ha på grunn av *anblåsing* i isolasjonen. Ein kan også risikere at *gjennomblåsing* blir eit vedvarande problem i konstruksjonen.



Figur 34 Infiltrasjon i form av gjennomblåsing og anblåsing. [32]

Både vindsperre og dampsperre må monterast med tanke på å hindre luftlekkasjar og tilfredsstillende krav til lekkasjetal. Sjølv om ein kan tilfredsstillende lekkasjekravet med berre vindsperresjiktet aleine, kan ein seie at to lufttette sjikt vil gje ein ekstra tryggleik for å hindre at luft vert pressa gjennom konstruksjonen ved lokale utettheiter. [32]

5.2.5 FUKTSIKRING

På same måte som ved vindsperre er det viktig med god planlegging og nøye utføring av detaljar.

5.2.5.1 Innvendig etterisolering

Etterisolering innvendig fører til at den eksisterande konstruksjonen vert kaldare. Dette må det takast omsyn til for å sikre fuktsikker oppbygging av konstruksjonen. Eksisterande isolasjonstjukkna er 100 mm. Dersom innvendig utføring vert større for stor så må dampsperrsjiktet flyttast lenger inn i konstruksjonen. Dette fordi tjukkelsen på isolasjonen på varm side av dampsperre ikkje bør overstige $\frac{1}{4}$ av tjukkaden på kald side. For å sikre ein fuktsikker oppbygging bør ein derfor også fjerne den eksisterande dampsperra og montere ny lenger inn i konstruksjonen. Sjå meir om dette under kap. 5.3.1.

5.2.5.2 Utvendig etterisolering

Ved utvendig etterisolering vert den opphavelige konstruksjon varmare. Dette vil resultere i ein reduksjon i fare for fuktskadar i konstruksjonen, då det gir betre forhold for uttørking av eksisterande del av konstruksjonen.

Ved ein utvendig etterisolering vil ein ikkje få sjansen til å kvalitetssikre dampsperrsjiktet som kan medføre at eventuelle utettheitar i dampsperra fører til fuktproblem i konstruksjonen.

5.2.6 KONSEKVENSAAR FOR INNVEDIG OG UTVEDIG AREAL

5.2.6.1 INNVEDIG AREAL

5.2.6.1.1 Veggjar

Innvendig etterisolering fører til at veggen vert bygd lenger inn i bygget. Dette resulterer i eit mindre innvendig areal. Ein må derfor vurdere om dette går i for stor grad utover *funksjonaliteten* til bygget med dei respektive romma.

I dette tilfellet er det eksisterande arealet til hyblane ganske høgt pressa, slik at reduksjonen i areal vil vere betydeleg, særleg hyblane plassert i hjørna av bygget. Desse hyblane har også baderom plassert inntil ytterveggen. Innvendig etterisolering vil då føre til at areala til desse bada vert betydeleg redusert og dagens rominndeling og tal bueiningar bør endrast.

Det er også plassert to kjøkken langs ytterveggen, slik at ein eventuell innvendig etterisolering her vert omfattande då ein må demontere kjøkken før tiltaket. Dersom det samla tiltaket også inneberer å byte kjøkkeninnreiinga delvis eller i sin heilheit, er ikkje dette noko hinder.

5.2.6.1.2 Tak

Innvendig etterisolering taket førar til at himlingen vert bygd lenger ned. Dette resulterer i ein lågare himlingshøgde. Ein må derfor vurdere om det er tilstrekkeleg takhøgde innvendig for at den nye himlingshøgda er innanfor krav i forskrift og ikkje går ut over *funksjonaliteten*. [10]

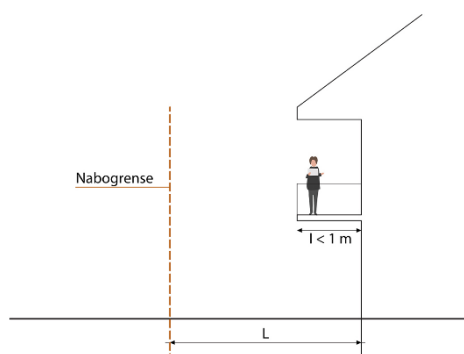
Hyblane har skråtak, slik at ein eventuell nedsenkning av himling vil ha mest å seie for området inst i hyblane ved vindauga. På loftet er himlingshøgda også ganske låg frå før. Dette kan bli ein utfordring dersom det går ut over plass og tilkomst til dei tekniske installasjonane som ventilasjonsaggregat m.m. som held til på loftet.

5.2.6.2 UTVENDIG AREAL

Utvendig etterisolering er å sjå som ein fasadeendring. Om tiltaket er søknadspliktig er det kommunen som avgjer. Kommunale planar legg som regel føringar for kva ein har lov til å gjere i eit område. [33]

5.2.6.2.1 Veggjar

Ved utvendig etterisolering av veggane vil det føre til at bygget får eit *fasadeliv* som vert byggs ut og kjem nærmare omgjevnadene. I byggteknisk forskrift er det krav knytt til minste avstand frå fasadeliv til nabobygg eller nabogrense (dersom utstikk er mindre enn 1 meter). Ein må då vite at ein ikkje kjem under dette kravet. [10]

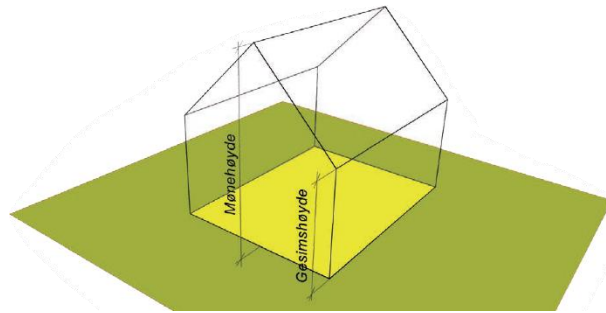


Figur 35 Avstandskrav til nabogrense. [10]

5.2.6.2.2 Tak

Ved utvendig etterisolering av takkonstruksjonen vil ein ende opp med ei høgare mønehøgde. Dette kan ha betydning for om tiltaket lar seg gjere, då det ofte er føresegner knytt til maks mønehøgde i reguleringsplan. Det må derfor undersøkast før tiltak at maks mønehøgde ikkje vert overstige.

I reguleringsplanen til området er maks mønehøgde 7 meter. Eksisterande mønehøgde er om lag 4 meter. Ved ein utvendig etterisolering, vil ein då i dette tilfellet kome innanfor krav i føresegnene.



Figur 36 Mønehøgde og gesimshøgde. [54]

5.2.7 SYNLEGE OVERFLATER

5.2.7.1 Innvendig

Innvendige overflater er noko som ofte vert enten måla eller skifta ut etter skiftande trendar. I Tervatunet 1A er det på innsida montert innvendig furupanel, tapetserte sponplater og eit gammalt vinylgolv. Desse overflatene er jamt over slitte og umoderne, og har difor eit behov for utskifting eller ei oppfrisking. Ved ei innvendig etterisolering ville ein fjerna desse overflatane før utføring for nytt isolasjonslag og montert nye overflater som vil gje eit meir moderne preg.



Figur 37 Innvendige overflater i fellesstove.

5.2.7.2 Utvendig

Dei yste laga i klimaskjermen er utvendig kledning og taktekinga. Ved utvendige etterisoleringstiltak vert også utvendig kledning og takteking gjort om att. Når det kjem til både kledning og takteking så har dei ei funksjonell levetid som gjer at det kan vere naudsynt å byte ut desse sjikta.

Tervatunet 1A har i dag liggjande kledning i fasaden og taktekking av takshingel. Dersom desse sjikta vurderast til å ha ei ytleigare lang levetid, kan det bli vemodig å velje å byte ut desse sjikta for å kunne etterisolere utvendig.



Figur 38 Fasade og tak på vestsida.

5.2.8 TEKNISKE INSTALLASJONAR

5.2.8.1 Innvendig

Det å velje å etterisolere på innsida av ytterveggane gjer at ein i ulik grad også rører ved dei mange tekniske installasjonane i veggen. Dette medfører at ein er nøydd til å fjerne innvendig kledning og eksisterande dampsperre. Dette gjer ein for å kunne kome inn til og føre den tekniske infrastrukturen ut mot dei nye overflatene.

Dersom det også er behov for å gjere tiltak ved tekniske installasjonar kan det vere ein fordel å velje innvendig etterisolering då ein likevel har opna veggen heilt inn til dei tekniske installasjonane.

Rørføringar til straum og vass og avlaup bør også flyttast så nærme som mogleg varm side av konstruksjonen og helst på varm side av dampsperre for å unngå fukt/frostproblematikk og for å halde tal gjennomføringar gjennom dampsperrsjikt til eit minimum.

5.2.8.2 Utvendig

På same måte som ved innvendig etterisolering må tekniske installasjonar som kjem ut gjennom yttervegg eller tak førast ut til ny utvendig overflate. Tal gjennomføringar av tekniske installasjonar gjennom utvendig sjikt er mindre enn for innvendige sjikt, då ein som

oftast har mykje færre gjennomføringar for straum og vass/avlaup. Det kan derfor vere ein fordel å velje utvendig etterisolering for å unngå å gjere omfattande tiltak med tekniske installasjonar.

5.2.9 SOLTILSKUDD

Ved val av utvendig etterisoleringstiltak, vil det vere enklare å montere utvendig solskjerming. Dette for å redusere problem med overoppheting på sommarhalvåret. Ved å samtidig byte ut eksisterande vindauge og plassere vindauget lenger inn i den ferdig etterisolerte konstruksjonen, vil ein få plass til å montere utvendig solskjerming.

5.2.10 ANLEGGSTILHØVE

5.2.10.1 INNVENDIG

Innvendige tiltak medfører først og fremst dårlegare tilkomst for å utføre arbeider i forhold til utvendig tiltak. Dette kan føre til at det krevst fleir og meir kompliserte detaljar for å få eit godt resultat. Før ein kan starte med å etterisolere må eksisterande overflater rivast vekk og berast ut av bygget. Tilsvarande må nye material berast inn før det vert montert.

Som tidlegare nemnd vil det vere naudsynt å fjerne eksisterande fast inventar langs yttervegg før ein gjennomfører tiltak. Det er i tillegg naudsynt å stuve vekk eller flytte ut alle møblar ol. som vil redusere tilkomst. Dette vil føre til eit behov for ytlege lagringsplass.

Ein fordel med innvendige tiltak er at ein er skjerma for dårleg vær som vind eller regn. Dette gjer at ein unngår problem som at bygningsmateriale vert vått og ein slepp tildekking av materiale og bygningsdelar.

5.2.10.2 UTVENDIG

I tilfella med alle dei eldste studenttuna i Vieåsen er det relativt romsleg rundt fasadane. Derfor vil det ved utvendige tiltak har ein som regel god plass når det kjem til tilkomst ved utføring.

Utvendige tiltak medfører at ein opnar opp utvendig del av klimaskjermen. Det medfører at arbeidet lar seg i større grad påverke av været. Ved nedbør eller fare for nedbør bør

konstruksjonen dekkast til for å unngå at isolasjonsmateriala og innvendig klimaskjerm elles, ikkje vert våt. Det er viktig at dei innvendige sjikta er tørre før ein lukker med sperresjikt.

5.2.11 BÆREEVNE

Etterisolering medfører ei auke i konstruksjonens eigenvekt uavhengig om det er utvendig eller innvendig. Det er mogleg å integrere bærande konstruksjonar i nytt isoleringssjikt som avlastar eksisterande konstruksjon. Vurdering av konstruksjonars bereevne etter tiltak vert ikkje vektlagd i denne oppgåva, men bør inngå i ein heilskapleg vurdering.

5.2.12 KOMBINASJON

Dersom ein i hovudsak går for utvendig etterisolering, har ein også ofte eit behov for å sikre eit innvendig tett sjikt mot dampgjennomgang. Det kan kanskje også vere naudsynt med tiltak for både tekniske installasjonar og innvendige overflater. Det er vanleg at dampsperre er trekt tilbake 5 cm frå innvendige overflater (varm side) for å kunne føre gjennom tekniske installasjonar utan å perforere dampsperrersjiktet. Ved innvendige tiltak i kombinasjon med utvendig etterisolering kan ein difor supplere med eit innvendig isolasjonslag mellom dampsperre og innvendig kledning som vil redusere behovet for utvendig utføring av isolasjonstjuknad noko.

Ved hovudsakleg innvendig etterisolering kan ein også velje å utbetre eller skifte ut vindsperresjiktet og byte ut utvendig kledning, samstundes som ein fôrar ut med isolasjon utvendig. Dette kan vere eit alternativ dersom det er behov for å skifte utvendig kledning samstundes med eit innvendig etterisoleringstiltak. Det kan også gjerast for å begrense tapet av innvendig areal viss ein samstundes må moderere seg i forhold til avstandskrav frå fasadeliv og omgjevnader eller krav til mønehøgde for tak.

5.2.13 OPPSUMMERING

Ved val av tiltak må ein vurdere kva for behov og grenser som er knytt til bygget. Dette er knytt til innvendige og utvendige areal, tekniske installasjonar, konstruksjonens bereevne, økonomi, logistikk, anleggstilhøve, vedlikehaldsbehov og eventuelt andre tiltak.

Ved utvendig etterisolering vil ein oppnå best resultat med tanke på redusering av varmetap då ein både aukar varmemotstanden, reduserer kuldebruer og kan sikre eit tett vindsperresjikt som vil halde infiltrasjonsvarmetapet så lågt som mogleg. Når det kjem til det innvendige sperresjiktet (dampsperre) vil ein ikkje kunne byte ut dette frå utsida. Det kan føre til at fukt kan trenge inn i isolasjonssjiktet og skape fare for fukt/råteskadar.

Sidan studentbustadane er utleide bustader, bør ein vurdere om ein under tiltaksperioden kan unngå opphald i utleige av bustadane. Ein bør også vurdere tiltak opp mot lengde av arbeidsperiode for å unngå eit eventuelt langt opphald i leigeinntekter. Val av tiltak bør også sjåast i samanheng med andre naudsynte tiltak for bygget for å sikre ein best mogleg livsløpsøkonomi. Nærmare beskriving av tiltak kjem i kap. 5.3.3.

5.3 TILTAK FOR Å IMØTEKOME KRAV I TEK 17

Kapittelet tek føre seg hovudproblemstillinga. Bebuarundersøking, resultat frå SIMIEN av dagens tilstand, samt drøfting og resultat av føregåande forskingsspørsmål legg grunnlaget for å drøfte hovudproblemstillinga:

«Kva for tiltak bør utførast for å imøtekome krav til inneklima og helse (kapittel 13) og energi (kapittel 14) i teknisk forskrift?»

Kapittelet vil svare på problemstillinga på følgande måte:

5.3.1 - Fastsetjing av kravet i inneklima- og helsekapittelet

5.3.2 - Fastsetjing av kravet i energikapittelet

5.3.3 - Drøfting og val av kva for tiltak som best mogeleg tilfredsstillar både fukt, ventilasjon og energieffektivitet.

5.3.4 – Enkle oversiktstabellar som syner val av tiltak.

5.3.1 INNEKLIMA OG HELSE (KAPITTEL 13)

Hovudproblemstillinga er avgrensa til berre å gjelde ventilasjon i bustadbygg (§13-2) og fukt frå inneluft (§13-13), i kapittelet om inneklima og helse.

5.3.1.1 § 13-13. FUKT FRA INNELUFT

Kravet i TEK17 § 13-13 går som følger; Bygningsdelar og konstruksjonar skal prosjekterast og utførast slik at det ikkje oppstår fuktskadar på grunn av kondensert vassdamp frå innelufta. [10]. For å kunne tilfredsstille kravet må det kontrollerast om ei eventuell etterisolering av ytterveggar og gir fare for muggvekst i konstruksjonen.

5.3.1.1.1 FARAR I STUDENTBUSTANDANE

Alle bygg er utsett for å få fuktproblematikk ved etterisolering. I studenthyblane er det samstundes ei særleg høg fuktbelastning, då arealet er nokså høgt utnytta. Det kan være opptil ti studentar som til ei kvar tid dusjar, vaskar klede, lagar mat og generelt oppheld seg i bygget. Tabellen under syner ei oversikt over ulike fuktkjelder og fuktmengder i ein husstand.

<i>FUKTKJELDER</i>	<i>FUKTMENGDE</i>
Vask og tørk av tekstil	2 – 3 L
Svette og pust per natt per person	0,4 – 1,0 L
I boliger per døgn per familie	10 – 15 L
Normalt	40 – 80 g/time
Pust ved kvile	Ca. 30 g/time

Tabell 14 Fuktkjelder og -mengder i bygg [34]

Dersom alle ti bebuarane i kollektivet er til stades, vil det difor produserast store mengder fukt. Dette er særleg risikabelt, då resultat frå bebuarundersøkinga også tyder på at det per i dag er dårleg avtrekk frå ventilasjonsanlegget. Tilstreккеleg avtrekk er særleg viktig for å frakte fuktig inneluft (luft med høgt vassdampinnhald) ut av bygget for å hindre lufta inne i å bli metta. Dersom dette ikkje fungerer, vil lufta stadig nå mettingspunktet og gi frå seg kondens. Kondens fører igjen til svært høg risiko for sopp- og roteskadar. [34]

Samstundes opplever bebuarane tydelege kuldebruer ved vindaug, ytterdør og verandadør. Dette kan auke faren for kondens dersom det er høg luftfuktigheit inne, samt manglande luftutskifting i rommet. Når den varme og fuktige innelufta avkjølast mot dei kalde vindauga, dannast det vassdropar som set seg på ruta og dermed dannar dogg/vassdropar. [35]

I ein ytterveggskonstruksjon er noko av det viktigaste med tanke på fuktproblematikk at dampsperra er tett. Dersom dampsperra ikkje er tett og det kjem fukt utover i sjikta i ytterveggen, vil til slutt temperaturen i dei ytste sjikta bli så låg at lufta ikkje lenger klarer å bere vassdampinnhaldet den har ført med seg. Dette kan i verste fall føre til kondens i isolasjonssjiktet. Fuktig isolasjon trekk raskt til seg mugg, samstundes som isolasjonsevna meir eller mindre går tapt.

5.3.1.1.2 METODE

Dampgjennomgangsberekingar er brukt for å kartlegge eventuell fuktproblematikk ved etterisolering. Metoden for slike utrekningar er grundig forklart i teorikapittel 2.3.1.3. I slike berekingar kan ein vurdere fare for muggvekst eller kondens på konstruksjonar ved hjelp av standardverdiar. Avslutningsvis følgjer ei drøfting som framhevar kvifor ventilasjonsanlegget spelar ei sentral rolle for fuktbalansen i bygget.

5.3.1.1.3 STATUS NOVERANDE YTTERVEGG

Tabell 15 syner dampgjennomgangsbereking (utført i Excel) for noverande yttervegg.

Sjikt	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² k/W]	ΔT [K]	T [C]	V_{sat} [g/m ³]	Z_p [10 ⁹ m ² sPa/kg]	ΔV [g/m ³]	v [g/m ³]	RF [%]
					20.00	17.29			9.75	56
R _{s1}			0.13	0.91	19.09	16.42			9.75	59
Sponplate	0.015	0.18	0.08	0.58	18.51	15.87	0.34	0.004	9.75	61
Dampsperre	0.0002		0.03	0.21	18.30	15.68	450	5.514	4.23	27
Isolasjon	0.098	0.043	2.28	15.92	2.38	5.72	0.6	0.007	4.22	74
Vindsperre (trefiberplate)	0.012	0.14	0.09	0.60	1.78	5.49	2	0.025	4.20	77
R _{se}			0.04	0.28	1.50	5.39			4.20	78
			Sum: 2.65				Sum: 452.94			

Tabell 15 Dampgjennomgang i noverande yttervegg. Verdiar er henta frå Byggforsk detaljblad [36], [37] og [19].

Resultatet blir lagt fram i den loddrette rada lengst til høgre i figuren, og syner at relativ fuktigheit ikkje vil overstige 80%, ved overgangane mellom kvart sjikt. Dagens yttervegg er difor ei fuktsikker løysing. Risiko for muggskadar oppstår ved RF over 80%, medan kondens oppstår ved 100% [34]

Det som kan skape fuktproblematikk er dersom det blir danna store mengder fukt innandørs gjennom personbelastning. Dersom ikkje fukta blir frakta ut av bygget på andre måtar enn gjennom ytterveggen, fører dette til stor risiko for fuktskadar. Difor skal det balanserte ventilasjonsanlegget trekke den fuktige lufta ut gjennom ventilasjonskanalane. Då kapasiteten på ventilasjonsanlegget er redusert, blir det derimot vanskeleg å bedømme om dagens løysing totalt sett er fuktsikker eller ikkje.

5.3.1.1.4 RESULTAT AV YTTERVEGG ETTER UTBETRING

For å vere sikker på at det blir danna ei fuktsikker løysing etter utbetring, oppgraderast kapasiteten på ventilasjonsanlegget, sjå kapittel 5.3.1. Når ytterveggen etterisolerast kan dette føre til ugunstige løysingar med tanke på fukt. Difor blir det her føreteke ei dampgjennomgangsberekening også etter utbetring. Dette for å finne ut om det blir oppnådd ei fuktsikker løysing då plasseringa av dampsperra i ytterveggen blir endra i forhold til konstruksjonen sin heilheit.

Sjikt	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² k/W]	ΔT [K]	T [C]	v_{sat} [g/m ³]	Z_p [10 ⁹ m ² sPa]	ΔV [g/m ³]	v [g/m ³]	RF [%]
					20.00	17.29			9.75	56
R_{s1}			0.13	0.27	19.73	16.48			9.75	59
Sponplate	0.015	0.18	0.08	0.17	19.56	15.82	0.34	0.004	9.75	62
Dampsperre	0.0002		0.03	0.06	19.50	15.63	450	5.501	4.25	27
Isolasjon	0.098	0.043	2.28	4.65	14.85	6.03	0.6	0.007	4.24	70
Nytt isolasjonslag	0.198	0.031	6.39	13.02	1.83	5.80	1.1	0.013	4.22	73
Vindsperre (trefiberplate)	0.012	0.14	0.09	0.17	1.58	5.39	2	0.02	4.20	78
R_{se}			0.04	0.08	1.50	5.39				
			Sum:	9.04			Sum:	454.04		

Tabell 16 Dampgjennomgang i yttervegg etter tiltak for utbetring. Verdier er henta frå Byggforsk detaljblad [36], [37] og [19].

Som vist i tabellen ovanfor kan det trygt etterisolerast nye omlag 20 cm på kald side av dampsperra utan risiko for fuktproblematikk i ytterveggen. Her vil den relative fuktigheita i kvart sjikt utover i ytterveggen vere på trygge nivå, altså under 80%.

5.3.1.1.5 DRØFTING OG KONKLUSJON

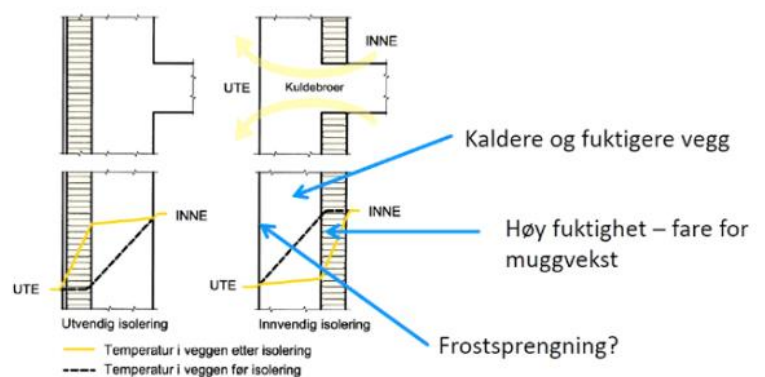
At ytterkonstruksjonane i bygga ikkje er tette, fører til ei betre «utlufting/uttørking» av eventuell fukt i ytterveggane slik at ikkje nødvendigvis fukta fører til noko skade. Derimot dersom alle ytterkonstruksjonane tettast ordentleg igjen, er det viktig at ventilasjonsanlegget fraktar fukta ut gjennom ventilasjonskanalane. Dette fordi eit tett bygg ikkje har naturlege luftlekkasjar, og vil føre til at det blir avhengig av å frakte fukt ut på andre måtar for at ikkje fukta skal føre til skadar i konstruksjonen.

Som ein hovudregel for å unngå fuktproblematikk skal maks $\frac{1}{4}$ av den totale isolasjonen i ein yttervegg plasserast på innsida av dampsperra i ein yttervegg. Dersom meir enn $\frac{1}{4}$ av den totale isolasjonen blir plassert på varm side av dampsperra vil dette føre til ei ugunstig løysing med tanke på fuktproblematikk. Nedanfor er det vist kva som skjer ved ei større innvendig etterisolering av eit nytt isolasjonssjikt på omlag 20 cm utan å flytte dampsperre.

Sjikt	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² k/W]	ΔT [K]	T [C]	v_{sat} [g/m ³]	Z_p [10 ⁹ m ² sPa]	ΔV [g/m ³]	v [g/m ³]	RF [%]
R_{s1}			0.13	0.27	20.00	17.29			9.75	56
Sponplate	0.015	0.18	0.08	0.17	19.73	16.48			9.75	59
Nytt isolasjonslag	0.198	0.031	6.39	13.07	19.56	15.82	0.34	0.004	9.75	62
Dampsperre	0.0002		0.03	0.06	6.49	7.51	1.1	0.013	9.73	130
Isolasjon	0.098	0.043	2.28	4.66	6.43	7.48	450	5.501	4.23	57
Vindsperre (trefiberplate)			0.09	0.18	1.77	5.48	0.6	0.007	4.22	77
Rse			0.04	0.08	1.58	5.41	2	0.024	4.20	78
					1.50	5.39				
			Sum:	9.04			Sum:	454.04		

Tabell 17 Dampgjennomgang i yttervegg ved innvendig etterisolering. Verdier er henta frå Byggforsk detaljblad [36], [37] og [19].

I dette tilfellet ved ei etterisolering innvendig, på varm side av dampsperra, blir det ein relativ fuktigheit på 130% mellom det nye isolasjonslaget og dampsperra. Her vil det bli skild ut kondens i konstruksjonen mellom dampsperra og det nye innvendige isolasjonssjiktet. Det er fordi fuktigheita i lufta går over lufta si bereevne. Dersom ein får skild ut kondens og dette ikkje får tørka ut, vil ein ved temperaturar under 0 grader celsius få rim eller is. Med god ventilasjon og tilstrekkeleg luftutskifting blir luftfuktigheita lågare. Som følger vil det vere mindre risiko for kondens sjølv om temperaturane i sjikta utover i ytterveggen er låg og at dermed lufta har mindre bereevne.



Figur 39 Temperatur yttervegg [40]

Over tid kan også kondens føre til muggvekst og sverting av materiala.

Samstundes kan materiala bli øydelagde og ein kan få negative helseeffektar på grunn av muggvekst. Difor vil ein ved større innvendig etterisolering, utan annleis plassering av

dampsperre, oppnå ugunstige resultat som følge av dette. I vårt tilfelle er ei utvendig etterisolering det mest gunstige, også med tanke på utnytting av arealet i dei små hyblane.

5.3.1.2 § 13-2. VENTILASJON I BUSTADBYGG

Kravet i TEK17 § 13-2 går som følger;

- «(1) Boenheter skal ha ventilasjon som sikrer en gjennomsnittlig frisklufttilførsel på minimum 1,2 m³ per time per m² gulvareal når boenheten er bebodd.*
- (1) Soverom skal tilføres minimum 26 m³ friskluft per time per planlagt sengeplass når rommet er i bruk.*
- (2) Rom som ikke er beregnet for varig opphold skal ha ventilasjon som sikrer minimum 0,7 m³ friskluft per time per m² gulvareal.*
- (3) Kjøkken, toalett og våtrom skal ha avtrekk med tilfredsstillende effektivitet».*

Krava skal bidra til å førebygge helseskadar og negativ komfortoppleving. Ventilasjonen er avgjerande for eit fuktsikkert og sunt innklima.

Den balanserte ventilasjonen i dei eldre studentbustadane er installert i 2010. [25] Då tilstandsanalysen til Sweco vart utført i 2017, vart det ikkje rapportert noko angående dårleg luftavtrekksmengd på baderomma. Ved synfaring opp mot oppgåva, fann gruppa hint av tette opningar (støv) ved avtrekksventilane, som kan redusere kapasiteten til anlegget.

Kvart hybelhus innehar to ventilasjonsaggregat, som kvar for seg fører luftmengder rundt i kvar sin fløy. Ettersom gruppa ikkje hadde tilgang til reguleringsprotokollen som ventilasjonsanlegget er innstilt etter, måtte luftmengder angitt på kontrollpanela nyttast for å kartleggje leverte luftmengder. Informasjonen som vart henta ut av panela, svarar til følgande luftmengder ved normal tilstand:

- Avtrekksmengde = $216 \frac{m^3}{h}$ (likt på heile hybelen)
- Tilført luftmengde = $266,4 \frac{m^3}{h}$ (likt på heile hybelen)

Ved synfaring la vi i tillegg merke til lekkasjar på ventilasjonskanalane som sprang ut frå aggregata. Dermed kan verdiane ovanfor være større enn det som i realiteten blir levert.

Vedlegg 7 syner utrekningar for kva for krav som krevst for at ventilasjonsanlegget skal tilfredsstillere i TEK17 § 13-2 . Utrekningane utført direkte etter §13-2 resulterte i eit krav på 648 luftutskiftingar per time. Kravet spring for det meste ut av kravet til badarom på 54 m³/h. Eittersom alle ti hyblane inneheld kvart sitt badarom på omkring 3,5 m³, er kravet vurdert som urealistisk høgt. Det kan også oppstå luftstraumar som ikkje er ynskjeleg for bebuarane. Grappa har difor konkludert med å senke kravet til tilsvarende krav for toalett, kjøkken og vaskerom (36 m³/h).

Resultatet svarar dermed til 468 m³/h ved dagdrift, samt nedregulering på nattetid til dimensjonerande verdi for tal sengeplassar (260 m³/h). Nedregulert nattdrift vil kunne spare både pengar og energi. Ved drift om natta er det også gunstig å installere spjeld i ventilasjonskanalane som reduserer luftveksling i kanalane som fører til fellesareal. På denne måten blir lufta fokusert til kvar av soveromma/hyblane. Dette er gunstig då ingen oppheld seg i fellesarealet på nattetid. Samstundes må ein være oppmerksom på at desse har ein tendens til å krevje vedlikehald. [38]

Tabellen nedanfor syner resultatet av utrekningane samanlikna med eksisterande luftmengder i referansehuset.

VENTILASJON	OPPNÅDD/EKSISTERANDE RESULTAT VED AVLESING AV ANLEGG: (NB: Oppdaga lekkasjar!)	UTVALDE KRAV I TEKNISK FORSKRIFT:
Avtrekk	$216 \frac{m^3}{h}$	$468 \frac{m^3}{h}$
Tilført luftmengde	$266,4 \frac{m^3}{h}$	$468 \frac{m^3}{h}$

Tabell 18 Samanlikning av verdier

Tabellen syner at leverte luftmengder ikkje tilfredsstiller kravet.

5.3.2 ENERGI (KAPITTEL 14)

Forskriftas krav til energieffektivitet kan oppnåast etter energitiltaksmodellen eller energirammemodellen. Samstundes må minstekrav i §14-3 alltid oppfyllest. Dei ulike metodane er skildra i teori- og litteraturkapittelet under punkt 2.2.2.

For å finne tiltaka som minkar transmisjonsvarmetapet, har gruppa teke utgangspunkt i energitiltaksmodellen. Etersom modellen listar opp kravet til u-verdi for kvar enkelt konstruksjonsdel, er dette den enklaste metoden for å finne riktige vindauge, rører og isolasjonstjukkeleikar. Når det gjeld etterisolering av klimaskjermen, er u-verdiane for yttervegg, tak og golv rekna ut med Excel. Reknearket er eit godt verktøy for å teste ut ulike isolasjonstjukkeleikar for å finne kva for løysing som oppnår kravet. Utrekningane av u-verdiar etter føreslått tiltak er framlagt i vedlegg 8.

U-verdiane til vindauge og dører er derimot langt meir tidkrevjande å rekne ut, og gruppa har difor valt å dra nytte av detaljblad frå byggforskserien for å finne passande løysingar.

