



Universitetet  
i Stavanger

## DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

### BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Bygg/Konstruksjonsteknikk	Vårsemesteret 2023 Åpen/Konfidensiell
Forfattere: Sander Nevland Lie og Martin Hissingby Larsen	
Fagansvarlig: Guillermo Rojas Orts, Uis Veileder(e): Håkon Eggebø, Multiconsult	
Tittel på bacheloroppgave: Hvordan redusere energiforbruket til Grødem Kirke? Engelsk tittel: How to reduce the energy consumption of Grødem Kirke?	
Studiepoeng: 20	
Emneord: Bacheloroppgave i Bygg-Konstruksjonsteknikk  BYGKBAC-1	Sidetall: 77 +vedlegg/annet: 153  Stavanger, 10 Mai 2023 dato/år

## **Forord**

Først og fremst ønsker vi å takke Håkon Eggebø for bistand i form av innføring i programmet *simien* og generell veiledning av oppgaven. Vi ønsker å takke Guillermo Rojas Orts for veiledning i oppstartsfasen. Vi ønsker også å takke entreprenør byggmester tunge med supplering av tegninger og skjemaer som har gjort oppgaven mer overkommelig. Sist, men ikke minst ønsker vi å takke personalet på Grødem kirke for informasjon, fleksibilitet, befaringer og muligheten til å skrive denne oppgaven om deres bygg.

Mai 2023

Sander Nevland Lie og Martin Hissingby Larsen

*Dette er kun en akademisk oppgave og kan ikke under noen omstendigheter brukes i profesjonell sammenheng.*

## Innholdsliste

Forord .....	2
Figuroversikt .....	6
Tabelloversikt .....	8
<b>1 Innledning .....</b>	<b>10</b>
1.1 Bakgrunn for oppgaven .....	10
1.2 Bakgrunn for problemstilling .....	11
1.3 Problemstilling .....	11
1.4 Oppgavens omfang og avgrensing .....	12
<b>2. Teori og Litteratur .....</b>	<b>13</b>
2.1 Byggeteknisk forskrift .....	13
2.2 Byggeteknisk forskrift 1997 .....	15
2.3 Kuldebroer .....	15
2.4 U-verdier .....	15
2.5 Tiltaksmetoden .....	16
2.6 Simien .....	16
2.7 SD-anlegg .....	16
2.8 Praktisk veileder for energimerking .....	17
2.9 Relevante Standarder .....	18
<b>3. Beskrivelse av bygget .....</b>	<b>19</b>
3.1 Utgangspunkt for beskrivelse .....	19
3.1.1 Informasjonsgrunnlag .....	19
3.1.2 Generell informasjon .....	19
3.2 Utforming og Størrelse .....	20
3.3 Plassering .....	23
3.4 Bæresystem .....	24
3.5 Yttervegger .....	25
3.5.1 Trevegger .....	25
3.5.2 Betongvegger .....	25
3.6 Konstruksjon Mot Grunn .....	26
3.7 Tak .....	26
3.8 Vinduer og Dører .....	27
3.9 Detaljer og Overganger .....	29
3.10 Kuldebroer .....	29
3.11 Ventilasjon .....	30
3.12 Oppvarming .....	31

3.13 SD-anlegg.....	32
<b>4 Simien Modell .....</b>	<b>33</b>
4.1 Utgangspunkt for modell.....	33
4.2 Bygningskategori .....	34
4.3 Område.....	34
4.4 Soneinndeling .....	35
4.5 Vegger.....	36
4.6 Gulv.....	36
4.7 Tak .....	36
4.8 Vindu og dør .....	37
4.9 Oppvarming.....	38
4.10 Ventilasjon.....	38
4.11 Internlast .....	40
4.12 Tabeller inndata.....	41
4.13 Feilkilder og usikkerhet .....	43
<b>5 Energiforbruk .....</b>	<b>44</b>
5.1 Utgangspunkt for metode .....	44
5.2 Styring av oppvarming/ventilasjon.....	45
5.3 Værforhold .....	48
5.4 Målt energiforbruk .....	49
5.5 Middeltemperatur og målt energiforbruk .....	53
<b>6 Resultater .....</b>	<b>54</b>
6.1 Resultater Simien års simulering.....	54
6.2 Beskrivelse av resultater .....	58
<b>7 Tiltak.....</b>	<b>58</b>
7.1 Metode .....	58
7.2 Tiltak .....	59
7.3 Resultater tiltak scenario 1.....	61
7.4 Inndata/evaluering mot byggetekniske forskrifter scenario 1.....	63
7.5 Resultater scenario 2.....	64
7.6 Inndata/Evaluering mot byggetekniske forskrifter (TEK 17) .....	67
7.7 Resultater scenario 3.....	67
7.8 Resultater scenario 1 (kun bygningskropp).....	70
7.9 Resultater scenario 2 (Kun bygningskropp).....	71
<b>8 Diskusjon .....</b>	<b>72</b>
8.1 Resultat.....	72

<b>9 Konklusjon .....</b>	<b>76</b>
9.1 Videre arbeid .....	77
<b>10 Referanseliste.....</b>	<b>78</b>
<b>11 Vedlegg .....</b>	<b>79</b>

## **Figuroversikt**

<i>Figur 1 Bilde av Grødem kirke.....</i>	<i>10</i>
<i>Figur 1 Fasade Sør.....</i>	<i>20</i>
<i>Figur 2 Fasade Nord.....</i>	<i>20</i>
<i>Figur 3 Fasade Vest.....</i>	<i>20</i>
<i>Figur 4 Fasade Øst .....</i>	<i>20</i>
<i>Figur 5 Innvendig bærende betongsøyle.....</i>	<i>21</i>
<i>Figur 6 Innvendig perspektivbilde.....</i>	<i>21</i>
<i>Figur 7 Soneinndeling illustrasjon.....</i>	<i>21</i>
<i>Figur 9 Oversiktsbilde 1.....</i>	<i>23</i>
<i>Figur 10 Oversiktsbilde 2.....</i>	<i>23,34</i>
<i>Figur 11 Del av takets bærekonstruksjon.....</i>	<i>24</i>
<i>Figur 12 Vertikalt snitt kjøkken.....</i>	<i>29</i>
<i>Figur 13 Vertikalt snitt menighetssal.....</i>	<i>29</i>
<i>Figur 14 Horisontale detaljer overganger.....</i>	<i>29</i>
<i>Figur 15 Kuldebro sone 1.....</i>	<i>30</i>
<i>Figur 16 Kuldebro sone 1.....</i>	<i>30</i>
<i>Figur 17 Teknisk rom.....</i>	<i>31</i>
<i>Figur 18 Status ventilasjonsanlegg.....</i>	<i>31,35</i>
<i>Figur 19 Soneinndeling tak.....</i>	<i>37</i>
<i>Figur 20 Grødem kirke ventilasjon.....</i>	<i>39</i>
<i>Figur 21 Internlast (belysning) kirkerom.....</i>	<i>40</i>
<i>Figur 22 AMS måler.....</i>	<i>44</i>
<i>Figur 23 Oversikt sone EM-systemer webportal.....</i>	<i>45</i>
<i>Figur 24 Styring av oppvarming og ventilasjon 28.03.2023(EM-systemer web portal for Grødem kirke-2023) (13).....</i>	<i>46</i>
<i>Figur 25 Energiforbruk 28.03.2023(EM-systemer web portal for Grødem kirke-2023) (13).....</i>	<i>47</i>
<i>Figur 26 Middelttemperatur grafert.....</i>	<i>48</i>
<i>Figur 27 Energiforbruk 2017.....</i>	<i>49</i>
<i>Figur 28 Energiforbruk 2018.....</i>	<i>49</i>
<i>Figur 29 Energiforbruk 2019.....</i>	<i>50</i>

<i>Figur 30 Energiforbruk 2020.....</i>	<i>50</i>
<i>Figur 31 Energiforbruk 2021....</i>	<i>50</i>
<i>Figur 32 Energiforbruk 2022....</i>	<i>51</i>
<i>Figur 33 Energiforbruk 2017-2022.....</i>	<i>52</i>
<i>Figur 34 Middeltemperatur/energiforbruk....</i>	<i>53</i>
<i>Figur 35 Årlig energibudsjett.....</i>	<i>55</i>
<i>Figur 36 Levert energi til bygningen.....</i>	<i>56</i>
<i>Figur 37 Varmebudsjett.....</i>	<i>57</i>
<i>Figur 38 Månedlig netto energibehov.....</i>	<i>57</i>
<i>Figur 39 Årlig energibudsjett scenario 1.....</i>	<i>61</i>
<i>Figur 40 Levert energi til bygningen scenario 1.....</i>	<i>62</i>
<i>Figur 41 Varmetapsbudsjett scenario 1.....</i>	<i>62</i>
<i>Figur 42 Månedlig netto energibehov scenario 1.....</i>	<i>63</i>
<i>Figur 43 Årlig energibudsjett scenario 2 .....</i>	<i>65</i>
<i>Figur 44 Levert energi til bygningen scenario 2.....</i>	<i>65</i>
<i>Figur 45 Varmetapsbudsjett scenario 2.....</i>	<i>66</i>
<i>Figur 46 Månedlig netto energibehov scenario 2.....</i>	<i>66</i>
<i>Figur 47 Årlig energibudsjett scenario 3.....</i>	<i>68</i>
<i>Figur 48 Levert energibudsjett scenario 3.....</i>	<i>68</i>
<i>Figur 49 Varmetapsbudsjett scenario 3....</i>	<i>69</i>
<i>Figur 50 Månedlig netto energibehov scenario 3....</i>	<i>69</i>
<i>Figur 51 Levert energi til bygningen scenario 1(kun bygningskroppen)....</i>	<i>70</i>
<i>Figur 52 Levert energi til bygningen scenario 2(kun bygningskroppen)....</i>	<i>71</i>
<i>Figur 53 Grafert energibehov scenarioer....</i>	<i>72</i>
<i>Figur 54 Sammenligning netto levert energi....</i>	<i>75</i>

## **Tabelloversikt**

*Tabell 1 Pålitelighetsklasser for byggverk.....13*

*Tabell 2 U-verdier.....14*

*Tabell 3 Summerte verdier romskjema.....22*

*Tabell 4 Yttervegger av tre....25*

*Tabell 5 Yttervegger av betong....25*

*Tabell 6 Gulv mot grunn....26*

*Tabell 7 Tak....27*

*Tabell 8 Oppsummering av dør- og vindu skjema....28*

*Tabell 9 Oversikt varmeovner....32*

*Tabell 10 Inndata 1 ....41*

*Tabell 11 Inndata 2....41*

*Tabell 12 Inndata 3....41*

*Tabell 13 Inndata bygning ....42*

*Tabell 14 Inndata klima....42*

*Tabell 15 Inndata energiforsyning....42*

*Tabell 16 Inndata ekspertverdier....42*

*Tabell 17 tidsplaner 28.03.2023-29.03.2023(EM-systemer web portal for Grødem kirke, 2023)(13)....46*

*Tabell 18 Middeltemperatur 2017-2022....48*

*Tabell 19 Årlig energiforbruk 2017-2022....52*

*Tabell 20 Gjennomsnittlig energiforbruk....52*

*Tabell 21 Energibudsjett....54*

*Tabell 12 Levert energi til bygningen....54*

*Tabell 23 Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder....54*

*Tabell 24 Tiltaksoversikt.....59*

*Tabell 25 Tiltaksoversikt bygningskropp....60*

*Tabell 26 Energibudsjett scenario 1....61*

*Tabell 27 Evaluering av resultater scenario 1....63*



*Tabell 28 Minstekrav TEK17 scenario 1....63*

*Tabell 29 Krav passivhus fra NS...64*

*Tabell 30 Energibudsjett scenario 2....64*

*Tabell 31 Evaluering mot TEK17 scenario 2....67*

*Tabell 32 Minstekrav TEK17 scenario 2....67*

*Tabell 23 Energibudsjett scenario 3....67*

*Tabell 34 Energibehov scenarioer....72*

*Tabell 35 Energibehov prosent scenarioer....73*

*Tabell 36 Netto levert energi sammenligning....74*

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for oppgaven

Viktigheten av å bygge energieffektive konstruksjoner og vite hvilke tiltak som kan benyttes på eldre bygg for å forbedre energiforbruket er sentralt i en klimanøytral og bærekraftig fremtid innenfor byggebransjen.

Spesielt dette med å forbedre eldre bygg til å bli mer energieffektive har blitt svært aktuelt grunnet stigende strømpriser som påvirker mange. Energiforbruket til bygninger har blitt mer attraktivt å se på grunnet de høye strømprisene, og denne oppgaven er intet unntak. Generelt har oppmerksomheten rundt energieffektivitet blitt mer og mer viktig for alt fra store bedrifter til den vanlige mannen i gata.

Samtidig utvikler de byggetekniske forskriftene seg stadig mot høyere krav om energieffektivitet. Eksempler på dette er overgangen fra TEK97 til TEK 10 og deretter til TEK 17.

Nedenfor er det vedlagt Figur 1 Bilde av Grødem Kirke som oversiktsbilde av kirken oppgaven omhandler.



Figur 1 Bilde av Grødem kirke

## **1.2 Bakgrunn for problemstilling**

Det siste året har vært preget av Inflasjon, mindre kjøpekraft og sist, men ikke minst en rekordstor pris stigning i pris per KWh strøm. Strømregningen til folk flest har skutt til værs. I Norge har vi i alle år vært bortskjemt med hvor billig strøm er, sammenlignet med resten av verden. Slik, er det ikke nå lenger, og det fikk Grødem Kirke merke. Kirken tok kontakt med Universitet I Stavanger, for tips og råd om hvordan å presse ned strømregningen igjen. Universitet så det passende å la dette undersøkes i en akademisk oppgave, som da blir denne bacheloroppgaven.

## **1.3 Problemstilling**

### ***Hvordan redusere energiforbruket til Grødem Kirke?***

Oppgaven har som formål å redusere energiforbruket til Grødem Kirke, og finne ut hvilke tiltak som kan iverksettes for å oppnå dette målet. Hovedsakelig benyttes en energiberegning av bygget som utgangspunkt sammen med det faktiske energiforbruket over fem tidligere år for å danne et grunnlag for eventuelle tiltak.

Modellen som er brukt til energiberegning er modellert etter innhentet informasjon fra entreprenør og egne undersøkelser av bygget for å bekrefte korrekt inndata i energiberegningene. Der informasjon ikke har vært tilgjengelig har det blitt tatt utgangspunkt i TEK 97 sine minstekrav, som var gjeldende ved oppføringen av bygget. Det foreligger ingen dispensasjoner som viser at løsninger utenom kravene i TEK 97 er brukt.

Omfanget av oppgaven omhandler i all hovedsak hele bygget, og vi tenker innovativt i forhold til eventuelle tiltak som kan benyttes for å redusere energiforbruk. Den vesentlige arkitekturen setter derimot noen grenser for hva som er fysisk mulig å utføre viss man ønsker å bevare kirkens visuelle integritet.

Oppgaven tar utgangspunkt i Grødem Kirke i Randaberg kommune, og beregninger knyttet til området vil derfor være avgrenset. Derimot vil mange av de konstruksjonsmessige beregningene være aktuelle for andre bygg oppført i samme periode.

#### 1.4 Oppgavens omfang og avgrensning

Bygg som blir prosjektert og bygd i Norge, har som krav å følge bestemmelsene til den gjeldende byggetekniske forskriften. En byggeteknisk forskrift inneholder lover, regler og rammer som kreves av bygget ditt for å få byggetillatelse. Forskriften omfavner som sagt hele bygget, men vi vil konsentrere oss om bestemmelsene gjeldende krav til isolasjon, u-verdier samt energirammer. Når Grødem Kirke ble bygget, var den gjeldende forskriften “forskrift om krav til byggverk for 1997”, bedre kjent som TEK 97. Med tanke på at vi har denne informasjonen, vet vi allerede en del angående byggets detaljer og evner til å holde på energi. Hvis vi ikke har fått tilstrekkelig informasjon fra tegningene vi har fått overlevert, antar vi minstekrav oppgitt i TEK 97. Hvis noe er antatt, vil da forskriften refereres til.

I forskriften (Forskrift om krav til byggverk, 1997, § 8 – 2)(1) står det at

*«Byggverk med installasjoner skal utføres slik at det fremmer lavt energi- og effektbehov som ikke overskrider de rammer som er satt i dette kapittel. Energibruk og effektbehov skal være slik at krav til forsvarlig innemiljø sikres. Byggverket og dets installasjoner skal utføres slik at kjølebehovet blir minst mulig og slik at det ikke oppstår et unødvendig kjøle behov».*

I denne sammenhengen, er det relevant å se på forskriftens paragraf om varmeisolering. Varmetap er et prekært punkt for å beregne energiforbruket til et bygg.

## 2. Teori og Litteratur

### 2.1 Byggeteknisk forskrift

Uavhengig av hvor, når eller hva man bygger i Norge skal man følge den gjeldene byggetekniske forskriften, formålet er: «Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.» (Byggeteknisk forskrift, 2017, §1-1)(2). Forskriften blir stadig utarbeidet og revidert for å forbedre byggeregler og redusere kostnader, samt arbeide mot mer energieffektive bygninger. Seneste og gjeldende versjon av byggeteknisk forskrift er TEK 17 som trådte i kraft i 2017 og erstattet den tidligere TEK 10. Med tanke på de byggetekniske forskriftene er det svært aktuelt å benytte dette for å verifisere eller hente ut informasjon rundt krav om energieffektivitet og energikrav. I forhold til TEK 97 er de gitte kravene lavere enn de nye forskriftene som stadig utvikler seg. Verdier som for eksempel U-verdi for bygningsdeler har blitt innskjerpet i overgangen fra de eldre til nyere TEK forskrifter. Ved å senke U-verdien til bygningsdeler vil man oppnå en tettere bygningskropp som igjen vil lede til mindre lekkasje av varme gjennom bygningsdelen. I all hovedsak vil dette gi en mer energieffektiv bygningskropp.

Forskriften TEK 97 er inndelt i forskjellige kapitler som beskriver kravene som må overholdes rundt byggetekniske detaljer. I de nye forskriftene er det et tydeligere skille mellom forskjellige bygningskategorier enn i TEK 97, hvor kun generelle krav om energirammer er gjengitt uavhengig av bygningskategorien. Det er derimot gitt forskjellige pålitelighetsklasser som beskriver den mulige konsekvensen av brudd i en konstruksjon eller er konstruksjonsdel med tanke på skade på mennesker, dyr og uakseptabel forandring i miljø samfunn. Nedenfor er det gjengitt de generelle kravene i TEK 97 for pålitelighetsklasser. TEK 97 forskriften er benyttet for rammer og krav gitt rundt denne oppgaven. Nedenfor er det vedlagt tabell 1 Pålitelighetsklasser for byggverk (Forskrift om krav til byggverk, 1997, § 7- 31)(1).

Tabell 3 Pålitelighetsklasser for byggverk (1)

Tabell: Pålitelighetsklasser for byggverk

Pålitelighetsklasse	Konsekvens
1	liten
2	middels
3	stor
4	særlig stor

Sikkerhetskrav og tilhørende krav til kontroll av prosjektering, grunnforhold, materialer, produkter, utførelse, tilstand, bruk og vedlikehold for ulike kategorier byggverk inkl. byggegrunn differensieres etter pålitelighetsklasse.

Videre er gjengitt de generelle kravene til U-verdi for forskjellige bygningsdeler gitt i tabell 2 U-verdier. Dette kravet er satt som største gjennomsnittlige U-verdi for bygningsdelen. (Byggeteknisk forskrift 1997, § 8-21)(1).

Tabell 4 U-verdier

Bygningsdel	Innetemperatur og varmegjennomgangskoeffisient (W/m <sup>2</sup> K)			
	T 20 °C	15 °C T < 20 °C	10 °C T < 15 °C	0 °C T < 10 °C
Yttervegger <sup>1)</sup>	0,22	0,28	0,40	0,60
Tak, gulv på grunn og mot det fri	0,15	0,20	0,30	0,60
Gulv mot uoppvarmet rom	0,30	0,40	0,50	0,60
Vinduer <sup>2)</sup> , dører	1,60	2,00	2,50	3,00
Glassvegger og glasstak	2,00	2,00	3,00	3,00

<sup>1)</sup> Yttervegger i uoppvarmet kjeller kan ha U 0,8

<sup>2)</sup> Vinduer i yrkesbygg kan ha U = 2,0 for T 20 °C

Forskriften stiller også krav til tetthet (Byggeteknisk forskrift, 1997, § 8 – 22)(1), se vedlagt:

*«Bygninger skal være så tette at effekten av varmeisoleringen ikke reduseres ved utilsiktet luftgjennomstrømning».*

*«Fukt skal ikke kunne trenge inn og redusere bygningsdelenes varmeisolerende yteevne eller forringe bygningens levetid».*

*«Bygninger skal være så tette at inneklimate ikke påvirkes negativt og slik at det ikke oppstår sjenerende trekk».*

Dermed blir eventuelle verdier for lekkasjetall antatt etter kunnskap og målinger av bygg i samme byggeperiode der målinger er utført i nyere tid.