5.3.3 VAL AV TILTAK

5.3.3.1 TILTAK FOR Å TILFREDSTILLE § 13-13. FUKT FRA INNELUFT

Resultatet av utrekningar syner at etterisolering med to lag 98 mm veggplater/fasadeplater ikkje gir risiko for muggvekst. Ved førebygging av fuktproblematikk er det særleg viktig at alle konstruksjonsdelar er lekkasjesikre. Vidare er det viktig å sikre tilstrekkeleg ventilasjonsavtrekk i forhold til produsert fuktigheit. I tillegg kan også kuldebruer og andre unødige fuktkjelder føre til kondens og muggvekst. [39]

5.3.3.2 TILTAK FOR Å TILFREDSTILLE § 13-2. VENTILASJON I BOLIGBYGNING

Eksisterande ventilasjonsanlegg kan truleg ikkje levere luftmengdene som er krav om i dagens forskriftskrav (sjå Tabell 18). Difor må heile ventilasjonssystemet oppgraderast i så stor grad at det har evne til å levere riktige luftmengder. Dimensjonering av ventilasjonssystem ligg utanfor vårt fagfelt, og overlatast difor til ein VVS-ingeniør.

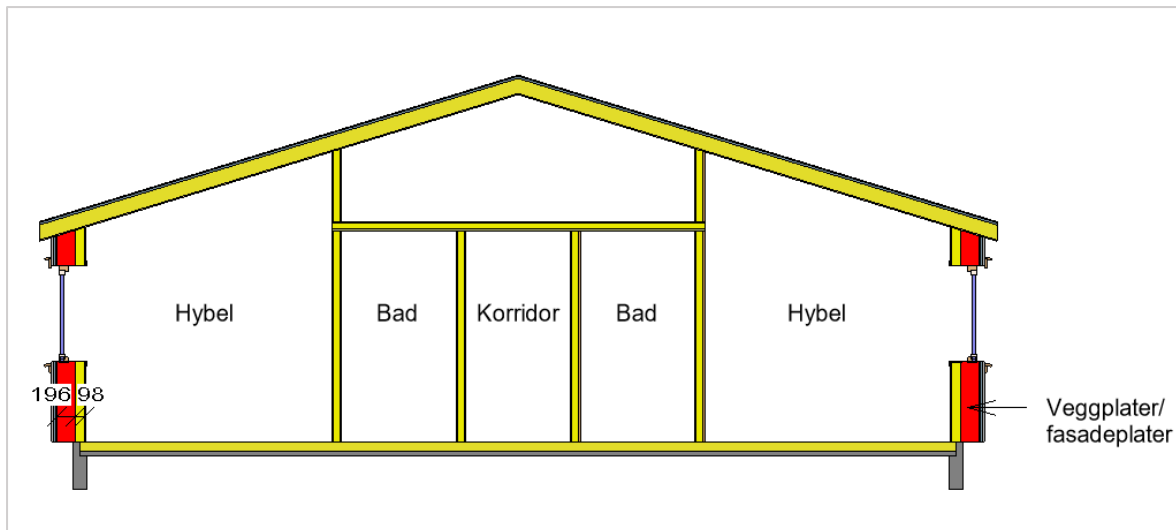
5.3.3.3 TILTAK FOR Å TILFREDSTILLE KRAV TIL ENERGI (KAPITTEL 14)

5.3.3.3.1 MINSKE TRANSMISJONSVARMETAPET GJENNOM YTTERVEGG

Alle fasadar skal etterisolerast, og isolasjonen kan leggjast både på innsida og utsida av ytterveggen. Kva som er mest fordelaktig av utvendig/innvendig isolering, er ein utfordrande tematikk. Drøfting av tiltaket som bør utførast på fasadane, er difor utdjupa under punkt 5.2.

Vel å etterisolere med to lag med 98 mm veggplater/fasadeplater. Desse har varmekonduktivitet på $0,031 \text{ W/mK}$. Eksisterande isolasjon blir verande som den er, og vil dermed ha ein større varmekonduktivitet enn platene (0,043 [36]). Platene kan festast via små forankringspunkt i staden for å leggjast mellom standardverk, noko som er svært fordelaktig med tanke på å minske varmegjennomgang i sjiktet. Eksisterande isolasjon blir verande som den er, og ytterveggen vil med dette få ein u-verdi på 0,12.

Kravet for u-verdi på yttervegg i teknisk forskrift er 0,18. Grunnen til at tiltaket som er valt ligg godt innanfor kravet er for å samla sett kunne tilfredsstille krava i heile bygget. Denne metoden kallast omfordeling.



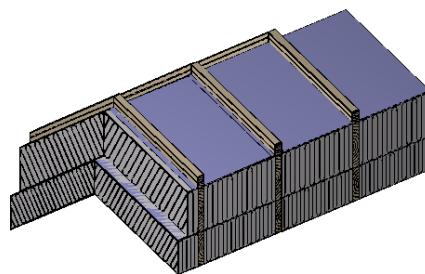
Figur 40 Løysing for etterisolering av yttervegg

5.3.3.3.2 MINSKE TRANSMISJONSVARMETAPET GJENNOM TAK

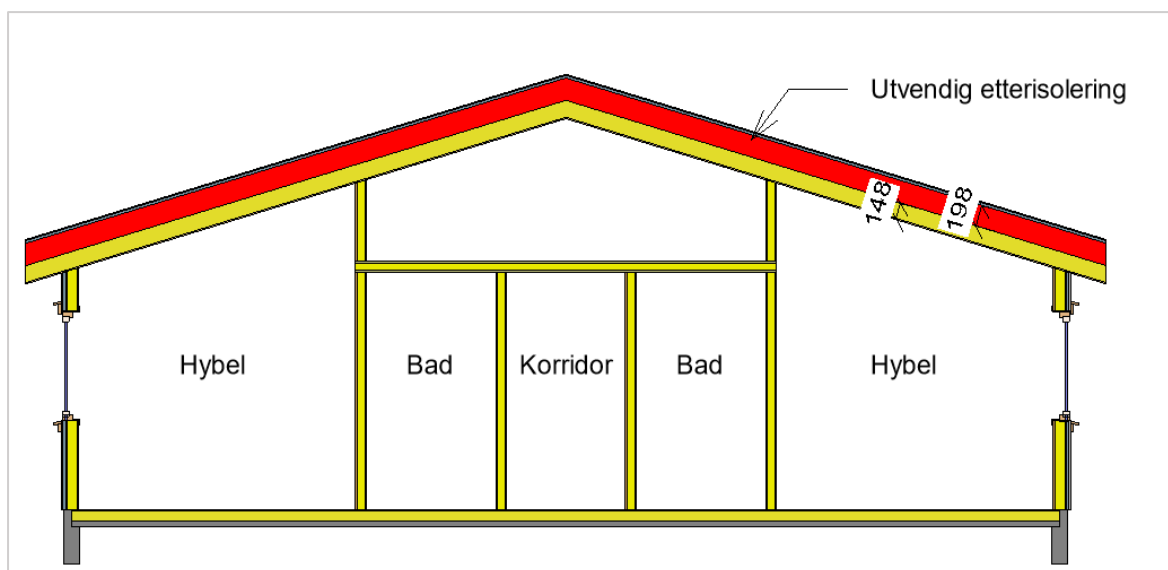
Takkonstruksjonen må etterisolerast, og isolasjonen kan også her plasserast enten på innsida eller utsida av dei eksisterande sperrene. Bakgrunnen for valet mellom utvendig og innvendig isolering er kompleks, og er difor ytterlegare drøfta under punkt 5.2.

Vel utvendig etterisolering med 198 mm isolasjonsrull. Desse har ein varmekonduktivitet på $0,032 \text{ W/mK}$. Den eksisterande isolasjonen i taket vert også byta ut for å kome unna med ein smalare takkonstruksjon. Isolasjonen vert plassert mellom gamle og nye sperrer/sløyfer og nytt vindsperresjikt med ny løysing for tekking.

Etter dette tiltaket vil taket ha ein U-verdi på 0,13. Tiltaket tilfredsstillir dermed kravet for U-verdi til tak i teknisk forskrift.



Figur 42 Prinsipp løysing av utvendig etterisolering. [40]



Figur 43 Løsning for etterisolering av tak

5.3.3.3.3 MINSKE TRANSMISJONSVARMETAPET GJENNOM GOLV PÅ GRUNN

Å utføre tiltak på golv på grunn, som skal tilfredsstillе forskriftskrav, vil uansett tiltak, være både arbeidskrevjande og kostbart. Golvet har i utgangspunktet 10 cm betong, med 10 cm isolasjon i bjelkelag over. Første alternative tiltak for energieffektivisering, vil være å pigge opp golvet, for så å grave og skape plass til isolasjon i underkant av eksisterande golvnivå. På denne måten legg ein til rette for å skape ei optimal løsning; eit sjikt av god tjukkleik med trykkfast isolasjon under sjølve golvkonstruksjonen. I tillegg legg ein til rette for å legge ein radonmembran mellom isolasjon og betongplate.

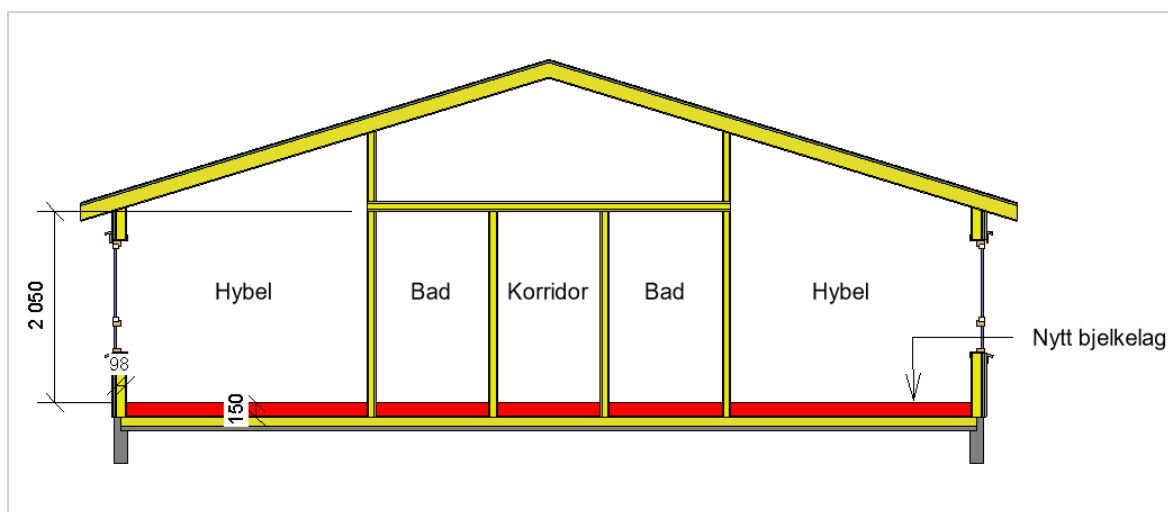
Det andre alternativet er å lekte opp eksisterande bjelkelag for å skape eit tjukkare isolasjonssjikt. I dette tilfellet ville det vore naturleg å skifte ut eksisterande isolasjon, då den truleg har mista store delar av sine isolerande eigenskapar sidan byggjeåret. Her vil det være optimalt å fjerne eventuell eksisterande dampspërre, samt leggje ny dampspërre over det nye bjelkelaget. Dette er ein langt mindre arbeidskrevjande prosess, men takhøgde vil leggje hindringar ved denne metoden. [40]

Tek 17 § 12-7 stiller krav til utforming av rom og anna opphaldsareal. Følgande reglar gjeld:

- 1) «Rom og annet opphaldsareal skal ha utforming, romhøyde og størrelse tilpasset sin funksjon.
- 2) For romhøyde i boenheter gjelder følgende:

- a. Rom for varig opphold skal ha høyde minimum 2,4 m
- b. Rom som ikke er for varig opphold skal ha høyde minimum 2,2 m.
- c. Fritidsbolig med én boenhet skal ha høyde minimum 2,2 m.
- d. Deler av et rom kan ha lavere høyde der dette ikke påvirker rommets tiltenkte funksjon». [10]

Førstnemnte tiltak reknast som for arbeidskrevjande og kostbart. Val av løysing blir dermed å lekte opp eksisterande bjelkelag med 150 mm, samt skifte ut eksisterande isolasjon. Krav for utforming av rom og anna opphaldsareal (Tek 17 § 12-7), som er lista opp ovanfor, vil dermed ikkje oppfyllest. Ved bruk av denne metoden, vil u-verdien kunne tilfredsstillе minimumskravet i teknisk forskrift (0,18). På den andre sida vil ikkje golvet kunne oppnå sjølvе kravet, då eit tjukkare isolasjonslag reduserer takhøgda ytterlegare.



Figur 44 Løysing for golv på grunn

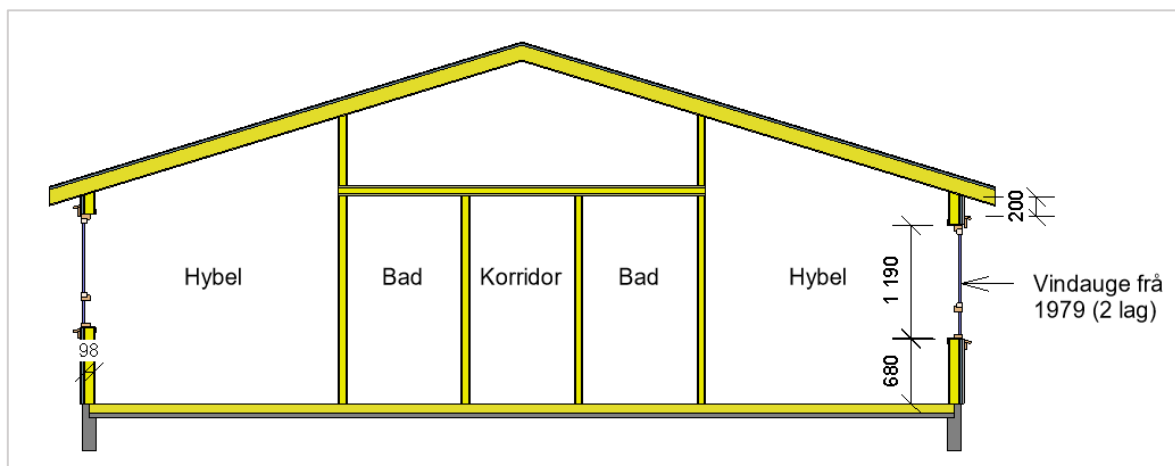
5.3.3.3.4 MINSKE TRANSMISJONSVARMETAPET GJENNOM VINDAUGE

Varmetap frå vindaugе og dører utgjer største delen av varmetapsbudsjettet til referansehuset, og her er det difor mykje å spare ved utskifting til høgisolerte trelags ruter. U-verdien på eksisterande vindaugе og dører er sett til 2,6 W/(m²K) basert på erfaringstal, medan kravet i teknisk forskrift ligg på 0,8 W/(m²K).

På eksisterande fasade er det plassert eit stort vindaug, over eit mindre smalt vindaug, på kvar hybel (sjå **Feil! Fant ikke referanseilden.**). Samla areal for glas-, vindaug og dørareal (fordelt på bruksarealet), ligg så vidt innanfor kravet i teknisk forskrift på 25%.

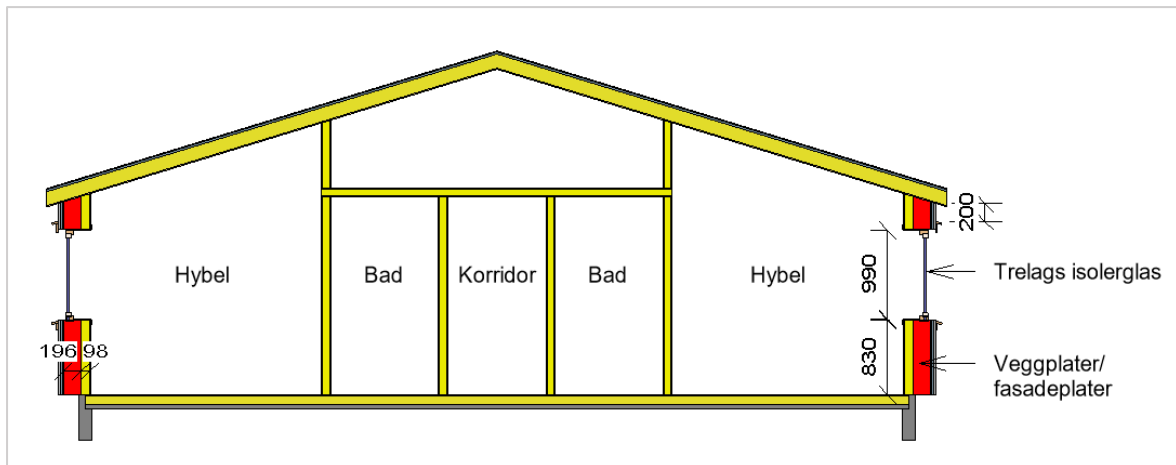


Figur 45 Eksisterande vindaugsløysing



Figur 46 Eksisterande vindaugsløysing

Ved utskifting vil dei nye vindauga ha storleik på 1x1 meter. Tiltaket vil difor også innebære å føre igjen vegg frå utsparinga av det gamle vindauget.



Figur 47 Vindaugsløysing

Tiltaket vil innebere å skifte alle vindauge ut med minimum trelags isolerglas. I dag er det berre 3-lags vindauge som tilfredsstillar kravet i teknisk forskrift (U-verdi på $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Vindauga skal ha opning, men ikkje spalteventil, då frisklufttilførsel skal tilfredsstillast av ventilasjonsanlegget [41]. Dei nye vindauga vil med dette kunne gi ein total U-verdi på $0,7$ [42].

5.3.3.3.5 MINSKE TRANSMISJONSVARMETAPET GJENNOM YTTERDØR OG VERANDADØR

Tiltaket vil innebere å skifte ytterdør. Vel difor ei isolert ytterdør av tre med breidde $0,9 \text{ m}$ og høgde $2,1$. Isolasjonen i døra skal ha varmekonduktivitet $0,0025 \text{ W}/(\text{mK})$, som gir ein total U-verdi på $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Døra skal ikkje ha vindaugsflater, då dette aukar U-verdien. [43]

Vidare vil tiltaket også innebere å skifte terrassedør. Vel difor ei isolert ytterdør av tre med breidde $0,9 \text{ m}$ og høgde $2,1$. Isolasjonen i døra skal ha varmekonduktivitet $0,0025 \text{ W}/(\text{mK})$, og brytningshøgda skal liggje på 1 m . Vindaugsarealet skal ha 3 lags ruter med isolerande avstandslister. Dette vil gi ein total U-verdi på $0,88 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

5.3.3.3.6 MINSKE TRANSMISJONSVARMETAPET VED KULDEBRUER

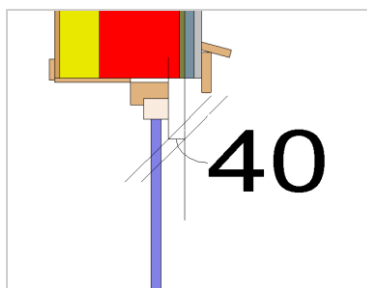
Ved etterisolering av yttervegg og tak minkar kuldebruverdien. Tematikken er utdjupa under punkt 5.2.4.1.2. I tillegg er det viktig å merke seg utfordringa med plassering av vindaug i ytterveggen. Vindaug bør minimum leggjast i flukt med vindsperra, om ikkje ytterlegare innover i konstruksjonen. Desto lenger ut mot kledning vindaug ligg, desto større er

varmetapet gjennom vindaugget. Samstundes skapast det også større kuldebruer ved å trekkje vindaugget for langt innover i konstruksjonen. Sjå Tabell 19.

Avstand fra utside av vindsperre (gipsplate) til utvendig kant av vinduskarm (mm)	ψ W/(mK)
- 42 (vinduet stikker ut)	0,05
0	0,02
35	0,01
85	0,02
140	0,03

Tabell 19 Kuldebruverdiar ved innsetjing av vindauge for vegg med 250 mm isolasjon [52]

I referansehuset sitt tilfelle vil isolasjonssjiktet være 50 mm tjukkare enn i konstruksjonen som er referert til i tabellen ovanfor. Av den grunn vil optimal avstand frå utside av vindsperre til utvendig kant av vindaugskarm være noko større. Dermed vil ein avstand på omkring 40 mm truleg være passande.



Figur 48 Omtrentleg optimal avstand frå utside vindsperre til utvendig kant av vindaugskarm

I tillegg må ein vise særleg omsyn til å skape ei fuktsikker løysing, dersom ein trekkjer vindaugget inn i isolasjonssjiktet, slik at det ikkje skapast vasslekkasjar inn til isolasjonen. Sist men ikkje minst, er det gunstig å isolere karmen.

5.3.3.3.7 TILTAK FOR Å MINSKE INFILTRASJONSVARMETAP

For å minske lekkasjetalet må ein være gjennomgåande oppmerksom på å sikre tette sjikt ved alle tiltak som utførast. Det vil lønne seg å utføre enkle kontrollar, for å kartleggje kvar lekkasjane er, for så å tette dei. Dette kan blant anna utførast ved å skape eit undertrykk i bygget (auke mengd avtrekk), for så å søke etter lekkasjane med for eksempel fyrstikk eller

røykappull. Typiske lekkasjepunkt er rundt vindauge og dører, samt i overgangen mellom konstruksjonar. [18]

Tetting rundt karmen på vindauge og dører, er i tillegg særst viktig for å minske lekkasjetalet. Bruke moderne løysingar med «klebe-teip» som teipast mellom vindauge og vegg. På denne måten skapast ein tett gjennomføring rundt vindaugget.

5.3.3.3.8 TILTAK FOR Å REDUSERE VENTILASJONSVARMETAP

Systemet må kunne tilfredsstillе spesifikk vifteeffekt og temperaturverknadsgrad i varmegjenvinnar. Dimensjonering av ventilasjonssystem ligg utanfor vårt fagfelt, og overlatast difor til ein VVS-ingeniør.

5.3.3.3.9 TILTAK FOR Å REDUSERE BEHOVET FOR KJØLING

Referansehuset krev 2273 kWh til romkjøling. For å senke behovet for kjøling, vil det være nødvendig å stoppe delar av solvarmen utanfor rommet. Bruk av solskjerming vil difor være eit nyttig tiltak i denne samanhengen.

Solskjerming delast inn i tre hovudtypar:

- Utvendig solskjerming (på utsida av vindaugget)
- Mellomliggande solskjerming (inni vindaugget)
- Innvendig solskjerming (på innsida av vindaugget)

Kvar av typane har sine fordelar og ulemper. Utvendig solskjerming er den typen som slepp minst solvarme inn i konstruksjonen. Bakdelen med utvendig solskjerming, er at dei ikkje kan skjermast for vêr og vind. Vidare slepp mellomliggande solskjerming varmen noko lenger inn i konstruksjonen, og er med dette mindre effektive enn utvendig solskjerming. Mellomliggande solskjerming blir derimot ikkje utsett for slitasjen frå ute-klimaet, men kan likevel føre til større problemstillingar. Vedlikehaldet er særskilt utfordrande, og skjerminga er bort imot umogeleg å reparere ved eventuelle feil. Dette fører ofte til at heile vindaugget må skiftast ut. Sist men ikkje minst kjem innvendig solskjerming. Denne solskjermingstypen har sine fordelar for driftsmessige omsyn, men reflekterer svært lite av solvarmen. [44]

Tiltaket som difor best tilfredsstillter problemstillingane til referansehuset er utvendige, bevegelege persienner.



Figur 49 Eksempel på utvendige, bevegelege persienner

5.3.4 OVERSIKTSTABELLAR FOR VALT TILTAK

Nedanfor følger oversiktstabellar som syner val av utviklingstiltak.

Tabellen under syner tiltak for å tilfredsstille krav i kapittel 13 § 13-13 fukt frå inneluft og § 13-2 ventilasjon i bustadbygg

<i>PARAGRAF</i>	<i>KRAV</i>	<i>FORESLÅTT UTVIKLINGSTILTAK</i>
<i>§ 13-13. fukt frå inneluft</i>	Bygningsdelar og konstruksjonar skal prosjekterast og utførast slik at det ikkje oppstår fuktskadar på grunn av kondensert vassdamp frå innelufta. [10]	Etterisolering med to lag 98 mm veggplater/fasadeplater ikkje gir risiko for muggvekst.
<i>§ 13-2. ventilasjon i bustadbygg</i>	Sjå kapittel 5.3.1.2	Oppgradering av heile ventilasjons-systemet

Tabell 20 Val av utviklingstiltak for § 13-13 og § 13-2

Tabellen under syner tiltak for å minske transmisjonsvarmetap i bygget (tiltak som minskar U-verdi til ulike bygningsdelar).

BYGNINGS-DEL / TILTAK	EKSISTERANDE OPPBYGNING / LØYSING	U-VERDI FØR TILTAK	GJELDANDE KRAV (MINIMUMSKRAV)	FORESLÅTT UTVIKLINGS-TILTAK	U-VERDI ETTER TILTAK
<i>Yttervegg</i>	Bindingsverk, 100 mm isolasjon	0,45	0,18 (0,22)	Utvendig etterisolering med 198 mm veggplater.	0,12
<i>Tak</i>	150 mm isolasjon	0,33	0,13 (0,18)	Skifte ut eksisterande isolasjon. Utvendig etterisolering med 198 mm isolasjonsrull.	0,13
<i>Golv på grunn</i>	100 mm isolasjon over 100 mm betong.	0,48	0,10 (0,18)	Skifte ut eksisterande isolasjon. Legge totalt 250 mm mineralull i bjelkelag.	0,18
<i>Vindauge</i>	Vindauge frå 1979 (2 lag)	2,6	0,8 (1,2)	Skifte alle vindauge ut med trelags isolerglass	0,7
<i>Ytterdør</i>	Ytterdør frå 1979	2,6	0,8 (1,2)	Skifte ut med 60 mm isolert ytterdør av tre.	0,7
<i>Verandadør</i>	Verandadør frå 1979	2,6	0,8 (1,2)	Skifte ut med 60 mm isolert ytterdør av tre. Randsone på 1m, og trelags isolerglass	0,88

Tabell 21 Val av utviklingstiltak for å minske transmisjonsvarmetap

I tillegg til dei tiltaka som er nemnt i tabell 12, er det også fjerna 4 vindauge. Størrelsen på vindauga som står att er også redusert.

Infiltrasjon og kuldebruer

BYGNINGS- DEL / TILTAK	EKSISTERANDE OPPBYGNING / LØYSING	VERDI FØR TILTAK	GJELDANDE KRAV	FORESLÅTT UTVIKLINGS- TILTAK	VERDI ETTER TILTAK
<i>Lekkasjetal</i>	Lekkasjetal (basert på erfaringstal)	8	0,6	Sikre tette sjikt ved tiltak	0,6
<i>Kuldebru- verdi</i>	Kuldebruverdi (basert på erfaringstal)	0,06	0,05	Minkar ved utvendig etterisolering.	0,05

Tabell 22 Val av utviklingstiltak for å minske infiltrasjon og kuldebruer

Ventilasjon

BYGNINGS-DEL / TILTAK	EKSISTERANDE OPPBYGNING / LØYSING	VERDI FØR TILTAK	GJELDANDE KRAV	FORESLÅTT UTVIKLINGS-TILTAK	VERDI ETTER TILTAK
<i>Tilluft</i>	Balansert ventilasjon	266,4 m ³ /h	468 m ³ /h	Oppgradering av heile ventilasjons-systemet	468 m ³ /h
<i>Avtrekk</i>	Balansert ventilasjon	216 m ³ /h	468 m ³ /h	Oppgradering av heile ventilasjons-systemet	468 m ³ /h
<i>Temperatur-verkningsgrad varme-gjenvinnar</i>		70	80	Oppgradering av heile ventilasjons-systemet	80
<i>Spesifikk vifteeffekt (SFP)</i>		2,5	1,5	Oppgradering av heile ventilasjons-systemet	1,5

Tabell 23 Val av tiltak for å betre ventilasjonsegenskapar

Energibehov til romkjøling

BYGNINGS-DEL / TILTAK	EKSISTERANDE OPPBYGNING / LØYSING	ENERGIBEHOV TIL ROMKJØLING FØR TILTAK	FORESLÅTT UTVIKLINGS-TILTAK	ENERGIBEHOV TIL ROMKJØLING ETTER TILTAK
<i>Sol-skjerming</i>	Ingen solskjerming	2273 kWh	Utvendige, bevegelege persienner	314 kWh

Tabell 24 Val av tiltak for å minske energibehov til romkjøling

6. VERKNADAR AV VALT TILTAK

6.1 RESULTAT FRÅ SIMIEN - ETTER TILTAK

For å kunne dokumentere verknadane av valt tiltak, er det gunstig å fastslå forbetringane av energibehov og energimerking etter gjennomført tiltak. Endringane som skal utførast er redigert inn i SIMIEN-fila som simulerer dagens tilstand, og simulerer med dette energibehovet og energimerkinga på ny.

6.1.1 ÅRSSIMULERING

Årssimuleringa resulterte i eit årleg netto energibehov på 115,4 kWh/m², og utgjer dermed i underkant av halvparten av energibehovet før tiltak.

Energipost	Energibudsjett	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming		7458 kWh	38,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)		1538 kWh	7,8 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)		5836 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter		1709 kWh	8,7 kWh/m ²
3b Pumper		140 kWh	0,7 kWh/m ²
4 Belysning		2232 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr		3434 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling		270 kWh	1,4 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6		22617 kWh	115,4 kWh/m ²

Tabell 25 Energibudsjett (etter utviklingstiltak)

6.1.2 KONTROLL MOT FORSKRIFT

Nedanfor følgjer utvalde tabellar frå evalueringsrapport i SIMIEN, etter gjennomført utviklingstiltak. Tabellane tek for seg målbare krav i energikapittelet, resterande delar av rapporten følgjer i vedlegg 9.2.

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

Tabell 26 Resultat av evalueringa etter gjennomført utviklingstiltak. (Etter utviklingstiltak)

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	16,7	25,0
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,71	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,05	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,6	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	1,50

Tabell 27 Kontroll av krav mot forskrift ved bruk av energiltaksmeroden (§14-2(2)). (Etter utviklingstiltak)

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,07	0,10
Varmetapstall tak	0,14	0,14
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,18	0,10
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,12	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,05	0,05
Varmetapstall infiltrasjon	0,04	0,04
Varmetapstall ventilasjon	0,16	0,16
Totalt varmetapstall	0,75	0,78

Tabell 28 Omfordeling av energiltak etter §14-2(2).

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)		Verdi
Beskrivelse		
1a Beregnet energibehov romoppvarming		45,4 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)		9,2 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)		29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter		8,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper		1,0 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning		11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr		17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling		7,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov		129,9 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov		108,2 kWh/m ²

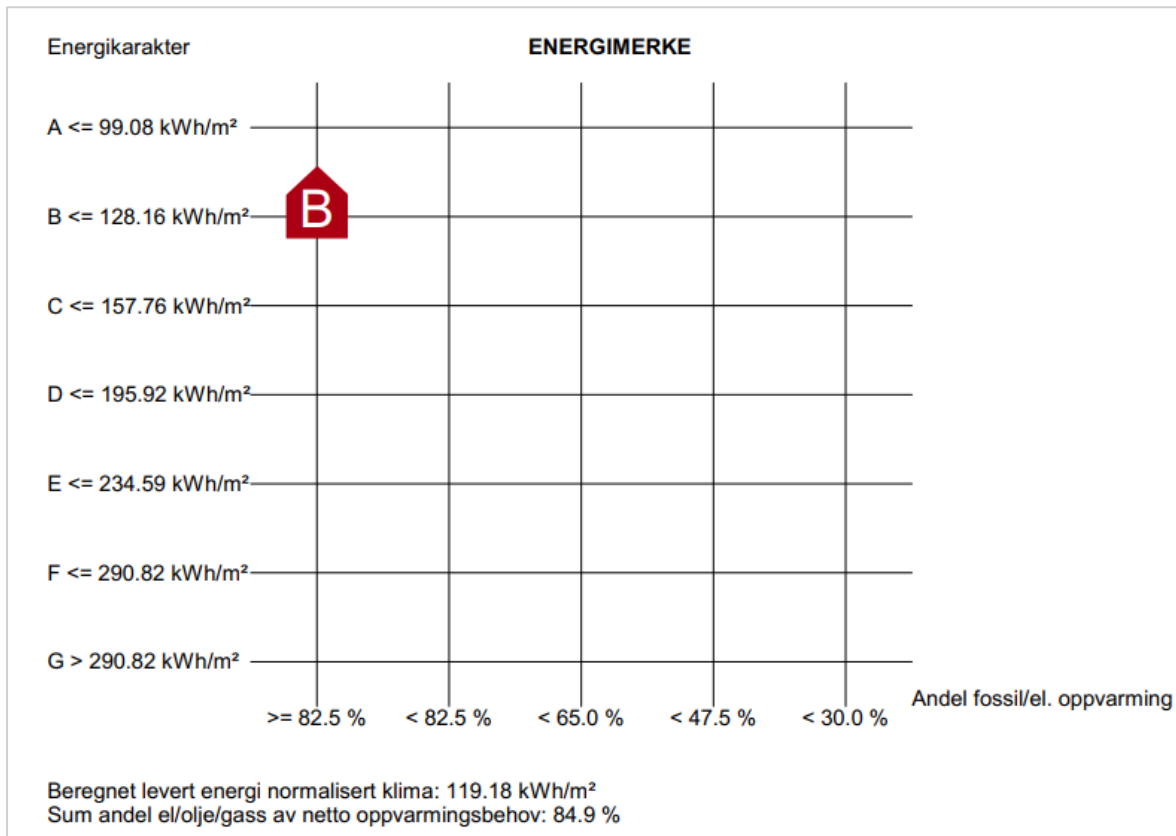
Tabell 29 Kontroll mot forskrift ved bruk av energirammemodellen etter §14-2(1). (Etter utviklingstiltak)

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,6	1,5

Tabell 30 Kontroll mot minstekrav etter §14-3 (Etter utviklingstiltak)

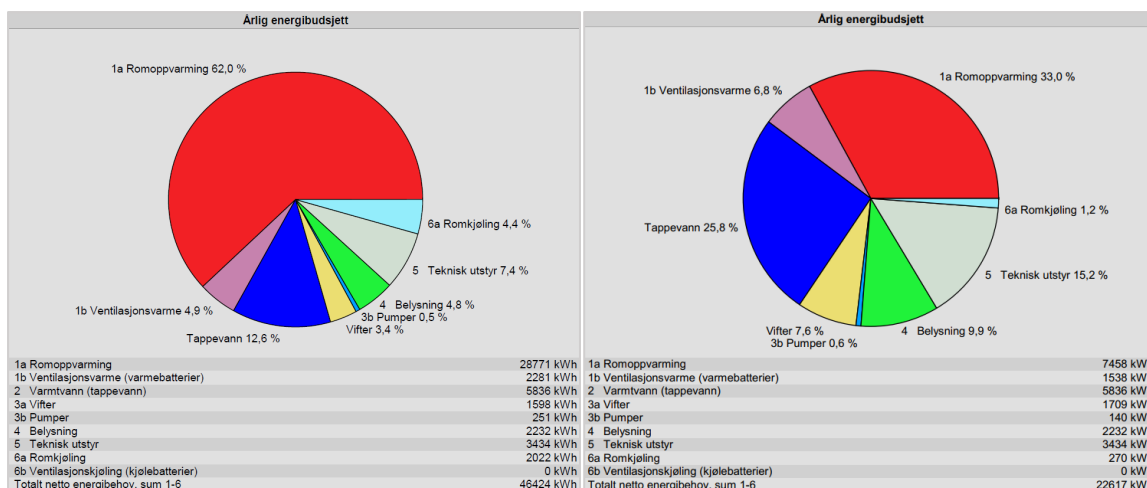
Tabellane syner at tiltaket fører til at bygget totalt sett tilfredsstillar krava frå energikapittelet i teknisk forskrift. Krava vil oppfyllest som eit resultat av omfordeling av energiltak jf. §14-2(2). Tiltaka vil derimot ikkje kunne tilfredsstillle alle krav i energiltaksmetoden, samt kravet til netto energibehov i energigramme-modellen.

6.1.3 ENERGIMERKING



Figur 50 Energimerke etter gjennomført utviklingstiltak

Simuleringa resulterte i energimerke raud B. Energikarakteren (B) er betydeleg betre enn utgangspunktet (E). Samstundes har oppvarmingskarakteren (raud) blitt dårlegare enn utgangspunktet (oransje). Årsaka til dette er at varmpumpa ikkje lenger vil yte like mykje som det direkte elektriske anlegget. Energibruken til romoppvarming blir redusert, og dette fører til at større prosentdel av energien blir brukt som direkte elektrisitet til lys, vifter, pumper osv. Figurane nedanfor er henta frå årssimulering før og etter tiltak, og illustrerer dette godt.



Figur 51 Årleg energibudsjett før tiltak

Figur 52 Årleg energibudsjett etter tiltak

For å betre oppvarmingskarakteren måtte ein ha installert system som hentar energi frå fornybare energikjelder, som til dømes fjernvarme, ved og sol.

6.2 SPAREPOTENSIALE

På grunnlag av verknadane av valt tiltak, vil dette kapittelet ta føre seg følgende forskingsspørsmål:

«Kva sparepotensiale har byggeigar ved løysinga som er valt?»

Kapittelet vil syne eit grovt overslag over kva valt tiltak vil koste, samt kva byggeigar vil spare i årlege straumkostnadar ved å utføre tiltaket. På denne måten har ein grunnlag for å vurdere om tiltaket er verdt å gjennomføre.

6.2.1 KVA VIL VALT TILTAK KOSTE?

Tabellen nedanfor syner anslått pris av dei største kostnadsberarane ved tiltaket. Kalkylen er kunn knytt til energieffektiviserande tiltak, sjølv om fleire ombyggings-/utviklingstiltak truleg ville blitt utført ved ein såpass omfattande renoveringsprosess. Produktkostnadane er henta frå nettstadane til passande leverandørar. Vidare er kostnadane for utføring av kvart enkelt tiltak basert på einingstider, som er henta frå Holteportalen [45]. Einingstidene er dermed multiplisert med hypotetisk timepris for tømrrarbeid på 700 kr per time. I tillegg er prisane regulerte etter eigne hypotesar.

Kostnadsberarane er antatt å utgjere 80% av ombyggingsprosjektet sine totale kostnadar, og difor er andre uføreseielege kostnadar rekna som 20% tillegg i kalkylen. Metoden for å kostnads kalkylen er henta frå prosjektoppgåva i emnet «Drift, Vedlikehald og Ombygging», som gruppa gjennomførte under haustsemesteret i 2020 [46].

STORE KOSTNADSBERARAR	PRODUKT	UTFØRING	TOTAL ANSLÅTT PRIS
Utvendig etterisolering, fasade. (inkl. 2 strøk maling på ny kledning)	83 100	130 000	213 100
Utvendig etterisolering, tak	24 400	233 700	258 100
Lekte opp/etterisolering, golv på grunn (pris utan komplikasjonar)	22 400	128 400	150 800
Utskifting av vindauge (hyblar)	145 000	67 400	212 400
Utskifting av vindauge (andre)	28 000	15 300	43 300
Utskifting av ytterdør og verandadør	32 000	10 400	42 400
Oppgradering av ventilasjonsanlegg (Omtrentleg pris for nytt ventilasjonsanlegg med montering)	50 000	75 000	125 000
Utvendig regulerbar solskjerming	55 400	27 000	824 000
Rigg og drift av byggeplass			15 800
Avfallshandtering/ sanering av farleg avfall			5000
Sum			1 889 900
Reknar med 20% tillegg på andre kostnader. Ny sum:			2 267 880
Pris per kvadratmeter (reknar 196 m ² totalt)			11 570

Tabell 31 Enkel kostnadskalkyle

Tiltaket vil til totalt koste omkring 2,3 millionar kroner. Prisen er eit grovt overslag, og usikre faktorar ligg til grunn for fleire av postane. For det første vil etterisolering av golvet truleg skape fleire problemstillingar. Blant anna må fast inventar som klosettskåler, servantar, kjøkkeninnreiing og liknande, fjernast og etablerast på nytt. Prisen gjeld for tiltak utan slike formar for komplikasjonar (som fastslått i Tabell 31 Enkel kostnadskalkyle). I tillegg vil val av motor, persienneform etc. på solskjerminga påverke kostnaden av den. Dessutan er

kostnaden for oppgradering av ventilasjonssystemet vanskeleg å fastslå, då sjølve arbeidsoperasjonane som må til for å oppnå forskriftskrav må vurderast av ein VVS-ingeniør.

Å byggje eit nytt hybelhus av tre med same areal (normal standard) vil koste om lag 6,3 millionar [45]. Prisen er henta frå kalkulasjonsnøkkelen i Holteportalen, og reknar ikkje med riving av eksisterande bygningsmasse. Ein har med desse hypotetiske kostnadane grunn til å tru at det også er rom for å heve standarden til resterande bygningsdelar, ved ei eventuell ombygging. Med andre ord står det igjen omkring fire millionar kroner til andre nødvendige tiltak, før kostnaden av ombygginga vil nå nybyggpris. Andre nødvendige tiltak kan for eksempel være knytt til universell utforming og estetikk, samt eventuell utskifting av EL- og VVS anlegg. Dette er tematikk som er avgrensa frå oppgåva, men som bør inngå i ein heilskapleg vurdering. Ved å finne kostnaden av ei total ombygging vil ein kunne fastslå om det er økonomisk forsvarleg å byggje om, framfor å byggje nytt.

6.2.2 KOR MYKJE VIL EIN SPARE PÅ STRAUMKOSTNADAR PER ÅR VED Å UTFØRE TILTAKET?

Hentar tabellar for «kostnad kjøpt energi» frå årssimuleringane før og etter tiltak. Kostnadane her er basert på 1 kr/kWh (Energipris inkludert alle avgifter og nettleige).

Energivare	Kostnad kjøpt energi	
	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	32155 kr	164,1 kr/m ²
1b El. til varmepumpesystem	7118 kr	36,3 kr/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m ²
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m ²
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m ²
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m ²
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m ²
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m ²
Årlige energikostnader, sum 1-7	39274 kr	200,4 kr/m ²
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m ²
Netto energikostnad	39274 kr	200,4 kr/m ²

Tabell 32 Kostnad for kjøpt energi før tiltak

Kostnad kjøpt energi		
Energivare	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	19729 kr	100,7 kr/m ²
1b El. til varmepumpesystem	1743 kr	8,9 kr/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m ²
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m ²
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m ²
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m ²
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m ²
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m ²
Årlige energikostnader, sum 1-7	21472 kr	109,6 kr/m ²
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m ²
Netto energikostnad	21472 kr	109,6 kr/m ²

Tabell 33 Kostnad for kjøpt energi etter tiltak

	<i>KJØPT ENERGI</i>
Behov før tiltak	39 274 kr
Behov etter tiltak	21 472 kr
Reduksjon ved utføring av tiltaket	17 802 kr

Tabell 34 Reduksjon i kjøpt energi ved utføring av tiltaket.

Byggeigar vil spare 17 802 kr på straumkostnadar årleg ved å utføre tiltaket.

7. KONKLUSJON

7.1 SKILNADEN MELLOM NORMTAL, SIMIEN OG REELT FORBRUK

Resultatet syner at utrekningane i SIMIEN fråviker 23,8 kWh/m² frå reelt forbruk, medan normtala fråviker heile 40,2 kWh/m². Resultatet i SIMIEN gir eit nokså godt estimat på kor mykje levert energi bygget faktisk har behov for. I tillegg framstiller programmet årssimuleringar og andre rapportar, som gjer det enkelt å analysere eventuelle feilkjelder.

Fråviket mellom normtal og reelt forbruk, kjem av at normtala er sær s generelle. Dei delast inn i store klimasoner, og fordelast på berre tre nivå med omsyn til alder; «eldre bygg», «byggeforskrift 1987» og «byggeforskrift 1997». Likevel kan normtala, tross i forenklingane, være sær nyttige i enkelte samanhengar. Metoden er enkel, og dei eignar seg godt for å gi ein peikepinn på kor mykje energi det er å spare ved å utføre energieffektiviseringstiltak.

7.2 INNVENDIG VERSUS UTVENDIG ETTERISOLERING

Val av etterisoleringsmetode må sjåast i samanheng med eksisterande bygning i sin heilheit, slik at andre naudsynte tiltak også vert gjennomført. Dette for å sikre ein best mogleg livsløpsøkonomi.

Samla sett vil utvendig etterisolering for både ytterveggar og tak vere den beste løysinga for dei respektive studentbustadane. Då unngår ein å ta av høgt pressa innvendig areal og mønehøgd. Ein får god effekt av å minske varmetap samstundes som ein utfører andre tiltak som å skifte utvendig kledning, taktekking, vindauge, dører og kan enklare installere utvendig solskjerming. Omfanget av tiltaket vert også mindre enn ved innvendig etterisolering.

7.3 SPAREPOTENSIALET

Utrekningar framstilt i ei grov kostnadskalkyle, syner at tiltaket totalt vil koste omkring 2,3 millionar kroner. Samstundes vil byggeigar spare om lag 18 000 kr på straumkostnadar årleg ved å utføre tiltaket.

7.4 TILTAK FOR Å IMØTEKOME KRAV I TEK 17

Når ytterveggen etterisolerast kan dette føre til ugunstige løysingar med tanke på fukt. Dersom relativ fuktigheit mellom to sjikt overstig 80%, vil det med høg risiko være fare for muggvekst. Resultatet av utrekningar syner at valt tiltak (å etterisolere utvendig med to lag 98 mm veggplater/fasadeplater) ikkje gir risiko for muggvekst. Utrekningar syner også at ei eventuell innvendig etterisolering, kan skape stor fuktproblematikk. Ved innvendig etterisolering vil det difor være avgjerande å leggje maks ein firedel av den totale isolasjonen på innsida av dampsperra.

Heile ventilasjonssystemet må oppgraderast i så stor grad at det har evne til å levere riktige luftmengder.

For å minske transmisjonsvarmetapet, bør klimaskalet (tak, veggar og golv) etterisolerast. I tillegg syner analysar at store delar av varmetapet kjem frå vindauge og dører. Desse komponentane må difor skiftast ut for å kunne tilfredsstille krav i teknisk forskrift. Samstundes må det utførast tettingsoperasjonar, for å sikre tette sjikt ved alle tiltak som utførast.

Normalisert kuldebruverdi vil bli redusert som eit resultat av andre utviklingsoperasjonar. Det bør i tillegg monterast utvendige, bevegelege persienner, for å minke behovet for kjøling på varme sommardagar.

Summen av desse utviklingstiltaka vil føre til at bygget totalt sett tilfredsstiller krava i teknisk forskrift (kapittel 13 og 14). Krava vil oppfyllast som eit resultat av omfordeling av energitiltak jf. §14-2(2). Tiltaka vil derimot ikkje kunne tilfredsstille alle krav i energitiltaksmetoden, samt kravet til netto energibehov i energiramme-modellen.

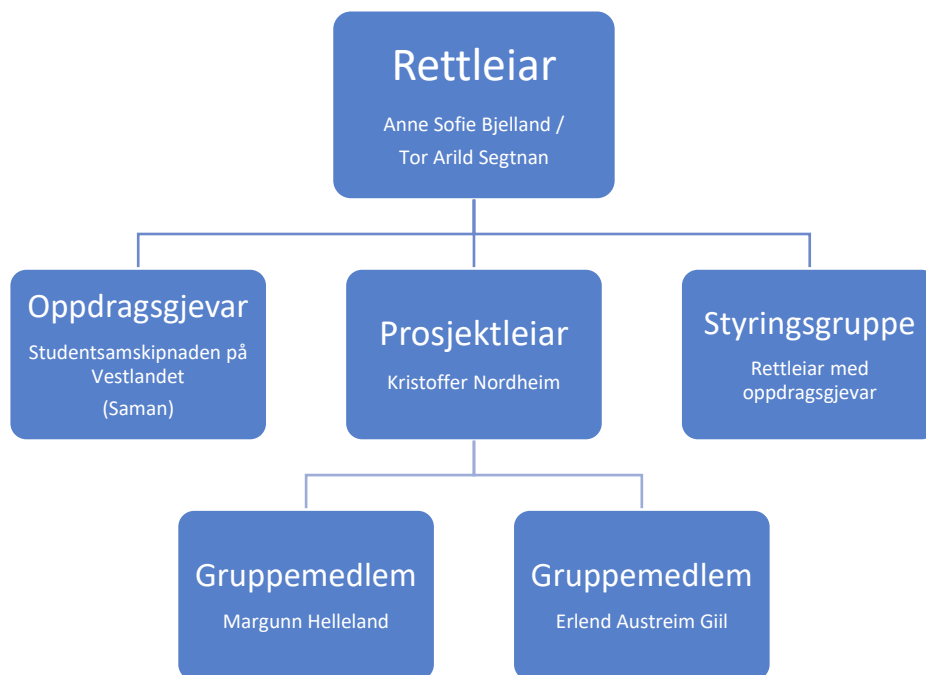
8. DISKUSJON

Ved ei reell energieffektivisering bør det vere aktuelt å velje å sjå bort frå krav til varmegjennomgang i golv. Uansett kva for alternativ som blir valt når det gjeld etterisolering av golv, vil det føre med seg komplekse utfordringar knytt til fast innreiing. Valt tiltak (lekte opp eksisterande bjelkelag) vil i tillegg redusere takhøgda til eit nivå som ikkje tilfredsstillar kravet i TEK § 12-7. Tiltak for å tilfredsstillar minimumskravet her er i overkant omfattande og vil truleg spele ei stor rolle i om bygget skal rivast for så å byggje nytt eller berre etterisolerast/energieffektiviserast.

På den andre sida vil dei anbefalte energieffektiviserande tiltaka, truleg bli utført som ein del av ei større renovering dersom ombygging skulle vere aktuelt. Bygget har fleire andre merkbare etterslep, blant anna knytt til universell utforming, estetikk og eventuell utskifting av EL- og VVS anlegg. Ved utføring av utviklingstiltak rundt desse problemstillingane ville etterisolering av golv skapt mindre komplikasjonar, då innvendig riving uansett måtte bli gjennomført. Dette er tematikk som er avgrensa frå oppgåva, men som bør inngå i ein heilskapleg vurdering.

9. ORGANISERING

9.1 PROSJEKTADMINISTRASJON



Figur 53 Organisasjonskart

9.1.1 OPPDRAGSGJEVAR

Studentsamskipnaden på Vestlandet (Saman) er oppdragsgivar. Saman er representert gjennom teknisk sjef, Sverre Østvold, og driftsleder, Tor Loftesnes Fardal.

9.1.2 STYRINGSGRUPPE

Det har blitt halde møte i styringsgruppa ved behov. Prosjektleder har hatt ansvar for å kalle inn til og leie møta. Styringsgruppa består av rettleiar og kontaktperson frå oppdragsgjevar.

9.1.3 PROSJEKTGRUPPE

Gruppa består av Kristoffer Nordheim, Erlend Austreim Gill og Margunn Helleland.

Kristoffer kjem frå Øygarden og har fagbrev i betongfag og har jobba to år som fagarbeidar i etter bestått fagprøve og fyrstegongsteneste. Erlend er frå Kyrkjebø i Høyanger kommune og har allmennfagleg studieretning som bakgrunn frå vidaregåande. Margunn er frå Vik i Sogn og har bakgrunn frå idrettsfag på vidaregåande. Alle gruppemedlemmane er avgangsstudentar på byggingeniørstudiet ved HVL Campus Førde.

9.1.3.1 ANSVARFORDELING

Alle gruppedeltakarane har delteke i dei fleste oppgåvene, men ansvaret har vore fordelt etter følgande hovudansvar:

- Kristoffer står oppført som prosjektleiar, og har dermed hatt ansvaret for kommunikasjon med oppdragsgivar/vaktmeister, samt andre aktuelle førespurnadar. Kristoffer har også hatt ansvaret for innkalling/leiing av møter, organisering av oppgåver og oppsett av framdriftsplan.
- Erlend har tittelen media-ansvarleg, og har difor hatt ansvaret for Facebooksida, bebuarundersøking og pressemelding.
- Margunn har vore teknisk-/modellansvarleg, og har med dette hatt ansvaret for teikning i Revit og analysar i SIMIEN.

9.2 PROSJEKTAVTALE

Det er utarbeida og underskriven ei prosjektavtale mellom oppdragsgjevar, prosjektgruppa og HVL via rettleiar. Prosjektavtalen er utarbeida etter mal frå HVL med tilføyning av fleire reglar (regel 7-9). Sjå vedlegg 10.

9.3 PROSJEKTPERIODE

Prosjektperioden har vore ein del av vårsemesteret på Høgskulen på Vestlandet. Prosjektet starta 11.01.21 og har siste frist 04.06.21.

Milepålar:	Frist:
Prosjektstart	11.jan
Innlevering av kort prosjektbeskriving	25.jan
Forprosjektrapport + nettstad oppretta	19.feb
Midtvegspresentasjon	24.mar
Pressemelding	21.mai
Sluttrapport + plakat	25.mai
Presentasjon	28.mai
Eventuell opprydding ferdig	04.jun

Tabell 35 Liste over milepålar i prosjektperioden.

9.4 GJENNOMFØRING I FORHOLD TIL PLAN

9.4.1 FRAMDRIFTSPLAN

For å halde oversikt over oppgåvene er det utarbeida eit Gantt-diagram m/aktivitetar, milepålar, ressursplan og koplingar i Excel. Framdriftsplanen er justert undervegs i prosjektet. Gjeldande framdriftsplan er vedlagd i vedlegg 11.

9.4.1.1 TIMEBRUK

Planen var å bruke omkring 350 arbeidstimar per person. Standard timetal for eit fag med 20 studiepoeng ligg på 500 timar, men dette verka noko urealistisk med tanke på ressursfordeling til andre fag som også skulle prioriterast dette semesteret. Gruppemedlemene har teke alt frå 10 til 30 studiepoeng utanom bachelorskrivinga. Gruppa rekna difor med at minimum 350 arbeidstimar per person vil være tilstrekkeleg for å dekke omfanget av oppgåva.

Tidsbruk for kvar enkelt gruppemedlem har blitt ført i timelister. Prosjektleiaren har sett opp oversiktelege dokumenter for både timeregistrering og loggføring. Faktisk timebruk har vist seg å stemme bra med planlagd timebruk. Kvar av gruppemedlemene har kring 350 arbeidstimar. Sjå vedlegg 12 for timelister.

9.5 PROSJEKTPERM

Alle gruppe medlemmene har skrive i prosjektpermen som inneheld;

- Kvar gruppedeltakar sitt arbeid frå dag til dag (prosjektdagbok).
- Tidsbruk i form av timeregistrering.

Det er oppretta egne dokument på Teams der kvar enkelt gruppe medlem har loggført arbeidstimar med kommentar.

9.6 BUDSJETT

Gruppa har ikkje hatt utgifter knytt til prosjektoppgåva. Det har heller ikkje vore utbetalt noko frå oppdragsgjevar direkte til gruppe medlemmene. HVL har dekkja bruk av alt naudsynt programvare som Office-pakken, Revit, SIMIEN. Det har også blitt tildelt ein premie sponsa frå Saman til det hybelhuset med størst svarprosent på spørjeundersøkinga. Dette er spesifisert i prosjektavtalen.

9.7 PROSJEKTEVALUERING

9.7.1 PROSJEKTGJENNOMFØRING

Under prosjektgjennomføringa har gruppa nytta seg av «Microsoft Teams». Dette er ein applikasjon for deling av dokument, videosamtaler og samhandling i grupper. Dette har gjort gruppearbeidet veldig enkelt då gruppa har hatt ein felles open mappestruktur. Der har alt av relevante dokument med informasjon og bilete vore lagra. Gruppa har under heile prosjektet skreve i opne dokument, slik at alle gruppe medlemmene har hatt oversikt over kva arbeid som er gjort og kva som har stått att. Dette har letta prosjektarbeidet mykje og gjort det både enklare og mogleg å jobbe meir individuelt under covid-19-pandemien.

Rettleiarane har vore tilgjengelege og til god hjelp gjennom heile prosjektet. Anne Sofie Handal Bjelland har vore tilgjengeleg for gruppa gjennom videomøtetenesta «Zoom» og på mail. Dette fungerte fint. Etter levering av forprosjektrapporten overtok Tor Arild Segtnan for Anne Sofie som rettleiar for prosjektoppgåva. Denne overgangen gjekk bort i mot saumlaust for seg. Tor Arild har vore tilgjengeleg både på mail og fysisk på skulen, noko som har vore veldig nyttig under skriving av sluttrapporten.

Grappa brukte ein del tid på å justere og avgrense problemstillinga etter innlevering av forprosjektrapporten og før utarbeiding av sluttrapporten tok til for alvor. Problemstillinga var i utgangspunktet sett alt for breitt for at det ville vere mogleg for oss å gje gode svar på problemstillinga. Tor Arild kom med mange gode innspel slik at vi til slutt enda opp med den problemstillinga som er i rapporten. Vi meiner problemstillinga er relevant for oppdragsgjevar, gir moglegheit for gode svar med vårt faglege nivå samstundes som den dekkjer våre eigne faglege interesser.

Til slutt er grappa fornøgd med samarbeidet mellom alle gruppemedlemmane. Grappa har lukkast med å spele på kvarandre sine styrker under heile prosessen. Dette har ført til at grappa har hatt ein jamn framdrift under prosjektet og problem har blitt løyst fortløpande til planlagd tid.

9.7.2 MÅLOPPNÅING

Målet med oppgåva var å finne forslag til energieffektiv utvikling av dei eldste studentbustadane til Studentsamskipnaden i Førde. I rapporten har vi kome fram til løysingar som vil redusere energibehov og gje eit betre inneklima. Dette kan oppdragsgjevar nytte seg av ved vidare planlegging/forvaltning av dei respektive bygga. Grappa er nøgd med det samla resultatet, i tillegg til at ein har fått moglegheita til å fordjupe seg ytleger i tema innan bygningsfysikk, bygningsforvaltning og energibehov.

10. LITTERATURLISTE

- [1] Kommunekart, «GISLINE WebPlan Sunnfjord kommune,» 12 November 2019. [Internett]. Available: https://webhotel3.gisline.no/Webplan_4647/gl_planarkiv.aspx?planid=143220180005. [Funnen 17 Februar 2021].
- [2] O. G. Søggen, *Funksjonalitet og tilpassingsevne*, Canvas HVL: Videoføreling i emnet BYG122 DVO, 2020.
- [3] O. G. Søggen, *Bygningen over livsløpet - introduksjon til fagområdet*, Canvas HVL: Videoføreling i emnet BYG122 DVO, 2020.
- [4] O. G. Søggen, *Val av fornyingsform for bygninger*, Canvas HVL: Videoføreling i emnet BYG122 DVO, 2020.
- [5] A. S. Bjelland, *Energisimulering*, Canvas HVL: Videoføreling i emnet BYG104 Bygningsfysikk, 2020.
- [6] Komité SN/K 034, «Standard Norge,» 1 10 2017. [Internett]. Available: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=941531>. [Funnen 15 03 2021].
- [7] A. S. Bjelland, *Teknisk forskrift mv.*, Bergen: Canvas HVL, 2020.
- [8] Enova, *Manual for Enøk normtall*, Trondheim, 2004, p. 84 s. ill..
- [9] SINTEF Energiforskning AS, «Inndeling av Norge i klimasoner,» 03 1999. [Internett]. Available: <http://hdl.handle.net/11250/2618968>. [Funnen 28 04 2021].
- [10] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK 17),» 15 September 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>. [Funnen 25 April 2021].
- [11] A. S. Bjelland, *Inneklima, dagslys og ventilasjon*, Bergen: Canvas HVL, 2020.
- [12] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 700.110,» September 2010. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/629/byggskader_oversikt. [Funnen 18 Mars 2021].
- [13] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 527.245,» Vår 1992. [Internett]. Available: <https://www-byggforsk->

- no.galanga.hvl.no/dokument/422/rom_med_hoey_fuktbelastning. [Funnen 25 April 2021].
- [14] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 421.132,» Juni 2018. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/184/fukt_i_bygninger_teorigrunnlag. [Funnen 25 April 2021].
- [15] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 471.111,» Haust 1999. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/2758/beregningsmetode_for_aa_unngaa_kondens_eller_muggvekst_paa_innvendige_overflater#i74. [Funnen 01 Mai 2021].
- [16] A. S. Bjelland, *Beregning dampgjennomgang*, Bergen: Canvas HVL, 2020.
- [17] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 473.103,» Juni 2016. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/5165/energikrav_til_boligbygninger_ved_energitiltak_og_omfordeling_av_varmetap. [Funnen 17 Mars 2021].
- [18] A. S. Bjelland, *U-verdi og varmetapstal*, Bergen: Canvas HVL, 2020.
- [19] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 471.008,» September 2018. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946. [Funnen 16 Mars 2021].
- [20] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 472.001,» Oktober 2019. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/5206/kuldebroer_typer_konsekvenser_og_bruk_av_normalisert_kuldebroverdi. [Funnen 1 Mars 2021].
- [21] Energi og klima, «Bygninger må bli mer energieffektive,» [Internett]. Available: <https://energiogklima.no/klimalosninger/bygg/>. [Funnen 02 05 2021].
- [22] Lavenergi systemer, «Å isolere seg til problemer,» [Internett]. Available: <https://www.lavenergisystemer.no/rehabilitering>. [Funnen 02 05 2021].
- [23] NdlA, «Kalkyler,» 11 01 2019. [Internett]. Available: <https://ndla.no/nb/subject:35/topic:1:193605/resource:1:126573?filters=urn:filter:8181c74a-d7cd-40de-b199-864e069ffb8b>. [Funnen 02 05 2021].

- [24] K. R. G. (vaktmeister), Interviewee, *Samtale om studenthyblane*. [Intervju]. 13 April 2021.
- [25] Tilstandsanalyse utført av Sweco, «Vedlegg 4 - Vieåsen - 1979 byggene,» Erik J. Håkonsholm, 2017.
- [26] M. M. Fiske, Interviewee, *Status termisk komfort*. [Intervju]. 25 April 2021.
- [27] Enova , «Energimerking.no,» 8 10 2009. [Internett]. Available: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/energimerking-av-bolig/om-energiattesten/karakterene-i-energiattesten/>. [Funnen 25 04 2021].
- [28] Energi & Klima, «ENERGI- OG EFFEKTBeregning,» [Internett]. Available: <https://varmefaktor.no/assets/files/Kapittel1.pdf>. [Funnen 28 04 2021].
- [29] Forbrukerrådet, «Norske årsmiddeltemperaturer: I alfabetisk rekkefølge,» 11 2015. [Internett]. Available: https://fil.forbrukerradet.no/wp-content/uploads/2015/11/VP_2015_%C3%85rsmiddel_Alfabetisk.pdf. [Funnen 28 04 2021].
- [30] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 552.103,» Vår 1990. [Internett]. Available: [https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/519/oppvarming_av_boliger_energiforbruk_og_kostnader#fig123](https://www-byggforsk.no.galanga.hvl.no/dokument/519/oppvarming_av_boliger_energiforbruk_og_kostnader#fig123). [Funnen 28 04 2021].
- [31] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 423.511,» Juni 2004. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/679/etterisolering_av_yttervegger_av_tre. [Funnen 2 Mai 2021].
- [32] P. Blom og S. Uvsløkk, «Bygg tett - og ventiler rett!,» 2012. [Internett]. Available: https://www.sintefbok.no/book/index/927/98_bygg_tett.
- [33] Direktoratet for byggkvalitet, «Dette kan du bygge uten å søke,» 8 November 2019. [Internett]. Available: <https://dibk.no/bygge-selv/dette-kan-du-bygge-uten-a-soke/bygg-mer-uten-a-soke/>. [Funnen 3 Mai 2021].
- [34] A. S. Bjelland, *Fukt i bygninger*, Bergen: Canvas HVL, 2020.
- [35] VELUX, «Vedlikehold av takvinduer - kondens,» [Internett]. Available: <https://www.velux.no/hjelp-og->

rad/kondens?consent=preferences,statistics,marketing&ref-original=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F. [Funnen 22 Mai 2021].

- [36] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 471.010,» September 2020. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/209/varmekonduktivitet_og_varmemotstand_for_bygning_smaterialer. [Funnen 28 April 2021].
- [37] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 573.430,» Høst 2003. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/606/materialdata_for_vanndamptransport. [Funnen 28 April 2021].
- [38] T. A. Segtnan, *Samtale med rettleiar*, Førde, 2021.
- [39] Folkehelseinstituttet, «FHI,» 25 September 2018. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/inneklima/fremhevede-artikler-inneklima-og-helse/fuktproblemer-og-muggvekst-i-bygning/>. [Funnen 23 April 2021].
- [40] A. S. Bjelland, «Energieffektivisering,» Canvas HVL, 2020.
- [41] Direktoratet for byggkvalitet, «Bytte vinduer? Velg vinduer som gir deg lys og varme,» 23 5 2018. [Internett]. Available: <https://dibk.no/bygge-eller-endre/puss-opp-energismart/bytte-vinduer-velg-vinduer-som-gir-deg-lys-og-varme/>. [Funnen 28 04 2021].
- [42] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 571.954,» 04 2016. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/582/isolerruter_lys_og_varmetekniske_egenskaper. [Funnen 28 04 2021].
- [43] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 533.202,» 04 2016. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/445/ytterdoerer_av_tre. [Funnen 28 04 2021].
- [44] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 533.163,» 06 2017. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/2930/solskjerming_typer_og_hensyn_ved_valg. [Funnen 28 04 2021].
- [45] Holte, «Holteportalen,» [Internett]. Available: <https://smart.holte.no/#/user/dashboard>. [Funnen 15 04 2021].