Som nevnt tidligere, hvis informasjon eller observasjon som tilsier noe annet ikke er funnet/oppgitt, så antar vi at krav § 8 – 22 Tetthet er ivaretatt.

Der U-verdi for gitt bygningsdel ikke er beregnet etter bygg forsk (Byggforskserien, 2018, 471.008)(3), er det brukt største gjennomsnittlige U-verdi gitt i tabellen ovenfor. Dermed blir eventuelle verdier for lekkasjetall antatt etter kunnskap og målinger av bygg i samme byggeperiode der målinger er utført i nyere tid.

## 2.2 Byggeteknisk forskrift 1997

Den byggetekniske standarden fra 1997(TEK 97) er gjeldene for bygget i denne oppgaven. Sett i sammenheng med senere utgitte byggetekniske forskrifter er kravene noe lavere med tanke på og gjennomsnittlig U-verdi. Alminnelige for forskriften er følgende:

*«Forskriften er gitt til gjennomføring og utfylling av bestemmelsene i plan- og bygningsloven av 14. juni 1985 nr. 77 og for gjennomføring av Norges forpliktelser etter EØS-avtalen for krav til byggverk og produkter til byggverk».* (Byggeteknisk forskrift, 1997, §1-1)(1).

Forskriften er gjeldende for alle byggverk inkludert landbruk, anlegg, konstruksjon og fritidsboliger inkludert garasjer og uthus. Standarden ble publisert i 1997.

## 2.3 Kuldebroer

Ulike materialer har ulike evner til å transportere varme. For eksempel leder betong eller stål mer effektiv varme enn bygningsdeler laget av tre. Videre vil tre lede varme bedre enn isolasjon. I en typisk yttervegg laget av bindingsverk av tre vil treverket lede mer varme enn isolasjonen. Dette er en såkalt kuldebro. Kuldebroer kan oppstå på grunn av forskjellige faktorer som for eksempel dårlig isolering, ujevne overflater eller gjennomgående konstruksjonsdetaljer. Kuldebroer kan forbedres ved å isolere bedre, tette glipper og sprekker, benytte kuldebro brytere, eller benytte materialer med lavere varmekonduktivitet.

I de nyere byggetekniske forskriftene finnes det krav om største gjennomsnittlige verdi for kuldebroer. Dette for å hindre unødvendig energiforbruk for å opprettholde ønsket temperatur innvendig. Kuldebroer kan også skape dårlig inn klima og problemer med kondens. Derimot gjengir ikke den byggetekniske forskriften fra 1997 noen verdi for krav om minste gjennomsnittlige verdi for kuldebroer. Det er derimot mulig å beregne generelle kuldebroverdi i spesifikke tilfeller ved bruk av standarder.

## 2.4 U-verdier

Rent teknisk beskrives U-verdi som hvor mye varmestrømning som passerer en kvadratmeter vindu, dør, vegg eller hvilken som helst bygningsdel ved en temperatur forskjell på en grad celsius. Kort fortalt vil en lavere U-verdi gi bedre varmeisolasjon. Høyere U-verdi vil slippe gjennom mer varme, og deretter lede til ett større energibehov for å opprettholde ønsket inne temperatur. Den tekniske byggeforskriften fra 1997 gjengir største gjennomsnittlige U-verdi for bygningsdeler. Eventuelle beregninger som er gjennomført for å finne korrekt U-verdi er det brukt Byggforskseriens anbefalinger og retningslinjer rundt beregningene.

## 2.5 Tiltaksmetoden

Tiltaksmetoden omfattes som en rekke måter og teknikker for å sørge for at bygg blir vedlikeholdt, konstruert og forbedret på en effektiv og bærekraftig måte. I TEK 10 beskrives tiltaksmetoden som:

*«Tiltaksmetoden handler i prinsippet om å oppfylle en serie enkelttiltak. Dersom samtlige tiltak er oppfylt er forskriftskravet å anse som tilfredsstillt.».* (Byggeteknisk forskrift, 2010, §14-5) (16).

Denne oppgaven setter ut til å redusere energiforbruket til Grødem kirke, og derfor er det aktuelt å se på energibesparende tiltak. Energibesparende tiltak omfatter for eksempel, etterisolering, forbedre tettheten, eller tilføre energi i form av fornybar energi. Det finnes en rekke tiltak som kan iverksettes for å senke energiforbruket, men det må tas hensyn til bygningen spesifikke behov og egenskaper. Det blir derfor i denne oppgaven vurdert forskjellige tiltaksmetoder som skal oppfylle krav i valgt forskrift for tiltaket. Dette blir evaluert gjennom simuleringer.

## 2.6 Simien

Simien er et av Norges ledende programvare for beregning av energibruk og inneklima. Programmet er norskutviklet, tilpasset norsk byggeskikk og evaluerer mot byggeforskrifter, energimerkeordningen og standarder for klimaambisiøse bygg(simien/produkt)(4). Simien passer for alle som utfører energianalyser. Dette er et Windows basert program som bygger på NS3031:2014. Simien benytter en dynamisk beregningsmetode fra NS3031:2014, og er kalibrert i henhold til NS15265:2007. Programmet kan også evaluere mot TEK 17 og tidligere byggeforskrifter. Samtidig er programmet svært allsidig og kan simulere inneklima, oppvarming, kjøling og ventilasjon(simien/produkt)(4). Dette er programmet som ble benyttet for simuleringene utført i denne oppgaven.

## 2.7 SD-anlegg

EM systemer produserer SD-anlegg (sentral driftsstyring) for overvåkning og styring av varme, ventilasjon og andre tekniske installasjoner til bygg. Dette systemet er benyttet i Grødem Kirke som styrings system for varme og ventilasjon. Systemet styrer oppvarming og ventilasjon trådløst i henhold til satte tidsplaner. Vesentlig for dette programmet er at det kan hentes ut historikk på energibruk knyttet til oppvarming og ventilasjon. Dette vil gi en oversikt over energiforbruket over lengre tid, og en oversikt over hendelser som er spesielt energikrevende. Systemet har blant annet et kommunikasjonsgrensesnitt knyttet opp mot nettselskapenes AMS-måler. Ved hjelp av trådløs styring kan systemet starte både oppvarming og ventilasjon automatisk. Systemet kan også tvangs startes trådløst ved behov. Dette er svært nyttig spesielt ved feilsøking eller kontroll av oppvarming og ventilasjons funksjonene.



## 2.8 Praktisk veileder for energimerking

Energimerkeordningen er en ordning som gir informasjon om hvor energieffektiv en bygning er. Ordningen ble innført i 2010 som for å øke energieffektiviseringen og fremme bærekraftig energibruk i bygg. Energimerkeordningen er obligatorisk ved salg av bygninger og gir mulige kjøpere informasjon om bygningens energieffektivitet. En energirådgiver utfører energimerkingen og gir en karakter fra A til G, der A betyr mest energieffektiv og G minst energieffektiv. Dette gir et enkelt og oversiktlig system for å sammenligne bygningers energieffektivitet.

«*Praktisk veileder for energimerking*» er ment å fungere som en veiledning for energimerking av bygninger, og ble produsert av Norsk vassdrags- og energidirektorat i 2013. Veiledningen tar i bruk beregningsmetodene i NS3031 (NVE, 2015)(7) og gir en helhetlig forståelse av hvordan man kan utføre energimerking av bygninger for å øke bevisstheten om energibruk og identifisere tiltak som kan gi mer energieffektive bygninger. Energimerkeforskriften ble innført i 2010 og er hjemlet i Energiloven med formål om å fremme energieffektivisering og bærekraftig energibruk i bygninger, forskriften sier (Energimerkeforskriften for bygninger, 2010, §1)(5):

«*Forskriften skal bidra til å sikre informasjonen til markedet om boliger, bygningers og tekniske anleggs energitilstand og mulighetene for forbedring, for derigjennom å skape større interesse for konkrete energieffektiviseringstiltak konkrete tiltak for omlegging til fornybare energikilder og gi en riktigere verdisetning av boliger og bygninger skal selger eller leies ut. energivurdering av kjeler og klimaanlegg skal bidra til at slike anlegg fungerer effektivt og med minimal miljøbelastning*» (5)

Veiledningen er relevant for alle som ønsker å energi-beregne et bygg. Den gir et dypt innblikk i hva som kreves ved en energiberegning, og hvordan den skal utføres.

Veiledningen er delt inn i fire hoveddeler, der første del omhandler forarbeid. Andre del inneholder informasjonsinnhenting. Tredje del omhandler bearbeiding av informasjon og utarbeidelse av modell. Siste del omhandler avslutning og overlevering. Spesielt de tre første hoveddelene er svært relevante for arbeidet med energiberegninger i denne oppgaven.

## 2.9 Relevante Standarder

Det er viktig å benytte relevante standarder for å sikre at metodikken og resultatene er pålitelige og etterprøvbare. Standardene kan for eksempel omfatte metoder for energimerking av bygninger, måling og verifisering av energieffektivitetstiltak, og krav til byggteknisk forskrift. Ved å benytte disse standardene kan man sikre at arbeidet utføres på en systematisk og pålitelig måte, og at resultatene kan sammenlignes med andre studier på samme område. Det vil være essensielt å forstå og anvende relevante standarder og retningslinjer i oppgaven for å kunne gi gode anbefalinger for å redusere energiforbruket til Grødem kirke.

«NS3031 er den norske standarden for bygningers energiytelse, beregning av energibehov og energiforsyning. Standarden inneholder både metode, normerte inndata for beregning og dokumentasjon av bygningers energiytelse» beskriver Standard Norge på sine nettsider (Standard Norge, 2021)(6). Denne standarden er knyttet opp mot europeiske standarder, og gir et komplett overblikk over krav og beregningsmetoder innen energiytelse, energibehov og energiforsyning. Både Simien og tidligere nevnt praktisk veileder for energimerking benytter denne standarden som referansepunkt for evaluering og gjennomføring. Standarden er for tiden trukket tilbake grunnet nye felles europeiske standarder, men den er fortsatt gjeldene for kontroll opp mot TEK 17 (Standard Norge, 2021)(6). Med andre ord er denne standarden ryggraden til denne oppgaven med tanke på teori, metode og gjennomføring.

### 3. Beskrivelse av bygget

#### 3.1 Utgangspunkt for beskrivelse

##### 3.1.1 Informasjonsgrunnlag

For å kunne utarbeide en beskrivelse for å legge til grunn for en Simien modell, kreves det mye informasjon om bygget. Informasjonen er innhentet på tre forskjellige måter:

1. Prosjekterings/arbeidstegninger-tegninger fra Byggmester Tunge.
2. Kommunikasjon med entreprenører som har utført arbeid på byggverket.
3. Befaring og observasjoner på stedet

Informasjonen i beskrivelsen ligger også til grunn for variablene og verdiene som blir plottet i byggets Simien modell. I situasjoner hvor informasjon mangler, tas det utgangspunkt i Byggeteknisk forskrift 1997 sine minsteverdier. Dette er for å gjøre resultat så presist og realistisk som mulig. Hvor det ikke er tilstrekkelig informasjon, vil det bli henvist kilder som har blitt har brukt. Hvor informasjonen er tilstrekkelig, vil det i beskrivelsen bli henvist til tegninger, tabeller og verdier som blir tatt tar utgangspunkt fra. Denne informasjonen er funnet ved hjelp av observasjoner, standardiserte verdier, og utregninger

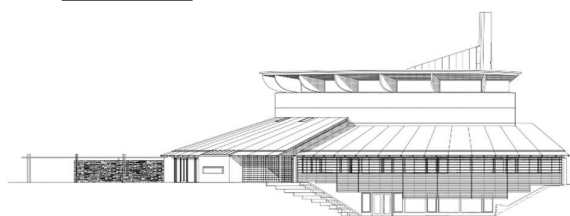
##### 3.1.2 Generell informasjon

I år 2000 ferdigstilte Byggmester Tunge As den daværende nye kirken i Randaberg kommune. Med sine sterke arkitektoniske preg, skiller bygget seg sterkt ut på toppen av Grødem. I tillegg til sin unike utforming, er den også en kirke av relativ stor størrelse. Byggets bæresystem er en kombinasjon av betong, tre og stål. Ytterveggene er preget av det som på den tiden, og til den dag i dag, er standard løsninger. Mesteparten av kjelleren er også en del av oppvarmet luftvolum, dette påvirker løsninger på gulv mot grunn. Slik som ytterveggene, er også taket av en standard takoppbygging, mens takutforming er mer unikt. Bygget er også preget av mye vindusareal, ytterdører er også typisk halv-glass. Mange forskjellige materialer samt unike arkitektoniske løsninger kan også fører til mange overganger mellom forskjellige bygningsdeler, og jobben med å tette bygningskroppen kan ha vært en utfordring. Kuldebroer er en typisk utfordring som en konsekvens av dette. Ventilasjonsaggregatet er plassert i kjelleren, og styres gjennom SD anlegg fra EM systemer, dette ble etter montert i 2021 etter behov. Byggets oppvarming er helelektrisk, og er en kombinasjon av varmen fra ventilasjon, varmekabler og varmeovner

### 3.2 Utforming og Størrelse

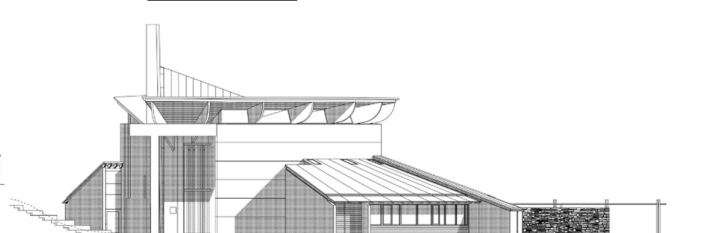
Grødem kirke har en veldig unik utforming. Bygget fanger oppmerksomheten din med sin usedvanlige bygningskropp. Utformingen er enkel, men fortsatt sterkt preget av et bevisst design. Hvis du kommer nedenfra så ser du rett opp på en betongfasade. Hvis du kjører E39 kjører av veien mot kirken, så fanger taket oppmerksomheten din. Fasaden mot øst er som sagt betong, resterende er trevegger, skråtak og vinduer. Vedlagt ligger fasadetegninger Figur 2-5.

#### Fasade Sør



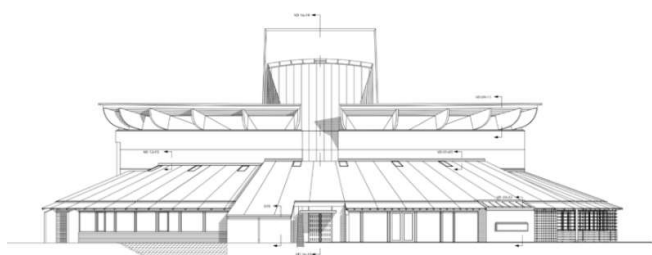
Figur 8 Fasade Sør

#### Fasade Nord



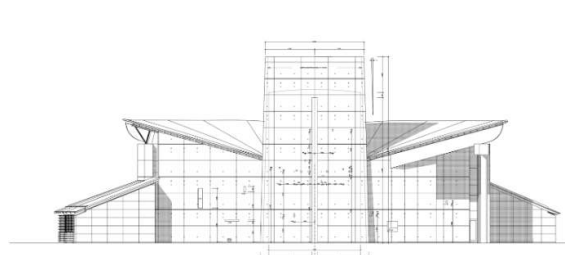
Figur 9 Fasade Nord

#### Fasade Vest



Figur 10 Fasade Vest

#### Fasade Øst



Figur 11 Fasade Øst

Mesteparten av bygget har slipt betong overflater som gulv. Innvendige vegger er kledd med panel, hvor de bærende betongveggene ikke er synlige. Det er også brukt glass-felt enkelte plasser for å skille rom, denne utformingen gir bygget et åpent design. Dette er et enkelt, men effektivt og normalt design. I kirkerommet er utformingen litt mer preget av et søkelys på design. Alle vegger er kledd med lys tegl-stein. Bygget har også 2 synlige betongsøyler som bærer dragerne til taket. Disse søylene tar mye oppmerksomhet. Vedlagt er bilder innvendig Figur 6-7.



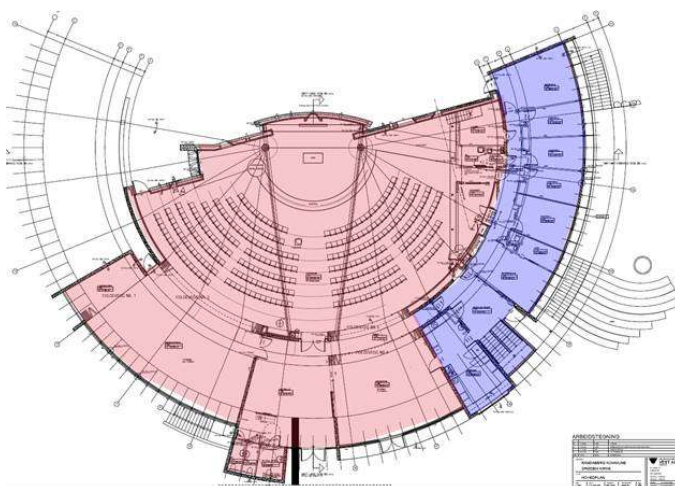
Figur 13 innvendig perspektivbilde



Figur 12 Innvendig bærende  
hetonnsøyle

Bygningskroppens totale areal er på 1348 kvadratmeter. Dette er fordelt på kontorer, møterom, kirkerom og andre nødvendige rom. Oversikt på dette på dette blir lagt ved i Tabell 3 , fullt romskjema ligger som i vedleggs listen. Bygget har 2 etasjer. Hovedetasje og kjeller. Hovedetasjen inneholder det man typisk har i en kirke, som er for eksempel kirkerom, cafe og menighetssal. I kjelleren finner vi tekniske rom og bomberom, men også aktivitetsrom for kirkens fritidsordninger. Vedlagt under kan man se en plantegning av hovedetasjen i kirken.

For å utarbeide en energiberegning, ble det laget en modell i programmet Simien. For å få denne modellen så nøyaktig som mulig, deles bygget inn i tre soner. To soner i første etasje, og kjelleren som en egen sone. Totalt areal for bygget er 1348,2 kvadratmeter, og totalt volum er 6493,9 kubikkmeter. Dette gir en innvendig snitthøyde på 4.81 meter. Nedenfor byggets hovedplan, med soneinndeling markert som vist i figur 8. Det viser oppdelingen i første etasje. Kjeller vises ikke på denne planen, men den er som sagt en egen sone. Det som er markert med rødt er sone 1, og det med blått er sone 2. Vedlagt er oversiktsbilde av sonene Figur 8 soneinndeling.



Figur 14 Soneinndeling illustrasjon

Vedlagt er Tabell 3 summerte verdier fra romskjema som viser oversikten areal og volum i de forskjellige sonene.

*Tabell 3 summerte verdier fra romskjema*

<b>Sone</b>	<b>Kvm</b>	<b>Kubikkmeter</b>
<b>Sone 1</b>	<b>683,3</b>	<b>4542,3</b>
<b>Sone 2</b>	<b>188,0</b>	<b>671,9</b>
<b>Sone 3</b>	<b>476,9</b>	<b>1279,7</b>
<b>SUM kvm</b>	<b>1348,2</b>	
<b>SUM kubikkmeter</b>		<b>6493,9</b>

### 3.3 Plassering

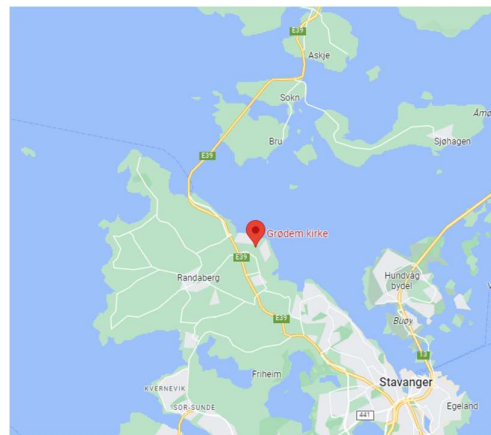
Kirken ligger plassert på Grødem, i Randaberg kommune. Adressen er Torvmyrveien 40, 4072 Randaberg. Grødem er en del av Randaberg kommune som ligger på vest-siden av E39. Tilgjengeligheten er god, kirken ligger rett med avkjørselen fra E39. Vedlagt til høyre er figur 9 som viser oversiktsbilde.

Plasseringen gjør bygget veldig værutsatt. På bildet ser man den åpne fjorden nord-vest for kirken. Dette utsetter bygget for vind, regn og sjøluft.