- [46] K. N. o. E. A. G. Margunn Helleland, «Prosjektoppgåve i emnet "Drift, Vedlikehold og Ombygging",» HVL, Førde, 2020.
- [47] O. G. Søgner, *Byggetekniske problemområde ved ombygging*, Canvas HVL: ideoførelsing i emnet BYG122 DVO, 2020.
- [48] O. G. Søgner, *Teknisk tilstandsregistrering og -analyse*, Canvas HVL: Videoførelsing i emnet BYG122 DVO, 2020.
- [49] Lavenergiprogrammet, «Tekna,» 28 Desember 2018. [Internett]. Available: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/krav-til-passivhus/>. [Funnen 15 Mars 2021].
- [50] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 473.015,» Desember 2013. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/4109/dokumentasjon_av_passivhus_og_lavenergibygninger_i_henhold_til_ns_3700_og_ns_3701. [Funnen 16 Mars 2021].
- [51] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 725.403,» Vår 2005. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/690/etterisolering_av_tretak#. [Funnen 25 April 2021].
- [52] SINTEF Byggforsk, «Detaljblad 471.015,» 09 2008. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/arkiv/10051/kuldebroer_konsekvenser_og_dokumentasjon_av_energibruk. [Funnen 02 05 2021].
- [53] SINTEF byggforsk, «Detaljblad 544.204,» Oktober 2008. [Internett]. Available: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/505/tekking_med_asfalttakbelegg_eller_takfolie_detaljloesninger. [Funnen 20 mai 2021].
- [54] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Veiledning H-2300 "Grad av utnyttning. Beregnings- og målereglene",» 2014. [Internett]. Available: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/boby/grad_av_utnyttning.pdf. [Funnen 20 mai 2021].

11. VEDLEGG

1. Bebuarundersøking
2. Eksisterande teikningsgrunnlag
3. Verdier i SIMIEN for eksisterande situasjon
4. Varmtvasstank
5. U-verdiar før tiltak
6. SIMIEN rapportar før tiltak
7. Ventilasjon
8. U-verdiar etter tiltak
9. SIMIEN rapportar etter tiltak
10. Prosjektavtale
11. Framdriftsplan
12. Timelister (levert som separat vedlegg)



VEDLEGG

Energieffektivisering og utvikling
av studentbustadar i Førde.

Improvement of the energy efficiency and
redeveloping dormitories in Førde.

**Kristoffer Nordheim, Erlend Austreim Gil og Margunn
Helleland**

HO2-300 Bacheloroppgåve

Ingeniørfag bygg og anlegg, bachelorstudium, Førde

Rettleiar: Anne Sofie Handal Bjelland og Tor Arild Segtnan

19.02.2021

Vi stadfestar at arbeidet er sjølvstendig utarbeida, og at referansar/kjeldetilvisingar til alle

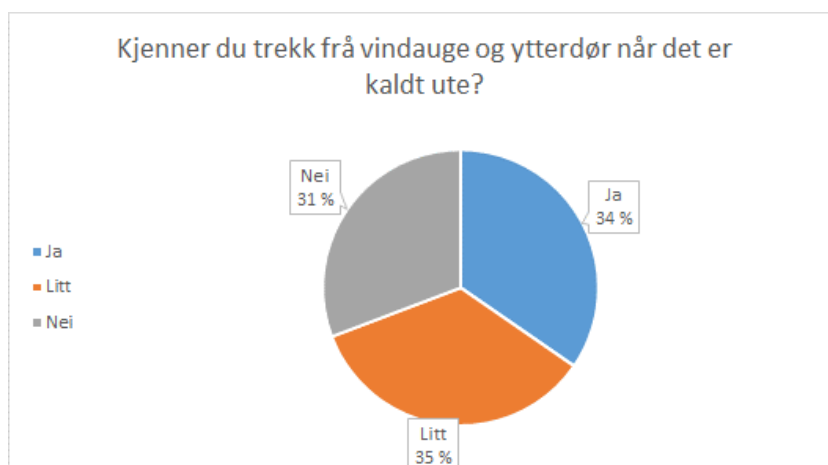
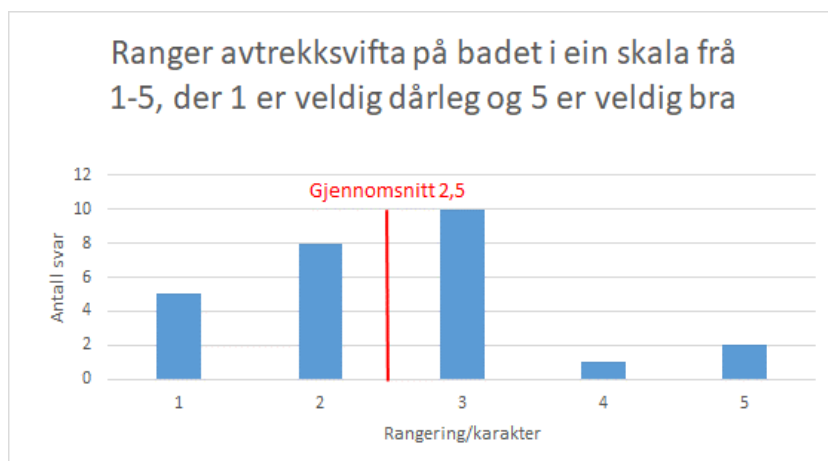
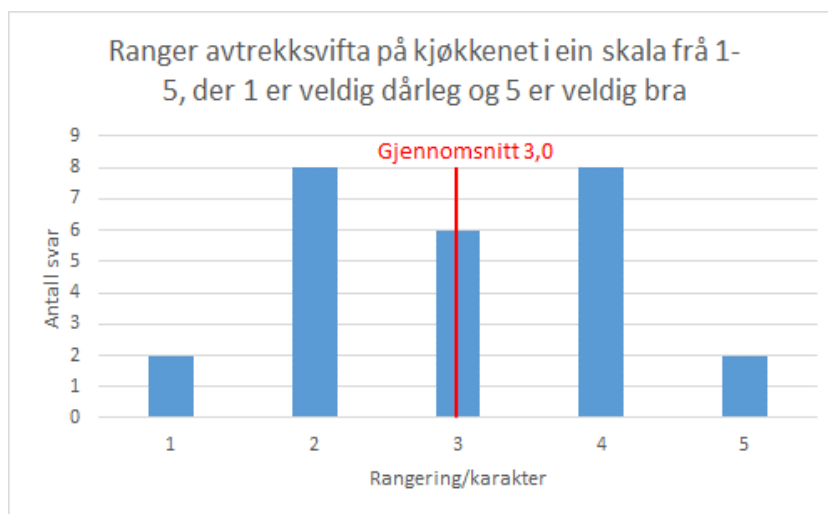
kjelder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

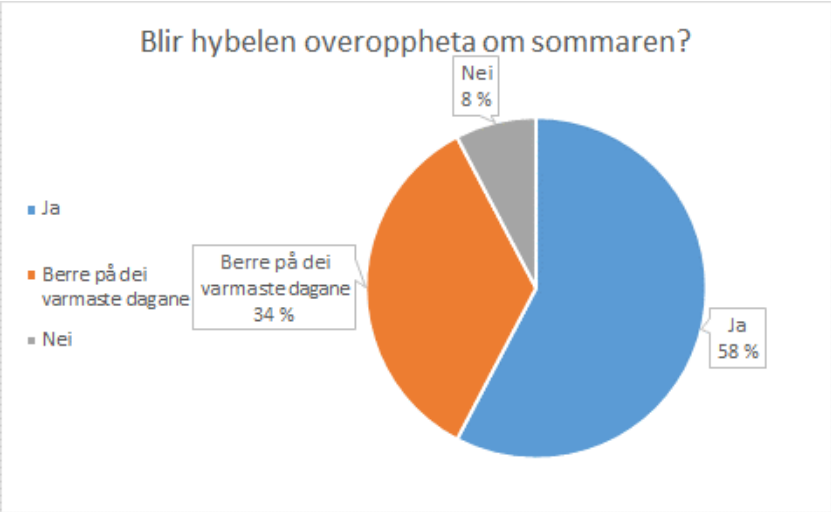
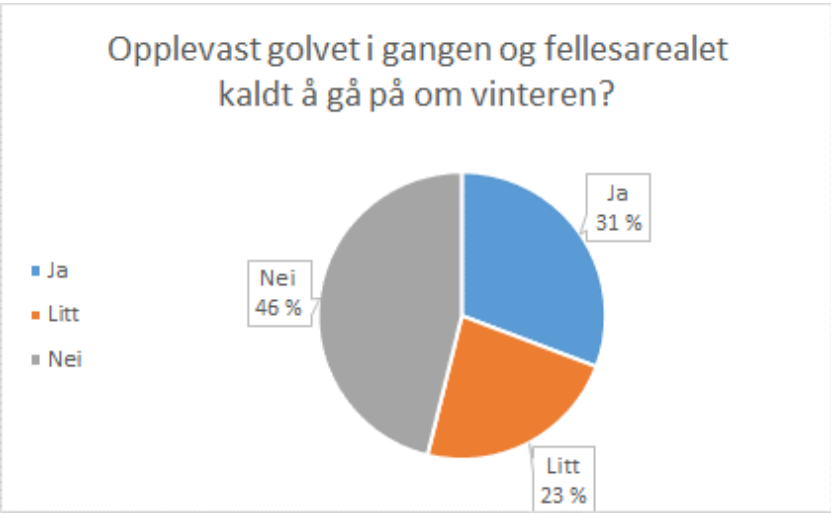
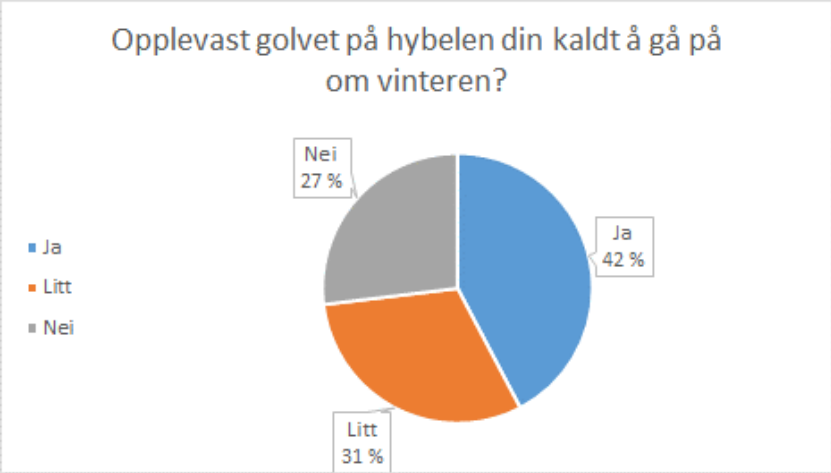
INNHALDSLISTE

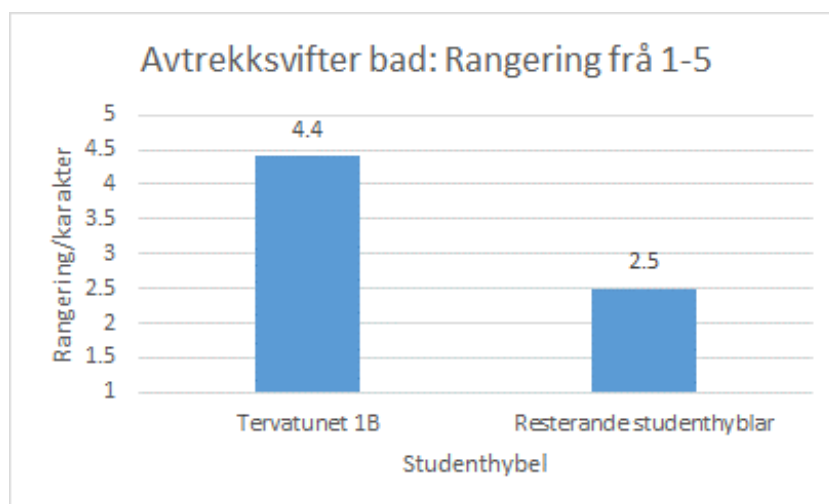
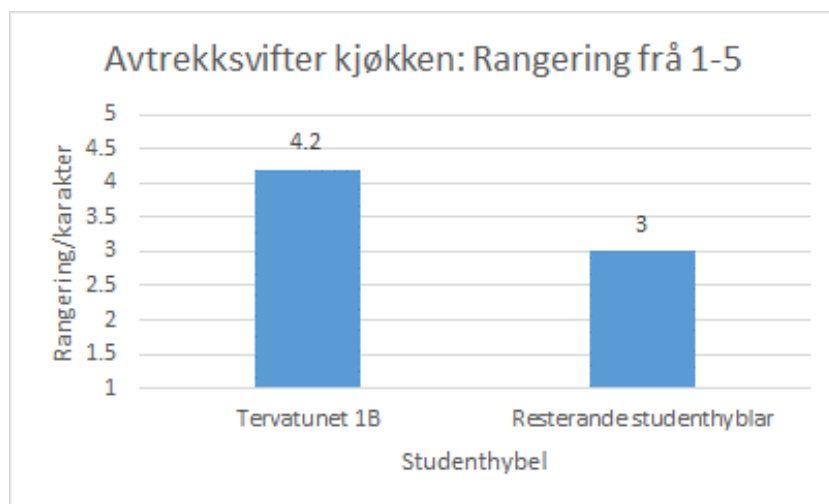
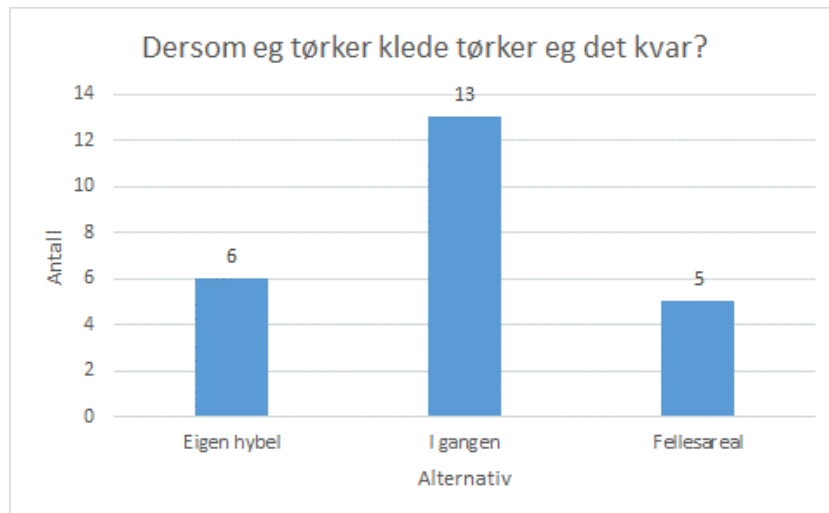
INNHALDSLISTE	2
1. BEBUARUNDERSØKING	3
1.1 Diagram frå bebruarundersøking	3
2 EKSISTERANDE TEIKNINGSGRUNNLAG	8
3 VERDIAR I SIMIEN FOR EKSISTERANDE SITUASJON	9
4 VARMTVASSTANK	33
5 U-VERDIAR FØR TILTAK	34
5.1 Eksisterande yttervegg	34
5.2 Eksisterande tak	36
5.3 Eksisterande golv	38
6 SIMIEN RAPPORTAR FØR TILTAK	40
6.1 Energimerke	40
6.2 Evaluering	44
6.3 Årssimulering	50
7 VENTILASJON	78
8 U-VERDIAR ETTER TILTAK	80
8.1 Yttervegg etter tiltak	80
8.2 Tak etter tiltak	82
8.3 Golv etter tiltak	84
9 SIMIEN RAPPORTAR ETTER TILTAK	86
9.1 Energimerke	86
9.2 Evaluering	90
9.3 Årssimulering	96
10 PROSJEKTAVTALE	123
11 FRAMDRIFTSPLAN	125
12 KJELDER	126

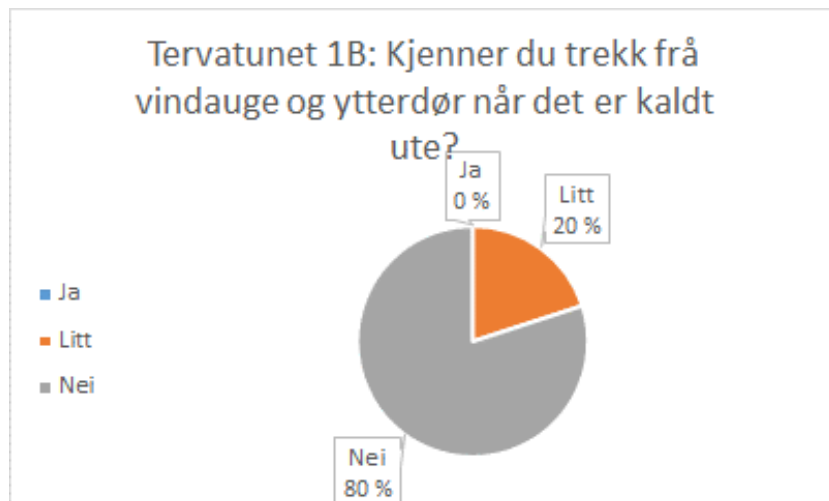
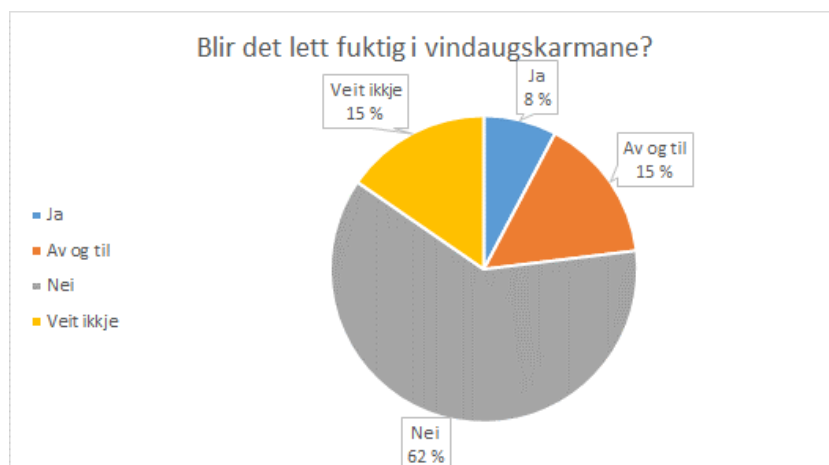
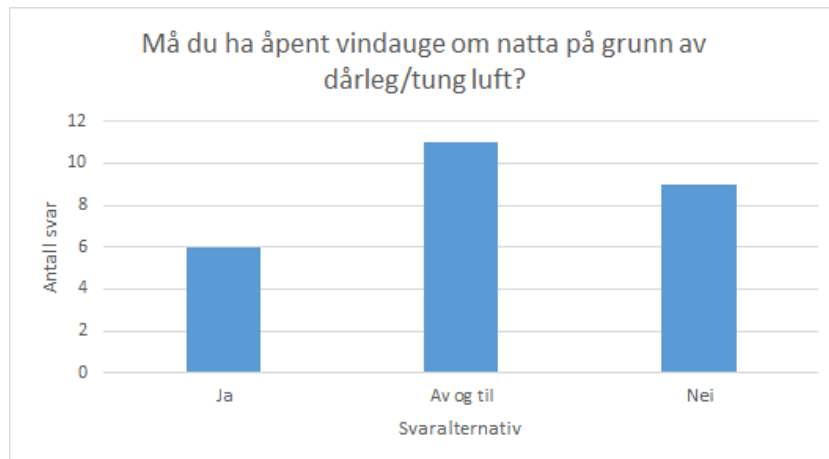
1. BEBUARUNDERSØKING

1.1 Diagram frå bebuarundersøking

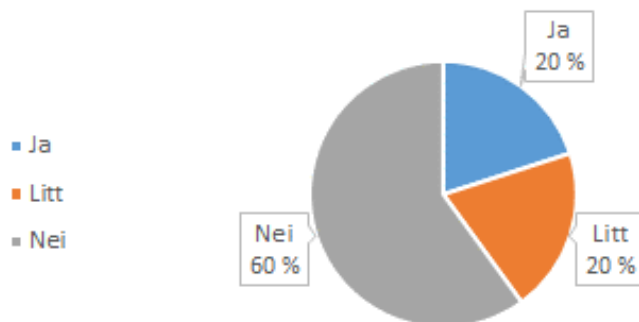




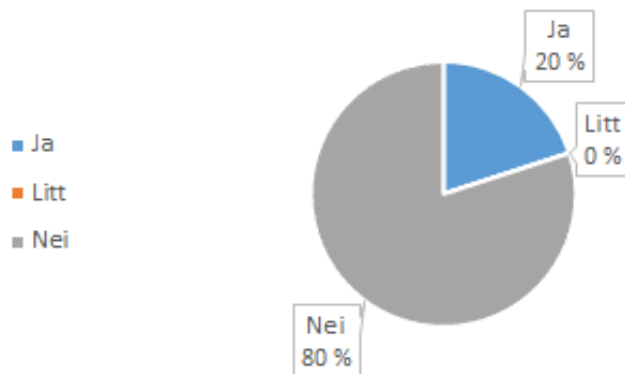




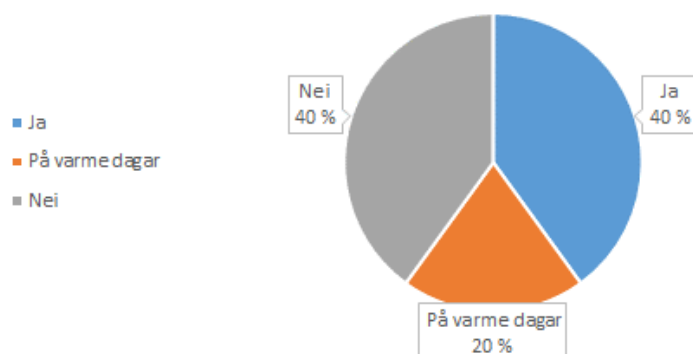
Tervatunet 1B i hybel: Er golvet kaldt om vinteren?



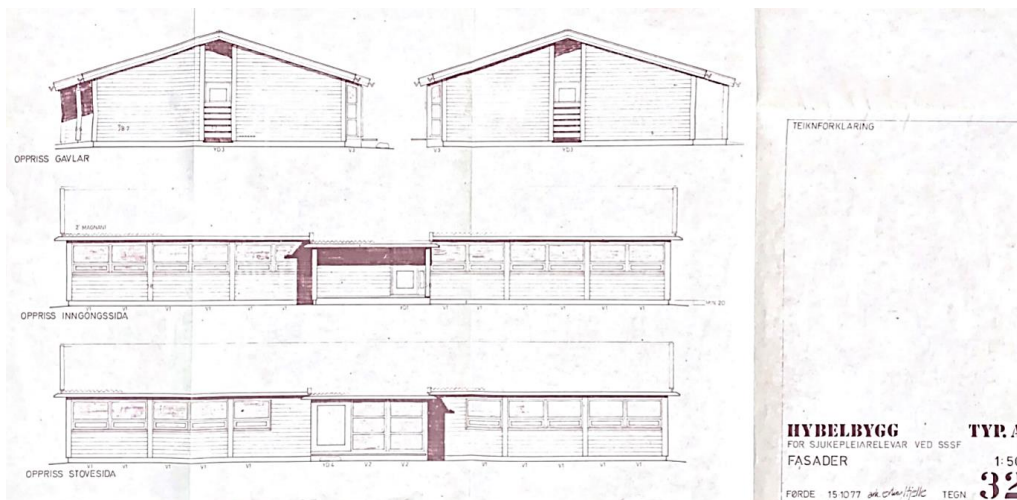
Tervatunet 1B i gang/fellesareal: Er golvet kaldt om vinteren?



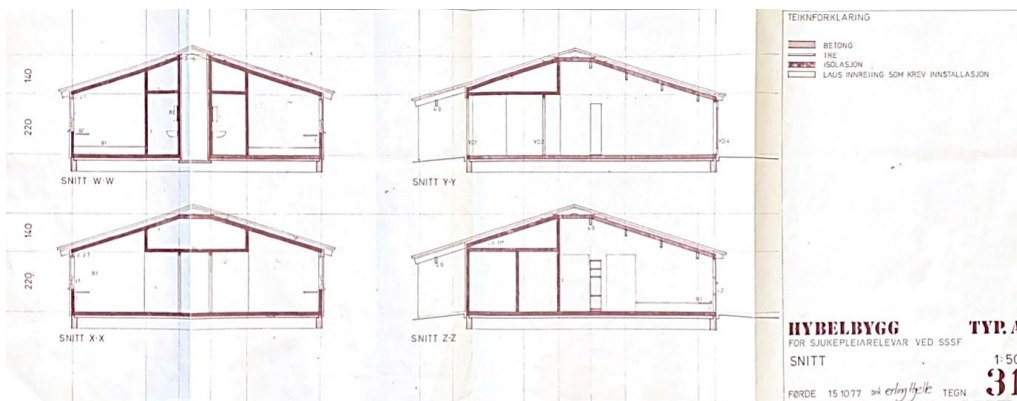
Tervatunet 1B: Blir hybelen overoppheta om sommaren?



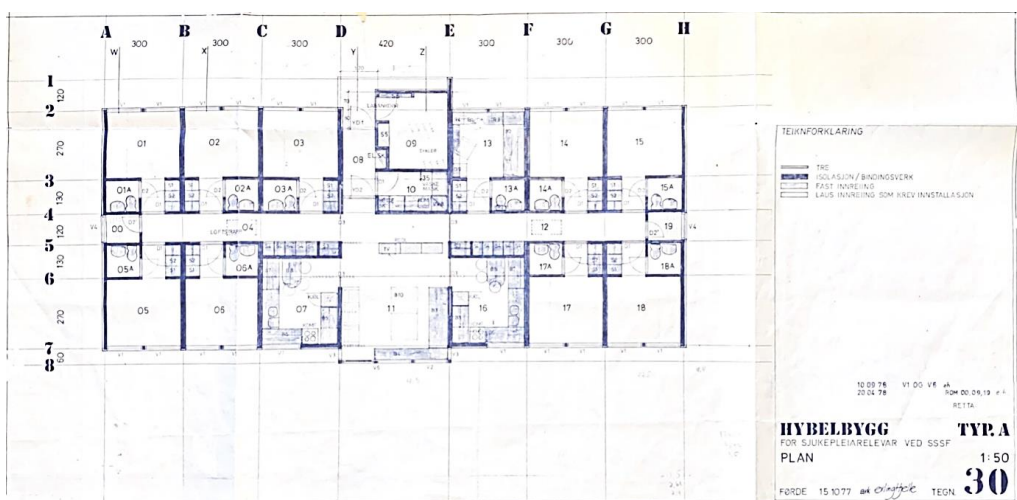
2 EKSISTERANDE TEIKNINGSGRUNNLAG



Figur 1: Fasadeteikningar



Figur 2: Snitt-teikningar



Figur 3: Planteikning

3 VERDIAR I SIMIEN FOR EKSISTERANDE SITUASJON

HOVUD-DELAR	INPUTVERDIAR		KOMMENTAR
VAL AV KLIMASTAD	KLIMASTAD	Førde	(PS: Ved evaluering mot byggeforskrifter og energimerking vil programmet alltid bruke klimadata for Oslo).
PROSJEKT-DATA OG BYGNINGS-KATEGORI	NAMN BYGNING/SONE	Tervatunet 1A	
	SIMULERINGANE ER UTFØRT AV	Margunn Helleland	
	BYGNINGSKATEGORI	Småhus	
	TAL BUEININGAR	1 bueining	Ingen har separat inngang eller kjøkken. Difor berre ei bueining.
INNDATA FOR ENERGI-KJELDER	AKTIVE ENERGIKJELDER	Varme-pumpe og elektrisitet	Varmepumper for oppvarming av fellesareal (installert i felles stove), nyare gjennomstrøymingsomnar i hyblar. Lokal termostat integrert i omnane.
	ELEKTRISITET		
	DATA ENERGIKJELDE		
	SYSTEMVERKNINGSGRAD ROMOPPVARMING [1]	0,92	Produksjonsverkningsgrad = Elektrisk omn på kvar hybel - 1 Distribusjonsverkningsgrad = Gir varme direkte ut i rommet (el. omnar) – 1

			Romverkningsgrad = Antar «Elektrisk panelomn på yttervegg, TEK07» Fordi den framleis er i handel – 0,92
	SYSTEMVERKNINGSGRAD VARMTVATN	0,91	Produksjonsverkningsgrad = «Varmtvatns-bredar skumisolert» (Frå manual – sjå vedlegg 4) – 0,91
			Distribusjonsverkningsgrad = «distribusjonsverkningsgrad ved normerte utrekningar*» - 1
	SYSTEMVERKNINGSGRAD VARMEBATTERI	0,88	Produksjonsverkningsgrad = Elektrokjel før 1995 – 0,95
			Distribusjonsverkningsgrad = Antar standardverdi 0,94
			Angivelses-verkningsgrad = Antar standardverdi 0,98
	GJENNOMSNI TTLEG KJØLEFAKTOR ROMKJØLING	2,5	Antar standardverdi – 2,50
	GJENNOMSNI TTLEG KJØLEFAKTOR KJØLEBATTERI	2,5	Antar standardverdi – 2,50
	CO2-FAKTOR (CO2-EKV.) [G/KWH]	130	Antar standardverdi - 130
	ENERGIPRIS [KR/KWH]	1	Energipris inkludert alle avgifter og nettleige. – 1

DEKNINGSGRAD ENERGIBEHOV		
ROMOPPVARMING [%]	50	<p>Varmepumpe varmar opp fellesarealet, som utgjer (78/196*100 = 40%) av det totale arealet.</p> <p>Panelomnane varmar opp hyblane, som utgjer (118/196*100 = 60%) av det totale arealet.</p> <p>I tillegg reknar me at hyblane er noko kjøligare enn fellesarealet, og difor trekkjer me prosentdel elektrisk ned med 10% og varmpumpe opp med 10%.</p>
OPPVARMING AV TAPPEVANN [%]	100	
VARMEBATTERI VENTILASJON [%]	100	
KJØLEBATTERI VENTILASJON [%]	0	
LOKAL KJØLING (ROMKJØLING) [%]	0	
EL. SPESIFIKT ENERGIBEHOV (ENERGIBRUK TIL BELYSNING, UTSTYR, VIFTER OG PUMPER) [%]	100	

VARMEPUMPE		
DATA ENERGIKJELDE		
SYSTEMVERKNINGSGRAD ROMOPPVARMING	2,28	Produksjonsverkningsgrad = Luft til luft, varme frå uteluft – 2,50
		Distribusjonsverkningsgrad = Direkte varme-avgivelse i rommet. - 1
		Romverkningsgrad = Inne-del for luft til luft varmepumpe, TEK07 – 0,91
SYSTEMVERKNINGSGRAD VARMTVATN	1,56	Produksjonsverkningsgrad = Standardverdi - 2,60
		Distribusjonsverkningsgrad = Varmt tappevann utan sirkulasjon (frå lokal breder) -0,60
SYSTEMVERKNINGSGRAD VARMEBATTERI	2,30	Produksjonsverkningsgrad = Luft til luft, varme frå uteluft – 2,50
		Distribusjonsverkningsgrad = Antar standardverdi 0,94
		Angivelses-verkningsgrad = Antar standardverdi 0,98

GJENNOMSNI TTLEGG KJØLEFAKTOR ROMKJØLING	2,5	Antar standardverdi – 2,50
GJENNOMSNI TTLEGG KJØLEFAKTOR KJØLEBATTERI	2,5	Antar standardverdi – 2,50
CO2-FAKTOR (CO2-EKV.) [G/KWH]	130	Antar standardverdi - 130
ENERGIPRIS [KR/KWH]	1	Energipris inkludert alle avgifter og nettleige. - 1
DEKNINGSGRAD ENERGIBEHOV		
ROMOPPVARMING [%]	50	Varmepumpe varmar opp fellesarealet, som utgjer (78/196* 100 = 40%) av det totale arealet. Panelomnane varmar opp hyblane, som utgjer (118/196 *100 = 60%) av det totale arealet. I tillegg reknar me at hyblane er noko kjøligare enn fellesarealet, og difor trekkjer me prosentdel elektrisk ned med 10% og varmpumpe opp med 10%.
OPPVARMING AV TAPPEVANN [%]	0	
VARMEBATTERI VENTILASJON [%]	0	
KJØLEBATTERI VENTILASJON [%]	100	
LOKAL KJØLING (ROMKJØLING) [%]	100	
EL. SPESIFIKT ENERGIBEHOV (ENERGIBRUK TIL	0	

	BELYSNING, UTSTYR, VIFTER OG PUMPER) [%]		
HEILE BYGGET	STØRRELSE		
	OPPVARMA BRUKSAREAL [M ²]	196 m ²	Målt med Revit = 118 (hybel-areal) + 78 (felles-areal)
	OPPVARMA LUFTVOLUM [M ³]	507 m ³	(Loftet er ikkje innanfor sona) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Totalt luftvolum innanfor klimaskjerm = 196 m² * 2.2 m + 1.4 m * 4.6m * 22m = 573 m³ ▪ Luftvolum loft = 17,8 m*((3.8*0.8)+(0.6*1.9)) + 4,2*((0,9*0,8)+(0,6*0,45)) = 66 Luftvolum utan loft = 573 - 66 = <u>507 m³</u>
	INFILTRASJON		
	LEKKASJETAL	8	Brukar erfaringstal og får lekkasje-tal lik: <u>8</u> [2]
	SKJERMINGSKLASSE	Moderat skjerming	Bygning på landet med trær eller andre bygningar rundt.
	FASADESITUASJON	Vindutsett fasade	(PS: Ved evaluering mot forskrifter og energimerking brukast <u>alltid</u> moderat skjerming og meir enn vindutsett fasade).

	MØBLER/INTERIØR	Middels møblert rom	
	DRIFTS DAGAR	Drift alle dagar	
	KULDEBRUER	0,06.	Brukar erfaringstal [2]
AUST-FASADE (LANG)	STØRRELSE	48,8 m ²	Totalt areal inkl. vinduer [m ²] = 2.2*22.2 = <u>48.8 m²</u>
	INNDATA KONSTRUKSJON		
	U-VERDI KONSTRUKSJON	0,45	Bindingsverk 100 mm isolasjon. Sjå utrekningar for u-verdi i vedlegg 5.
	INNVENDIG SJKT	Treplate/ trepanel 15 mm	Treplater med tapet på alle hyblane (trepanel i opphaldsareal).
	HIMMELRETNING	90	Aust
	HORISONT		Målt med avstandsmålar på synfaring
	STORE VINDAUGE HYBLAR (11 STYKK)		
	STORLEIK		
	BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,33	
	HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	0,83	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,16	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = 1,10 m ²	

		Areal utan karm og ramme = $0,71 * 1,29 = 0,92 \text{ m}^2$
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på 2,6. [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol-skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
OVERHENG OVER VINDAUGET	0,40 0,20	Takutstikk : 40 cm (20 cm over vindauge)
SMÅ VINDAUGE HYBLAR (11 STYKK)		
STORLEIK		
Breidde (inkludert karm og ramme) [m]:	1,33	
Høgde (inkludert karm og ramme) [m]	0,35	
Arealdel karm og ramme	0,51	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = $0,466 \text{ m}^2$ Areal utan karm og ramme = $1,21 * 0,19 = 0,23 \text{ m}^2$

VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol-skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
BYGNINGSUTSPRING	0	Vindaugget blir ikkje skugga for
STORT VINDAUGE HYBEL (SÆRLEG PREGA AV BYGNINGSUTSPRING) – 1 STK		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,33	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]	0,83	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,091	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = 2,43 m ² Areal utan karm og ramme = 1,71*1,29 = 2,21 m ²

VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol-skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
OVERHENG OVER VINDAUGET	0,40 0,20	Takutstikk : 40 cm (20 cm over vindauga)
VERTIKALT UTSPRING PÅ VENSTRE SIDE	0,70 1,25	0,7 m utover. 1,25 m bort til vegg.
LITE VINDAUGE HYBEL (SÆRLEG PREGA AV BYGNINGSUTSPRING) – 1 STK		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,33	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	0,35	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,51	Totalt areal av vindauga med karm og ramme = 0,466 m ²

		Areal utan karm og ramme = $1,21 * 0,19 = 0,23 \text{ m}^2$
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol-skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
VERTIKALT UTSPRING PÅ VENSTRE SIDE	0,70 1,25	0,7 m utover. 1,25 m bort til vegg.
VINDAUGE VED SIDA AV YTTERDØR (1 STK)		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	0,29	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]	2,00	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,448	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = $0,58 \text{ m}^2$ Areal utan karm og ramme = $1,28 * 0,25 = 0,32 \text{ m}^2$

VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol-skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
OVERHENG OVER VINDAUGET	2,30 0,20	Takutstikk : 2,30 3 (20 cm over vindauge)
VERTIKALT UTSPRING PÅ HØGRE SIDE	0,9 0,05	0,05 m ved sida av vindaugget, 0.9 m utover
VERTIKALT UTSPRING PÅ VENSTRE SIDE	1,60 0,80	0,8 m ved sida av vindaugget, 1.6 m utover
YTTTERDØR (HOVUDINNGANG)		
AREAL (INKLUDERT KARM) [M ²]	1,6 m ²	2,0 * 0,80 = <u>1,6 m²</u>
DØRTYPE/U-VERDI	2,6	Døra er produsert i 1979 og produsert av Vest Isolerglass. Ikkje mogeleg å finne ytterlegare informasjon om døra sine eigenskapar. Reknar døra som uisolert, som tilsvarar ein U-verdi

			på 2,4 W/m ⁽²⁾ K. Samstundes har døra stort glasfelt, og difor antar gruppa noko høgare U-verdi, og set difor 2,6 W/m ⁽²⁾ K.
VEST-FASADE (LANG)	STØRRELSE	48,8 m ²	Totalt areal inkl. vinduer [m ²] = 2.2*22.2 = <u>48.8 m²</u>
	INNDATA KONSTRUKSJON		
	U-VERDI KONSTRUKSJON	0,45	Bindingsverk 100 mm isolasjon. Sjå utrekningar for u-verdi i vedlegg 5.
	INNVENDIG SIKT	Treplate/ trepanel 15 mm	Størst del treplater med tapet, då det er på alle hyblane (trepanel i opphaldsareal).
	HIMMELRETNING	270	Vest
	HORISONT		Målt med avstandsmålar på synfaring
	STORE VINDAUGE HYBLAR (10 STYKK)		
	STORLEIK		
	BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,33	
	HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	0,83	
	AREALDEL KARM OG RAMME	0,16	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = 1,10 m ² Areal utan karm og ramme = 0,71*1,29 = 0,92 m ²
VARMETAPSEIGENSKAPAR			

U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol- skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
OVERHENG OVER VINDAUGET	0,40 0,20	Takutstikk : 40 cm (20 cm over vindauge)
SMÅ VINDAUGE HYBLAR (10 STYKK)		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,33	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	0,35	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,51	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = 0,466 m ² Areal utan karm og ramme = 1,21*0,19 = 0,23 m ²
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter

		bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol- skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
BYGNINGSUTSPRING	0	Vindauget blir ikkje skugga for
VINDAUGE FRONT STOVE (2 STYKK)		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,25	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	2,00	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,148	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = 2,5 m ² Areal utan karm og ramme = 1,21*1,76 = 2,13 m ²
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70- tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		

		Standard konstant sol- skjerming	
BYGNINGSUTSPRING			
	OVERHENG OVER VINDAUGET	0,40 0,20	Takutstikk : 40 cm (20 cm over vindauge)
VERANDADØR			
	AREAL (INKLUDERT KARM) [M ²]	2,24 m ²	Areal (inkludert karm) [m ²]: 2,0 * 0,80 = <u>2,24 m²</u>
	DØRTYPE/U-VERDI	2,6	Døra er produsert i 1979 og produsert av Vest Isolerglass. Ikkje mogeleg å finne ytterlegare informasjon om døras eigenskapar. Reknar døra som uisolert, som tilsvarar ein U-verdi på 2,4 W/m ² K. Samstundes har døra stort glasfelt, og difor antar gruppa noko høgare U-verdi, og set difor 2,6 W/m ² K.
NORD-FASADE (KORT)	STØRRELSE	55,3 m ²	Totalt areal inkl. vindauge [m ²] = (2.2*9.2) + (4.6*1.4) + 1 = <u>27,7 m²</u>
	INNDATA KONSTRUKSJON		
	U-VERDI KONSTRUKSJON	0,45	Bindingsverk 100 mm isolasjon. Sjå utrekningar for u-verdi i vedlegg 5.

INNVENDIG SJIKT	Treplate/ trepanel 15 mm	Størst del treplater med tapet, då det er på alle hyblane (trepanel i opphaldsareal).
HIMMELRETNING	0	Nord
HORISONT		Målt med avstandsmålar på synfaring
RØNNINGS-VINDAUGE, FØRSTE ETASJE (1 STYKK)		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,07	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	1,00	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,318	Totalt areal av vindaug med karm og ramme = 1,07 m ² Areal utan karm og ramme = 0,84*0,87 = 0,73 m ²
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brakar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningsåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningsforskrifter frå 60-70-tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant	

	sol- skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
	0	Vindauget blir ikkje skugga for
RØNNINGS-VINDAUGE, ANDRE ETASJE (1 STYKK)		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	1,07	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	0,47	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,28	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = 0,50 m ² Areal utan karm og ramme = 1,03*0,35 = 0,36 m ²
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningforskrifter frå 60-70- tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant	

	sol- skjerming	
BYGNINGSUTSPRING		
OVERHENG OVER VINDAUGET	0	Vindauget blir ikkje skugga for
VINDAUGE SIDE STOVE (1 STYKK)		
STORLEIK		
BREIDDE (INKLUDERT KARM OG RAMME) [M]:	0,36	
HØGD (INKLUDERT KARM OG RAMME [M]	2,10	
AREALDEL KARM OG RAMME	0,264	Totalt areal av vindauge med karm og ramme = $0,76 \text{ m}^2$ Areal utan karm og ramme = $0,32 * 1,76 = 0,56 \text{ m}^2$
VARMETAPSEIGENSKAPAR		
U-VERDI	2,6	Brukar sannsynleg U-verdi til vindauga, basert på at bygningåret er 1979. Vindaugsruter etter bygningforskrifter frå 60-70- tallet gav u-verdi på <u>2,6</u> [4]
VARMETILSKOTSEIGENSKAPAR		
	Standard konstant sol- skjerming	

BYGNINGSUTSPRING			
	OVERHENG OVER VINDAUGET	0,40 0,20	Takutstikk : 40 cm (20 cm over vindaug)
SØR- FASADE (KORT)	STØRRELSE	55,3 m ²	Totalt areal inkl. vindaug [m ²] = (2.2*9.2) + (4.6*1.4) + 1 <u>=27,7 m²</u>
	INNDATA KONSTRUKSJON		
	U-VERDI KONSTRUKSJON	0,45	Bindingsverk 100 mm isolasjon. Sjå utrekningar for u-verdi i vedlegg 5.
	INNVENDIG SJKT	Treplate/ trepanel 15 mm	Størst del treplater med tapet, då det er på alle hyblane (trepanel i opphaldsareal).
	HIMMELRETNING	180	Sør
	HORISONT		Målt med avstandsmålar på synfaring
	ALLE VINDAUGE → AKKURAT DET SAME SOM PÅ NORD-FASADE		
VENTILASJON	TYPE	Balansert	
	LUFTMENGD	Kommentar: Har funne luftmengdene ventilasjonsanlegget er innstilt på å levere, på kontrollpanelet til ventilasjonsaggregatet.	

	TILLUFT I DRIFTSTIDA [M ³ /HM ²):	1,34	
	TILLUFT UTANFOR DRIFTSTIDA [M3/HM2]:	1,34	
	TILLUFT HELG/FERIE [M3/HM2]:	1,34	
	AVTREKK I DRIFTSTIDA [M3/HM2]:	1,30	
	AVTREKK UTANFOR DRIFTSTIDA [M3/HM2]:	1,30	
	AVTREKK HELG/FERIE [M3/HM2]:	1,30	
	ER DET REDUSERT LUFTMENGDE UNDER EN GITT UTE-TEMPERATUR?	Nei	
	SEPARATE LUFTMENGDER OG SPF-FAKTOR FOR BRUK UNDER EVALUERING OG ENERGIMERKING?	Nei	
TILLUFTSTEMPERATUR			
Brukar automatisk innstilte standardtal, desse treng ikkje endrast med mindre det er noko særeige med ventilasjonssystemet			
DRIFTSTID			
Brukar automatisk innstilte standardtal, desse treng ikkje endrast med mindre det er noko særeige med ventilasjonssystemet			
KOMPONENTAR			

	Brukar automatisk innstilte standardtal, desse treng ikkje endrast med mindre det er noko særeige med ventilasjonssystemet		
	AVTREKKSPUMPE		
	Har ikkje.		
INTERN-LASTER	Brukar automatisk innstilte standardtal, desse treng ikkje endrast med mindre det er noko særeige med bygget		
VARMEPUMPE	KAPASITET OPPVARMINGSSYSTEM		
	MAKSIMAL AVGITT EFFEKT [W/M ²]	29,5	Varmepumpa heiter Toshiba RAS-13SKVR-E Maksimal effekt = 29,5 W/m ² [5]
	KONVEKTIV ANDEL AVGITT EFFEKT	0,5	Standardverdi 0,5
	DRIFTSSTRATEGI		Brukar standardverdiar på alle verdiane.
	DRIFTSSTRATEGI SOMMAR		Brukar standardverdiar på alle verdiane.
KJØLING FRÅ VARMEPUMPE	INNDATA KJØLESYSTEM		Set maksimal levert effekt [W/m ²] = 20,9 [5] Resterande variablar er sett til standardverdiar
	DRIFTSTID		Brukar standardverdiar på alle verdiane.
TAKFLATE MOT AUST	STØRRELSE		
	TOTALT TAKAREAL [M ²]	106.6 m ²	4.8*22.2 = <u>106.6 m²</u>
	U-VERDI KONSTRUKSJON	0,33	150 mm isolasjon + takshingel

			Sjå utrekningar for U-verdi i vedlegg 5
	INNVENDIG SJKT	Trepanel/ treplate 15 mm	
	Horisont		Målt med avstandsmålar på synfaring
	TAKVINKEL	17 grader	
	HIMMELRETNING	90	Aust
TAKFLATE MOT VEST	AKKURAT DET SAME SOM TAKFLATE MOT AUST, UNTATT HIMMELRETNING = <u>270</u>		
GOLV PÅ GRUNN	STØRRELSE		
	TOTALT GOLVAREAL	196 m ²	
	UTVENDIG OMKRINS	68 m	
	TJUKKLEIK GRUNNMUR	0,25 m	
	INNDATA KONSTRUKSJON		
	Total U-VERDI	0,48	Sjå vedlegg 5 for utrekning av U-verdiar.
	GRUNNFORHOLD	Fjell	
	KANTISOLASJON		
	EKSTRA ISOLERING LANGS GOLVETS YTTERKANT?	Ja	
	HORISONTAL ELLER VERTIKAL KANTISOLASJON	Horisontal	
	ISOLASJONSDJUPN/BREIDD E [M]	0,10	Hypotese

	ISOLASJONSTYPE	50 mm XPS (varme- leidnings- evne 0,034)	Hypotese
--	----------------	---------------------------------------------------------	----------

4 VARMTVASSTANK



OSO Super S og Super SE

NO Boligbereder i rustfritt stål - FDV / montasjeanvisning





www.oso.no

TDS - Technical Data Sheet fiche - Direkte elektrisk oppvarmet bereder - ErP data

Direktiv: 2010/30/EU		Regulativ: EU 812/2013		Direktiv: 2009/125/EU		Regulativ: EU 814/2013	
Varmetap i h.t. standard: prEN50440 : 201X							
VAREMERKE	MODELLNR.	MODELLNAVN	ENERGIKLASSE	AEC - kWh/y	VOLUM L	TAPPESYKLUS	
OSO Hotwater AS	800 0501	Super S 120	D	2827	112	L	
OSO Hotwater AS	800 0502	Super S 200	D	4576	194	XL	
OSO Hotwater AS	800 0506	Super S 250	D	4699	242	XL	
OSO Hotwater AS	800 0503	Super S 300	D	4716	287	XL	
OSO Hotwater AS	800 0514	Super SE 120	D	2827	112	L	
OSO Hotwater AS	800 0516	Super SE 200	D	4576	194	XL	

Må fylles ut:	FIRMA:	TLF:	Montert dato:
AUT. RØRLEGGER:			
AUT. ELEKTRIKER:			
BRUKER:	Er informert om produktet - denne montasjeanvisning overlevert bruker - dato:		

5 U-VERDIAR FØR TILTAK

5.1 Eksisterande yttervegg

Utan stender og isolasjon:				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Kledning + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.13	741.008
R_{tx}			0.46	

ISOLASJON: (83%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Kledning + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Isolasjon	0.098	0.043	2.28	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.13	741.008
R_{iso}			2.74	

TRE: (17%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Kledning + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Tre-stender	0.098	0.13	0.75	741.008
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.13	741.008
R_{tre}			1.21	

5.1.1 Øvre grenseverdi

$$R_{tot.Øvre} = \frac{1}{\frac{0,17}{1,21} + \frac{0,83}{2,74}} = 2,26 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

5.1.2 Nedre grenseverdi

$$\lambda_{leg} = \lambda_{tre} \cdot A_{tre} + \lambda_{iso} \cdot A_{iso}$$

$$\lambda_{leg} = 0,13 \cdot 0,17 + 0,043 \cdot 0,83 = 0,058 \text{ W}/\text{mK}$$

$$R_{leg} = \frac{d}{\lambda_{leg}} = \frac{0,098}{0,058} = 1,69 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot.nedre} = R_{tx} + R_{leg} = 0,46 + 1,69 = 2,15 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot} = \frac{R_{Øvre} + R_{nedre}}{2}$$

$$R_{tot} = \frac{2,26 + 2,15}{2} = 2,21 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{2,21} = 0,45 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

5.2 Eksisterende tak

Utan stender og isolasjon:				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Tekking + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.10	741.008
R _{tx}			0.43	

ISOLASJON: (83%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Tekking + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Isolasjon	0.148	0.043	3.44	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.10	741.008
R _{iso}			3.87	

TRE: (17%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Tekking + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Tre-stender	0.148	0.13	1.14	741.008
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.10	741.008
R _{tre}			1.57	

5.2.1 Øvre grenseverdi

$$R_{tot.øvre} = \frac{1}{\frac{0,17}{1,57} + \frac{0,83}{3,87}} = 3,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

5.2.2 Nedre grenseverdi

$$\lambda_{leg} = \lambda_{tre} \cdot A_{tre} + \lambda_{iso} \cdot A_{iso}$$

$$\lambda_{leg} = 0,13 \cdot 0,17 + 0,043 \cdot 0,83 = 0,058 \text{ W}/\text{mK}$$

$$R_{leg} = \frac{d}{\lambda_{leg}} = \frac{0,148}{0,058} = 2,56 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot.nedre} = R_{tx} + R_{leg} = 0,43 + 2,56 = 2,99 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot} = \frac{R_{øvre} + R_{nedre}}{2}$$

$$R_{tot} = \frac{3,1 + 2,99}{2} = 3,05 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{3,05} = 0,33 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

5.3 Eksisterende golv

Utan stender og isolasjon:				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
R _{se}			0.17	
Vinyl	0.003	0.25	0.012	741.008
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
Betong	0.10	2.5	0.04	
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
R _{si}			0.17	741.008
R _{tx}			0.34	

ISOLASJON: (83%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
R _{se}			0.17	
Vinyl	0.003	0.25	0.012	741.008
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
Isolasjon	0.098	0.043	2.28	741.010
Betong	0.10	2.5	0.04	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	
R _{si}			0.17	741.008
R _{iso}			2.61	

TRE: (17%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
R _{se}			0.17	
Vinyl	0.003	0.25	0.012	741.008
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
Tre-bjelker	0.098	0.13	0.75	741.008
Betong	0.10	2.5	0.04	
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
R _{si}			0.17	741.008
R _{tre}			1.09	

5.3.1 Øvre grenseverdi

$$R_{tot.øvre} = \frac{1}{\frac{0,17}{1,09} + \frac{0,83}{2,61}} = 2,11 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

5.3.2 Nedre grenseverdi

$$\lambda_{leg} = \lambda_{tre} \cdot A_{tre} + \lambda_{iso} \cdot A_{iso}$$

$$\lambda_{leg} = 0,13 \cdot 0,17 + 0,043 \cdot 0,83 = 0,058 \text{ W}/\text{mK}$$

$$R_{leg} = \frac{d}{\lambda_{leg}} = \frac{0,098}{0,058} = 1,70 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot.nedre} = R_{tx} + R_{leg} = 0,34 + 1,70 = 2,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot} = \frac{R_{øvre} + R_{nedre}}{2}$$

$$R_{tot} = \frac{2,11 + 2,04}{2} = 2,08 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{2,08} = 0,48 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

6 SIMIEN RAPPORTAR FØR TILTAK

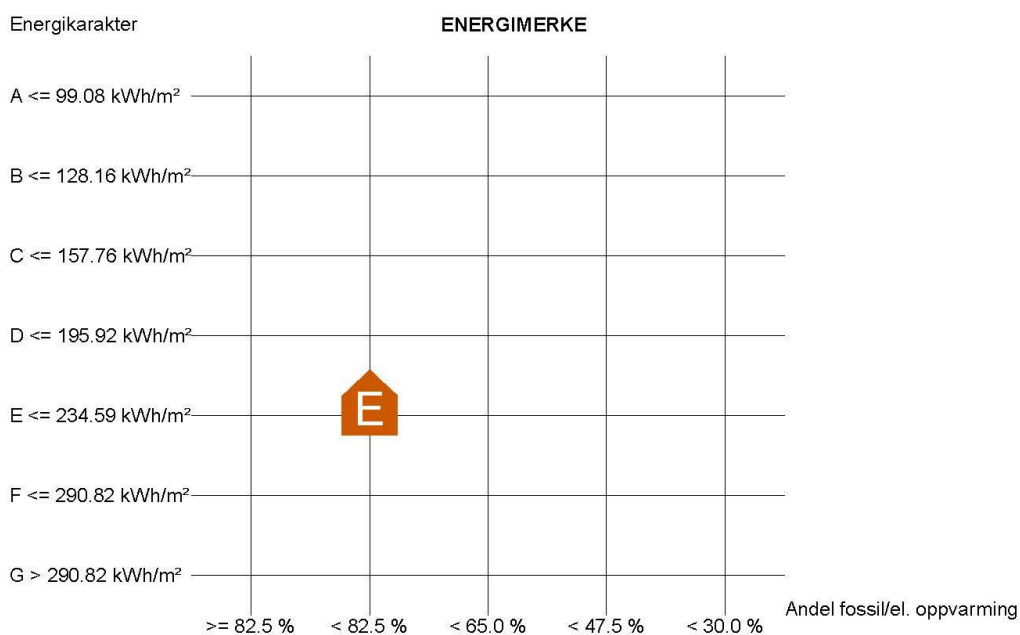
6.1 Energimerke



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 20:26 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;



Beregnet levert energi normalisert klima: 221.32 kWh/m^2
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 78.3 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	221 kWh/m^2
Energibruk lokalt klima	224 kWh/m^2



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 20:26 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	43379 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	43379 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	104	
Areal tak [m ²]:	213	
Areal gulv [m ²]:	196	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	49	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	196	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	507	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,45	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,33	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,34	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	2,60	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	24,8	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	19	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	8,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 20:26 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	69,9	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,34	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,19	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,73	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,26	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,75/0,78/0,93/0,75	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 20:26 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Margunn Helleland
Kommentar		

6.2 Evaluering



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 20:24 29/4-2021
 Programversjon: 6.015
 Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
 Firma: Undervisningslisens
 Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
 Prosjekt: Tervatunet 1A
 Sone: Heile bygget;

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

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørrareal delt på bruksarealet [%]	24,8	25,0
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,45	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,33	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,34	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	2,60	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,06	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	8,0	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	70	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ s]	2,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,24	0,10
Varmetapstall tak	0,36	0,14
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,34	0,10
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,64	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,06	0,05
Varmetapstall infiltrasjon	0,48	0,04
Varmetapstall ventilasjon	0,13	0,09
Totalt varmetapstall	2,25	0,71



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 20:24 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	158,9 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	17,2 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	8,2 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,4 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	23,7 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	268,0 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	108,2 kWh/m ²

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,45	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,33	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,34	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	2,6	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	8,0	1,5

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



SIMIEN

Evaluering Energireglene 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 20:24 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

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

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

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

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	28771 kWh	146,8 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2281 kWh	11,6 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	5836 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	1598 kWh	8,2 kWh/m ²
3b Pumper	251 kWh	1,3 kWh/m ²
4 Belysning	2232 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	3434 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	2022 kWh	10,3 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	46424 kWh	236,9 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 20:24 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	32155 kWh	164,1 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	7118 kWh	36,3 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	39274 kWh	200,4 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	39274 kWh	200,4 kWh/m ²

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	104	
Areal tak [m ²]:	213	
Areal gulv [m ²]:	196	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	49	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	196	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	507	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,45	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,33	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,34	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	2,60	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	24,8	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	19	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	8,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 20:24 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	69,9	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,34	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,19	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,73	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,26	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,75/0,78/0,93/0,75	



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 20:24 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Margunn Helleland
Kommentar		

6.3 Årssimulering



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Energipost	Energibudsjett	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming		28771 kWh	146,8 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)		2281 kWh	11,6 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)		5836 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter		1598 kWh	8,2 kWh/m ²
3b Pumper		251 kWh	1,3 kWh/m ²
4 Belysning		2232 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr		3434 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling		2022 kWh	10,3 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6		46424 kWh	236,9 kWh/m ²

Energivare	Levert energi til bygningen (beregnet)	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.		32155 kWh	164,1 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem		7118 kWh	36,3 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem		0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje		0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass		0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme		0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel		0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde		0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk		-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7		39274 kWh	200,4 kWh/m ²
Solstrøm til eksport		-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi		39274 kWh	200,4 kWh/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	73,4 kWh/m ²	11,6 kWh/m ²	29,8 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	38,3 kWh/m ²
Olje	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Gass	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Fjernvarme	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Biobrensel	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Varmepumpe	73,4 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	10,3 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Sol	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Annen	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Sum	146,8 kWh/m ²	11,6 kWh/m ²	29,8 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	10,3 kWh/m ²	38,3 kWh/m ²

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	4180 kg	21,3 kg/m ²
1b El. til varmpumpesystem	925 kg	4,7 kg/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kg	0,0 kg/m ²
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m ²
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m ²
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m ²
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m ²
6 Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m ²
Totalt utslipp, sum 1-7	5106 kg	26,0 kg/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m ²
Netto CO2-utslipp	5106 kg	26,0 kg/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

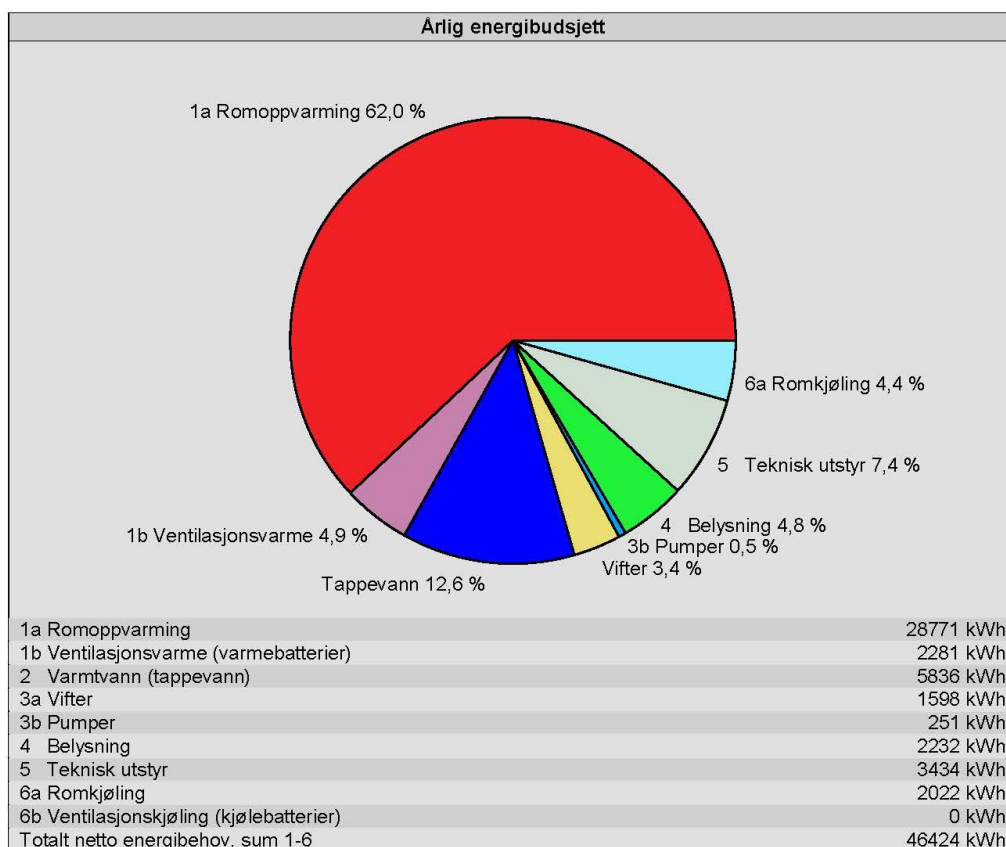
Energivare	Kostnad kjøpt energi	
	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	32155 kr	164,1 kr/m ²
1b El. til varmepumpesystem	7118 kr	36,3 kr/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m ²
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m ²
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m ²
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m ²
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m ²
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m ²
Årlige energikostnader, sum 1-7	39274 kr	200,4 kr/m ²
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m ²
Netto energikostnad	39274 kr	200,4 kr/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