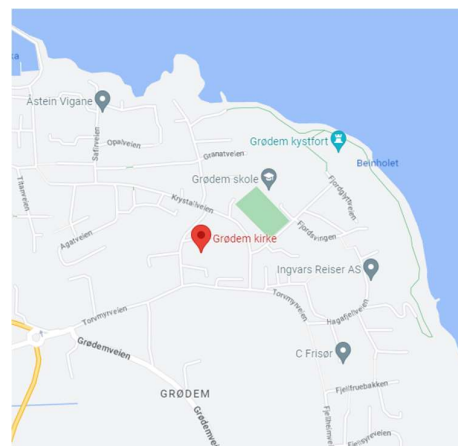
Fasaden av bygget, av religiøse grunner, vender øst, og øst i denne sammenhengen er ut mot havet. Dette gjør bygget gjenkjennelig, men utsetter også fasaden for vær og vind som havet trekker med seg.

Til høyre ser man figur 10 som er et nærmere oversiktsbilde, topografi vises ikke på bildet, men kirken er plassert øverst i dette området, dette Bekreftes ved observasjoner.

Dette ligger ikke noe informasjon til rette som antyder dispensasjon fra reguleringsplaner tilhørende Randaberg kommune.



Figur 9 Oversiktsbilde 1 fra Google MAPs, 2023, Av Google, (<https://www.google.com/maps/@59.0097132,5.6525884,16.25z>)(8)



Figur 10 Oversiktsbilde 2 fra Google MAPs, 2023, Av Google, (<https://www.google.com/maps/@59.0097132,5.6525884,16.25z>) (9)

### 3.4 Bæresystem

Byggets bæresystem er en kombinasjon av tre, stål og betong. Primær-bæring er hovedsakelig betong med tilskudd av stål, sekundær-bæringen er en kombinasjon av tre og stål. Armering-, betong-, fundament- og RIB-tegninger har vi ikke fått tak i. Vi går ut fra at bygget er dimensjonert riktig, plasser hvor det er nødvendig med informasjon har vi målt/observert. Selv om problemstillingen ikke krever et dypdykk byggets bæresystem, så supplerer vi med den informasjon vi har fått ved hjelp av observasjoner og måltaking. Det må også nevnes at hvordan byggets bæresystem er utformet kan påvirke byggets termiske evne.

I kjelleren mot grunn er det støpt bærende betongvegger. Innvendige og utvendige betongvegger er bærende for resten av bygget.

Yttervegger og innvendige betongvegger i andre etasje er plassert på topp betong mur. Yttervegg av tre har også her stålsøyler for å styrke bæreevnen. Innvendige støpte betongvegger som står plassert på topp betong vegger i kjeller, disse er også med å bære taket. Taket over kirkesal bæres på en ganske unik måte. I kirkerommet er det to betongsøyler, som hver har syv limtrebjelker forankret i toppen. Disse limtrebjelkene ligger strekker seg fra stålsøylene til toppen av de innvendige betongveggene. Disse er en del av takets bærekonstruksjon.

Taket bæres av stålsøylene i ytterveggene, de innvendige betongvegger og den østlige fasaden. denne fasaden er sandwichelement av betong og isolasjon som er selvbærende, men står på støpte fundament. Vedlagt er figur 11 som viser del av takets bærekonstruksjon.

Gulv i kjeller samt gulv i første etasje er armert betongdekke. der dekke er over kjeller, og ikke grunn, bæres det av betong muren i kjelleren.



Figur 11 Del av takets bærekonstruksjon



### 3.5 Yttervegger

Veggkonstruksjonen består av vegger av både betong og treverk. Veggene varierer også naturligvis i tykkelse og termiske egenskaper. U-verdiene er skal følge kravene i Tek97. Energiforbruket til et bygg er sterkt påvirket av varmetap gjennom vegger, så disse verdiene er viktige for Energibereningen i simien. Utregning er dokumentert i vedleggslisten.

#### 3.5.1 Trevegger

Vegger av treverk er bygget etter gjeldende krav i den byggetekniske forskriften fra 1997. Det er i tillegg utført U-verdi beregninger med veiledning fra Byggforskserien (Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946, 2017, 471.008)(10). Resultater for beregningen er oppsummert i tabell 4 som er vedlagt nedenfor:

Tabell 4 Yttervegger av tre

Yttervegg	Areal	oppbygging	Isolasjon	U-verdi
Tre CC-300	142,5 m <sup>2</sup>	36x148mm	148mm	0,33 W/m <sup>2</sup> K

#### 3.5.2 Betongvegger

Vegger av betong er bygget etter gjeldene krav i den byggetekniske forskriften fra 1997. Vi har også her utført U-verdi beregninger etter Byggforskseriens veileder (Murverk, typer og egenskaper, 2011, 571.201) (11). Resultater fra beregningen er oppsummert i tabell 5 som er vedlagt nedenfor:

Tabell 5 Yttervegger av betong

Yttervegg	Areal	Oppbygging	Isolasjon	U-verdi
Betong	696,5 m <sup>2</sup>	100mm teglstein + 150mm isolasjon + 250mm betong	150 mm	0,24 W/m <sup>2</sup> K

### 3.6 Konstruksjon Mot Grunn

Kjelleren til bygget er en del av oppvarmet luftvolum, og store deler av kjelleren vender mot jordmasser. At volumet er oppvarmet øker forbruket, men at konstruksjonen ligger mot grunn senker naturligvis bygningsdelens U-verdi. Det er foretatt et anslag på snitthøyde av jordmasser til 2 meter. Basert på observasjoner ute på plass er dette fornuftig, noen plasser er det ført masser til topp vegg, noen plasser er kjellervegg fri og noen plasser er det en mellomting Hvor det er plassert masser mot vegg, er konstruksjonen av betong. Grunnet ukomplett supplering av tegninger, så er den materiale oppbyggingen i betong-konstruksjonen mot grunn uvisst. Som tidligere nevnt, ligger det ikke noe informasjon til grunn for at det er gitt dispensasjon fra krav til oppbygging i denne delen av konstruksjonen. Grunnet dette har vi antatt minsteverdi 0.15 som er hva TEK97 krever for U-verdi for gulv på grunn (Forskrift om krav til byggverk, 1997, § 8- 21)(1). Henviser til tabell 6 som en oppsummering av den informasjonen vi har fått.

Tabell 6 Gulv mot grunn

Gulv/vegg mot jordmasser	Areal	Isolasjon og oppbygging	U-verdi
Betong	476.9 m <sup>2</sup>	.....	0.15

### 3.7 Tak

Takkonstruksjonen består av flere deler med forskjellige vinkler. Totalt sett er takkonstruksjonen delt inn i 3 forskjellige deler. To deler som vender øst, og 21 grader, disse er over kirkerom. Resterende areal av taket følger hele halvsirkelen av bygget, dette har helning på 18 grader.

Vi har delt taket opp i 7 skiver for å gjøre Simien modellen mer presis. I tabell 8 nedenfor vises vinkel, og areal for de forskjellige tak-skivene. Tak 6 og 7 er en del av taket mot øst. Tak 1-5 er resterende tak. Illustrasjonsbilde ligger som vedlegg. Her har også tegningsgrunnlaget som ble supplert vært litt tynt. En kombinasjon av manglende tegningsgrunnlag og et komplekst tak, har vi valgt å gå for standardisert U-verdi i.h.t hva TEK97 krever av U-verdi gjennom tak (Forskrift om krav til byggverk, 1997, § 8- 21) (1). Her ligger det som sagt ikke noe grunnlag til rette for at det har blitt gitt noen

dispensasjoner i forhold til hva forskriften krever. Dette gjøres da for da å få resultatene så presise og realistiske som mulig. Vedlagt er tabell 7 tak.

Tabell 7 Tak

Tak	Takvinkel (grader)	Himmelretning (Grader)	Areal m <sup>2</sup>	Isolasjon og oppbygging	U-verdi
Tak 1	18	303	106,9	.....	0.20
Tak 2	18	249	170,2	.....	0.20
Tak 3	18	221	63.4	.....	0.20
Tak 4	18	180	134.1	.....	0.20
Tak 5	18	270	118.7	.....	0.20
Tak 6	21	123	157.8	.....	0.20
Tak 7	21	45	157.5	.....	0.20

### 3.8 Vinduer og Dører

Glass har høyere varmetap i motsetning til kompakte vegg/tak elementer. På dette bygget er det ikke kun vinduer som består av glass, men også ytterdører. Bygget har også veggelement satt sammen av glassbyggerstein. På neste side ligger Tabell 9 som en oppsummering for vinduer, dører og glassbyggerstein som ligger til grunn for energiberegningen. Verdiene i oppsettet er satt sammen av tegninger og observasjoner ute på plass, det komplette oppsette finner man i vedleggs listen. U-verdier for vinduer og dører satt til 1,6 og 1,9. Presis informasjon var ikke gitt i tegningsgrunnlaget, og produsent/leverandør av disse er utilgjengelig. Disse verdiene er da satt sammen av informasjon om produksjonsår og vindustype. Nedenfor er det vedlagt tabell 8 oppsummering av dør og vindu skjema.

Tabell 8 oppsummering av dør- og vindu skjema

Sone	Dører	Vinduer
Sone 1	4	24
Sone 2	2 + glassbyggerstein	21
Sone 3	2	8



overgang, men en direkte lekkasje av luft mellom innvendig og utvendig klima. Steinmuren er gjennomgående, med store glipper mellom. Henviser til figur 15 og 16 som er vedlagt nedenfor.



*Figur 15 Kuldebro sone 1*

*Figur 16 Kuldebro sone 1*

Av den grunn ble det valgt en normalisert kuldebroverdi i sone 1 på  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ . I de resterende sonene i bygget ble det brukt normalisert kuldebroverdi  $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Disse verdiene er standardiserte og er hentet fra NS3031:2014 (Standard Norge, 2014, s 38) (15).

### **3.11 Ventilasjon**

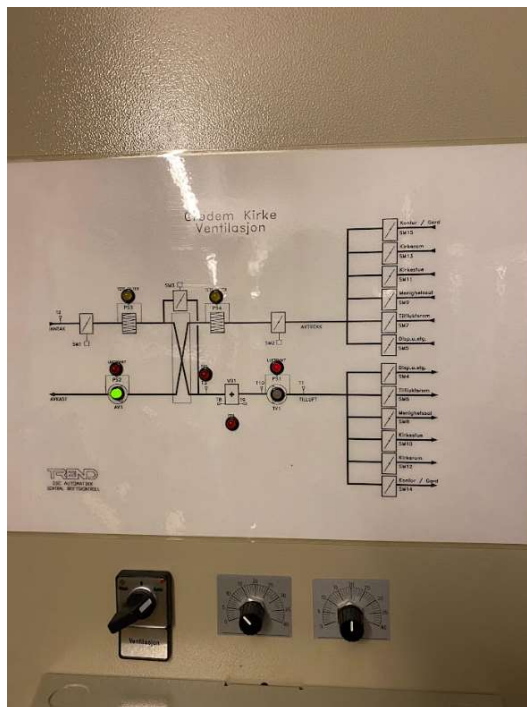
Aggregat og hovedsentral er montert i det tekniske rommet i kjelleren. Fra kjelleren er det kanaler som sørger for å bringe frisk luft til hver sone. Samtidig er det kanaler som sørger for å fjerne den brukte luften.

Ventilasjons systemet i Grødem kirke er bygget opp av ett aggregat, varmegjenvinner, filter og ett varmebatteri. Systemet styres fra en hoved-tavle som også er koblet opp mot SD-anlegget som er montert i bygget. Temperatur og tilluft styres av trykksensorer og temperatursensorer som sørger for å opprettholde riktige luftmengder til hver sone. Varmebatteriet bidrar ved behov for å varme opp friskluften til ønsket temperatur. Trykksensor regulerer viftehastighet for å opprettholde luftmengde til hver sone. Systemet tilpasser luftmengde og temperatur i hver sone separat. Ventilasjonsanlegget

leverer en omtrentlig luftmengde på 9000m<sup>3</sup>/h. Figur 17 er et bilde tatt av teknisk rom, figur 18 viser ventilasjonssystemets fordeling.



Figur 17 Teknisk rom



Figur 18 Status ventilasjonsanlegg

### 3.12 Oppvarming

Byggets oppvarming består av 3 komponenter. De tre komponentene er:

1. Oppvarming gjennom ventilasjonsanlegg
2. Elektriske varmeovner
3. Varmekabler

Varme ovnene er fordelt jevnt utover hele bygget, med varierende effekt, og varierende antall ovner i vært rom. I kirkerom er det elektriske varmekabler, det er et stort område som varmes opp av varmekabler. Varmen fra ventilasjons aggregatet er naturligvis fordelt utover hele bygget, spesifikt i rommene hvor det er til luft, men som mål og gi en balansert oppvarming. Nedenfor ligger tabell 9 med effekt fra varmeovner fordelt i hver sone, den komplette og detaljerte oversikten ligger som vedlegg.

Tabell 9 Oversikt varmeovner

Sone	Antall varmeovner	Sum effekt sone
Sone 1	15	11500 W
Sone 2	10	7900 W
Sone 3	12	11000 W

### 3.13 SD-anlegg

Em-systemer leverer anlegget som styrer oppvarming og ventilasjon i bygget. Dette er et SD-anlegg som er etter montert i slutten av 2021 for å forbedre kontrollen av oppvarming og ventilasjon. SD-anlegg er en forkortning av sentral driftskontroll. SD-anlegg er en programvare som styrer automasjon og de tekniske anleggene tilknyttet bygget. På en måte kan man si at dette er en form for tiltak som allerede er gjennomført for å få kontroll og oversikt på oppvarming og ventilasjon.

Systemet fungerer ved at det er direkte tilkoblet hele ventilasjonsanlegget med tilhørende spjeld til hver aktuell sone. Ved hjelp av etter monterte anlegg på hver av disse komponentene er systemet kapabel til å trådløst styre hele ventilasjonsanlegget som tidligere har vært styrt manuelt eller etter forhåndssette tidsplaner som er programmert manuelt. Oppvarmingen i bygget er 100% elektrisk. Det er ikke benyttet andre oppvarmingsalternativer en elektriske ovner/varmekabler som hovedandel til oppvarming. Byggets oppvarming består dermed av forskjellige panel ovner plassert strategisk rundt om i de forskjellige sonene. I sone 1 av bygget er det installert varmekabler, i tillegg til panelovner. Styringen av de elektriske oppvarmings komponentene foregår slik at det er montert trådløst styrte moduler på de elektriske ovnene som styres trådløst med samme system som ventilasjonen. Den manuelle styringen av de elektriske ovnene bortfaller og er kun styrt via SD-anlegget.

Systemet har en hovedsentral i det tekniske rommet som er hjernen i SD-anlegget. SD-anlegget har temperatur sensorer i hver sone for å hente inn informasjon om styringen av oppvarming i de forskjellige sonene.



Hver sone har en satt temperatur når rommet er i drift. Ved hjelp av digitale tidsplaner øker eller senker SD-anlegget oppvarming/ventilasjon i gitt sone som er i drift opp til den forhåndssette temperaturen. Når ønsket temperatur er oppnådd vil SD-anlegget senke effekten for å oppnå minst mulig energiforbruk. Dette gir en komplett løsning for trådløs integrering og styring av både ventilasjon og oppvarming i hele bygget.

## 4 Simien Modell

### 4.1 Utgangspunkt for modell

En vesentlig del av å kartlegge energiforbruket til dette bygget var å gjennomføre en energiberegning av bygget. Grunnlaget for denne beregningen er å finne ut om det faktiske energiforbruket samsvarer med utført energiberegning. Denne energiberegningen blir også utgangspunktet for å simulere ulike tiltak som benyttes for å senke energiforbruket. Kalibreringen av en slik modell som benyttes i energiberegningen er derfor svært viktig da det danner grunnlaget for videre resultater og tiltak. Grunnlaget for beregningen er praktisk veileder for energimerking (Norges vassdrag og energi direktorat, 2013)(17). Dette dokumentet inneholder en komplett veiledning til en energiberegning som også er utgangspunktet til en energimerking. Derfor har denne veiledningen vært svært nyttig for modellen.

Presisjonen og begrensingen av feil vil være avgjørende for oppgavens videre resultater, og derfor er det brukt mye tid på å kalibrere modellen så nøyaktig som mulig opp mot det virkelige bygget. De arkitektoniske løsningene som er benyttet ved Grødem Kirke gjør kalibrering av modellen krevende.

Informasjonen rundt bygget er derfor hentet inn på tre forskjellige måter, som nevnt tidligere:

1. Prosjekterings/arbeids-tegninger fra Byggmester Tunge.
2. Kommunikasjon med entreprenører som har utført arbeid på bygget.
3. Befaringer og observasjoner på stedet

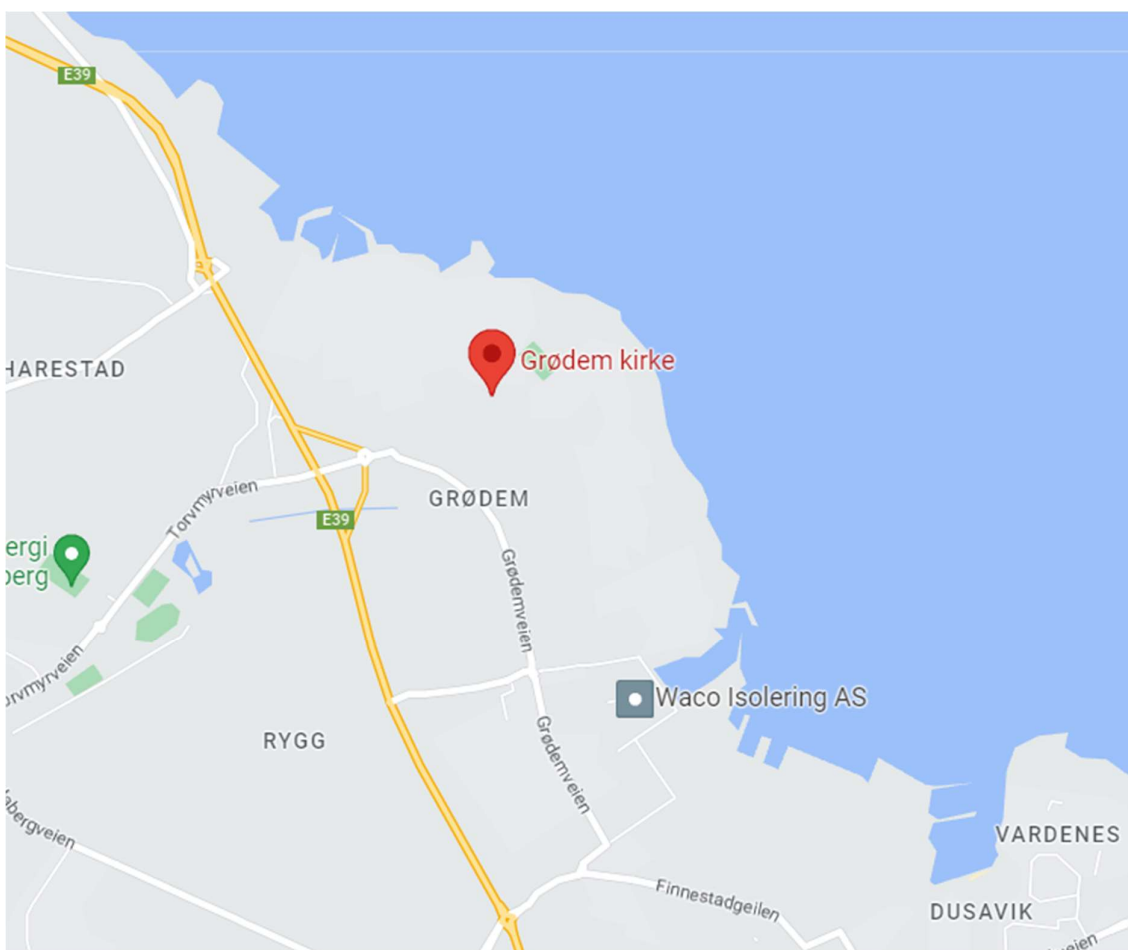
Grødem kirke er som sagt bygget i 2000, noe som betyr at digitaliserte tegninger er begrenset. Dette betyr at mye av informasjonen er hentet fra tegninger eller observasjoner av bygget. Igjen vil dette bety større sjans for eventuelle feil i modell og resultat. Visse verdier som benyttes i en energiberegning i Simien finnes det ingen spesifikke krav om fra byggeåret eller den byggeteknikkes forskriften, kun generelle beskrivelser. Videre følger beskrivelse av hvordan modellen er satt sammen, og hvilke antakelser vi har benyttet der dokumentasjon av bygget ikke foreligger.

## 4.2 Bygningskategori

Bygningskategorien brukes mot evaluering mot forskrifter. Simien har mulighet til å evaluere opp mot både TEK 17 og TEK 10. Valg av bygningskategorien påvirker også en rekke standardverdier på inndata. Bygningskategori for denne modellen er valgt som kultur bygg. For vår del vil ikke bygningskategori valget være avgjørende da standardverdiene er rettet mot nyere tekniske forskrifter og er ikke gjeldende i de fleste tilfeller for vårt bygg. Mye av Inndataen blir derfor egendefinert ut fra undersøkelser, beregninger eller den byggtekniske forskriften TEK 97.