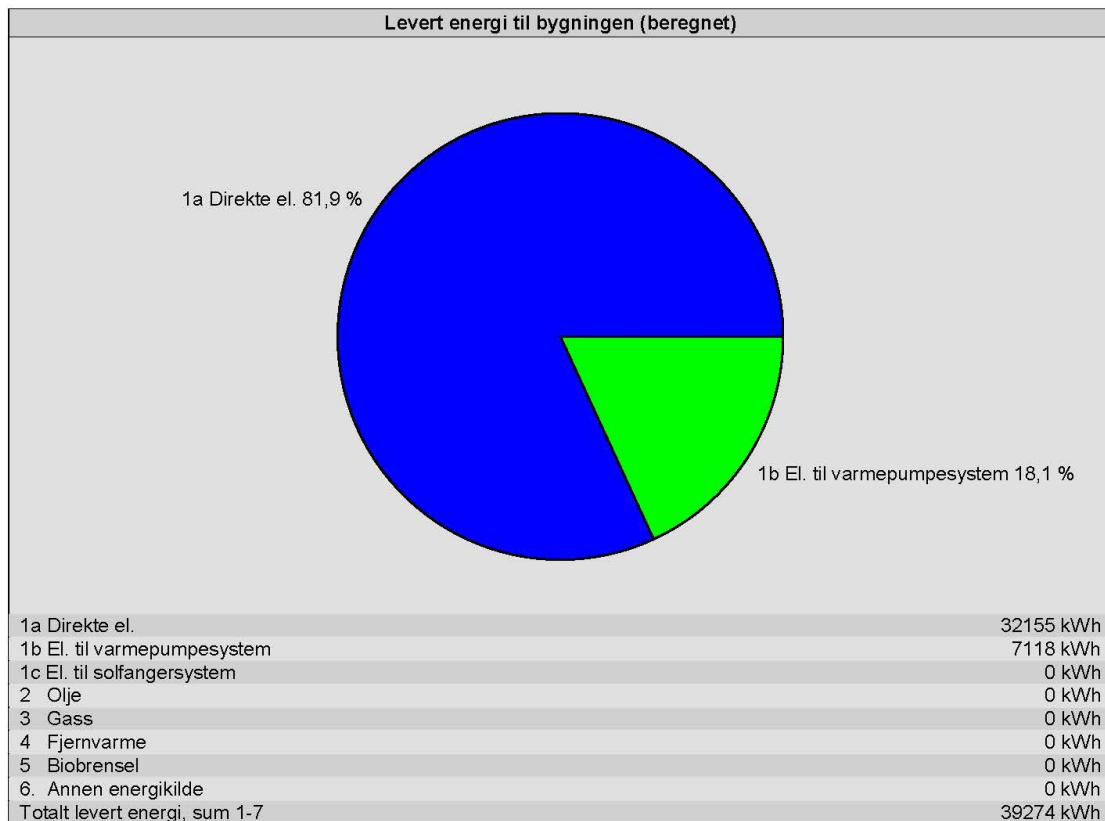




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

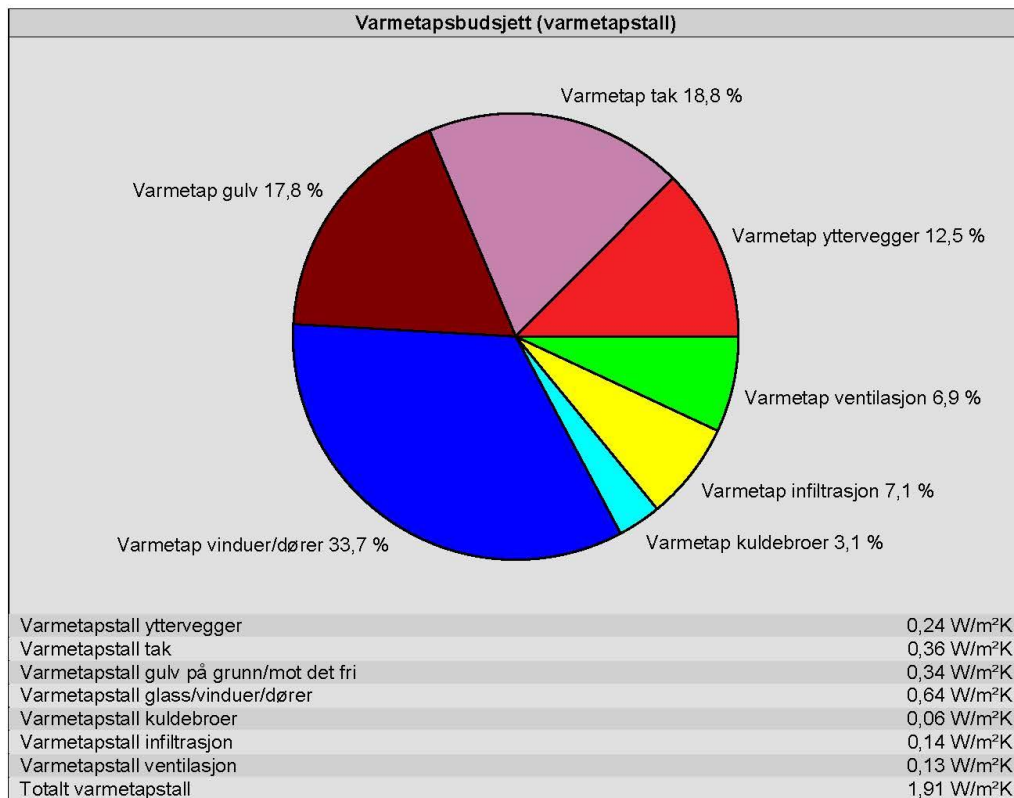




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

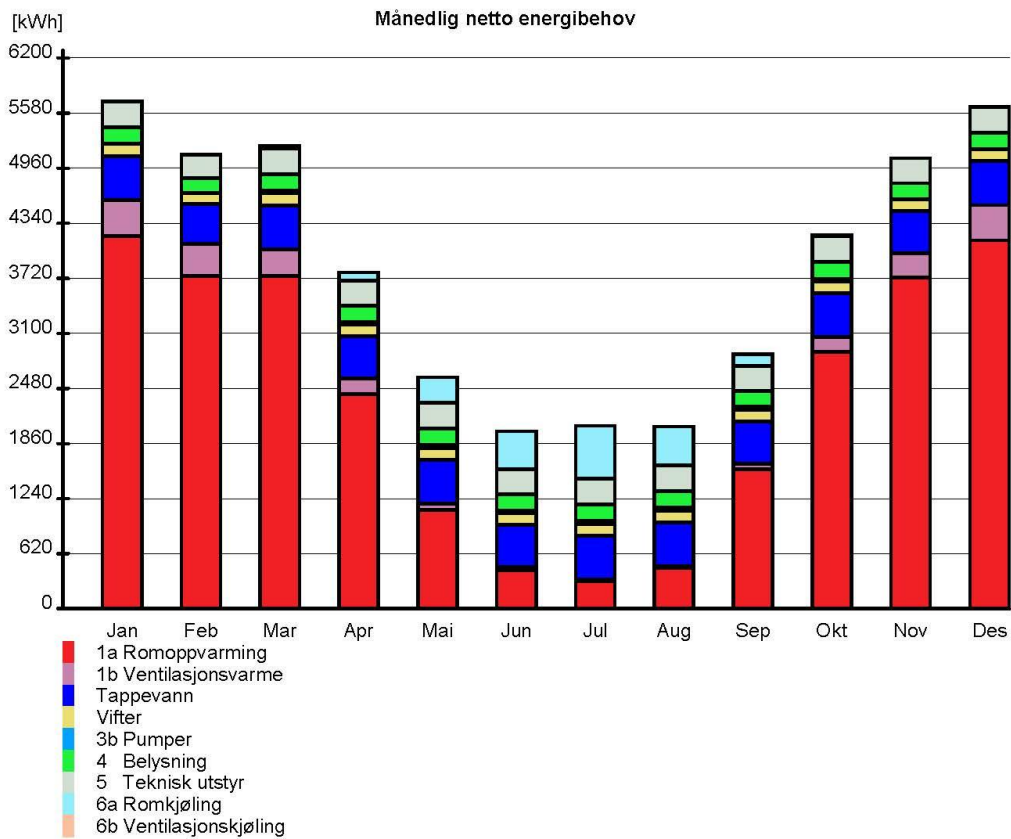




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

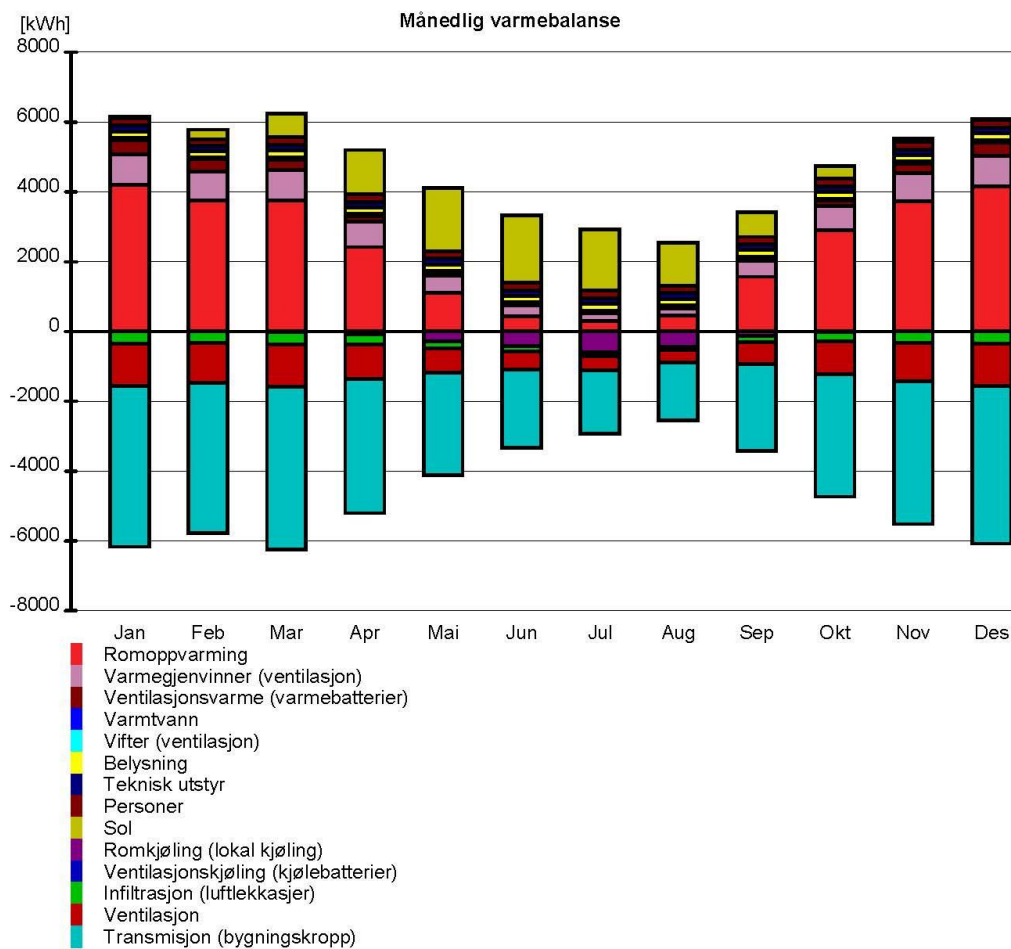




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Månedlige temperaturdata (lufttemperatur)						
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Midlere sone	Maks. sone	Min. sone
Januar	-0,4 °C	7,4 °C	-11,5 °C	17,8 °C	21,0 °C	11,0 °C
Februar	-0,8 °C	6,5 °C	-10,6 °C	18,1 °C	21,3 °C	11,7 °C
Mars	1,0 °C	9,2 °C	-6,4 °C	19,4 °C	22,0 °C	14,5 °C
April	5,0 °C	14,5 °C	-2,6 °C	20,3 °C	22,6 °C	17,7 °C
Mai	8,5 °C	19,6 °C	0,1 °C	19,1 °C	24,3 °C	17,0 °C
Juni	11,8 °C	22,1 °C	3,6 °C	19,8 °C	24,6 °C	17,0 °C
Juli	14,1 °C	24,4 °C	6,4 °C	20,1 °C	27,9 °C	17,0 °C
August	14,4 °C	23,7 °C	5,6 °C	19,7 °C	27,2 °C	17,0 °C
September	10,7 °C	19,6 °C	3,7 °C	20,5 °C	23,1 °C	19,0 °C
Oktober	6,1 °C	14,8 °C	-1,1 °C	20,2 °C	22,2 °C	18,5 °C
November	2,2 °C	10,4 °C	-6,4 °C	19,4 °C	21,0 °C	15,3 °C
Desember	-0,2 °C	8,0 °C	-8,5 °C	17,9 °C	21,0 °C	12,4 °C

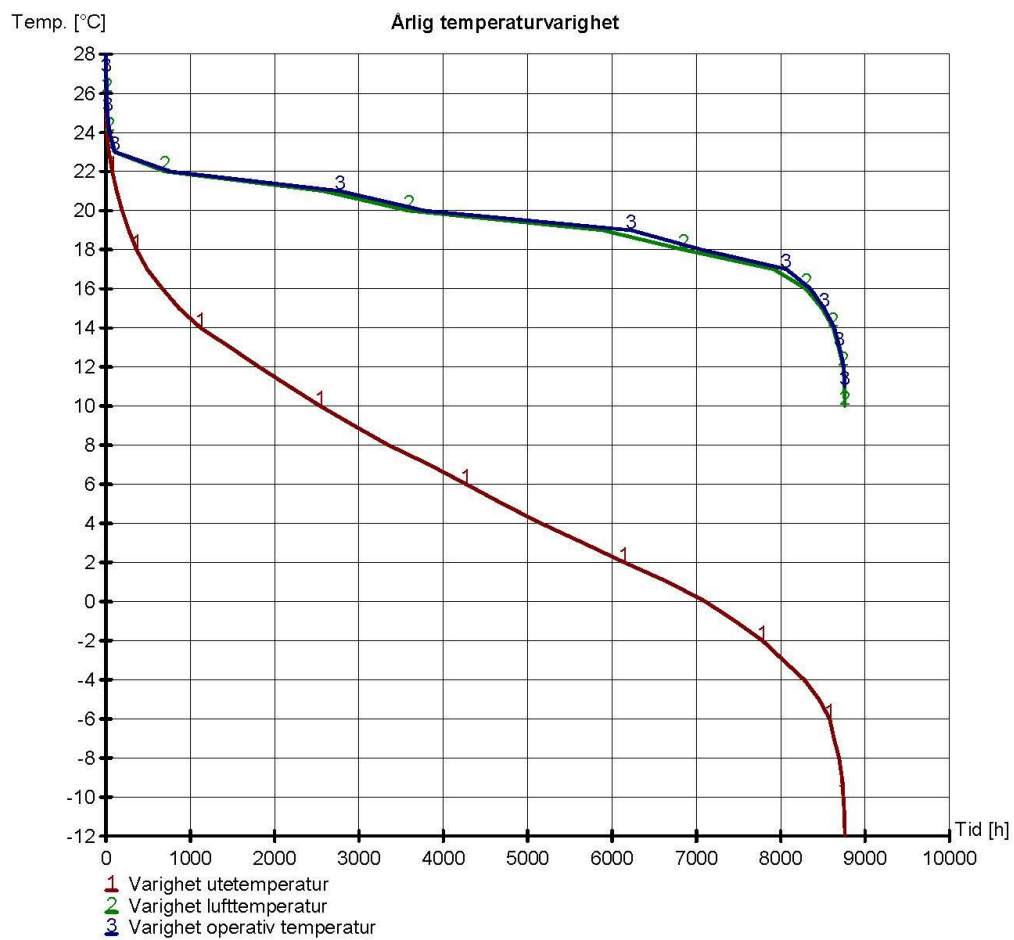
Månedlige temperaturdata (operativ temperatur)						
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Midlere sone	Maks. sone	Min. sone
Januar	-0,4 °C	7,4 °C	-11,5 °C	18,1 °C	21,3 °C	11,1 °C
Februar	-0,8 °C	6,5 °C	-10,6 °C	18,4 °C	21,5 °C	12,3 °C
Mars	1,0 °C	9,2 °C	-6,4 °C	19,7 °C	22,3 °C	15,5 °C
April	5,0 °C	14,5 °C	-2,6 °C	20,6 °C	22,7 °C	18,4 °C
Mai	8,5 °C	19,6 °C	0,1 °C	19,4 °C	24,4 °C	17,3 °C
Juni	11,8 °C	22,1 °C	3,6 °C	20,1 °C	24,6 °C	17,3 °C
Juli	14,1 °C	24,4 °C	6,4 °C	20,3 °C	27,8 °C	17,2 °C
August	14,4 °C	23,7 °C	5,6 °C	19,9 °C	27,1 °C	17,2 °C
September	10,7 °C	19,6 °C	3,7 °C	20,7 °C	23,1 °C	19,5 °C
Oktober	6,1 °C	14,8 °C	-1,1 °C	20,5 °C	22,4 °C	19,5 °C
November	2,2 °C	10,4 °C	-6,4 °C	19,7 °C	21,3 °C	16,0 °C
Desember	-0,2 °C	8,0 °C	-8,5 °C	18,2 °C	21,3 °C	12,6 °C



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

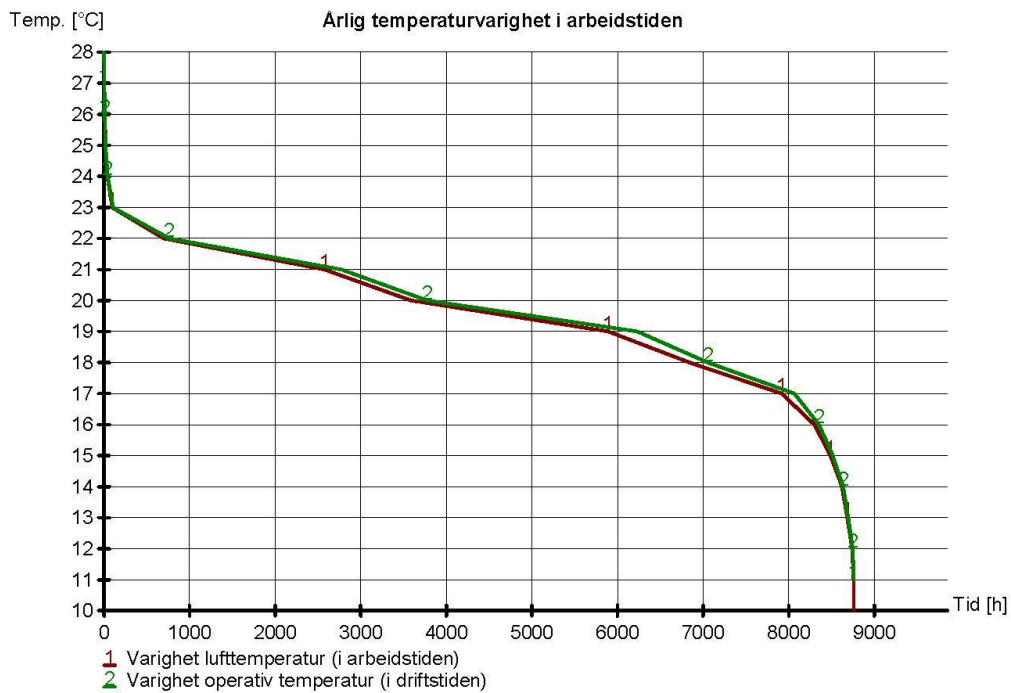




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget



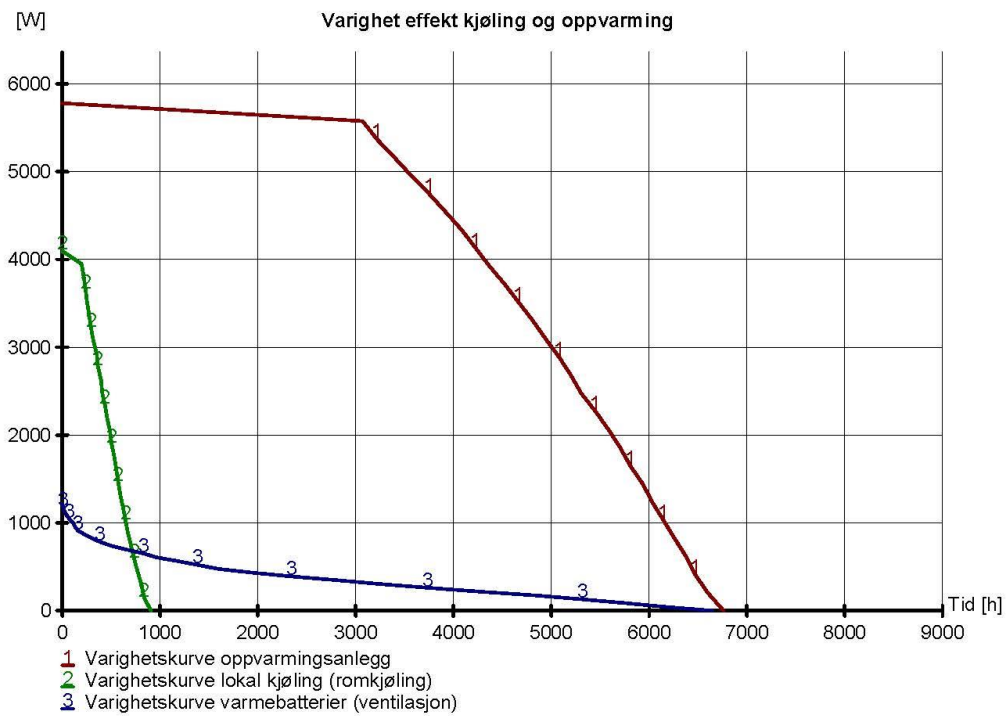
Årlig varighet operativ temperatur i arbeidstiden	
Beskrivelse	Operativ temperatur
Antall timer over 26°C	10



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Dekningsgrad effekt/energi oppvarming	
Effekt (dekning)	Dekningsgrad energibruk
6,3 kW (90 %)	99 %
5,6 kW (80 %)	93 %
4,9 kW (70 %)	85 %
4,2 kW (60 %)	76 %
3,5 kW (50 %)	65 %
2,8 kW (40 %)	54 %
2,1 kW (30 %)	42 %
1,4 kW (20 %)	29 %
0,7 kW (10 %)	15 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert	-

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	104	
Areal tak [m ²]:	213	
Areal gulv [m ²]:	196	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	49	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	196	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	507	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,45	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,33	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,34	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	2,60	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	24,8	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,06	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	19	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	8,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	1,34	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,19	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,73	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,26	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,75/0,76/0,92/0,75	



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Margunn Helleland
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Førde
Breddegrad	61° 27'
Lengdegrad	5° 52'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	6,1 °C
Midlere solstråling horisontal flate	85 W/m ²
Midlere vindhastighet	2,8 m/s



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,92 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,91 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,88 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 1,00 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 50,0% Andel oppv, tappevann: 100,0% Andel varmebatteri: 100,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
1b El. til varmepumpesystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 2,28 Systemvirkningsgrad varmtvann: 2,60 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 2,30 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 1,00 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 50,0% Andel oppv, tappevann: 0,0% Andel varmebatteri: 0,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Beskrivelse	Inndata ekspertverdier	Verdi
Konvektiv andel varmetilskudd belysning		0,30
Konvektiv andel varmetilsk. teknisk utstyr		0,50
Konvektiv andel varmetilskudd personer		0,50
Konvektiv andel varmetilskudd sol		0,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. vegger		2,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. himling		2,00
Konvektiv varmoverføringskoeff. gulv		3,00
Bypassfaktor kjølebatteri		0,25
Innv. varmemotstand på vinduruter		0,13
Midlere lufthastighet romluft		0,15
Turbulensintensitet romluft		25,00
Avstand fra vindu		0,60
Termisk konduktivitet akk. sjikt [W/m ² K]:		20,00

Beskrivelse	Inndata rom/sone	Verdi
Oppvarmet gulvareal		196,0 m ²
Oppvarmet luftvolum		507,0 m ³
Normalisert kuldebroverdi		0,06 W/(m ² K)
Varmekapasitet møbler/interiør		4,0 Wh/m ² (Middels møblert rom)
Lekkasjetall (luftskifte v. 50pa)		8,00 ach
Skjerming i terrenget		Moderat skjerming
Fasadesituasjon		En eksponert fasade
Driftsdager i Januar		31
Driftsdager i Februar		28
Driftsdager i Mars		31
Driftsdager i April		30
Driftsdager i Mai		31
Driftsdager i Juni		30
Driftsdager i Juli		31
Driftsdager i August		31
Driftsdager i September		30
Driftsdager i Oktober		31
Driftsdager i November		30
Driftsdager i Desember		31



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vest (fasade)
Totalt areal	48,8 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	270°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,45 W/m ² K

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindauge hyblar (store) (Vindu(er) på Vest)
Antall vinduer	10
Høyde vindu(er)	0,83 m
Bredde vindu(er)	1,33 m
Karm-/ramme faktor	0,16
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata ytterdør	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Verandadør (ytterdør)
Areal inkl. karm/ramme	2,2 m ²
Dørtype	Egendefinert Uverdi: 2,60 W/m ² K



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindauge hyblar (små) (Vindu(er) på Vest)
Antall vinduer	10
Høyde vindu(er)	0,35 m
Bredde vindu(er)	1,33 m
Karm-/ramme faktor	0,51
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	To lag glass, hvorav det indre er energispareglass Total solfaktor: 0,55

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindauge front stove (Vindu(er) på Vest)
Antall vinduer	2
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	1,25 m
Karm-/ramme faktor	0,15
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Aust (fasade)
Totalt areal	48,8 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	90°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,45 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindauge hyblar (store) (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	11
Høyde vindu(er)	0,83 m
Bredde vindu(er)	1,33 m
Karm-/ramme faktor	0,16
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Stort vindauge hybel (særleg prega av bygningsutspring) (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	0,83 m
Bredde vindu(er)	1,33 m
Karm-/ramme faktor	0,16
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m
Vertikalt utspring til høyre	Dybde : 0,70 m Avstand fra vindu: 1,25 m



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug ved sida av ytterdør (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	0,29 m
Karm-/ramme faktor	0,45
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 2,30 m Avstand fra vindu: 0,20 m
Vertikalt utspring til venstre	Dybde : 0,90 m Avstand fra vindu: 0,05 m
Vertikalt utspring til høyre	Dybde : 1,60 m Avstand fra vindu: 0,80 m

Inndata ytterdør	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Hovudinggang (ytterdør)
Areal inkl. karm/ramme	1,6 m ²
Dørtype	Egendefinert Uverdi: 2,60 W/m ² K

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug hyblar (små) (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	11
Høyde vindu(er)	0,35 m
Bredde vindu(er)	1,33 m
Karm-/ramme faktor	0,51
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Lite vindauge hybel (særleg prega av bygningsutspring) (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	0,35 m
Bredde vindu(er)	1,33 m
Karm-/ramme faktor	0,51
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Vertikalt utspring til høyre	Dybde : 0,70 m Avstand fra vindu: 1,25 m

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Nord (fasade)
Totalt areal	27,7 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	0°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,45 W/m ² K

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Rømningsvindauge 1 etg. (Vindu(er) på Nord)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	1,00 m
Bredde vindu(er)	1,07 m
Karm-/ramme faktor	0,32
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Rømningsvindaug 2 etg (Vindu(er) på Nord)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	0,47 m
Bredde vindu(er)	1,07 m
Karm-/ramme faktor	0,28
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug side stove (Vindu(er) på Nord)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	0,36 m
Karm-/ramme faktor	0,26
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 1,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Sør (fasade)
Totalt areal	27,7 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	180°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,45 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Rømningsvindauge 1 etg (Vindu(er) på Sør)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	1,00 m
Bredde vindu(er)	1,07 m
Karm-/ramme faktor	0,32
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Rømningsvindauge 2 etg (Vindu(er) på Sør)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	0,47 m
Bredde vindu(er)	1,07 m
Karm-/ramme faktor	0,28
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	vindauge side stove (Vindu(er) på Sør)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	0,36 m
Karm-/ramme faktor	0,26
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	2,60 W/m ² K
Konstant (fast) solskjerming	Standard konstant solskjerming Total solfaktor: 0,75
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata CAV	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Ventilasjon (CAV ventilasjon)
Ventilasjonstype	Balansert ventilasjon
Driftstid	24:00 timer drift pr døgn
Luftmengde	I driftstiden: tilluft = 1.3 m ³ /hm ² , avtrekk = 1.3 m ³ /hm ² Utenfor driftstiden: tilluft = 1.3 m ³ /hm ² , avtrekk = 1.3 m ³ /hm ² Helg/feridag: tilluft = 1.3 m ³ /hm ² , avtrekk = 1.3 m ³ /hm ²
Tilluftstemperatur	Normal: 19.0 °C Fra Mai til August: 17.0 °C
Varmebatteri	Ja Maks. kapasitet: 30 W/m ²
Vannbåren distribusjon til varmebatteri	Delta-T: 30.0 °C SPP: 0.5 kW/(l/s)
Kjølebatteri	Nei
Varmegjenvinner	Ja, temperaturvirkningsgrad: 0.70
Vifter	Plassering tilluftsvifte: Etter gjenvinner Plassering avtrekksvifte: Etter gjenvinner
SFP-faktor vifter	2.50 kW/m ³ /s

Inndata belysning	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, belysning)
Effekt/Varmetilskudd belysning	I driftstiden; Effekt: 2,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % Utenfor driftstiden; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % På helg/feriedager; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % Antall timer drift pr døgn: 16:00

Inndata teknisk utstyr (internlast)	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, teknisk utstyr)
Effekt/Varmetilskudd teknisk utstyr	I driftstiden; Effekt: 3,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % Utenfor driftstiden; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % På helg/feriedager; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % Antall timer drift pr døgn: 16:00



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata oppvarming av tappevann	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, tappevann)
Tappevann	Driftsdag; Midlere effekt: 3,4 W/m ² ; Varmetilskudd: 0 %; Vanndamp: 0,0 g/m ² Helg/feriedag; Midlere effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 0 %; ; Vanndamp: 0,0 g/m ²

Inndata varmetilskudd personer (internlast)	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, varmetilskudd personer)
Varmetilskudd personer	I arbeidstiden: 1,5 W/m ² Utenfor arbeidstiden: 0,0 W/m ² Ferie/helgedager: 0,0 W/m ² Antall arbeidstimer: 24:00

Inndata oppvarming	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Varmepumpe (oppvarming)
Settpunkttemperatur i driftstid	21,0 °C
Settpunkttemperatur utenfor driftstiden	19,0 °C
Maks. kapasitet	30 W/m ²
Konvektiv andel oppvarming	0,50
Driftstid	16:00 timer drift pr døgn
Annen driftsstrategi i sommermåned	Fra Mai til August
Settpunkttemperatur i driftstiden (sommer)	19,0 °C
Settpunkttemperatur uten driftstiden (sommer)	17,0 °C
Driftstid sommermåned	16:00 timer drift pr døgn
Vannbårent oppvarmingsanlegg	Nei



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata yttertak	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Takflate mot aust (yttertak)
Totalt areal	106,6 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	90°
Takvinkel	17,0°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,33 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80

Inndata yttertak	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Takflate mot vest (yttertak)
Totalt areal	106,6 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	270°
Takvinkel	17,0°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,33 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 20:23 29/4-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Tervatunet 1A.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata gulv mot friluft/kryprom/grunn	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Golv på grunn (gulv)
Oppvarmet gulvareal	196,0 m ²
Gulvtype	Golv på grunn
Utvendig omkrets	68,00 m
Tykkelse grunnmur	0,30 m
Grunnforhold	Fjell Varmekapasitet: 556 Wh/m ³ K Varmeledningsevne: 3,50 W/mK
Ekstra kantisolering	Type: Horizontal Navn: 50 mm XPS (varmeledningsevne 0,034) Høyde/bredde: 0,10 m Tykkelse: 5,0 cm Varmeledningsevne: 0,03 W/mK
Innv. akk. sjikt gulv	Gulvbelegg (4 mm) + 22 mm sponplate Varmekapasitet 7,5 Wh/m ² K
Gulvkonstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,48 W/m ² K

Inndata lokal kjøling	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Kjøling fra varmepumpe (lokal kjøling)
Kjølingen reguleres etter	Romlufttemperaturen
Settpunkttemperatur	22,0 °C
Maks. kapasitet	21 W/m ²
Konvektiv andel kjøling	0,50
Driftstid	24:00 timer drift pr døgn
Kjøling på helge/feriedager	Ja
Kjøling via vannbærent anlegg	Ja
Turtemperatur	13,0 °C
Returtemperatur	17,0 °C
Spesifikk pumpeeffekt	0,60 kW/(l/s)

7 VENTILASJON

Ettersom gruppa ikkje hadde tilgang til reguleringsprotokollen som ventilasjonsanlegget er innstilt etter, måtte luftmengder angitt på kontrollpanela nyttast for å kartleggje leverte luftmengder. Panelet opererer med nemninga l/s, for å kunne samanlikne med teknisk forskrift må verdiane gjerast om til m³/s, difor multipliserast verdiane med 3,6:

- Avtrekksmengde = $30 \frac{1}{s} \times 3,6 \frac{s}{10^3} = 108 \frac{m^3}{h} * 2 \text{ ventilasjonsaggregat} = 216 \frac{m^3}{h}$ (på heile hybel)
- Tilført luftmengde = $37 \frac{1}{s} \times 3,6 \frac{s}{10^3} = 133,2 \frac{m^3}{h} * 2 \text{ ventilasjonsaggregat} = 266,4 \frac{m^3}{h}$ (på heile hybel)

Nedanfor følgjer ein tabell som syner krav til grunnventilasjon henta frå TEK 17.

§ 13-2 Tabell 1 Avtrekksvolum i bolig.

Rom	Grunnventilasjon	Forsert ventilasjon
Kjøkken	36 m ³ /h	108 m ³ /h
Bad	54 m ³ /h	108 m ³ /h
Toalett	36 m ³ /h	36 m ³ /h
Vaskerom	36 m ³ /h	72 m ³ /h

Figur 4: Avtrekksvolum i bustad. Henta frå teknisk forskrift, TEK 17. [5]

Berekning av nødvendig avtrekk i bustad er gitt i teknisk forskrift §13-2, tabell 1. For berekning av luftmengder i studentbustadane er følgjande parameter tatt i bruk:

- 196 m² BRA
- 10 soverom og 10 sengeplassar
- 10 bad/toalett
- 2 kjøkken
- 1 vaskerom

Krava i teknisk forskrift for ventilasjon er høgaste verdi av dei ulike alternativa:

1. $BRA (m^2) \times 1,2 \frac{m^3}{(m^2 \times h)} = 196 m^2 \times 1,2 \frac{m^3}{(m^2 \times h)} = 235,2 \frac{m^3}{h}$
2. Antall sengeplasser $\times 26 \frac{m^3}{h} = 10 \times 26 \frac{m^3}{h} = 260 \frac{m^3}{h}$
3. - 10 bad: $10 \times 54 \frac{m^3}{h} = 540 \frac{m^3}{h}$
- 2 kjøkken: $2 \times 36 \frac{m^3}{h} = 72 \frac{m^3}{h}$
- 1 vaskerom: $1 \times 36 \frac{m^3}{h} = 36 \frac{m^3}{h}$
 $= (540 + 72 + 36) \frac{m^3}{h} = 648 \frac{m^3}{h}$.

Utrekningane utført direkte etter §13-2 resulterte i eit krav på 648 luftutskiftingar per time. Kravet spring for det meste ut av kravet til baderom på $54 m^3/h$. Etersom alle ti hyblane inneheld kvart sitt baderom på omkring $3,5 m^3 (1,5 m^2 \times 2,20 m)$, er kravet vurdert som urealistisk høgt. Gruppa ser det fornuftig å fråvike kravet, og har difor konkludert med å senke kravet til tilsvarande krav for toalett, kjøkken og vaskerom ($36 m^3/h$).

Dermed reknast punkt 3 som følgjer:

- 10 toalett: $10 \times 36 \frac{m^3}{h} = 360 \frac{m^3}{h}$
- Kjøkken og vaskerom same som tidlegare

Dermed blir den nye grunnventilasjonen $= (360 + 72 + 36) \frac{m^3}{h} = 468 \frac{m^3}{h}$ dimensjonerande.

8 U-VERDIAR ETTER TILTAK

8.1 Yttervegg etter tiltak

Homogene sjikt:				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Kledning + Luftspalte			0.13	741.008
Vindsperre	0.012	0.14	0.09	741.010
Nytt isolasjonslag	0.196	0.031	6.32	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.13	741.008
R_{tx}			6.78	

ISOLASJON: (83%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Kledning + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Nytt isolasjonslag	0.196	0.031	6.32	741.010
Isolasjon	0.098	0.043	2.28	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.13	741.008
R_{iso}			9.06	

TRE: (17%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Kledning + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Nytt isolasjonslag	0.196	0.031	6.32	
Tre-stender	0.098	0.13	0.75	741.008
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.13	741.008
R_{tre}			7.54	

8.1.1 Øvre grenseverdi

$$R_{tot.Øvre} = \frac{1}{\frac{0,17}{7,54} + \frac{0,83}{9,06}} = 8,76 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

8.1.2 Nedre grenseverdi

$$\lambda_{leg} = \lambda_{tre} \cdot A_{tre} + \lambda_{iso} \cdot A_{iso}$$

$$\lambda_{leg} = 0,13 \cdot 0,17 + 0,043 \cdot 0,83 = 0,058 \text{ W}/\text{mK}$$

$$R_{leg} = \frac{d}{\lambda_{leg}} = \frac{0,098}{0,058} = 1,70 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot.nedre} = R_{tx} + R_{leg} = 6,78 + 1,70 = 8,48 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot} = \frac{R_{Øvre} + R_{nedre}}{2}$$

$$R_{tot} = \frac{8,76 + 8,48}{2} = 8,62 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{8,62} = 0,12 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

8.2 Tak etter tiltak

Utan stender og isolasjon:				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Tekking + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.10	741.008
R _{tx}			0.43	

ISOLASJON: (83%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Tekking + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Nytt isolasjonslag	0.198	0.032	6.19	741.010
Isolasjon	0.148	0.032	4.63	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.10	741.008
R _{iso}			11.24	

TRE: (17%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
Tekking + Luftspalte			0.13	741.008
Trefiberplate	0.012	0.14	0.09	741.010
Ny sperre	0.198	0.13	1.52	741.010
Tre-stender	0.148	0.13	1.14	741.008
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
R _{si}			0.10	741.008
R _{tre}			3.09	

8.2.1 Øvre grenseverdi

$$R_{tot.Øvre} = \frac{1}{\frac{0,17}{3,09} + \frac{0,83}{11,24}} = 7,76 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

8.2.2 Nedre grenseverdi

$$\lambda_{leg} = \lambda_{tre} \cdot A_{tre} + \lambda_{iso} \cdot A_{iso}$$

$$\lambda_{leg} = 0,13 \cdot 0,17 + 0,032 \cdot 0,83 = 0,049 \text{ W}/\text{mK}$$

$$R_{leg} = \frac{d}{\lambda_{leg}} = \frac{0,148 + 0,198}{0,049} = 7,11 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot.nedre} = R_{tx} + R_{leg} = 0,43 + 7,11 = 7,54 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot} = \frac{R_{Øvre} + R_{nedre}}{2}$$

$$R_{tot} = \frac{7,76 + 7,54}{2} = 7,65 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{7,65} = 0,13 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

8.3 Golv etter tiltak

Utan stender og isolasjon:				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
R _{se}			0.17	
Vinyl	0.003	0.25	0.012	741.008
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
Betong	0.10	2.5	0.04	
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
R _{si}			0.17	741.008
R _{tx}			0.51	

ISOLASJON: (83%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
R _{se}			0.17	
Vinyl	0.003	0.25	0.012	741.008
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
Isolasjon	0.246	0.032	7.69	741.010
Betong	0.10	2.5	0.04	741.010
Dampsperre	0.002		0.03	
R _{si}			0.17	741.008
R _{iso}			8.19	

TRE: (17%)				
Sjikt:	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Kjelde:
R _{se}			0.17	
Vinyl	0.003	0.25	0.012	741.008
Sponplate	0.015	0.18	0.08	741.010
Tre-bjelker	0.246	0.13	1.89	741.008
Betong	0.10	2.5	0.04	
Dampsperre	0.002		0.03	741.010
R _{si}			0.17	741.008
R _{tre}			2.40	

8.3.1 Øvre grenseverdi

$$R_{tot.Øvre} = \frac{1}{\frac{0,17}{2,40} + \frac{0,83}{8,19}} = 5,81 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

8.3.2 Nedre grenseverdi

$$\lambda_{leg} = \lambda_{tre} \cdot A_{tre} + \lambda_{iso} \cdot A_{iso}$$

$$\lambda_{leg} = 0,13 \cdot 0,17 + 0,032 \cdot 0,83 = 0,049 \text{ W}/\text{mK}$$

$$R_{leg} = \frac{d}{\lambda_{leg}} = \frac{0,246}{0,049} = 5,06 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot.nedre} = R_{tx} + R_{leg} = 0,51 + 5,06 = 5,57 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_{tot} = \frac{R_{Øvre} + R_{nedre}}{2}$$

$$R_{tot} = \frac{5,81 + 5,57}{2} = 5,69 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{5,69} = 0,18 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

9 SIMIEN RAPPORTAR ETTER TILTAK

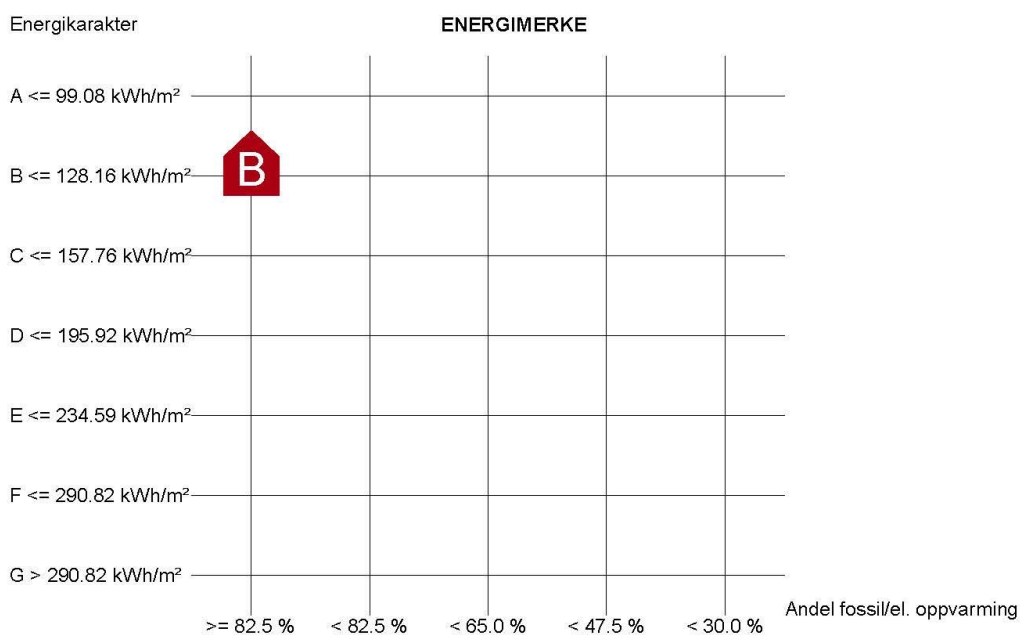
9.1 Energimerke



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;



Beregnet levert energi normalisert klima: 119.18 kWh/m²
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 84.9 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	119 kWh/m ²
Energibruk lokalt klima	115 kWh/m ²



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Forventet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	23359 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	23359 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	120	
Areal tak [m ²]:	213	
Areal gulv [m ²]:	196	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	33	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	196	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	507	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,18	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,71	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	16,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	19	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	2,39	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,08	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,05	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,17	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,53/0,73/0,85/0,73	



SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Småhus
Simuleringsansvarlig		Margunn Helleland
Kommentar		

9.2 Evaluering



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
 Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
 Programversjon: 6.015
 Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
 Firma: Undervisningslisens
 Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
 Prosjekt: Tervatunet 1A
 Sone: Heile bygget;

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

Energiltak (§14-2 (2))		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørrareal delt på bruksarealet [%]	16,7	25,0
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,10
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,71	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,05	0,05
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,6	0,6
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ s]:	1,50	1,50

Omfordeling energiltak (§14-2 (2), varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,07	0,10
Varmetapstall tak	0,14	0,14
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,18	0,10
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,12	0,20
Varmetapstall kuldebroer	0,05	0,05
Varmetapstall infiltrasjon	0,04	0,04
Varmetapstall ventilasjon	0,16	0,16
Totalt varmetapstall	0,75	0,78



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	45,4 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	9,2 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	8,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,0 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	7,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	129,9 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	108,2 kWh/m ²

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,6	1,5

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



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))

Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

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

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

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

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	7458 kWh	38,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1538 kWh	7,8 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	5836 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	1709 kWh	8,7 kWh/m ²
3b Pumper	140 kWh	0,7 kWh/m ²
4 Belysning	2232 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	3434 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	270 kWh	1,4 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	22617 kWh	115,4 kWh/m ²



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	19729 kWh	100,7 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	1743 kWh	8,9 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	21472 kWh	109,6 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	21472 kWh	109,6 kWh/m ²

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	120	
Areal tak [m ²]:	213	
Areal gulv [m ²]:	196	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	33	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	196	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	507	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,18	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,71	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	16,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	19	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	2,39	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,08	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,05	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,17	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,53/0,73/0,85/0,73	



SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: Evaluering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget;

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Margunn Helleland
Kommentar	

9.3 Årssimulering



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Energipost	Energibudsjett	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming		7458 kWh	38,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)		1538 kWh	7,8 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)		5836 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter		1709 kWh	8,7 kWh/m ²
3b Pumper		140 kWh	0,7 kWh/m ²
4 Belysning		2232 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr		3434 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling		270 kWh	1,4 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6		22617 kWh	115,4 kWh/m ²

Energivare	Levert energi til bygningen (beregnet)	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.		19729 kWh	100,7 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem		1743 kWh	8,9 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem		0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje		0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass		0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme		0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel		0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde		0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk		-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7		21472 kWh	109,6 kWh/m ²
Solstrøm til eksport		-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi		21472 kWh	109,6 kWh/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	19,0 kWh/m ²	7,8 kWh/m ²	29,8 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	38,3 kWh/m ²
Olje	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Gass	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Fjernvarme	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Biobrensel	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Varmepumpe	19,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	1,4 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Sol	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Annen	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Sum	38,0 kWh/m ²	7,8 kWh/m ²	29,8 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	1,4 kWh/m ²	38,3 kWh/m ²

Årlige utslipp av CO ₂		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	2565 kg	13,1 kg/m ²
1b El. til varmepumpesystem	227 kg	1,2 kg/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kg	0,0 kg/m ²
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m ²
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m ²
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m ²
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m ²
6. Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m ²
Totalt utslipp, sum 1-7	2791 kg	14,2 kg/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m ²
Netto CO ₂ -utslipp	2791 kg	14,2 kg/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Energivare	Kostnad kjøpt energi	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.		19729 kr	100,7 kr/m ²
1b El. til varmepumpesystem		1743 kr	8,9 kr/m ²
1c El. til solfangersystem		0 kr	0,0 kr/m ²
2 Olje		0 kr	0,0 kr/m ²
3 Gass		0 kr	0,0 kr/m ²
4 Fjernvarme		0 kr	0,0 kr/m ²
5 Biobrensel		0 kr	0,0 kr/m ²
6. Annen energikilde		0 kr	0,0 kr/m ²
7. Solstrøm til egenbruk		-0 kr	-0,0 kr/m ²
Årlige energikostnader, sum 1-7		21472 kr	109,6 kr/m ²
Solstrøm til eksport		0 kr	0,0 kr/m ²
Netto energikostnad		21472 kr	109,6 kr/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

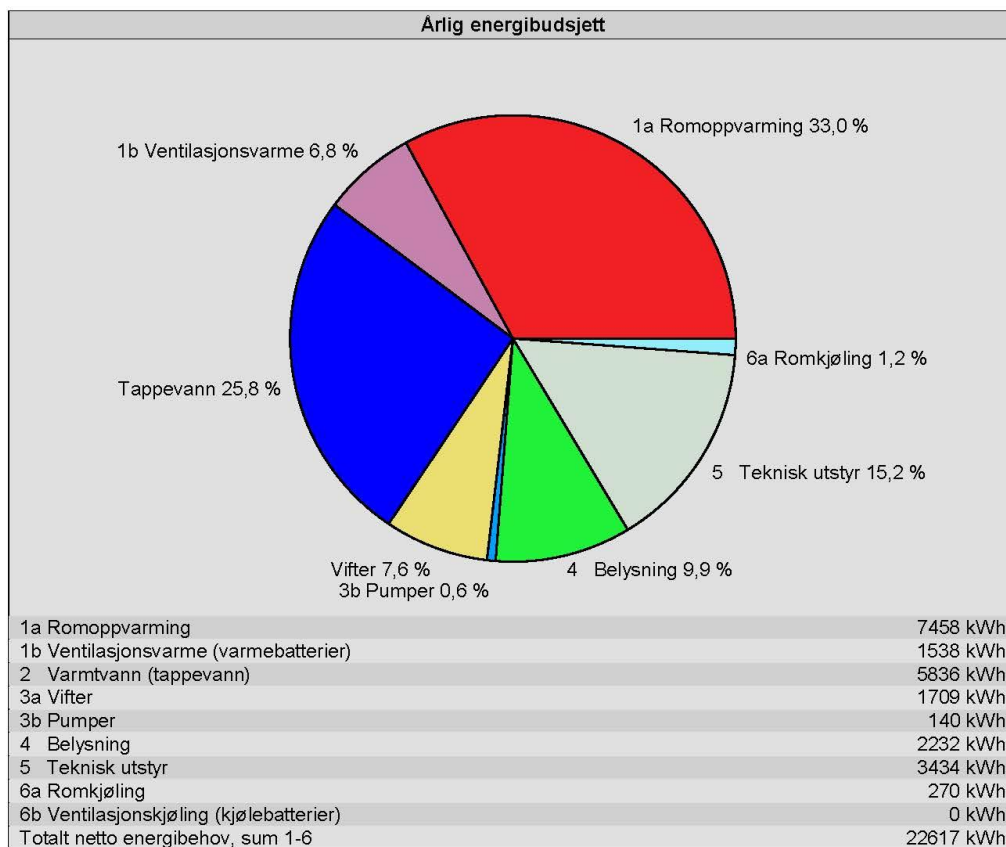
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget

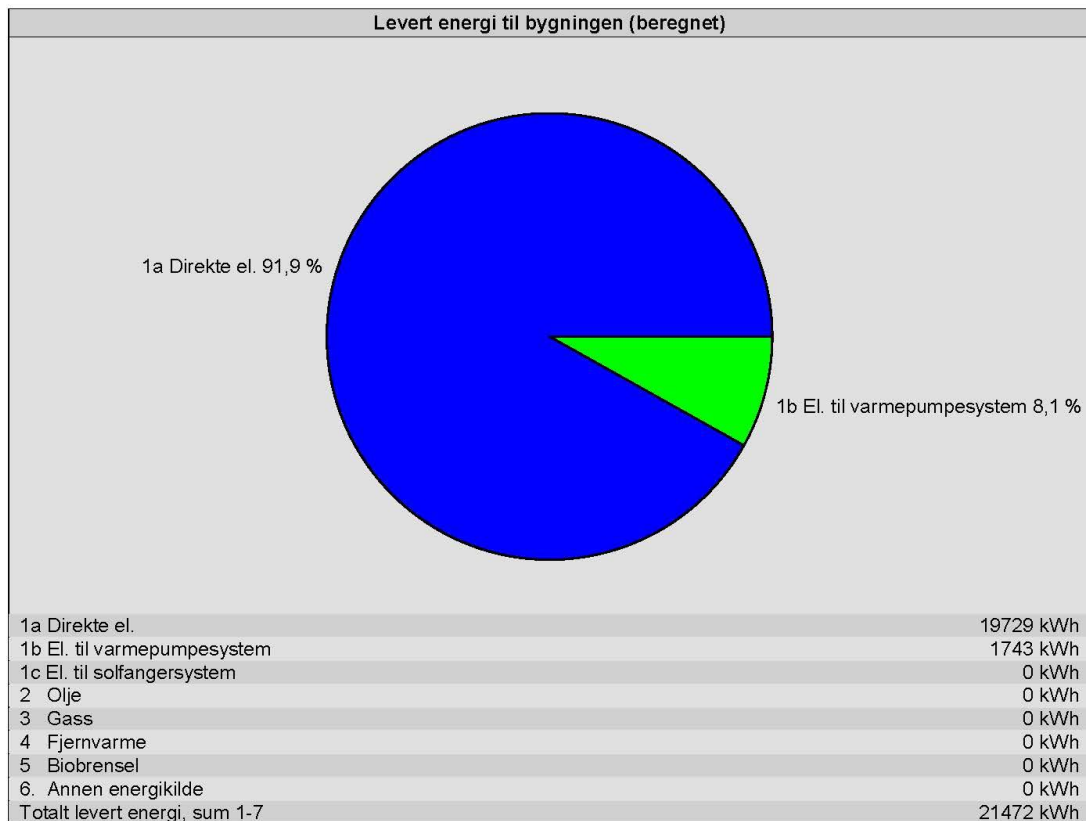




SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

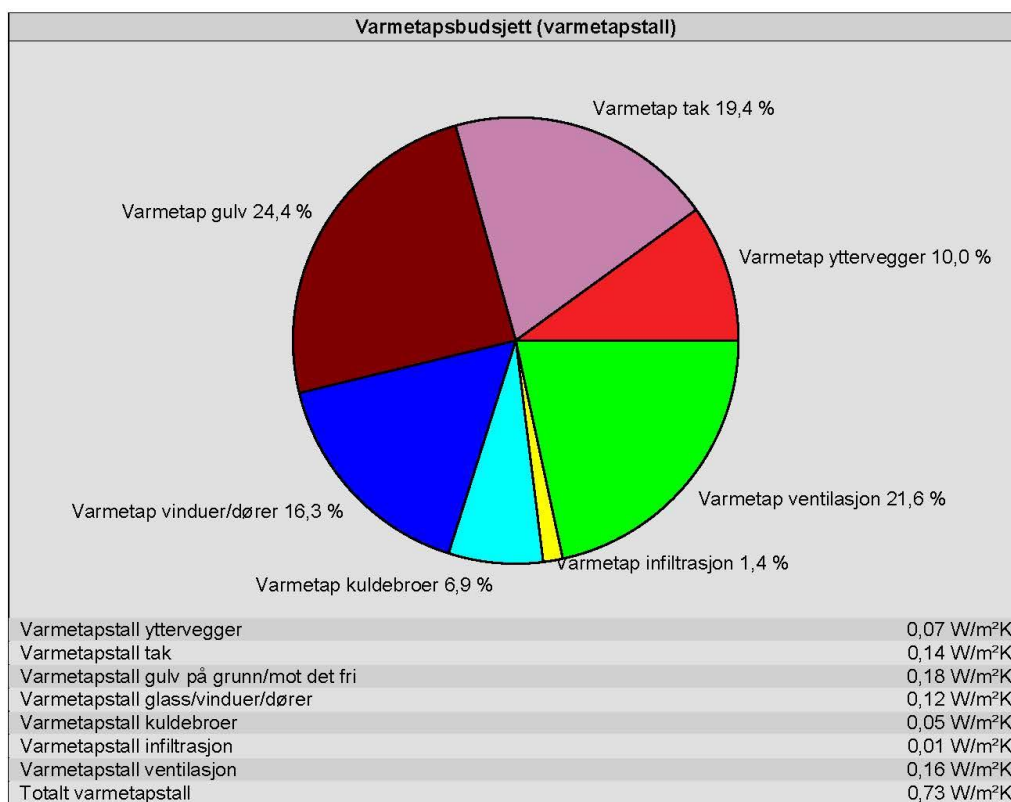
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

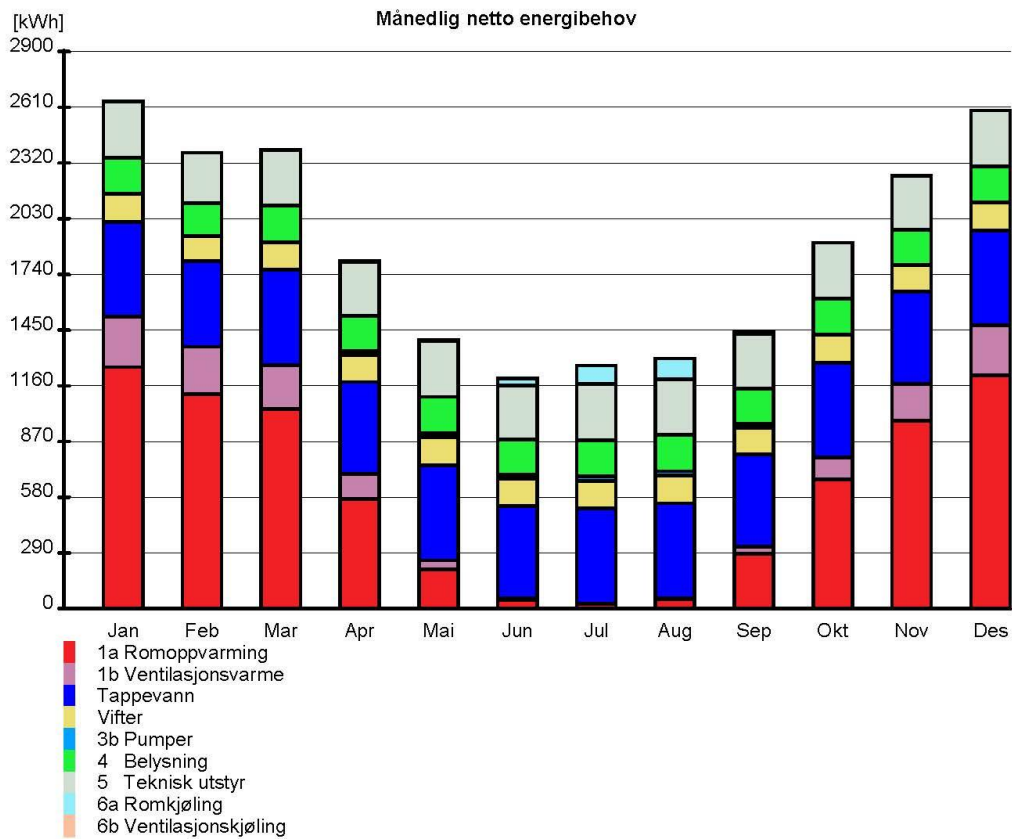
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

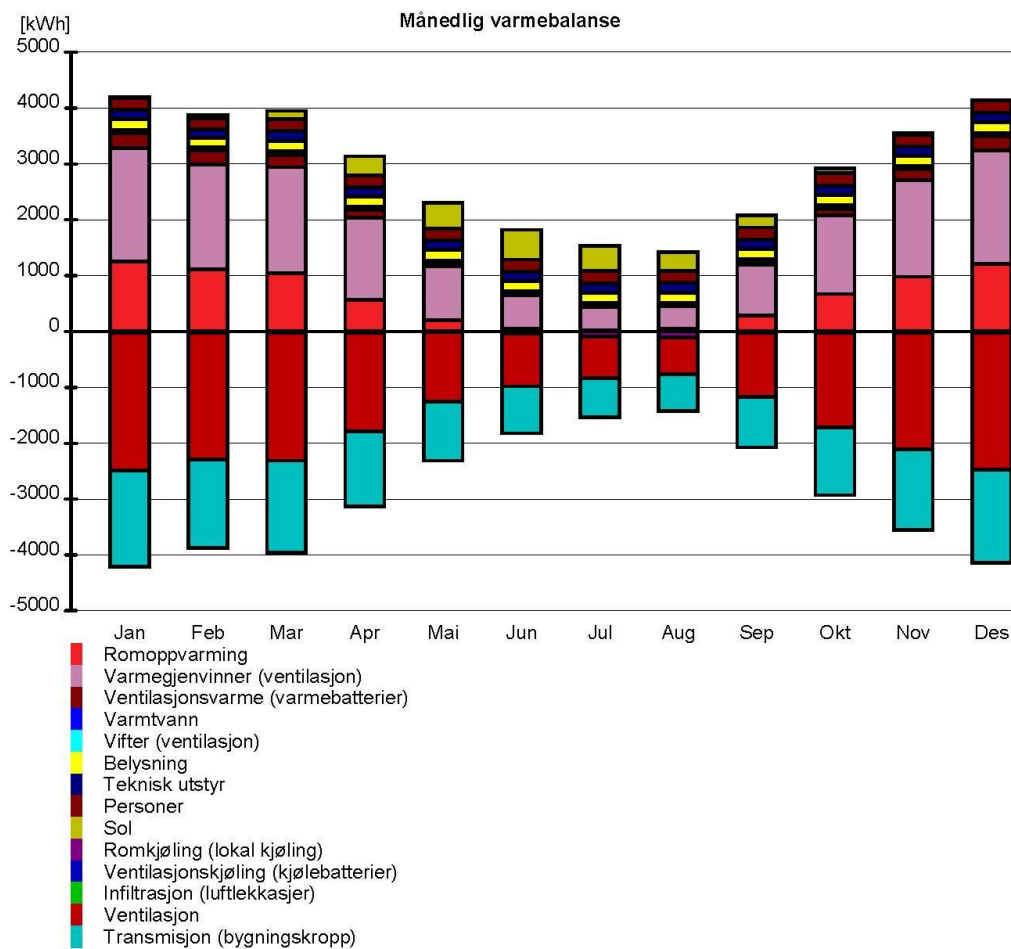
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget

Månedlige temperaturdata (lufttemperatur)						
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Midlere sone	Maks. sone	Min. sone
Januar	-0,4 °C	7,4 °C	-11,5 °C	20,4 °C	21,0 °C	19,0 °C
Februar	-0,8 °C	6,5 °C	-10,6 °C	20,4 °C	21,0 °C	19,0 °C
Mars	1,0 °C	9,2 °C	-6,4 °C	20,4 °C	21,0 °C	19,0 °C
April	5,0 °C	14,5 °C	-2,6 °C	20,5 °C	22,0 °C	19,0 °C
Mai	8,5 °C	19,6 °C	0,1 °C	19,1 °C	22,0 °C	17,0 °C
Juni	11,8 °C	22,1 °C	3,6 °C	19,9 °C	22,0 °C	17,0 °C
Juli	14,1 °C	24,4 °C	6,4 °C	20,3 °C	22,0 °C	17,1 °C
August	14,4 °C	23,7 °C	5,6 °C	20,0 °C	22,0 °C	17,0 °C
September	10,7 °C	19,6 °C	3,7 °C	20,7 °C	22,0 °C	19,0 °C
Oktober	6,1 °C	14,8 °C	-1,1 °C	20,5 °C	21,5 °C	19,0 °C
November	2,2 °C	10,4 °C	-6,4 °C	20,4 °C	21,0 °C	19,0 °C
Desember	-0,2 °C	8,0 °C	-8,5 °C	20,4 °C	21,0 °C	19,0 °C

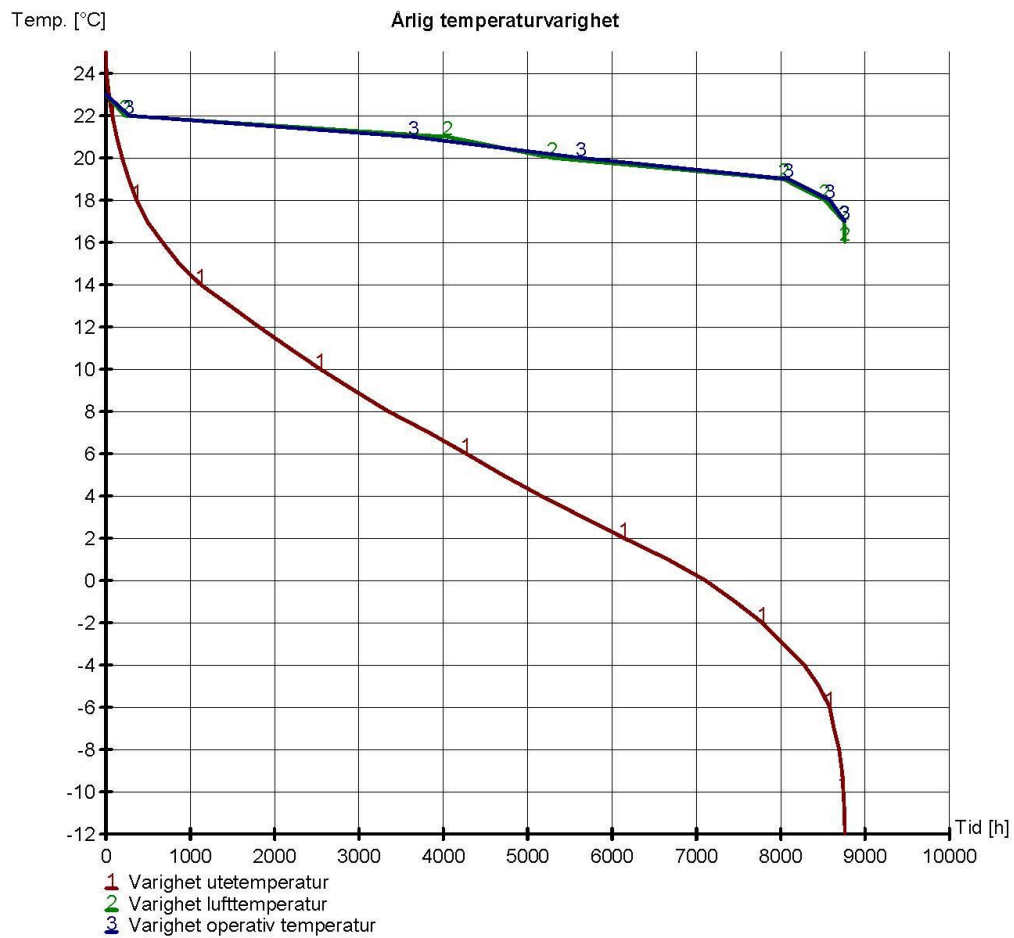
Månedlige temperaturdata (operativ temperatur)						
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Midlere sone	Maks. sone	Min. sone
Januar	-0,4 °C	7,4 °C	-11,5 °C	20,5 °C	21,1 °C	19,0 °C
Februar	-0,8 °C	6,5 °C	-10,6 °C	20,5 °C	21,1 °C	19,0 °C
Mars	1,0 °C	9,2 °C	-6,4 °C	20,5 °C	21,1 °C	19,0 °C
April	5,0 °C	14,5 °C	-2,6 °C	20,6 °C	22,2 °C	19,0 °C
Mai	8,5 °C	19,6 °C	0,1 °C	19,2 °C	22,2 °C	17,1 °C
Juni	11,8 °C	22,1 °C	3,6 °C	20,1 °C	22,2 °C	17,1 °C
Juli	14,1 °C	24,4 °C	6,4 °C	20,4 °C	22,2 °C	17,2 °C
August	14,4 °C	23,7 °C	5,6 °C	20,1 °C	22,2 °C	17,2 °C
September	10,7 °C	19,6 °C	3,7 °C	20,8 °C	22,2 °C	19,0 °C
Oktober	6,1 °C	14,8 °C	-1,1 °C	20,5 °C	21,6 °C	19,0 °C
November	2,2 °C	10,4 °C	-6,4 °C	20,5 °C	21,1 °C	19,0 °C
Desember	-0,2 °C	8,0 °C	-8,5 °C	20,5 °C	21,1 °C	19,0 °C