## 4.3 Område

For å simulere en modell i Simien må man legge inn korrekt område. Mer detaljert må området beskrives med fylke, og kommune. Dette er for å hente inn værdata om området for å få en presis simulering. Grødem kirke ligger i Randaberg kommune i Rogaland fylke, viser til figur 10 som ligger vedlagt under.



Figur 10 Oversiktsbilde 2 fra Google MAPS, 2023, Av Google, (<https://www.google.com/maps/@59.0097132,5.6525884,16.25z>) (9)

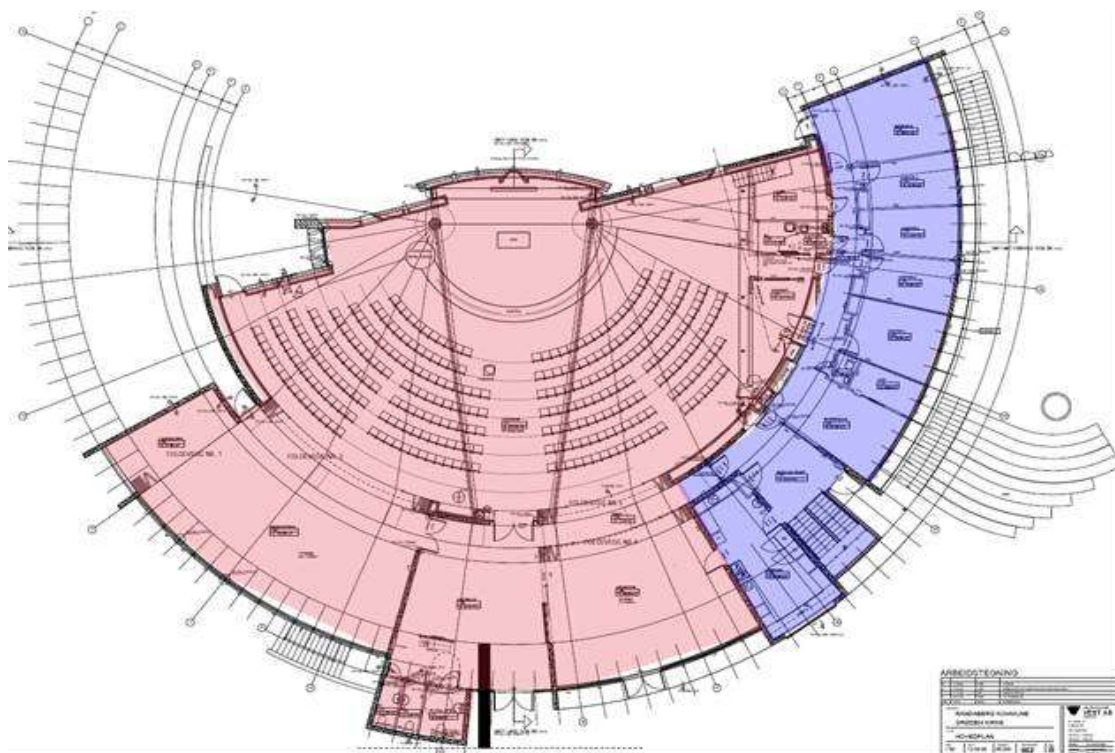
#### 4.4 Soneinndeling

For å avgrense forskjellige soner fra hverandre ble det opprettet tre forskjellige soner. Tanken bak sonene er at de har ulike funksjoner, egenskaper, tekniske installasjoner, og soltilskudd. Viktigheten av at sonene ikke utveksler luftbevegelse eller varmestrøm er sentral i valg av soneinndeling.

Bygget ble delt inn i tre forskjellige soner. Disse tre sonene er delt inn etter soner som deler funksjon, tekniske installasjoner og soltilskudd.

Naturlig ved å følge veiledningen vil kjelleren deles inn i en sone. Denne sonen deler funksjonalitet og tekniske installasjoner samtidig som den ikke har luftbevegelse eller varmestrøm til de andre sonene.

Figur 8 som ligger vedlagt illustrerer soneinndelingen.



Figur 8 soneinndeling illustrasjon

Første etasje består av flere rom med forskjellig funksjonalitet og tekniske installasjoner. Etasjen inneholder også en avgrenset del med kontorer og møterom. Derfor ble det naturlig å dele dette inn i en sone. Resterende rom og areal kan ha samme funksjonalitet avhengig om skillevegger er åpnet eller ikke. Tekniske installasjoner og luftbevegelser er derimot likt. Derfor ble dette også inndelt i en sone. Nedenfor viser soneinndelingen i første etasje. Rød markering viser sone 1. Blå sone viser sone 2. Kjeller er sone 3.

#### 4.5 Vegger

I energiberegningen har det blitt brukt digitale tegninger til å finne areal på vegger. Simien beregner veggareal inkludert vindusareal. Veggene ble delt inn forskjellige skiver etter type vegg og retning. Dette for å få korrekt tilført solstråling på veggskiven. Beregnet U-verdi er brukt i Simien for korrekt verdi. Konstruksjon og beskrivelse av vegger står beskrevet i tidligere kapittel.

Veggskivene er inndelt etter rom inndelingen. Der det er gunstig å beregne samme veggskive som er i tilknytning til flere rom er det beregnet en felles fasade. Eksempel på dette er vedlagt under. Her ser man tydelig at to forskjellige rom deler fasade. Gunstig med tanke på inndata, og utmåling for riktig areal. Himmelretning/horisont er også avgjørende er relativt lik for samme fasade.

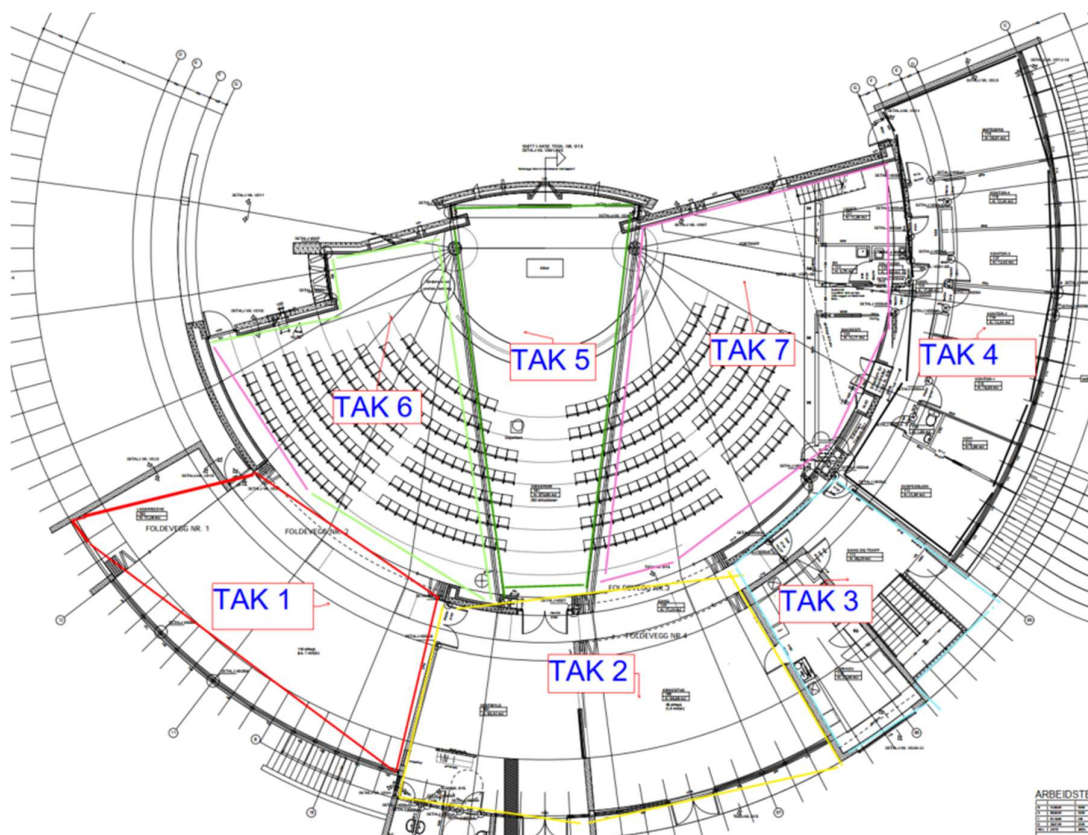
#### 4.6 Gulv

Gulv mot grunnen krever informasjon om grunnforhold, og den generelle oppbygningen. Her er det ingen dokumentasjon på selve konstruksjonen, men kan anta at det er lignende bygg fra samme periode. Derfor har det blitt valgt å bruke største gjennomsnittlige U-verdi gitt i den byggtekniske forskriften fra 1997 Byggeteknisk forskrift, 1997, § 8 – 22)(1). Grunnforholdene er delvis ukjent, men generelt gode drenerende masser er antatt brukt. Det er derfor merket som inndata i Simien at grunnen er sand/grus. Grunnen til at dette er viktig å bemerke er at forskjellige grunntyper har forskjellig varmekapasitet og ledningsevne. I inndataen brukt ovenfor er varmekapasiteten 556 Wh/m<sup>3</sup>K, og ledningsevnen 2,0 W/mK.

Gulv mellom etasjene som hvor gulvet er mellom oppvarmet sone med samme temperatur er kun gjengitt i modellen med areal, da det ikke er noe spesielt energitap i denne bygningsdelen.

#### 4.7 Tak

Takflaten i modellen ble delt opp i syv soner. Disse sonene representerer forskjellige soner med forskjellige vinkler og retning. Grunnet byggets komplekse konstruksjon ble det aktuelt med syv soner for å sikre riktig inndata. Takvinkelen varierer mellom 18-21 grader og har forskjellig himmelretning da bygget er konstruert som en halvsirkel. Visse steder befinner det seg takvinduer som blir lagt inn under tak arealet. Takvinduene får dermed samme vinkel og himmelretning som takflaten. Konstruksjonsmessig er taket bygget opp på flere forskjellige måter i de forskjellige sonene. Inndata på U-verdi er satt etter den byggtekniske forskriften som 0,20 W/m<sup>2</sup>K (Byggeteknisk forskrift, 1997, § 8 – 22) (1).



Figur 19 soneinndeling tak

Figur 19 viser soneinndelingen av taket, hvor hver sone har felles takvinkel og himmelretning som inndata. Vesentlig informasjon som takvinkel og areal er innhentet fra tegninger. Ut ifra tegningen ser man tydelig at dette er et komplisert bygg med flere forskjellige takflater med forskjellig retning og takvinkel.

#### 4.8 Vindu og dør

I forhold til inndata på vinduer og dører blir dette lagt inn i hver aktuell veggskive. I simien finnes det en rekke forhåndsvalg på vindustype, men ingen som er aktuelle å bruke fra byggeåret. Dermed blir det en egendefinert U-verdi som ble benyttet. Det ble benyttet U-verdi på 1,6 W/m<sup>2</sup>K på vinduer, og

1,9W/m<sup>2</sup>K på dører. Denne verdien er resultatet av undersøkelser av vinduene og generell data på U-verdier av denne vindustype og produksjonsår. Areal og størrelse er hentet ut fra vindusskjemaer som er vedlagt av Byggmester Tunge.

#### 4.9 Oppvarming

Oppvarming foregår kun ved hjelp av elektriske varmeovner eller varmekabler. I Simien er dette lagt inn under Varmeovn EL. Informasjon om dette er hentet inn fra skjemaer vi selv har laget.

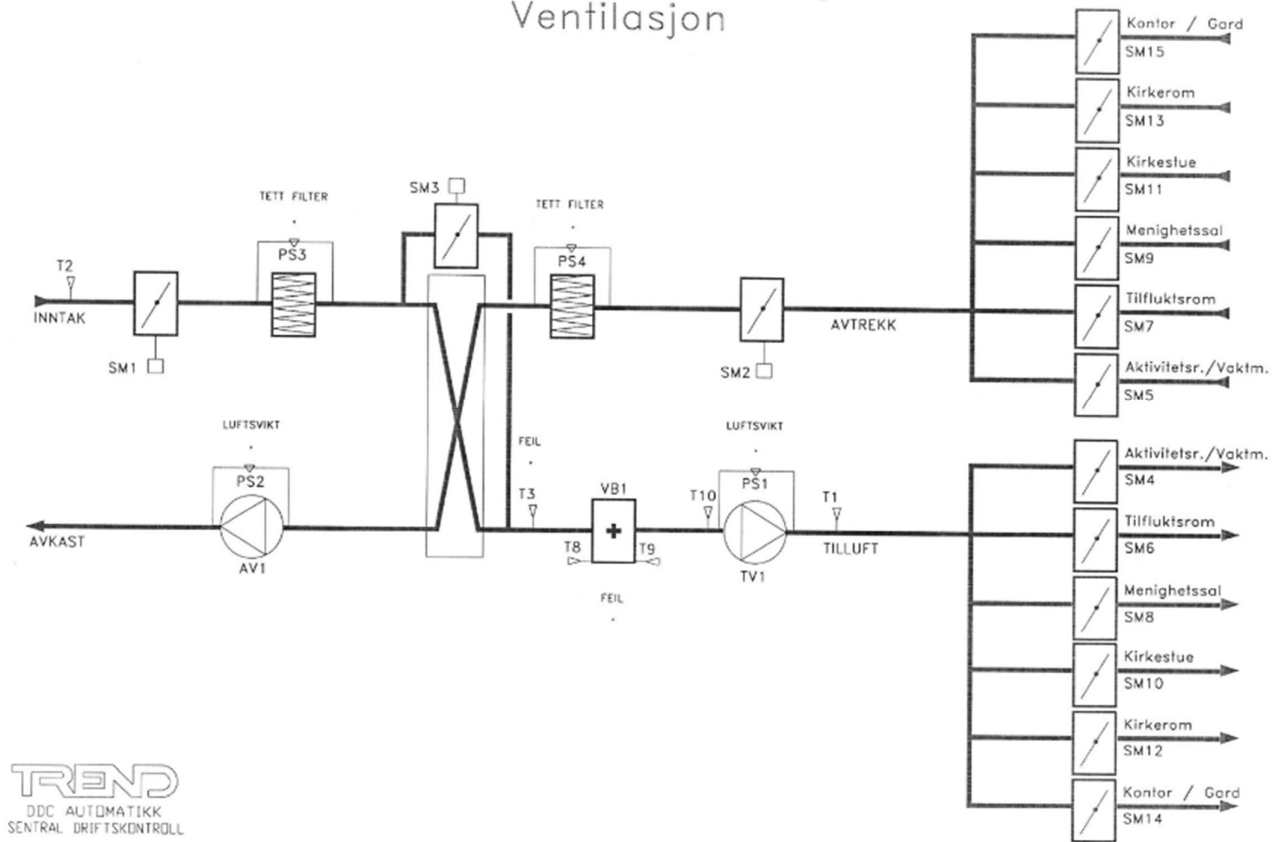
Informasjon om effekt per elektriske varmeovn er hentet inn ved observasjon. Dette skjemaet beskriver antall og effekt på oppvarmingen i hvert rom. For korrekt inndata i Simien, som benytter W/m<sup>2</sup>, er total effekt for hvert rom delt på antall kvadrat. Dermed har vi korrekt inndata i med korrekt verdi. I forhold til varmekabler som er benyttet i visse soner er det benyttet en standard verdi på 150W/m<sup>2</sup>. Denne verdien er tatt fra lignende bygg med varmekabler som følger de samme byggtekniske forskriftene.

Annen informasjon om inndata som driftsstrategi må også justeres korrekt for inndata verdi. I utgangspunktet er dette styrt av SD-anlegget med forskjellige tidsskjemaer. Det er ingen vannbårent distribusjonsanlegg, noe som gjør at driftsstrategi sommer frafaller. Som utgangspunkt for simulering ble det derfor benyttet inndata på at oppvarmingen er aktiv mellom klokken 10:00-18:00. Dette kan endres senere, og vi vil senere se på utnyttelsen av SD-anlegget og se videre på en gjennomsnittlig tidsplan på aktivering av oppvarming. Det er også viktig å bemerke seg at SD-anlegget ble montert i 2021, og før dette var det manuell styring av oppvarming som var benyttet.

#### 4.10 Ventilasjon

Ventilasjonen i bygget er et balansert system med aggregat i det tekniske rommet i kjelleren. Omtrentlig luftmengde er 9000m<sup>3</sup>/h. Luftmengde reguleres ved hjelp av trykkføler i avtrekk. Denne trykkføleren regulerer etter sugetrykk i avtrekkskanalene. Dermed reguleres trykket etter trykkføleren for å holde ett konstant trykk i kanalene. Når spjeldene åpnes, vil trykket falle og viftene vil øke turtall for å opprettholde ønsket trykk. Temperatur på tiluft styres av elektrisk batteri og varmegjenvinner og reguleres i sekvens for å oppnå ønsket temperatur i tilluft. Varmevexleren er kryssveksler noe som betyr at systemet har adskilte luftstrømmer hvor verken forurenset luft eller fuktighet overføres fra luft til tilluft. Ved lave utetemperaturer utskilles det kondensat i den varme luftstrømmen, slik at en del av varmen gjenvinnes. Ventilasjonen er styrt per dags dato av SD anlegget, men før 2021 var dette styrt manuelt i henhold til tidsplan stilt inn etter tid i ukeur. Nedenfor er figur 20 som viser en oversikt over ventilasjonsanleggets oppsett.

## Grødem Kirke Ventilasjon



**TREND**  
DDC AUTOMATIKK  
SENTRAL DRIFTSKONTROLL

Figur 20 Grødem kirke ventilasjon

I forhold til inndata i Simien er tilluft i driftstiden satt til  $7\text{ m}^3/\text{hm}^2$ , mens tilluft utenfor driftstiden er satt til  $3,0\text{ m}^3/\text{hm}^2$ . Tillufts temperatur er satt til  $19\text{ }^\circ\text{C}$ . Kapasiteten til varmebatteriet er satt til  $30\text{ W}/\text{m}^2$ . SFP-faktor er satt til  $1,5\text{ kW}/\text{m}^3/\text{s}$ . Virkningsgraden på varmegjenvinner er satt til  $0,7$ . Med tanke på driftstid er dette sett sammen med oppvarming da aktivering av ventilasjon foregår samtidig grunnet SD-anlegget. Derfor er driftstiden satt til 10:00-18:00. Igjen vil dette kunne justeres ved å analysere styringen over tid ved hjelp av SD-anlegget.

#### 4.11 Internlast

Under punktet internlaster inngår forbruk eller tilførsel av energi på komponenter som belysning, teknisk utstyr, tappevann og personer. Belysningen er variert gjennom hele bygget. Takhengte lamper brukt i alle soner. Effekten på disse er usikker, delvis grunnet manglende innhentet informasjon, og ingen tilgang på FDV dokumentasjon til bygget. Undersøkelser av selve bygget er også en utfordring grunnet stor takhøyde. Figur 21 er lagt ved som viser belysning i kirkerommet. Av den grunn er det brukt standard verdien  $8W/m^2$  gitt av Simien. Varmetilskuddet er satt til 100%.

Teknisk utstyr går på alle tekniske installasjoner rundt om i bygget. Teknisk utstyr kan være for eksempel, prosjektor i møterom, pc, og andre tekniske installasjoner. Denne verdien er satt til  $1W/m^2$ , med ett varmetilskudd på 100%.

Varmetilskudd fra personer er det en viss usikkerhet rundt. Når kirken er i drift og avholder aktiviteter er det svært mye varmetilskudd fra personer som oppholder seg i de forskjellige sonene. Generelt sett kan man regne med et varmetilskudd på  $80W$  per person. Normalt sett i åpningstidene til kirken er det kun de ansatte eventuelt noen få besøkende som er til stede utenom aktivitetene som avholdes. Dermed er denne inndataen satt til  $3,2W/m^2$ . Mulig denne inndataen er konservativ, og må økes. Tappevann er satt med en effekt på  $1,6W/m^2$ . Varmetilskuddet er satt til 50%.

Driftstiden på denne inndataen er satt til 10:00-21:00. Dette grunnet aktiviteter som uregelmessig forekommer varierer og som kan foregå på kveldstid. Samtidig nevnes det at dette punktet kan også endres etter mer informasjon om tidsplaner rundt aktiviteter, men vi antar dårligst mulig tilfelle med tanke på energiberegningen. Vedlagt er figur 21 som eksempelvis viser internlaster i kirkerommet.



Figur 21 internlast (belysning) kirkerom



## 4.12 Tabeller inndata

Vedlagt ligger tabell 10-16 som viser den aktuelle inndataen brukt i simuleringene av det eksisterende bygget.

Tabell 10 Inndata 1

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	771	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	892	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	477	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	271	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	1348	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	6494	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]:	0,30	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]:	0,20	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]:	0,13	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]:	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]:	20,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]:	141	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	3,00	
Temperaturvirkingsgr. varmegjenvinner [%]:	70	

Tabell 11 inndata 2

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>2</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	12,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	3,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,88	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	106	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,7	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	8,0	

Tabell 12 inndata 3

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	8,0	
Driftstid belysning (timer)	11,0	
Driftstid utstyr (timer)	11,0	
Oppholdstid personer (timer)	11,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	8,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	8,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,60	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,11	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,20	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,62	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/O/S/V):	1,00/0,99/1,00/1,00	

Tabell 13 inndata bygning

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Kulturbygg
Simuleringsansvarlig	Martin Larsen
Kommentar	

Tabell 14 inndata klima

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Stavanger
Breddegrad	58° 58'
Lengdegrad	5° 41'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	8,4 °C
Midlere solstråling horisontal flate	92 W/m²
Midlere vindhastighet	4,5 m/s

Tabell 15 inndata energiforsyning

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,85 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,98 Systemvirkningsgrad varmbatterier: 0,92 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 100,0% Andel oppv, tappevann: 100,0% Andel varmbatteri: 100,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %

Tabell 16 inndata ekspertverdier

Inndata ekspertverdier	
Beskrivelse	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/m²K]:	20,00

#### 4.13 Feilkilder og usikkerhet

Grunnet all inndataen som kreves av Simien er det en mulighet for eventuelle feil og usikkerhet rundt dataen som er benyttet. Arealer kan mistolkes fra tegninger eller måles feil ved observasjon. I forhold til målinger vi selv har tatt er det benyttet lasermåler for presist resultat. Dette er gjeldene for noen av høydene innvendig spesielt i kirkerom da det ikke finnes målsatte tegninger å benytte. Dette medfører en viss risiko for feilmålinger.

Arealer og lengder på gulv og fasade er hentet ut fra digitale tegninger. Det er også her en risiko for feilmålinger, men den er relativt liten sett opp mot fysiske målinger som er gjennomført.

Areal på tak er beregnet etter digitale tegninger, hvor det så er benyttet ett skjema for å regne ut korrekt areal med tanke på gitt takvinkel. Her er det mulighet for regnefeil samtidig som det er mulighet for feil uthentet areal.

Med tanke på spesifikk inndata på vinduer og dører er dette nøyaktig grunnet vindu og dørskjema som er vedlagt i tegningene som er innhentet. U-verdier er det en viss usikkerhet rundt da vi har benyttet en standard verdi fra lignende årstall etter samtale med veileder. U-verdier på yttervegger og tak er nøyaktig grunnet tegninger av konstruksjonen er vedlagt, noe som gir tydelig oversikt av oppbygningen. Lekkasjetall er benyttet etter nyere tids undersøkelse av bygg fra samme periode. Her er også verdier foreslått av veileder.

Inndataen på ventilasjon er delvis usikker grunnet det ikke foreligger nok informasjon rundt de tekniske egenskapene. Dataen som er benyttet kommer fra serviceteknikere, serviceskjemaer og ett overordnet dokument som beskriver funksjonen til systemet.

Driftstiden på de forskjellige komponentene kan avvike fra virkelig driftstid. Bygget ble som sagt etter montert med ett SD-anlegg i 2021, men det er kun 2022 som vi har komplett driftsdata på.

Gjennomsnittet på dette året vil derfor ikke være representativt da vi ikke har nok data over tid. Det kan derimot knyttes antagelser, og driftstiden kan settes med en viss sikkerhet. Årene før SD-anlegget ble montert har driftstiden vært styrt av manuell styring eller tidsplan stilt inn etter ukeur. Det foreligger derfor en mulighet for usikkerhet og feil på denne inndataen.

## 5 Energiforbruk

### 5.1 Utgangspunkt for metode

Med tanke på målet til denne oppgaven er energiforbruket svært kritisk å identifisere og undersøke, for å finne tiltak som kan benyttes for å senke energiforbruket. Ved å identifisere hvilke poster som benytter og skaper det største energiforbruket kan man lettere benytte tiltak for å redusere disse postene.

Energiforbruket vil variere over tid, men ved hjelp av data fra flere år tilbake i tid kan vi bryte energiforbruket ned i forskjellige poster og verifisere grunnen til energiforbruket. Det viktige i denne oppgaven er også å skille om det er selve konstruksjonen som har svakheter med tanke på energiforbruk, eller om det er slik som forventet på ett bygg fra dette årstallet. Hvis tilfellet er at bygget er konstruksjonsmessig innenfor kravene satt i den byggetekniske forskriften fra byggeårstall, vil andre tiltak være aktuelle for å senke energiforbruket.

Det faktiske energiforbruket vil benyttes videre og skal sammenlignes opp mot simuleringer og tiltak som kan benyttes. Det er også viktig for å verifisere modellen i simuleringene noenlunde opp mot det virkelige bygget med tanke på energiforbruk.

Det virkelige energiforbruket er hentet inn fra nettselskapet som leverer strøm. Grødem kirke har kun strøm som energiforsyning. Denne inndataen er delt opp i energiforbruk fordelt på månedene i året. Dataen er fra tidsperioden 2017-2022. For å analysere energiforbruket internt i hver måned er det benyttet data fra EM-systemer sin webportal(. Viktig å bemerke seg at analyser i detalj for hver spesifikk måned ved hjelp av EM-systemer sin webportal er kun gjeldene for 2022, da systemet ble montert i midten av 2021, og noen startproblemer var til stede frem til 2022. Vedlagt er figur 22 informasjonen EM-systemer viser av AMS energimåleren



Figur 22 AMS måler

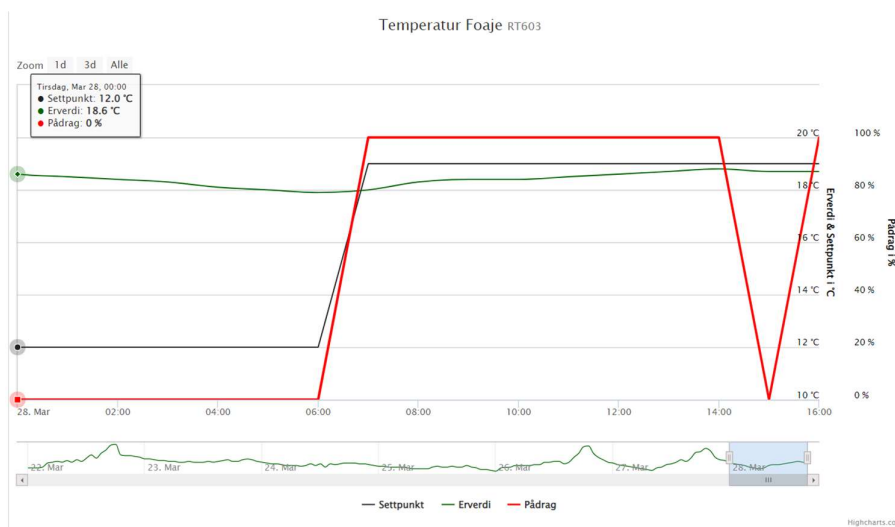


Videre er det mulig å se på tidsplanene til Grødem Kirke i sammenheng med styringen av oppvarming og ventilasjon. Tabell 17 er ett utklipp av systemet som viser tidsplaner som er stilt inn i systemet fra og med 28.03.2023 til og med 29.03.2023. Her legges det inn hvor lenge aktiviteten foregår, og i hvilken sone aktiviteten foregår i.

Tabell 17 tidsplaner 28.03.2023-29.03.2023(EM-systemer web portal for Grødem kirke, 2023)(13)

Beskrivelse	Fra dato	Til dato	Navn		
Utleie Rosnes	28.03.2023 16:00	28.03.2023 21:00	Bomberom	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Fasteaksjonen	28.03.2023 16:30	28.03.2023 20:00	Grødem kirke	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Fasteaksjonen	28.03.2023 16:30	28.03.2023 20:00	Kafe	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Fasteaksjonen	28.03.2023 16:30	28.03.2023 20:00	Kirkerom	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Fasteaksjonen	28.03.2023 16:30	28.03.2023 20:00	Kjøkken	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Onsdags konsert	29.03.2023 10:00	29.03.2023 13:00	Kafe	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Onsdags konsert	29.03.2023 10:00	29.03.2023 13:00	Kirkerom	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Utleie historielaget	29.03.2023 17:00	29.03.2023 21:30	Kafe	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Utleie historielaget	29.03.2023 17:00	29.03.2023 21:30	Kjøkken	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>
Utleie historielaget	29.03.2023 17:00	29.03.2023 21:30	Menighetssal	<a href="#">Rediger</a>	<a href="#">Slett</a>

Systemet har også mulighet for å hente ut rapporter for aktivering av oppvarming og ventilasjon i henhold til satt temperatur. Vedlagt i figur 24 vises styringen av oppvarming og ventilasjon i sonen kafe for 28 mars.

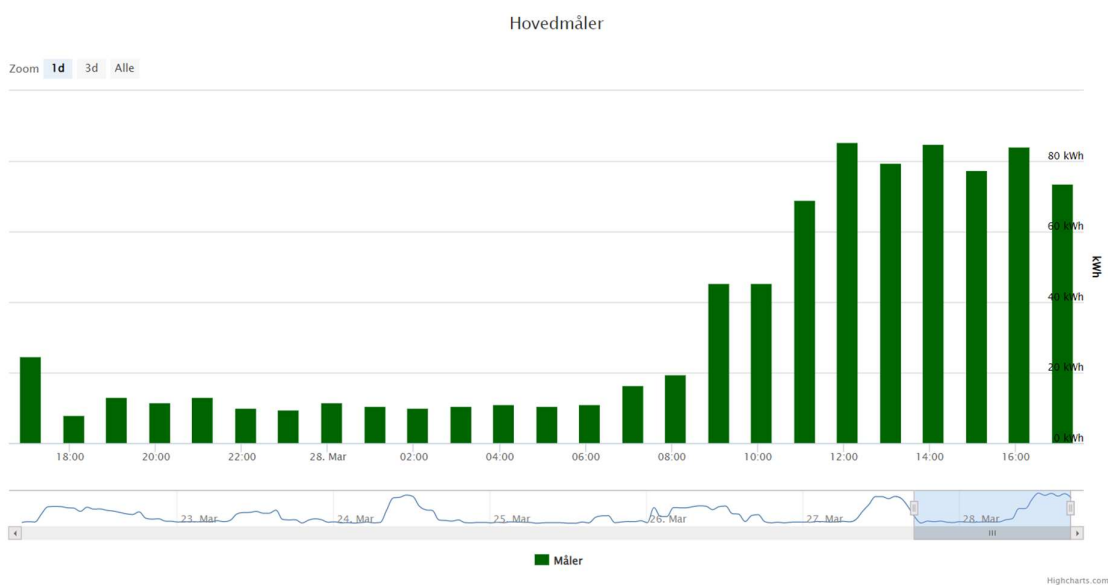


Figur 24 styring av oppvarming og ventilasjon 28.03.2023(EM-systemer web portal for Grødem kirke-2023) (12)

Dette systemet har en god egenskap ved at den beregner hvor lang tid det tar å varme opp sonen til ønsket temperatur, og starter oppvarming slik at satt temperatur er oppnådd til starttidspunktet til aktiviteten. Ut ifra grafen ovenfor kan man se at temperaturen fra og med 07:00 er relativt lik ønsket

temperatur. Anlegget har derimot kl 06:00 allerede startet oppvarming for å oppnå ønsket temperatur 07:00. Videre vises det også at pådraget senkes 15:00 før det startes igjen, da det begynner en aktivitet 16:30 ifølge aktivitetsskjemaet ovenfor.

Igjen kan vi knytte informasjonen om aktivering av oppvarming og ventilasjon til det aktuelle energiforbruket i bygget. Det kan dermed antas at energiforbruket til kirken i all hovedsak er knyttet til tilstedeværelse, som leder til ett oppvarmingsbehov. Dette er riktignok målinger for hele bygget totalt sett, men ved analyse av alle sonene i en hel dag kan man sammenfatte energiforbruket opp mot hvilke soner som har vært i drift, og dermed kan man knytte antagelser, med relativt stor sikkerhet til energiforbruk i hver sone. Igjen vil energiforbruket variere hver eneste dag, da timeplanene stadig endrer seg dag for dag. Her ser man tydelig problemet med å simulere driftstiden i de forskjellige sonene i Simien da ingen dag er lik en annen. Figur 25 Energiforbruk 28.03.2023 (EM-systemer web portal for Grødem kirke 2023)(12) viser energiforbruket for 28.03.2023.



Figur 25 Energiforbruk 28.03.2023(EM-systemer web portal for Grødem kirke-2023) (12)

Siden SD-anlegget har blitt montert foreligger det svært mye data som er aktuelle å analysere nærmere. Det er her selve kjernen til energiforbruket ligger, og at det foreligger data på styring og energiforbruk er svært nyttig for videre analyse. Videre i oppgaven vil dette systemet bli benyttet for å dokumentere unormale aktiviteter som forårsaker høyt energiforbruk. Uten dette har vi ingen dokumentasjon på forbruk av energi over spesifikke datoer og tider, sett opp mot styring av ventilasjon og oppvarming.

### 5.3 Værforhold

Dataen som foreligger på energiforbruk, er hentet fra nettselskapet og går tilbake til 2017 og opp til 2022. Ett viktig aspekt å vurdere er værforholdene som kan ha mulighet til å påvirke energiforbruket. En kaldere utetemperatur vil kreve lengre oppvarmingstid, og raskere nedkjøling av bygget.

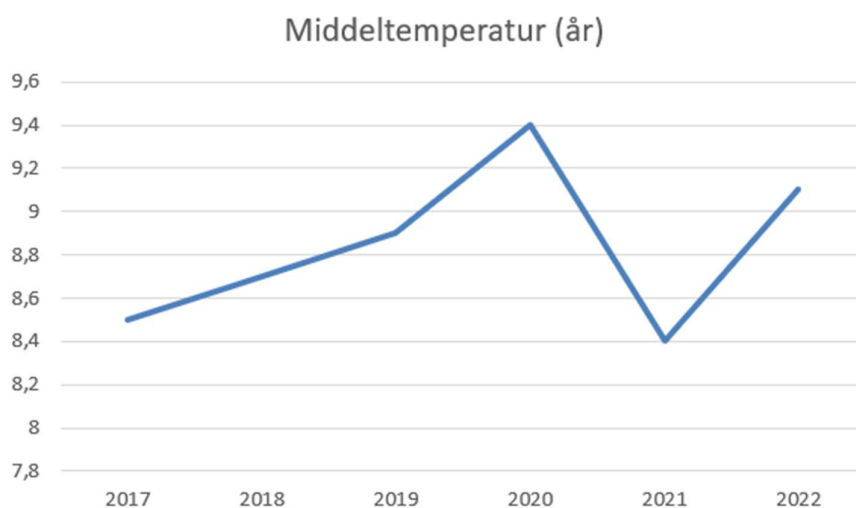
Ved å sammenligne gjennomsnittlig temperatur i de forskjellige månedene over flere år, kan vi trekke antagelser, For eksempel vil ett år med lav gjennomsnittstemperatur gi en antagelse om at energiforbruket har vært høyere enn ett år med høyere gjennomsnittstemperatur.

Klimadataen fra området er innhentet av Meteorologisk Institutt og er presentert av norsk klimaservicesenter, vedlagt i tabell 18 nedenfor (Norsk klimaservicesenter, 2023)(14). Videre kan vi analysere værdataen opp mot det faktisk målte energiforbruket, og knytte antagelser mot årsaker til energiforbruk opp mot klimadataen. Vedlagt er også figur 26, som viser middeltemperaturen i en graf.

Tabell 18 Middeltemperatur 2017-2022

Navn	Stasjon	Tid(norsk normaltid)	Middeltemperatur (år)
Stavanger - Våland	SN44640	2017	8,5
Stavanger - Våland	SN44640	2018	8,7
Stavanger - Våland	SN44640	2019	8,9
Stavanger - Våland	SN44640	2020	9,4
Stavanger - Våland	SN44640	2021	8,4
Stavanger - Våland	SN44640	2022	9,1

Data er gyldig per 30.03.2023 (CC BY 4.0), Meteorologisk institutt (MET)



Figur 26 Middeltemperatur grafert

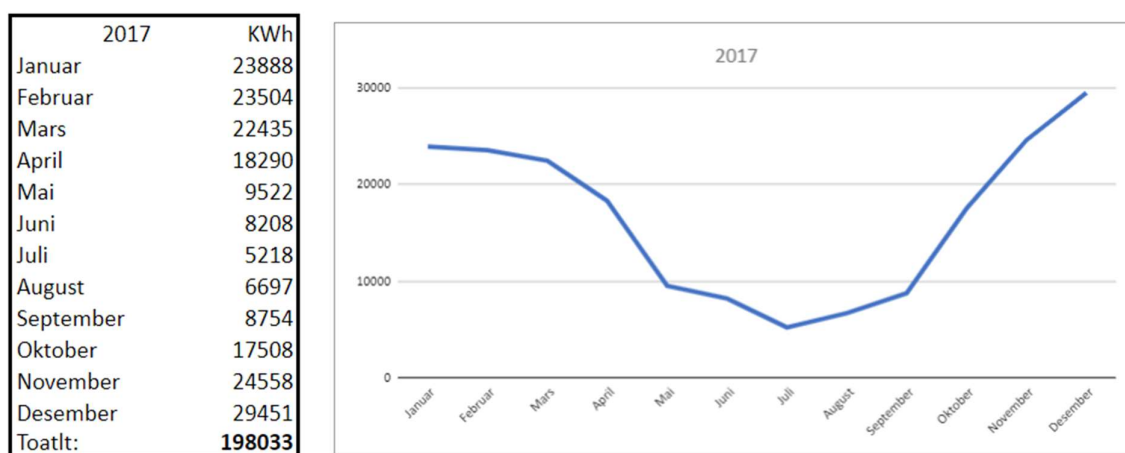
Tydelig ut ifra tabellen og diagrammet ovenfor varierer middelårstemperaturen med opp til 0,9°C over tidsperioden 2017-2022. Middelårstemperaturen måler gjennomsnittstemperaturen over ett



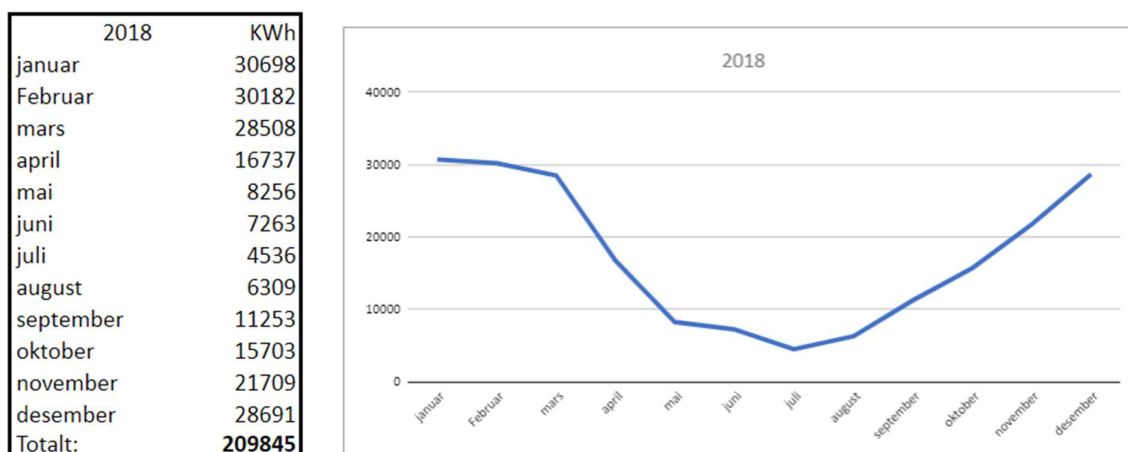
helt år. Ut ifra denne dataen kan vi knytte antagelser om at året 2021 som har den laveste middelårstemperaturen har ett høyere energiforbruk enn de andre årene. Selv om temperaturforskjellen er relativt liten, kan det ha den innvirkning på energiforbruk. Ved å benytte denne klimadataen vil det være mulighet for å anta eller å analysere videre for å dokumentere forskjellen i energiforbruk.

## 5.4 Målt energiforbruk

Det faktiske energiforbruket er hentet inn fra nettselskapet. Dataen er hentet fra AMS måleren i bygget, og måler all form for strømforbruk til bygget. Nedenfor er dataene på energiforbruk vedlagt i figur 27-32.

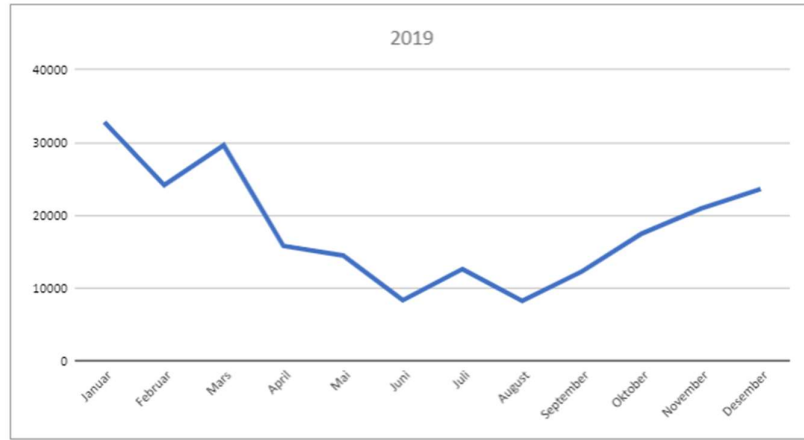


Figur 27 energiforbruk 2017



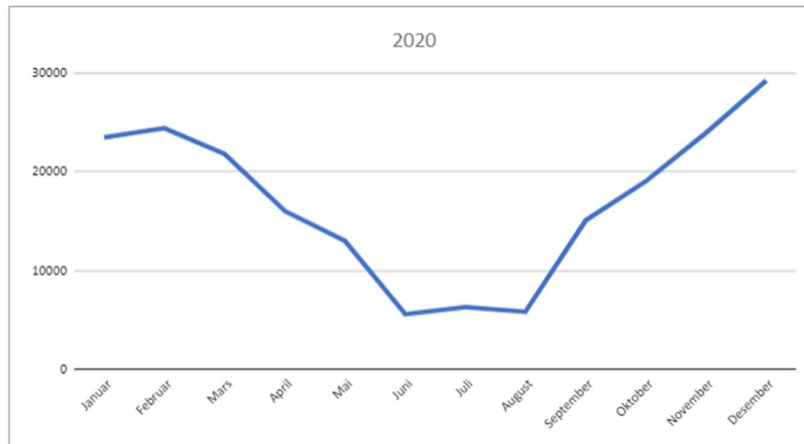
Figur 28 energiforbruk 2018

2019	KWh
Januar	32833
Februar	24192
Mars	29655
April	15819
Mai	14518
Juni	8374
Juli	12649
August	8262
September	12290
Oktober	17494
November	20984
Desember	23631
<b>Totalt:</b>	<b>220701</b>



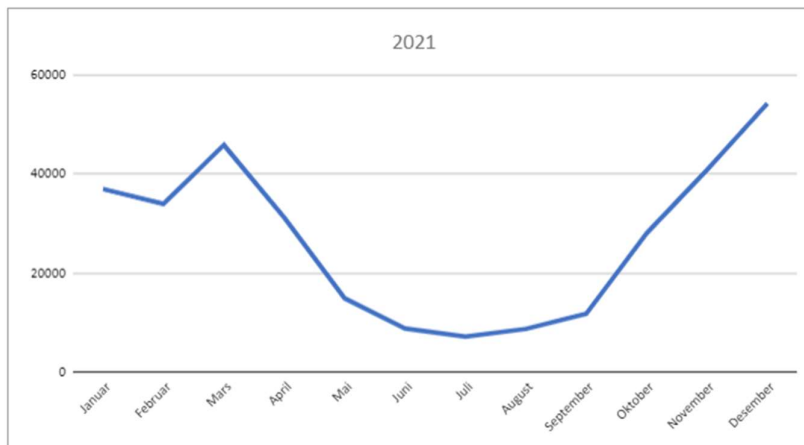
Figur 29 energiforbruk 2019

2020	KWh
Januar	23462
Februar	24377
Mars	21784
April	16021
Mai	12981
Juni	5585
Juli	6297
August	5841
September	15074
Oktober	19027
November	23911
Desember	29196
<b>Totalt:</b>	<b>203556</b>



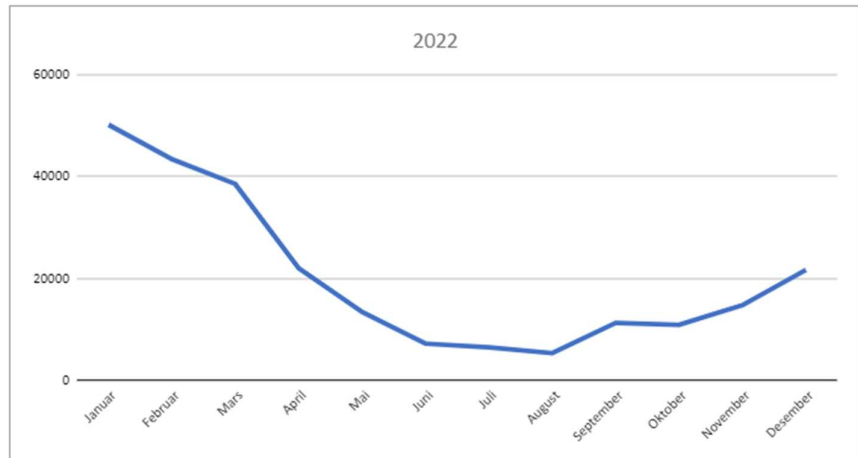
Figur 30 energiforbruk 2020

2021	KWh
Januar	36921
Februar	33933
Mars	45804
April	31147
Mai	14892
Juni	8811
Juli	7172
August	8728
September	11788
Oktober	28017
November	40782
Desember	54195
<b>Totalt:</b>	<b>322190</b>



Figur 31 energiforbruk 2021

2022	KWh
Januar	50080
Februar	43349
Mars	38490
April	21996
Mai	13441
Juni	7211
Juli	6486
August	5371
September	11260
Oktober	10905
November	14768
Desember	21638
<b>Totalt:</b>	<b>244995</b>



Figur 32 energiforbruk 2022

Dataen innhentet beskriver totalt energiforbruk fordelt på månedene i året. Ved å se på figur 28-33 ovenfor kan man tydelig se at det er store forskjeller i energiforbruk. Fra årene 2017-2020 er energiforbruket relativt likt, men det finnes en differanse. Særlig utpekt i dataen ovenfor er året 2021. Her er energiforbruket skyhøyt sammenlignet med tidligere år. Grunnen for dette forbruket er ukjent, men vi har noen punkter vi antar kan være en av grunnene.

- 1: Stor aktivitet i bygget dette året, spesielt de siste to måneder.
- 2: Feil i styringen av driftstid oppvarming/ventilasjon. Menneskelig feil.
- 3: Feil på SD-anlegg. System aktivert unødvendig over lengre tid. Teknisk feil.

La oss se nærmere på de tre tilfellene. Tilfelle 1 handler om at det har vært meget aktiv bruk av bygget i 2021. Mer aktivitet krever aktivering av oppvarming og ventilasjon, noe som igjen krever mer energi. Etter undersøkelse viser det seg at 2021 er kjent som ett av flere COVID 19 år, med begrenset aktivitet. Dette er bekreftet av personalet i bygget, og det er ikke dette som er tilfellet for det høye energiforbruket dette året.

Tilfelle 2 går på styringen av oppvarming/ventilasjon. Som nevnt tidligere er styringen av oppvarming/ventilasjon styrt etter aktivitetene personalet i bygget legger inn i tidsplanen. Her kan det være fort gjort å taste inn feil dato og tid, og deretter vil oppvarming og ventilasjon unødvendig aktiveres. Ifølge historikk fra SD-anlegget har ikke dette vært tilfellet.

Det siste tilfellet, tilfelle 3, handler om en feil på SD-anlegget der personalet ikke har hatt tilgang til systemet som styrer oppvarming og ventilasjon. Feilen har gjort at systemet har vært konstant aktivert over lengre tid, uten at personalet selv har hatt mulighet til å styre systemet via EM-systemer sin web portal. Etter samtaler med personalet viser det seg at i slutten av 2021 var det flere

måneder der systemet var frakoblet på EM-systemer sin webportal for styring av oppvarming og ventilasjon. Mest sannsynlig vil dette være hovedårsaken til det høye energiforbruket. Det skal også nevnes at SD-anlegget ble installert i 2021, så noen start problemer er for så vidt å forvente, men ett energiforbruk på 100 000KWh mer enn tidligere måneder er en svært kostbar feil. Vedlagt er tabell 19 som viser årlig energiforbruk 2017-2022.

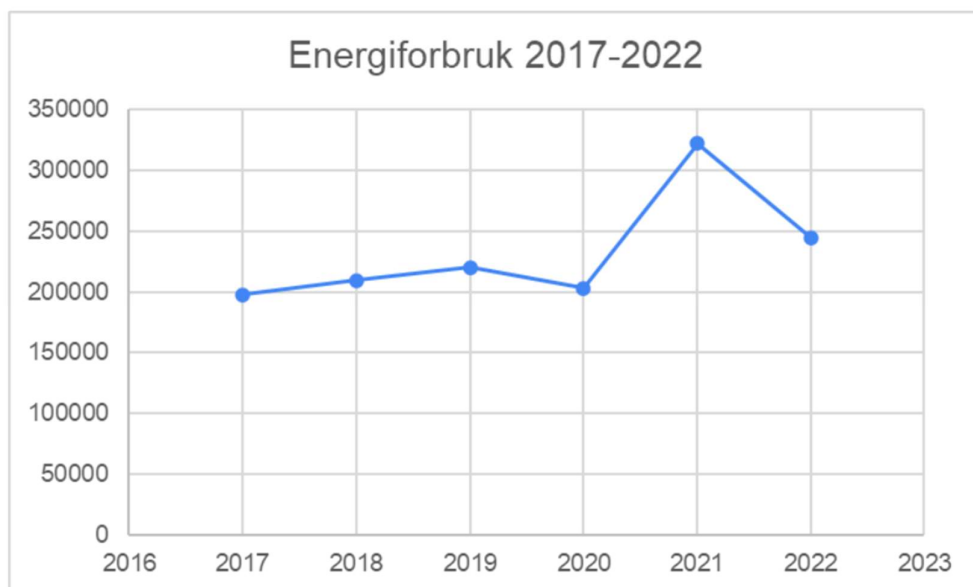
Videre kan vi se på forskjellen mellom årene, med en graf for å beskrive utviklingen over tid. Dette er vedlagt i figur 33. Det er også vedlagt gjennomsnittlig forbruk i tabell 20, 2017-2022.

Årlig forbruk	KWh
2017	198033
2018	209845
2019	220701
2020	203556
2021	322190
2022	244995

Tabell 19 Årlig energiforbruk 2017-2022

Gjennomsnittlig forbruk:	Samlet 1399320	Antall år: 6	Gjennomsnitt <b>233220</b>
--------------------------	-------------------	-----------------	-------------------------------

Tabell 20 Gjennomsnittlig energiforbruk



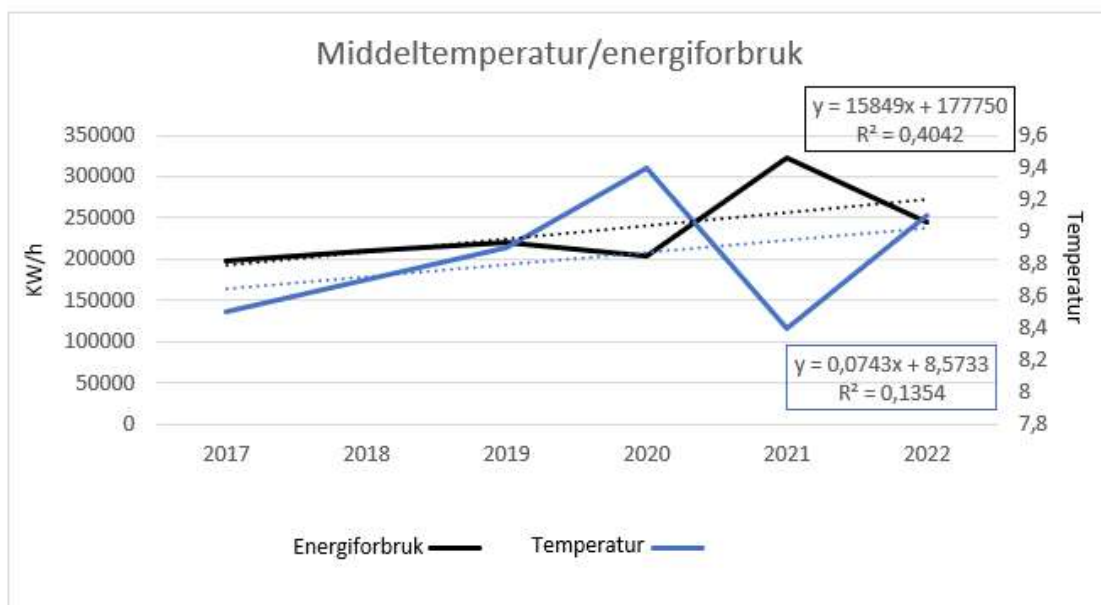
Figur 33 Energiforbruk 2017-2022

Gjennomsnittlig energiforbruk fra og med 2017 til og med 2022 er gitt til 233220KWh. Hvis vi ser bort ifra året 2021, der det har oppstått en hendelse som har ført til overdrevent energiforbruk vil gjennomsnittet ligge på 215426KWh. Vi tar derimot utgangspunkt i gjennomsnittet fra 2017-2022 og benytter denne verdien videre i simuleringer og beregninger.

### 5.5 Middeltemperatur og målt energiforbruk

Informasjonen som er innhentet om middeltemperatur og målt energiforbruk gir mulighet for sammenligning av middeltemperatur og energiforbruk.

Vedlagt er figur 34 som beskriver sammenhengen mellom middeltemperatur og energiforbruk. Det vil vise korrelasjonen mellom temperatur og energiforbruk. Dermed er det også relevant å regne ut korrelasjonskoeffisienten.



Figur 34 Middeltemperatur/energiforbruk

## 6 Resultater

### 6.1 Resultater Simien års simulering

Vedlagt er tabell 21-23 og figur 35-38 som viser resultatene fra års simuleringen av det eksisterende bygget.

Tabell 21 energibudsjett

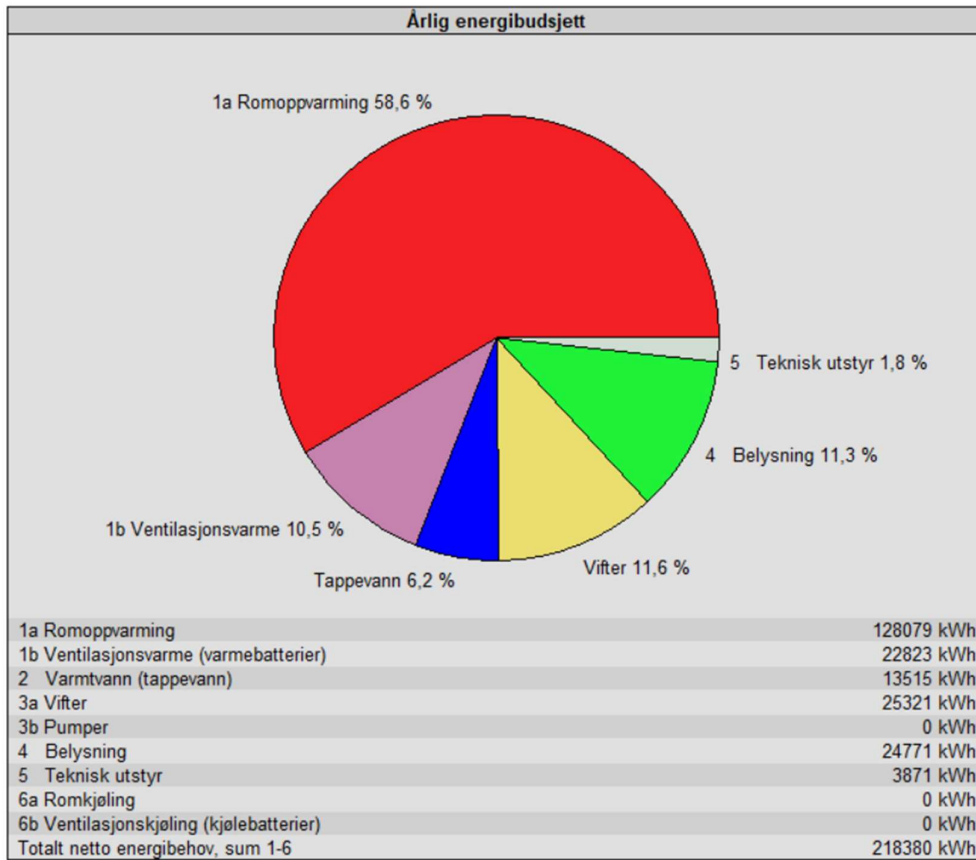
Energibudsjett		
Energipost	Energiebehov	Spesifikt energiebehov
1a Romoppvarming	128079 kWh	95,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	22823 kWh	16,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	24771 kWh	18,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energiebehov, sum 1-6	218380 kWh	162,0 kWh/m <sup>2</sup>

Tabell 22 levert energi til bygningen

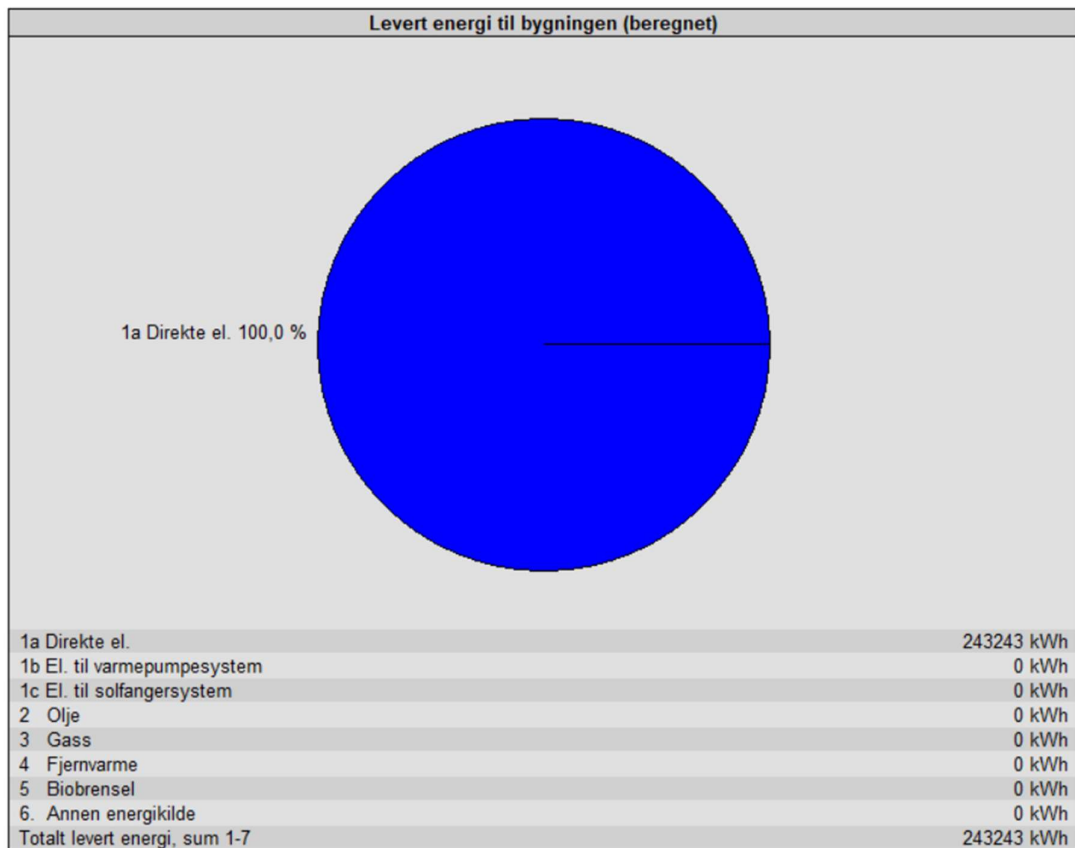
Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	243243 kWh	180,4 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt levert energi, sum 1-7	243243 kWh	180,4 kWh/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Netto levert energi	243243 kWh	180,4 kWh/m <sup>2</sup>

Tabell 23 dekning av energibudsjett fordelt på energikilder

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	95,0 kWh/m <sup>2</sup>	16,9 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
Olje	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Gass	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Biobrensel	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Varmepumpe	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sol	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Annen	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sum	95,0 kWh/m <sup>2</sup>	16,9 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,0 kWh/m <sup>2</sup>

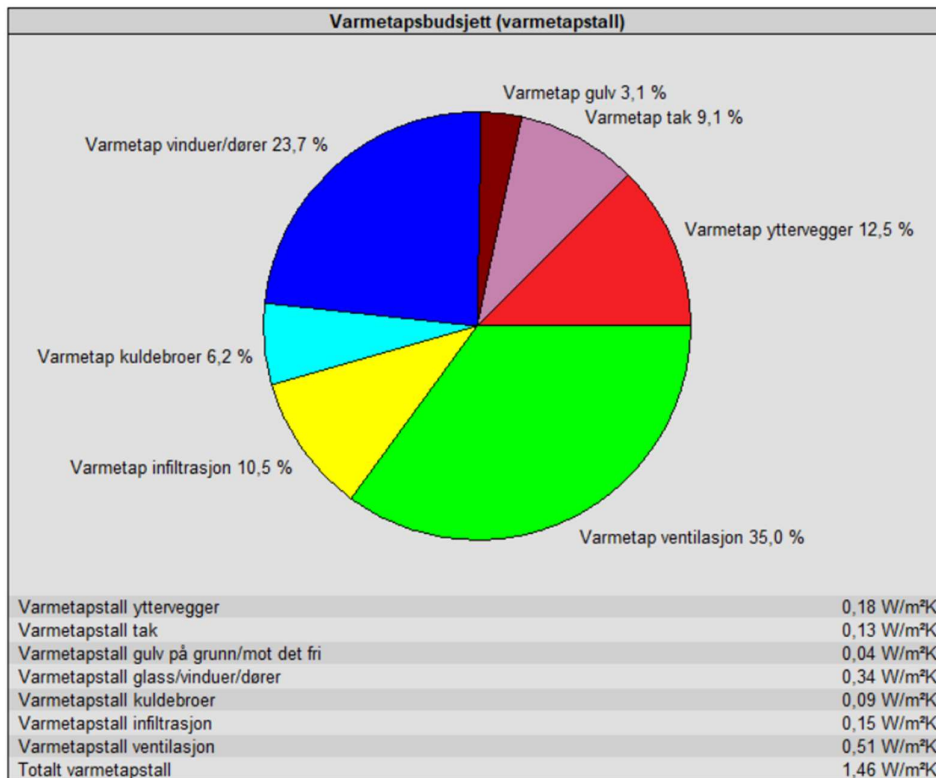


Figur 35 årlig energibudsjett

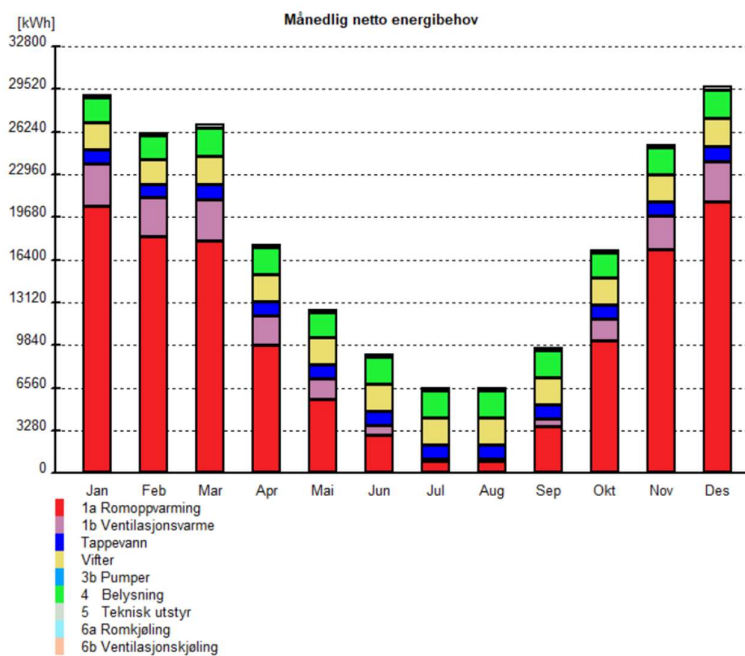


Figur 36 levert energi til bygningen





Figur 37 varmebudsjett



Figur 38 månedlig netto energibehov

## 6.2 Beskrivelse av resultater

De forskjellige postene ovenfor beskriver ulik informasjon knyttet til forskjellige energikilder. Ut fra informasjonen ovenfor kan vi knytte spesifikt forbruk til hver energipost. Vi kan også se på varmetapstall for å finne bygningsdelen der varmetapet er størst.

Ut ifra tabellene og diagrammene ovenfor kan vi beslutte hvilke poster som forbruker mest energi. Dette er sentral informasjon videre i oppgaven hvor vi skal fatte tiltak. Tydelig fra simuleringen viser det seg at romoppvarming er en den største energiposten etterfulgt av ventilasjonsvarme. Ved tiltak er det disse postene som det er størst potensiale å forbedre for å senke energiforbruket.

I forhold til konstruksjonen vil varmetapstallene gi en god oversikt over hvilke bygningsdeler vi har størst varmetap i. Her er varmetapet i ventilasjonen størst etterfulgt av vinduer og dører. Å forbedre konstruksjonen på disse punktene vil føre til lavere energiforbruk da vi har mindre varmetap.

Sett opp mot det aktuelle energiforbruket i kapittel 5 ser vi at simuleringen er relativt tett opp mot de aktuelle målingene. Gjennomsnittet av energiforbruket fra 2017-2022 er relativt likt med det simulerte energiforbruket.

Videre beskrives også de forskjellige energipostene og forbruket fordelt på månedene i året. Her kan man tydelig se at energiforbruket til romoppvarming er svært stort i vinterhalvåret, og mindre i de varmere sommer månedene. Generelt sett er energiforbruket i vinterhalvåret høyere enn i de varmere sommer månedene. Det er også her det er størst potensiale for å forbedre energiforbruket.

## 7 Tiltak

### 7.1 Metode

Hovedformålet er å senke energiforbruket til bygningen. For å oppnå dette må det utføres tiltak som senker energiforbruk eller senker varmetapstall som igjen leder til lavere energiforbruk. Det er hovedsakelig vurdert tre forskjellige metoder å utføre tiltak på:

- 1- Oppgradere konstruksjonens bygningsdeler for å senke varmetapstall.
- 2- Oppgradere/bytte ut komponenter med høyt energiforbruk, med moderne mer effektive komponenter.
- 3- Benytte alternative energikilder.

Metode 1 vil gå ut på å skifte eller forbedre ulike bygningsdeler for å senke varmetapstall. Forbedret U-verdi i vegger, gulv og tak vil ha en stor effekt. Eksempler på dette kan være å øke isolasjonstykkelsen i en bygningsdel. Lekkasjetall bør også kontrolleres og utbedres for å fylle dagens

krav. Dette samlet vil bety at det kreves mindre energi for å opprettholde ønsket temperatur i bygget. Helst bør bygget oppgraderes til standarden i TEK 17, og energirammer med høyere energikrav enn TEK 17.

Metode 2 vil benytte utskifting eller oppgradering av ulike komponenter for å senke komponentens energiforbruk. I vårt tilfelle vil dette bety å for eksempel skifte ut elektriske varmeovner med strategisk plasserte varmepumper, eventuelt bergvarmepumpe for å dekke alle oppvarmings behov.

Metode 3 benytter alternative kilder for energi. Dette kan for eksempel være strategisk plasserte solcellepanel, vindkraft eller lignende fornybar energi. Dette vil senke kostnadene og forbruket av kjøpt energi.

Ved å benytte disse tre metodene vil det være mulig å senke energiforbruket vesentlig. Størrelsen og kostnadene til tiltakene er ikke vurdert, men det vil være mulig å knytte antagelser til tiltakene som har lavest kostnad, og størst effekt. Dette må og burde vurderes videre før eventuelle tiltak utføres.

Øvrige resultater fra Simien beregninger finnes i vedlegg 10-13.

## 7.2 Tiltak

For å gjøre tiltakene oversiktlig er de delt inn i grupper som benytter metodene beskrevet i kapitelet over. De to gruppene er tiltak på bygningskroppen og tiltak på oppvarming. For å simulere flere forskjellige tiltak samtidig har vi skapt tre scenarier tiltakene samles i samme simulering for å se på effekten kombinert. Der andre inndata annet enn bygningskropp og oppvarming må endres for å oppnå krav, er dette justert deretter. Vedlagt er tabell 24, som viser tiltaksoversikten.

Tabell 24 tiltaksoversikt

Type tiltak:	Tiltak:
Bygningskropp	Oppgradering til passivhus nivå
Bygningskropp	Oppgradering til TEK17 nivå
Bygningskropp	Minimumsnivå med økonomisk fornuftige tiltak og utskifting av bygningsdeler som er nær utgått levetid.
Oppvarming	Bergvarmepumpe med vannbåren distribusjon for 80-90% av oppvarmingsbehovet inkl. ventilasjonsoppvarming
Oppvarming	Luft til luft varmepumper omkring i bygget
Oppvarming	Beholde dagens løsning med elektrisk oppvarming.

Scenario 1	
Scenario 2	
Scenario 3	

Tiltakene gitt i tabell 23 tiltaksoversikt inneholder en kombinasjon av flere tiltak. Det er derimot interessant å se på effekten av kun tiltak på bygningskroppen, for å se på hvor store besparelser det er mulig å skape ved å kun oppgradere bygningskroppen. Dette vil gi god informasjon for å evaluere effekten til tiltak knyttet til oppvarming opp mot tiltak på bygningskroppen. Dermed er det gjennomført simuleringer med tiltak på kun bygningskroppen, hvor det beholdes det nåværende elektriske oppvarmingssystemet. Her nevnes det at scenario 3 kun inneholder simuleringer med tiltak på bygningskroppen. Derved resulterer dette i to nye simuleringer som viser effekten av kun tiltak utført på bygningskroppen. De samme forutsetningene satt for scenarioene i «*tabell 24* tiltaksoversikt» er gjeldende, men det er kun tiltakene for bygningskroppen som er medtatt i simuleringene.

Det nevnes at simuleringsresultater som omhandler energibudsjett, energibehov og varmetapsbudsjett vil være like uavhengige om det simuleres med tiltak på oppvarmingssystemet eller ikke. Det er derfor kun interessant å se på beregnet levert energi til bygningen. Dette grunnet tiltakene i scenarioene beskrevet benytter varmepumper som tiltak. Dette vil kun påvirke forbruk av levert energi, og ikke de bygningsmessige verdiene. Det er derfor kun vedlagt resultater på levert energi til bygningen når det er simulert med kun tiltak på bygningskroppen. Dermed blir tiltakene utført som følgende vist i tabell 25.

*Tabell 25 tiltaksoversikt bygningskropp*

Type tiltak:	Tiltak:
Bygningskropp	Oppgradering til passivhus nivå
Bygningskropp	Oppgradering til TEK17 nivå
Bygningskropp	Minimumsnivå med økonomisk fornuftige tiltak og utskifting av bygningsdeler som er nær utgått levetid.

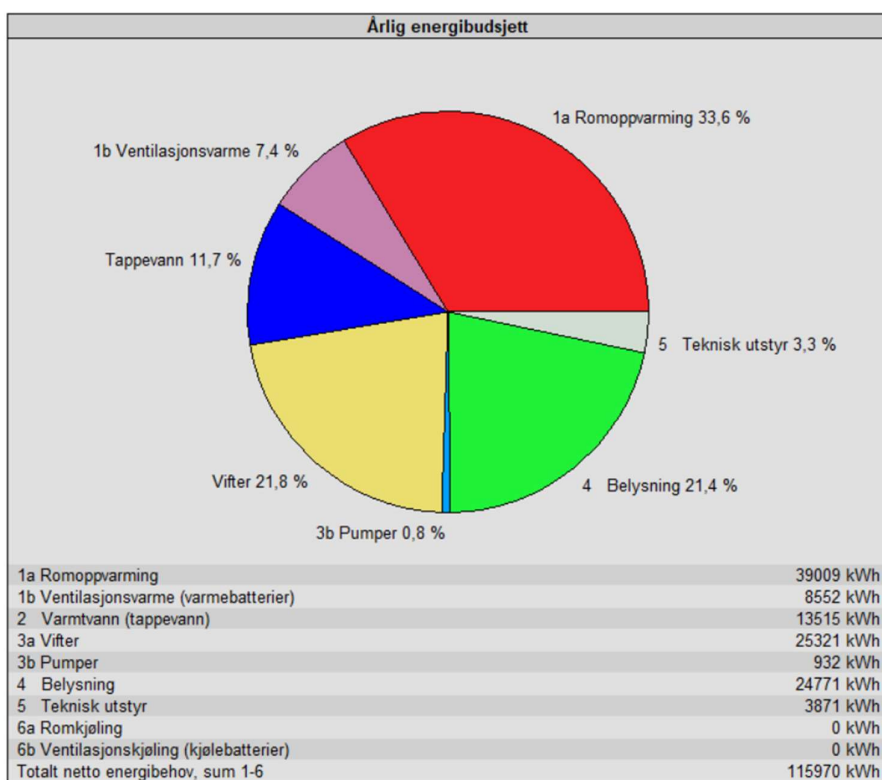
Scenario 1	
Scenario 2	
Scenario 3	

### 7.3 Resultater tiltak scenario 1

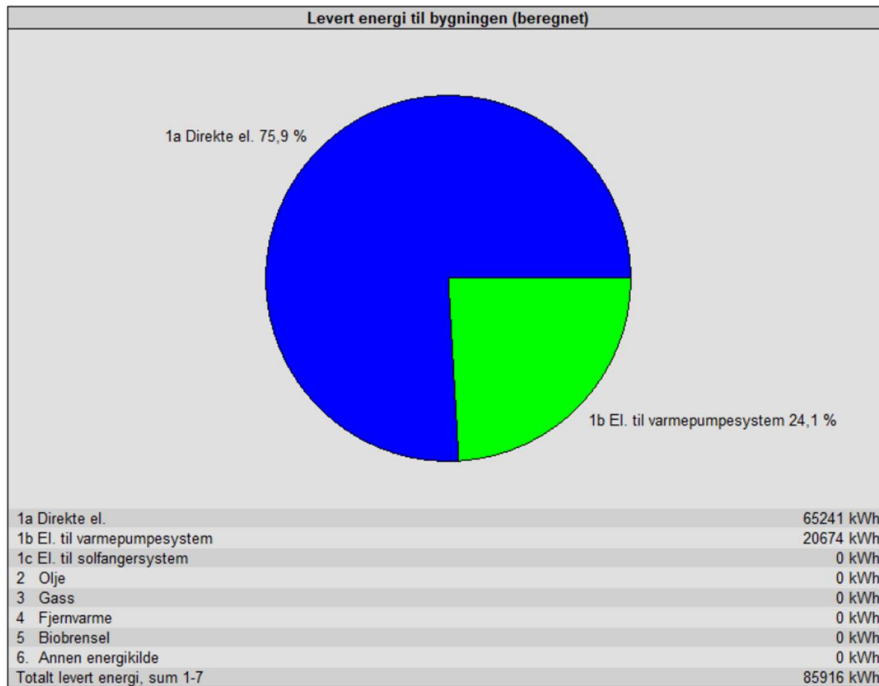
Vedlagt er tabell 26 og figur 39-42 som viser resultatet av års simuleringen med tiltakene utført i scenario 1.

Tabell 26 energibudsjett scenario 1

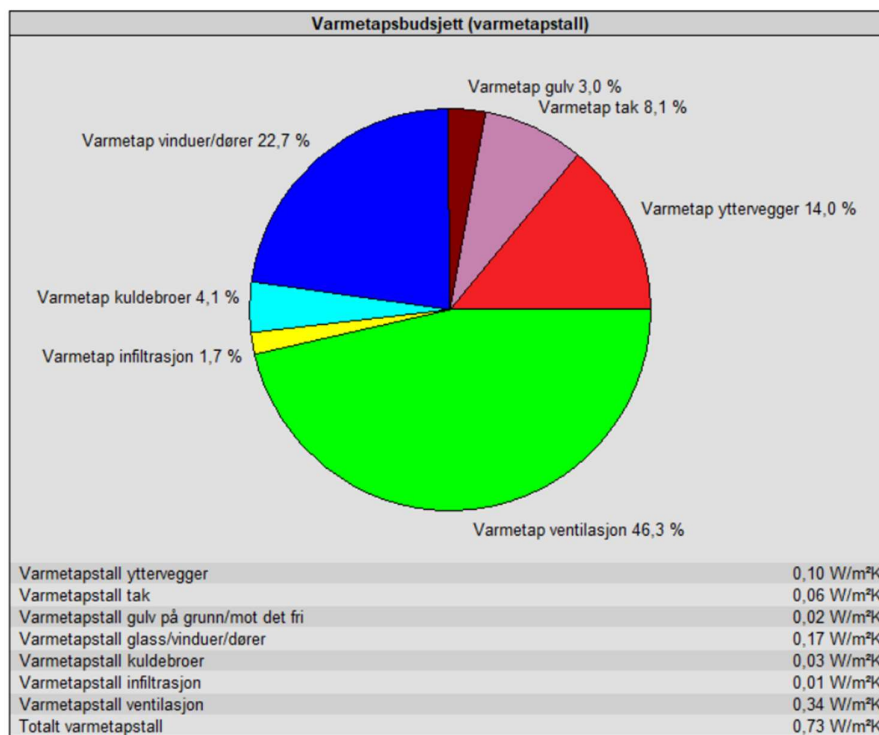
Energibudsjett		
Energipost	Energiebehov	Spesifikt energiebehov
1a Romoppvarming	39009 kWh	28,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonvarme (varmebatterier)	8552 kWh	6,3 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	932 kWh	0,7 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	24771 kWh	18,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonkjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Totalt netto energiebehov, sum 1-6</b>	<b>115970 kWh</b>	<b>86,0 kWh/m<sup>2</sup></b>



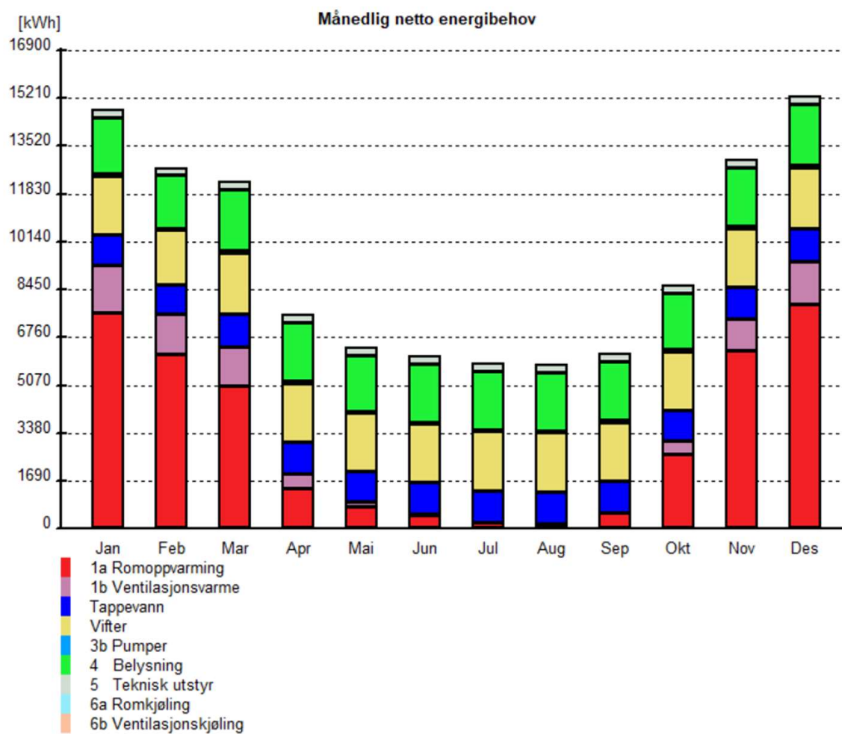
Figur 39 årlig energibudsjett scenario 1



Figur 40 levert energi til bygningen scenario 1



Figur 41 varmetapsbudsjett scenario 1



Figur 42 månedlig netto energibehov scenario 1

#### 7.4 Inndata/evaluering mot byggetekniske forskrifter scenario 1

Vedlagt er tabell 27-29. Tabell 27 viser evaluering mot TEK17. Tabell 28 viser minstekravene i TEK 17 og den aktuelle verdien til U-verdiene til de forskjellige bygningsdelene. Tabell 29 viser kravene for Passivhus.

Tabell 27 Evaluering av resultater scenario 1

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

Tabell 28 minstekrav TEK17 scenario 1

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,18	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,8	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,6	1,5

Tabell 29 krav passivhus fra NS

Egenskap	Passivhus	Lavenergibolig klasse 1	Lavenergibolig klasse 2
U-verdi vinduer og dører	<0,80 W/(m2K)	<1,2 W/(m2K)	<1,6 W/(m2K)
Normalisert kuldebroverdi	<0,03 W/(m2K)	<0,05 W/(m2K)	
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	>80%	>70%	
SFP-faktor for ventilasjonsanlegg	<1,5 kW/(m3/s)	<2,0 kW/(m3/s)	
Lekkasjetall ved 50 Pa,n50	<0,6 h <sup>-1</sup>	<1,0 h <sup>-1</sup>	<3,0 h <sup>-1</sup>

Inndataen brukt i simulering en oppfyller krav om passivhus gitt i norsk standard, se vedlagt tabell 29 (Standard Norge,2013, s.8) (13).

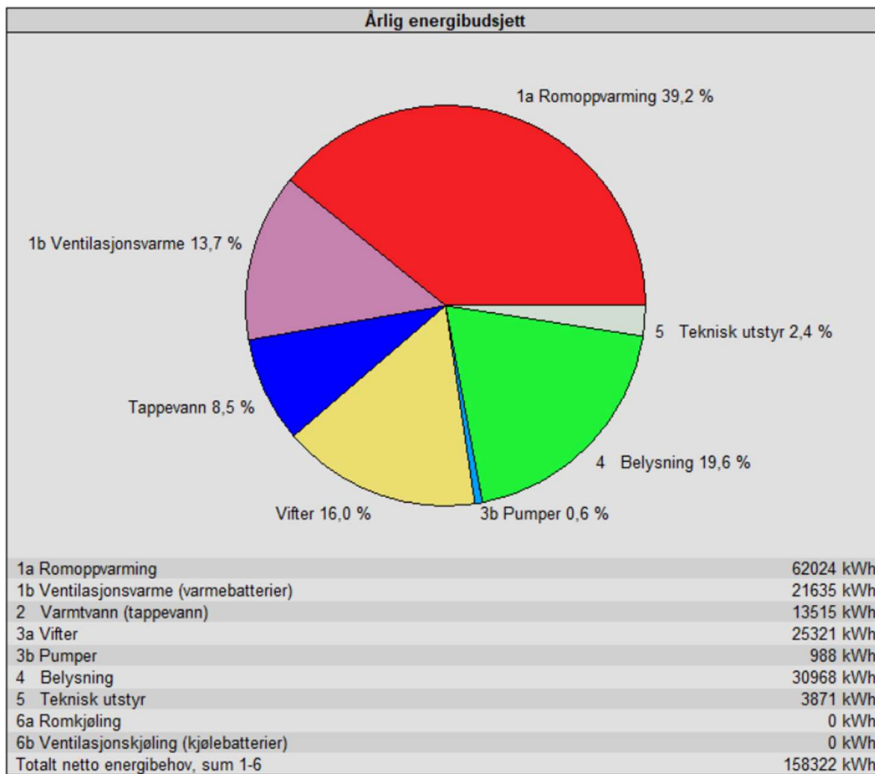
## 7.5 Resultater scenario 2

Vedlagt er tabell 30 og figur 43-46 som viser resultatet fra års simuleringen for scenario 2.

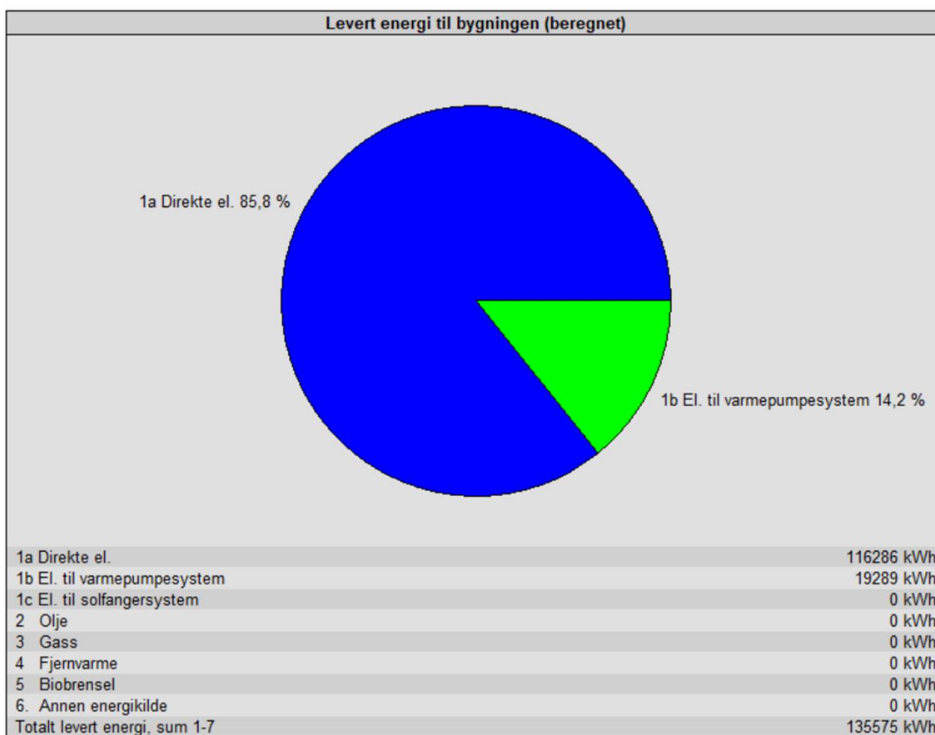
Tabell 30 Energibudsjett scenario 2

Energibudsjett			
Energipost		Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming		62024 kWh	46,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)		21635 kWh	16,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)		13515 kWh	10,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter		25321 kWh	18,8 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper		988 kWh	0,7 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning		30968 kWh	23,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr		3871 kWh	2,9 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling		0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)		0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6		158322 kWh	117,4 kWh/m <sup>2</sup>

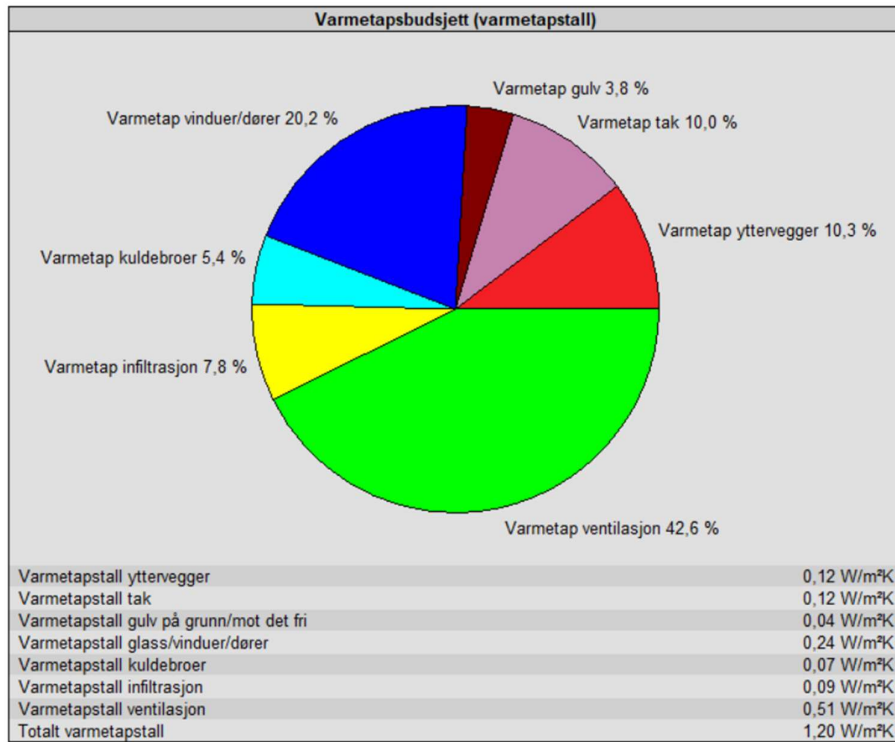




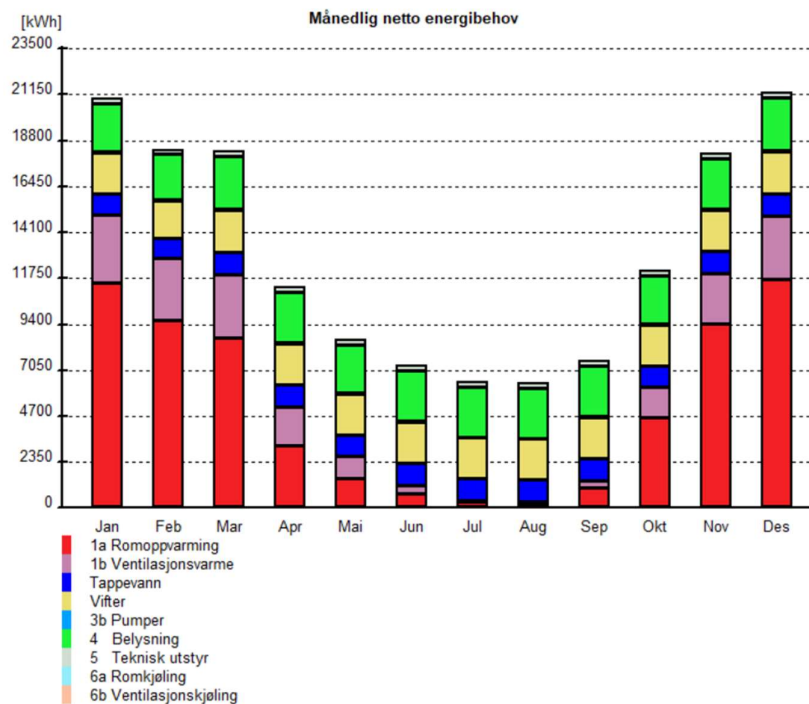
Figur 43 Årlig energibudsjett scenario 2



Figur 44 Levert energi til bygningen scenario 2



Figur 45 varmetapsbudsjett scenario 2



Figur 46 månedlig netto energibehov scenario 2

## 7.6 Inndata/Evaluering mot byggetekniske forskrifter (TEK 17)

Vedlagt er tabell 31-32, som viser evaluering mot TEK 17, og inndata.

Tabell 31 evaluering mot TEK17 scenario 2

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

Tabell 32 minstekrav TEK17 scenario 2

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

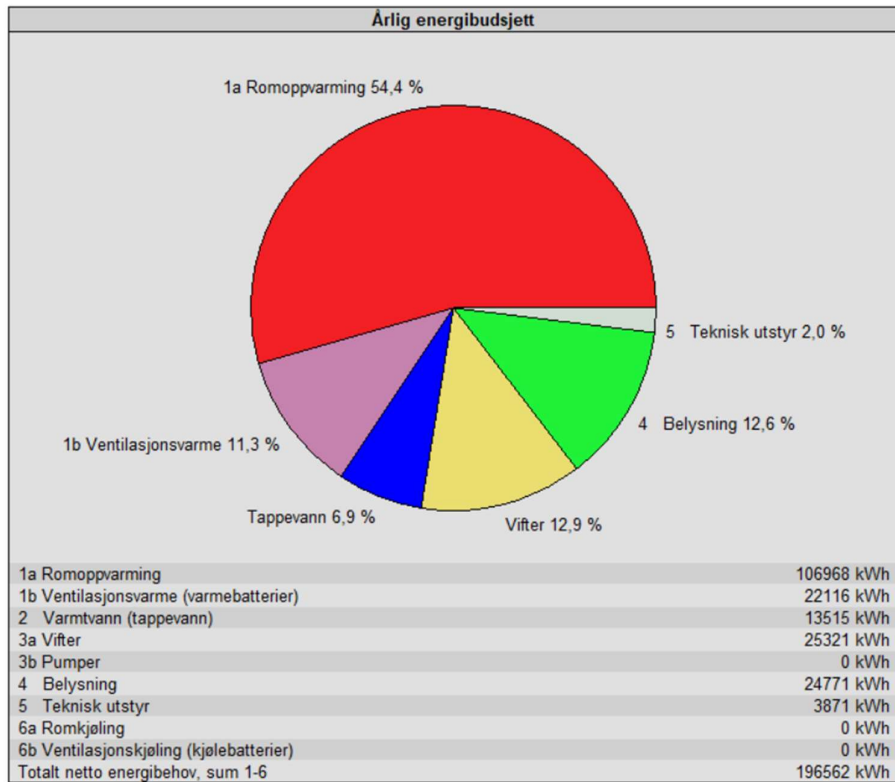
Bygget oppfylder minstekravene i TEK 17 i henhold til tabell 32. Tiltaket oppfylder derimot ikke den samlede evalueringen for energikravet til bygningen i henhold til TEK 17 i henhold til tabell 31 merket med rød bakgrunn.

## 7.7 Resultater scenario 3

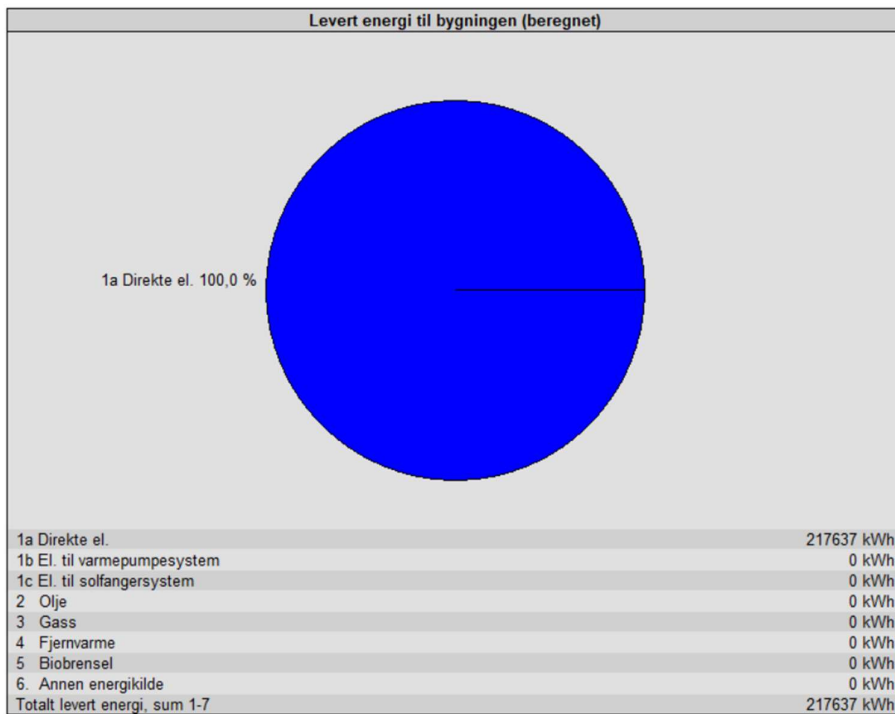
Vedlagt er tabell 33 og figur 47-50 som viser resultatene fra års simuleringen for scenario 3.

Tabell 33 Energibudsjett scenario 3

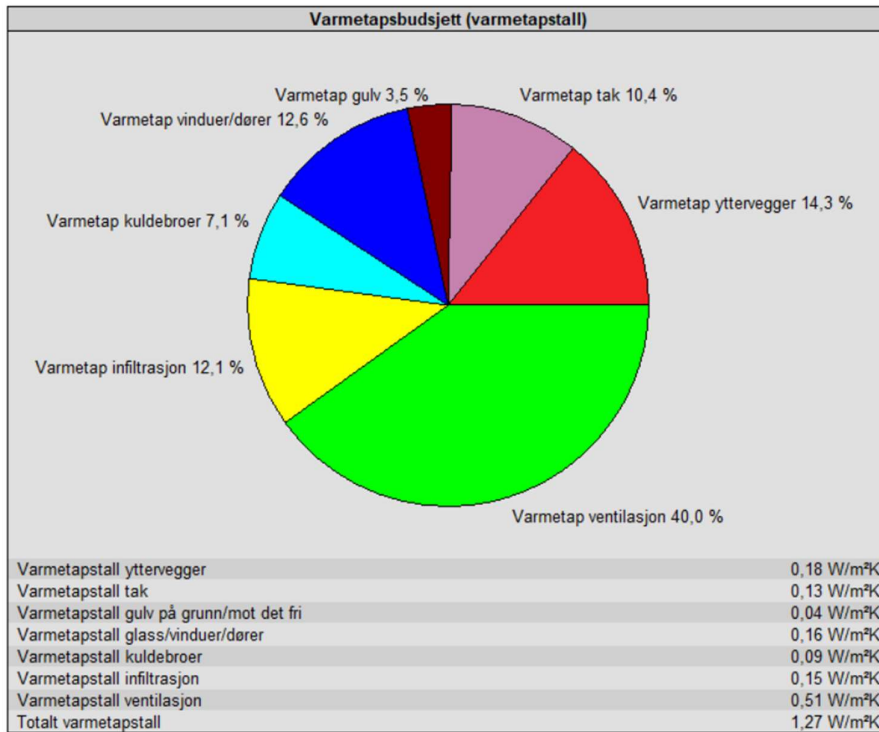
Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	106968 kWh	79,3 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	22116 kWh	16,4 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	24771 kWh	18,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	196562 kWh	145,8 kWh/m <sup>2</sup>



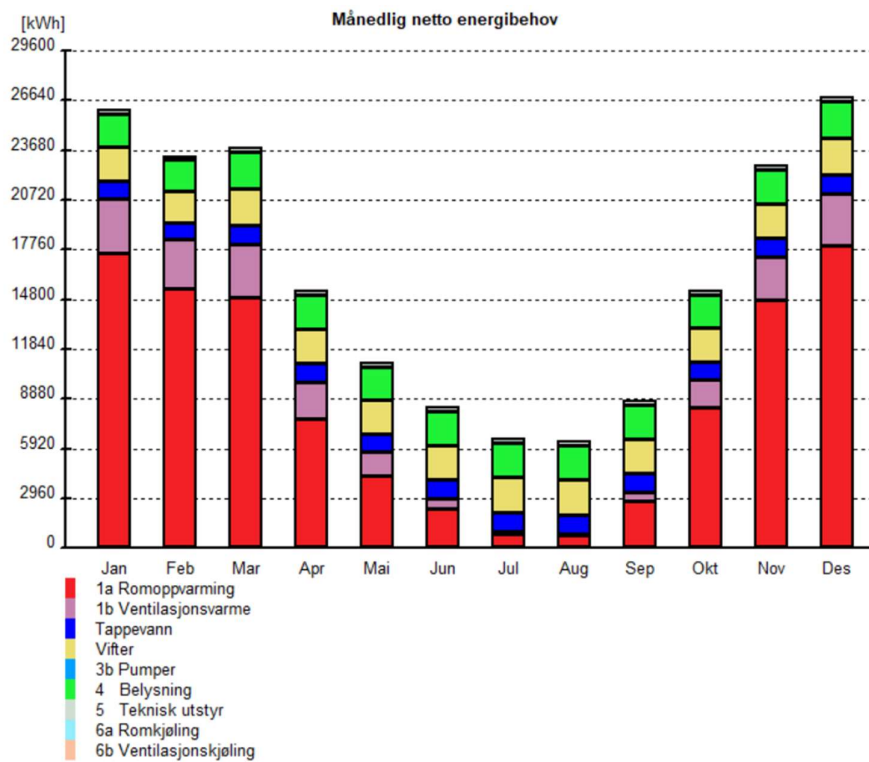
Figur 47 årlig energibudsjett scenario 3



Figur 48 levert energibudsjett scenario 3



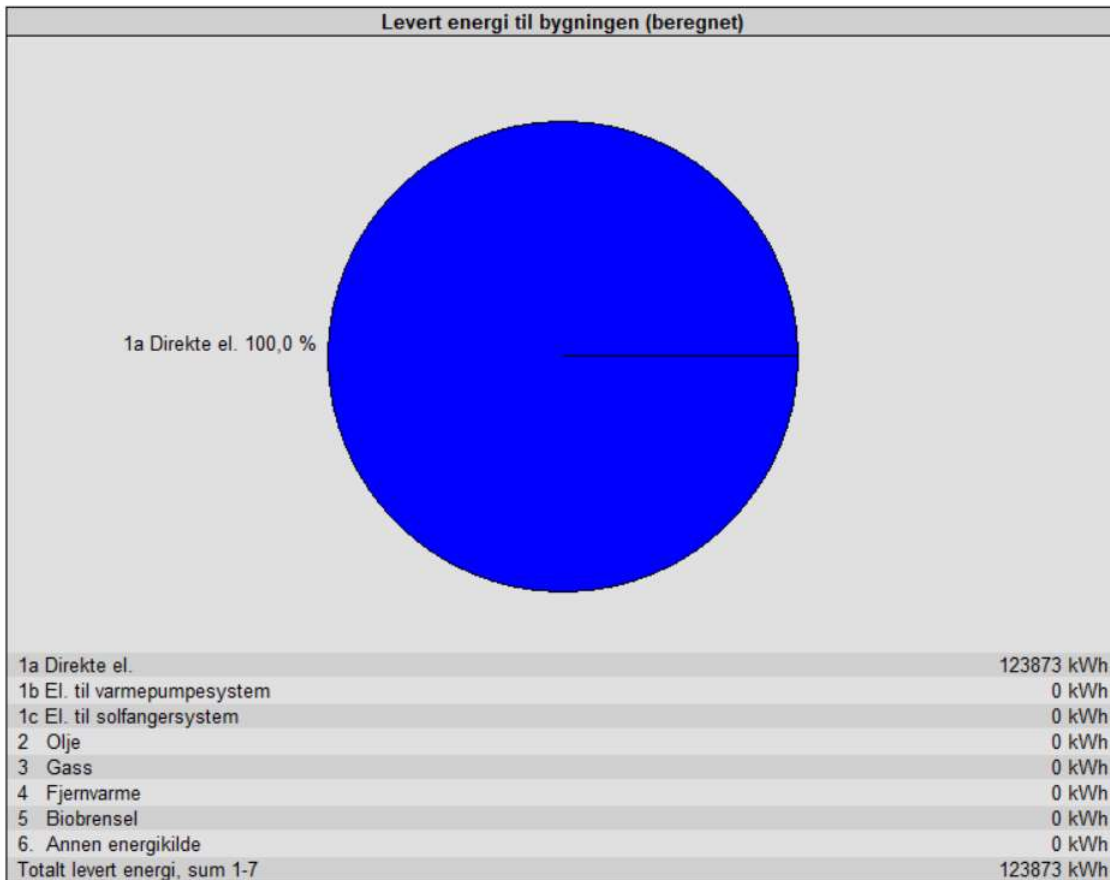
Figur 49 Varmetapsbudsjett scenario 3



Figur 50 månedlig netto energibehov scenario 3

## 7.8 Resultater scenario 1 (kun bygningskropp)