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021

Programversjon: 6.015

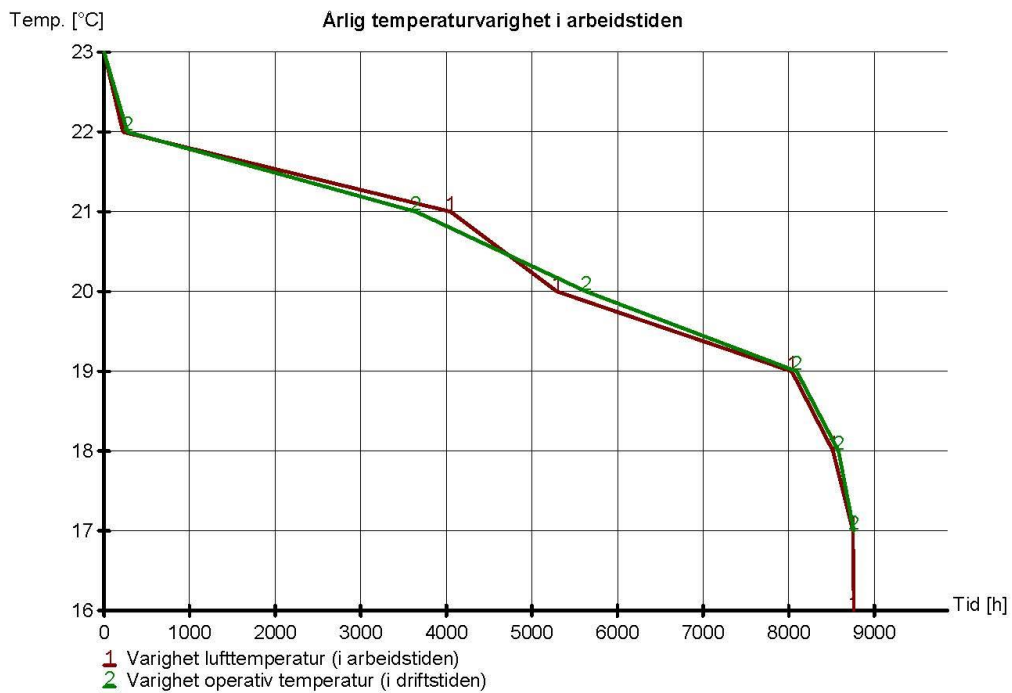
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi

Prosjekt: Tervatunet 1A

Sone: Heile bygget



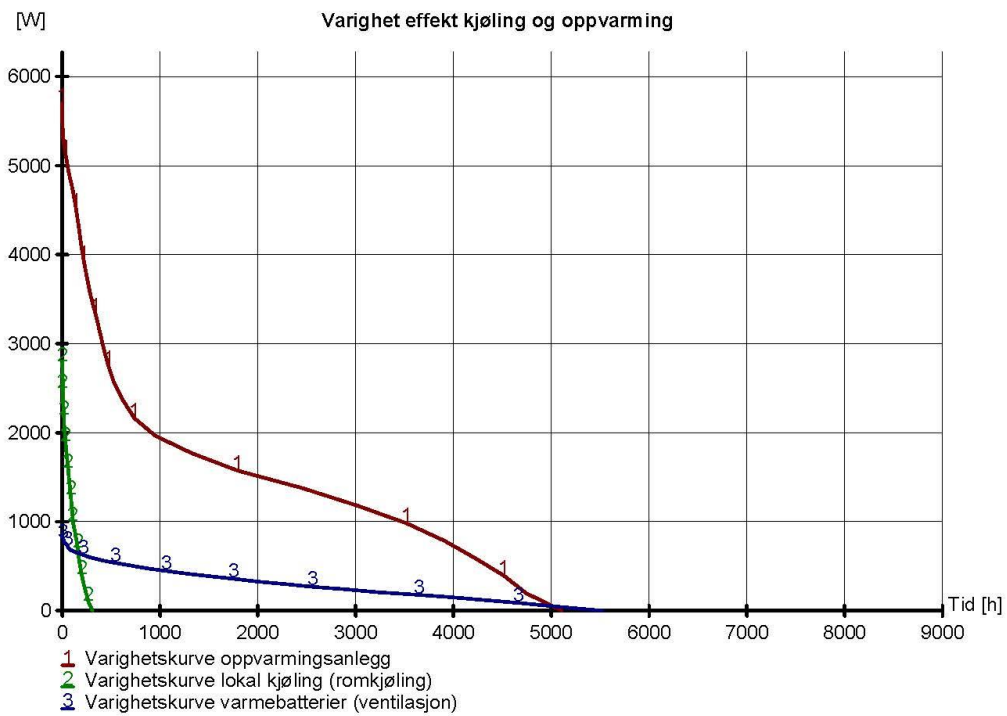
Årlig varighet operativ temperatur i arbeidstiden	
Beskrivelse	Operativ temperatur
Antall timer over 26°C	0



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget





SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Dekningsgrad effekt/energi oppvarming	
Effekt (dekning)	Dekningsgrad energibruk
5,5 kW (90 %)	100 %
4,9 kW (80 %)	99 %
4,3 kW (70 %)	98 %
3,7 kW (60 %)	96 %
3,1 kW (50 %)	94 %
2,5 kW (40 %)	90 %
1,8 kW (30 %)	80 %
1,2 kW (20 %)	62 %
0,6 kW (10 %)	35 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert	-

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	120	
Areal tak [m ²]:	213	
Areal gulv [m ²]:	196	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	33	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	196	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	507	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,12	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,18	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,71	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	16,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	19	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	2,39	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	0,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,07	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	60	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,3	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	21	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
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 ²]	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	3,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,80	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	3,40	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	1,50	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,05	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,17	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,52/0,71/0,84/0,73	



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Småhus
Simuleringsansvarlig	Margunn Helleland
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Førde
Breddegrad	61° 27'
Lengdegrad	5° 52'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	6,1 °C
Midlere solstråling horisontal flate	85 W/m ²
Midlere vindhastighet	2,8 m/s



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,92 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,91 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,88 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 1,00 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 50,0% Andel oppv, tappevann: 100,0% Andel varmebatteri: 100,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
1b El. til varmepumpesystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 2,28 Systemvirkningsgrad varmtvann: 2,60 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 2,30 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 1,00 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 50,0% Andel oppv, tappevann: 0,0% Andel varmebatteri: 0,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Beskrivelse	Inndata ekspertverdier	Verdi
Konvektiv andel varmetilskudd belysning		0,30
Konvektiv andel varmetilsk. teknisk utstyr		0,50
Konvektiv andel varmetilskudd personer		0,50
Konvektiv andel varmetilskudd sol		0,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. vegger		2,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. himling		2,00
Konvektiv varmoverføringskoeff. gulv		3,00
Bypassfaktor kjølebatteri		0,25
Innv. varmemotstand på vinduruter		0,13
Midlere lufthastighet romluft		0,15
Turbulensintensitet romluft		25,00
Avstand fra vindu		0,60
Termisk konduktivitet akk. sjikt [W/m ² K]:		20,00

Beskrivelse	Inndata rom/sone	Verdi
Oppvarmet gulvareal		196,0 m ²
Oppvarmet luftvolum		507,0 m ³
Normalisert kuldebroverdi		0,05 W/(m ² K)
Varmekapasitet møbler/interiør		4,0 Wh/m ² (Middels møblert rom)
Lekkasjetall (luftskifte v. 50pa)		0,60 ach
Skjerming i terrenget		Moderat skjerming
Fasadesituasjon		En eksponert fasade
Driftsdager i Januar		31
Driftsdager i Februar		28
Driftsdager i Mars		31
Driftsdager i April		30
Driftsdager i Mai		31
Driftsdager i Juni		30
Driftsdager i Juli		31
Driftsdager i August		31
Driftsdager i September		30
Driftsdager i Oktober		31
Driftsdager i November		30
Driftsdager i Desember		31



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vest (fasade)
Totalt areal	48,8 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	270°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,12 W/m ² K

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug hyblar (store) (Vindu(er) på Vest)
Antall vinduer	10
Høyde vindu(er)	1,00 m
Bredde vindu(er)	1,00 m
Karm-/ramme faktor	0,16
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persienner, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata ytterdør	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Verandadør (ytterdør)
Areal inkl. karm/ramme	2,2 m ²
Dørtype	Egendefinert Uverdi: 0,88 W/m ² K



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug front stove (Vindu(er) på Vest)
Antall vinduer	2
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	1,25 m
Karm-/ramme faktor	0,15
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persiener, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Aust (fasade)
Totalt areal	48,8 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	90°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,12 W/m ² K
Utvendig absorpsjonskoeffisient	0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug hyblar (store) (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	11
Høyde vindu(er)	1,00 m
Bredde vindu(er)	1,00 m
Karm-/ramme faktor	0,16
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persienner, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Stort vindaug hybel (særlig prega av bygningsutspring) (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	1,00 m
Bredde vindu(er)	1,00 m
Karm-/ramme faktor	0,16
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persienner, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m
Vertikalt utspring til høyre	Dybde : 0,70 m Avstand fra vindu: 1,25 m



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindauge ved sida av ytterdør (Vindu(er) på Aust)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	0,29 m
Karm-/ramme faktor	0,45
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persiener, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 2,30 m Avstand fra vindu: 0,20 m
Vertikalt utspring til venstre	Dybde : 0,90 m Avstand fra vindu: 0,05 m
Vertikalt utspring til høyre	Dybde : 1,60 m Avstand fra vindu: 0,80 m

Inndata ytterdør	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Hovudinngang (ytterdør)
Areal inkl. karm/ramme	1,6 m ²
Dørtype	Egendefinert Uverdi: 0,70 W/m ² K

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Nord (fasade)
Totalt areal	27,7 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	0°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,12 W/m ² K



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Vindaug side stove (Vindu(er) på Nord)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	0,36 m
Karm-/ramme faktor	0,26
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persiener, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 1,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata fasade/yttervegg	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Sør (fasade)
Totalt areal	27,7 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	180°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,12 W/m ² K
Utvendig absorptionskoeffisient	0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata vinduselement	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	vindaug side stove (Vindu(er) på Sør)
Antall vinduer	1
Høyde vindu(er)	2,00 m
Bredde vindu(er)	0,36 m
Karm-/ramme faktor	0,26
Total U-verdi (rute+karm/rammekonstr.)	0,70 W/m ² K
Variabel (regulerbar) solskjerming	Lyse utvendige persiener, 80 mm lameller, 3-lags rute, 1 energiglass, Total solfaktor v, maks, skjerming: 0,05 Total solfaktor v, min, skjerming: 0,40
Overheng	Dybde : 0,40 m Avstand fra vindu: 0,20 m

Inndata CAV	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Ventilasjon (CAV ventilasjon)
Ventilasjonsstyp	Balansert ventilasjon
Driftstid	24:00 timer drift pr døgn
Luftmengde	I driftstiden: tilluft = 2.4 m ³ /hm ² , avtrekk = 2.4 m ³ /hm ² Utenfor driftstiden: tilluft = 2.4 m ³ /hm ² , avtrekk = 2.4 m ³ /hm ² Helg/feridag: tilluft = 2.4 m ³ /hm ² , avtrekk = 2.4 m ³ /hm ²
Tilluftstemperatur	Normal: 19.0 °C Fra Mai til August: 17.0 °C
Varmebatteri	Ja Maks. kapasitet: 30 W/m ²
Vannbåren distribusjon til varmebatteri	Delta-T: 30.0 °C SPP: 0.5 kW/(l/s)
Kjølebatteri	Nei
Varmegjenvinner	Ja, temperaturvirkningsgrad: 0.80
Vifter	Plassering tilluftsvifte: Etter gjenvinner Plassering avtrekksvifte: Etter gjenvinner
SFP-faktor vifter	1.50 kW/m ³ /s



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata belysning	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, belysning)
Effekt/Varmetilskudd belysning	I driftstiden; Effekt: 2,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % Utenfor driftstiden; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % På helg/feriedager; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 100 % Antall timer drift pr døgn: 16:00

Inndata teknisk utstyr (internlast)	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, teknisk utstyr)
Effekt/Varmetilskudd teknisk utstyr	I driftstiden; Effekt: 3,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % Utenfor driftstiden; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % På helg/feriedager; Effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 60 % Antall timer drift pr døgn: 16:00

Inndata oppvarming av tappevann	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, tappevann)
Tappevann	Driftsdag; Midlere effekt: 3,4 W/m ² ; Varmetilskudd: 0 %; Vanndamp: 0,0 g/m ² Helg/feriedag; Midlere effekt: 0,0 W/m ² ; Varmetilskudd: 0 %; ; Vanndamp: 0,0 g/m ²

Inndata varmetilskudd personer (internlast)	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Internlaster (internlaster, varmetilskudd personer)
Varmetilskudd personer	I arbeidstiden: 1,5 W/m ² Utenfor arbeidstiden: 0,0 W/m ² Ferie/helgedager: 0,0 W/m ² Antall arbeidstimer: 24:00



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Beskrivelse	Inndata oppvarming	Verdi
Navn:		Varmepumpe (oppvarming)
Settpunkttemperatur i driftstid		21,0 °C
Settpunkttemperatur utenfor driftstiden		19,0 °C
Maks. kapasitet		30 W/m ²
Konvektiv andel oppvarming		0,50
Driftstid		16:00 timer drift pr døgn
Annen driftsstrategi i sommermåned		Fra Mai til August
Settpunkttemperatur i driftstiden (sommer)		19,0 °C
Settpunkttemperatur uten driftstiden (sommer)		17,0 °C
Driftstid sommermåned		16:00 timer drift pr døgn
Vannbærent oppvarmingsanlegg		Nei

Beskrivelse	Inndata yttertak	Verdi
Navn:		Takflate mot aust (yttertak)
Totalt areal		106,6 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)		90°
Takvinkel		17,0°
Innv. akkumulerende sjikt		Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon		Egendefinert Uverdi: 0,13 W/m ² K
Utvendig absorpsjonskoeffisient		0,80



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata yttertak	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Takflate mot vest (yttertak)
Totalt areal	106,6 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	270°
Takvinkel	17,0°
Innv. akkumulerende sjikt	Trepanel/treplate 15 mm Varmekapasitet 4,6 Wh/m ² K
Konstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,13 W/m ² K
Utvendig absorpsjonskoeffisient	0,80

Inndata gulv mot friluft/kryprom/grunn	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Golv på grunn (gulv)
Oppvarmet gulvareal	196,0 m ²
Gulvtype	Golv på grunn
Utvendig omkrets	68,00 m
Tykkelse grunnmur	0,30 m
Grunnforhold	Fjell Varmekapasitet: 556 Wh/m ³ K Varmeledningsevne: 3,50 W/mK
Ekstra kantisolering	Type: Horisontal Navn: 50 mm XPS (varmeledningsevne 0,034) Høyde/bredde: 0,10 m Tykkelse: 5,0 cm Varmeledningsevne: 0,03 W/mK
Innv. akk. sjikt gulv	Gulvbelegg (4 mm) + 22 mm sponplate Varmekapasitet 7,5 Wh/m ² K
Gulvkonstruksjon	Egendefinert Uverdi: 0,21 W/m ² K



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 22:54 22/5-2021
Programversjon: 6.015
Simuleringsansvarlig: Margunn Helleland
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: C:\Users\margu\Desktop\Simien ferdig\Tervatunet 1A – ETTER TILTAK.smi
Prosjekt: Tervatunet 1A
Sone: Heile bygget

Inndata lokal kjøling	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	Kjøling frå varmpumpe (lokal kjøling)
Kjølingen reguleres etter	Romlufttemperaturen
Settpunkttemperatur	22,0 °C
Maks, kapasitet	21 W/m ²
Konvektiv andel kjøling	0,50
Driftstid	24:00 timer drift pr døgn
Kjøling på helge/feriedager	Ja
Kjøling via vannbårent anlegg	Ja
Turtemperatur	13,0 °C
Returtemperatur	17,0 °C
Spesifikk pumpeeffekt	0,60 kW/(l/s)

10 PROSJEKTAVTALE



Høgskulen
på Vestlandet

sammen

AVTALE OM BACHELOROPPGÅVE ved HVL- Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap, Institutt for byggfag, Campus Førde

Dato: 02.04.2021

Oppgavetittel: Energieffektivisering og utvikling av studentbustader i Førde.

INVOLVERTE I OPPGÅVA:

Studentar:

Kristoffer Nordheim (prosjektleder)
Margunn Helleland
Erlend Austreim Giil

Samarbeidande verksemd (inkl. kontaktperson):

Studentsamskipnaden på Vestlandet

Kontaktpersonar:

Sverre Østvold (teknisk sjef)
E-post: sverre.ostvold@sammen.no
Tlf: 91307436

Tor Loftesnes Fardal (driftsansvarleg)

E-post: tor.fardal@sammen.no
Tlf: 900 60 252

Prosjektansvarleg:

Anne Sofie Handal Bjelland
E-post: anne.sofie.handal.bjelland@hvl.no
Tlf: 92216766

Styringsgruppe:

Tor Loftesnes Fardal (oppdragsgjevar) (Studentsamskipnaden på Vestlandet)

Anne Sofie Handal Bjelland (Rettleiar) (HVL)

REGLAR FOR GJENNOMFØRING OG BRUK AV RESULTATET:

Mellom studentane, HVL og Studentsamskipnaden på Vestlandet er det inngått følgjande avtale:

- 1) Høgskulen kan ikkje, overfor eventuell ekstern samarbeidspartnar, garantere sluttresultatet på eit studentprosjekt.
- 2) Ekstern samarbeidspartnar skal ha kopi av rapporten.
- 3) Oppgåveresultatet, med rapport, teikningar, modell, apparatur, program osv. er Studentsamskipnaden på Vestlandet sin eigedom. HVL sin bruk av resultatet/rapporten er avgrensa til undervisnings-, rekrutterings- og forskingsformål, og skal utøvast i forståing med Studentsamskipnaden på Vestlandet.
- 4) Studentane og ekstern samarbeidspartnar godkjenner at rapporten kan kopierast til andre. Det skal lagast internettpresentasjon av prosjektet. HVL har høve til å redigere og nytte informasjon frå denne presentasjonen.
- 5) Deler av rapporten som eventuelt skal vere unnateke offentlegheita, blir lagt i lukka vedlegg, og skal ikkje kopierast utan at det er henta inn særskilt avtale frå Studentsamskipnaden på Vestlandet.
- 6) Rettane til utnytting av resultatet kommersielt eller ved dagleg drift tilfell Studentsamskipnaden på Vestlandet.
- 7) Bebuarundersøking utarbeidast av studentane og Studentsamskipnaden på Vestlandet sendar ut bebuarundersøkinga til alle bebuarar i dei aktuelle studentbustadane på E-post.
- 8) Ved gjennomføring av bebuarundersøking skal Studentsamskipnaden på Vestlandet stille med deltakarpremie. Reglar for gjennomføring av trekning og premie avgjerast av Studentsamskipnaden på Vestlandet.
- 9) Studentane skal ha innsyn i relevant informasjon og dokumentasjon som Studentsamskipnaden på Vestlandet sit på under gjennomføring av prosjektet.

Reglane er aksepterte:

Dato:

Anne Sofie Handal Bjelland

Dato: 03.02.21

Kristoffer Nordheim
Kristoffer Nordheim

Dato: 18/2-2021

Pirett
Studentsamskipnaden på Vestlandet
Dato:

Dato: 03.02.21

Margunn Helleland
Margunn Helleland

Studentsamskipnaden på Vestlandet
Dato:

Dato: 03.02.21

Erlend A. Gull
Erlend Austreim Gull

12 KJELDER

- [1] Glamox, «GLAMOX 3001 TPA 0800W,» [Internett]. Available: <https://glamox.com/no/produkter/Glamox-3001-TPA/items/765082030>. [Funnen 03 2021].
- [2] NVE, «Praktisk veileder for energimerking,» 2013. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2013/veileder2013_05.pdf. [Funnen 3 2021].
- [4] Enova, «Hjelp til deg som skal kjøpe energieffektive vinduer,» 2012. [Internett]. Available: https://www.enova.no/upload_images/CB2B889C445B43E8A55E2E7C9C653518.pdf. [Funnen 03 2021].
- [5] Toshiba, «Service manual,» 03 2007. [Internett]. Available: <http://manualsac.com/toshiba-ras-13skvr-e-ras-13savr-e>. [Funnen 04 2021].

TIMELISTE - KRISTOFFER

	Veke 2		Veke 3		Veke 4		Veke 5		Veke 6		Veke 7		Veke 8		Veke 9		Veke 10		Veke 11	
DAG:	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar
Man	4,00	Planlegge bacheloroppgåva. Framdriftsplan, nettside, Teams	1,00	Tilgang FDV-portal	6,00	Møte med Saman. Vidare planlegging	5,00	Planlegging. Framdriftsplan. Tekningar. Prosjektskisse. Mølfomulering							4,00	Mail om møte. Teorikapittel i sluttrapport.			5,00	Problemstilling. Planlegging
Tir	4,00	Planlegge bacheloroppgåva. Framdriftsplan, nettside, Teams					6,00	Bebuarundersøking. Prosjektavtale. Planlegging							2,50	Mail til Saman. Utkast til mail om undersøking.			8,00	Møte med Tor Arild. Justere problemstilling
Ons							1,00	Mail til Saman			8,00	Bebuarundersøking. Forprosjekt rapport. Planlegging	3,00	Mail. Planlegge.					5,00	Justere problemstilling
Tor	2,00	Mail til Anne Sofie. Planlegge					3,00	Møte med Anne Sofie. Framdriftsplan. Planlegging	6,00	Befaring. Spørjeundersøking.	8,00	Bebuarundersøking. Forprosjekt rapport	4,00	Planlegging. Inspirasjonsinnhenting					5,00	Justere problemstilling
Fre	4,00	Mail til Saman. Møte med Anne Sofie. Planlegging.					2,00	Møte med saman om bebuarundersøking.	8,00	Spørjeundersøking. Diskutere løysingar.	12,00	Forprosjekt ferdig. Bebuarundersøking klar.	5,00	Møte med anne sofie. Problemstilling. Sluttrapport	2,50	Møte om forprosjekt rapport med Saman.	4,00	Møte med ny rettleiar. Avtale nytt møte. Face-inlegg.	2,00	Promotere Undersøking
Lør					2,00	Starta arbeid med prosjektavtale. Lese FDV-dok.														
Søn					5,00	Planlegging av kommande veke. Prosjektavtale. FDV-dok														
SUM	14,00		1,00		13,00		17,00		14,00		28,00		12,00		9,00		4,00		25,00	

	Veke 12		Veke 13		Veke 14		Veke 15		Veke 16		Veke 17		Veke 18		Veke 19		Veke 20		Veke 21	
DAG:	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar
Man	5,00	Teoridel. Problemstilling		Påske			6,00	Synfaring. Skrivning energieffektivisering	5,00	Skriving	8,00	Skriving							11,00	Finpusning av rapport. Levering av sluttrapport.
Tir	8,00	Spjke problemstilling med forskingsoppgåva. Forh. Presentasjon		Påske	6,00	Oppstart etter påske. Informasjonsheiting planlegging	5,00	Skriving	5,00	Skriving	8,00	Skriving								Lage presentasjon
Ons	2,00	Midtvegsprentasjon		Påske	5,00		5,00	Skriving	5,00	Skriving	12,00	Skriving								Lage presentasjon
Tor				Påske			3,00	Skriving	8,00	Skriving	14,00	Kom fram til tiltak. Skrivning					8,00	Skriving		Spele inn presentasjon
Fre				Påske	6,00	Etterisolering. Podcast. Planlegging	3,00	Skriving	5,00	Skriving	11,00	Luftmengd på aggregat. Skrivning					8,00	Skriving		Framføre presentasjon. + Utsperring
Lør				Påske			5,00	Skriving	1,00	Skriving	11,00	Skriving					8,00	Skriving og plakat		FEST
Søn				Påske			5,00	Skriving	6,00	Skriving. Planlegging	10,00	Skriving					8,00	Skriving og plakat		
SUM	15,00		0,00		17,00		32,00		35,00		74,00		0,00		0,00		32,00		11,00	

Totalt antall timer	353,00
----------------------------	---------------

TIMELISTE - ERLEND

	Veke 2		Veke 3		Veke 4		Veke 5		Veke 6		Veke 7		Veke 8		Veke 9		Veke 10		Veke 11	
DAG:	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar
Man	4,00	Planlegge osismeningsgjøve. Framdriftsplan, nettside.			3,00	Planlegging: møte med Tor og Sverre. Jobba med	4,00	Bebuundersøking, planlegging og diskusjon	6,00	Jobba med bebuundersøking			6,00	Teori i sluttrapport	4,00	Jobba med teoridel	5,00	Jobba med teoridel.		
Tir	3,50	framdriftsplan spørjeundersøking, møte					4,00	bebuundersøking, planlegging og diskusjon	6,00	og sett i reguleringsplan for området					5,00	Jobba med teoridel	6,00	Møte med Tor Arild og teori i sluttrapport		
Ons												6,50	Forprosjektrapport, bebuundersøking og				5,00	Problemstilling og teoridel		
Tor							3,00	Planlegging og bebuundersøking	5,50	bebuundersøking, befaring og reguleringsplan	5,00	Forprosjektrapport	5,00	prosjekteringsmal, breem in use, inspirasjon og sweco				5,00	Teoridel	
Fre	3,50	Møte med Anne Sofie. Jobba med nettside. Planlegging.			1,50	Les i tilstandsanalyses til Sweco	5,00	Møte med Saman. Planlegging og bebuundersøking	7,00	forprosjektrapport og	6,00	Forprosjektrapport og nettside	4,50	rapport, prosjekteringsmal og	2,50	Møte med Saman om forprosjektrapport. Teoridel	3,00	Møte med ny rettleiar Tor Arild. Facebook-innlegg.		
Lør																				
Søn																				
SUM	11,00		0,00		4,50		16,00		24,50		17,50		9,50		8,50		12,00		21,00	

	Veke 12		Veke 13		Veke 14		Veke 15		Veke 16		Veke 17		Veke 18		Veke 19		Veke 20		Veke 21	
DAG:	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar
Man	6,00	Teoridel og forskingsdel					8,00	Synfaring, skiving, excel og bebuundersøking	6,00	Utarbeida diagram i excel, og sluttrapport	8,00	Skriving rapport							12,00	Klargjering av sluttrapport og vedlegg
Tir	7,00	forskings spørsmål, teori og midtvegs presentasjon					9,00	Skriving rapport, excel, bebuundersøking	8,00	Bebuundersøking og luktproblematikk	6,00	Skriving rapport, planlegging							2,00	Klargjering av sluttrapport og vedlegg. Levere oppgåva
Ons	2,00	Midtvegs presentasjon			6,00	Bearbeida svara frå spørjeundersøkinga	4,00	Excel og skiving av rapport	8,00	Informasjon og sluttrapport	8,00	Skriving rapport, planlegging								
Tor					6,00	Spørjeundersøkinga og lest inspirasjon	8,00	Skriving rapport, excel, bebuundersøking	8,00	Skriving sluttrapport	12,00	Skriving rapport og damppjennomgangsbereking					5,00	Skriving og fikse kjelder		
Fre					6,00	Excel og bebuundersøking	4,00	Bebuundersøking, skiving av rapport	5,00	Befaring luftmengde og skiving sluttrapport	8,00	Skriving rapport					8,00	Skriving og fikse kjelder		
Lør							5,00	Bebuundersøking, skiving av rapport	4,50	Sluttrapport skiving	8,00	Skriving sluttrapport/vedlegg og fiksa kjelder					8,00	Skriving og klargjering		
Søn							4,00	Bebuundersøking, skiving av rapport	5,00	Skriving sluttrapport, teori, føreord og ventilasjon	10,00	Skriving sluttrapport/vedlegg og fiksa kjelder					8,00	Skriving og klargjering		
SUM	15,00		0,00		18,00		42,00		44,50		60,00		0,00		0,00		29,00		14,00	

Totalt antall timer	347,00
----------------------------	---------------

TIMELISTE - MARGUNN

	Veke 2		Veke 3		Veke 4		Veke 5		Veke 6		Veke 7		Veke 8		Veke 9		Veke 10		Veke 11	
DAG:	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar
Man	4,00	Planlegge bacheloroppgave. Prosjektbeskrivelse, team og forprosjekt			3,00	Planlegging av møte. Møte med Saman. Referat. Planlegging.	4,00	Framdriftsplan. Mål. Forprosjektrapport.					6,00	Teoridel i sluttrapport.					5,00	Teoridel i sluttrapport.
Tir	3,50	Førebuing til møte, spørveundersøkelse og framdrift					4,00	Simien. Forprosjektrapport.											6,00	Teoridel i sluttrapport. Møte med Tor Arlid.
Ons												6,50	Forprosjektrapport. Arbeidsfordeling.						5,00	Problemtstilling, forskingsoppsmål og avgrensing
Tor							10,00	Møte med Anne Sofie + framdriftsplan + Revit	5,00	Forprosjektrapport	5,00	Forprosjektrapport	3,00	Planlegging + inspirasjonsinnhenting					5,00	Justering problemstilling etter rettleiar sine korreksjonar
Fre	3,00	Møte med Anne Sofie, og avklaringar rundt veien vidare. Møteinnkalling og møtestadar					8,00	Møte med saman angående bebuunders. o.l. + Revit	5,00	Forprosjektrapport og bebuundersøkelse	6,50	Forprosjektrapport og nettside	5,00	Møte med Anne Sofie + inspirasjonsinnhenting	2,50	Møte om forprosjekt med Saman.	4,00	Møte med ny rettleiar, facebookinnlegg.		
Lør																				
Søn					2,00	Leser i tilstandsanalyse frå Sweco														
SUM	10,50		0,00		5,00		26,00		10,00		18,00		8,00		8,50		4,00		21,00	

	Veke 12		Veke 13		Veke 14		Veke 15		Veke 16		Veke 17		Veke 18		Veke 19		Veke 20		Veke 21	
DAG:	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar	Timer	Kommentar
Man	5,00	teorikapittel og forskingsoppsmål.					7,00	Synfaring, info til simien	5,50	Simien, sluttrapport									12,00	Skrive i sluttrapport
Tir	7,00	Problemtstilling, f. spørsmål, midtveispresentasjon					10,00	Planlegge framdrift. Sluttrapport. Simien	9,50	Simien, sluttrapport	10,00	Val av tiltak. Planlegge. Skrive i sluttrapport							2,00	Skrive i sluttrapport
Ons					6,00	Finne informasjon til Simien	6,00	Sluttrapport og simien	9,00	Simien. Hjelp av Tor Arlid.	10,00	Skrive i sluttrapport								
Tor					7,00	Finne informasjon til Simien	8,00	Hjelp av Tor Arlid. Sluttrapport og simien	9,00	Simien. Hjelp av Tor Arlid. Sluttrapport.	8,00	Skrive i sluttrapport			10,00	Skrive i sluttrapport				
Fre					6,00	Finne informasjon til Simien	8,00	Simien	8,00	Finne lufte mengd på aggregat. Forskingsoppsmål	12,00	Skrive i sluttrapport			8,00	Skrive i sluttrapport				
Lør							3,00	Simien	4,00	Sluttrapport	9,00	Skrive i sluttrapport			8,00	Skrive i sluttrapport				
Søn					1,00	Lage dokument for informasjon som skal hentast på synfaring	3,00	Finne ut ventetidsmengder etter TEK 97	3,00	Sluttrapport	12,00	Skrive i sluttrapport			12,00	Skrive i sluttrapport				
SUM	12,00		0,00		20,00		45,00		48,00		61,00		0,00		0,00		38,00		14,00	

Totalt antall timar	349,00
----------------------------	---------------



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgåve

HO2-300

Predefinert informasjon

Startdato:	12-05-2021 12:00	Termin:	2021 VÅR
Sluttdato:	25-05-2021 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgåve		
SIS-kode:	203 HO2-300 1 O 2021 VÅR		
Intern sensor:	Tor Arild Segtnan		

Deltaker

Naun:	Kristoffer Nordheim
Kandidatnr.:	227
HVL-id:	580582@hul.no

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	20197
----------------------	-------

Egenerklæring *: Ja

Inneholder besvarelsen Nei
konfidensielt
materiale?:

Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Gruppe

Gruppenavn: Energieffektivisering og utvikling av studentbustadar i Førde
Gruppenummer: 6
Andre medlemmer i gruppen: Margunn Helleland, Erlend Austreim Gjøil

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei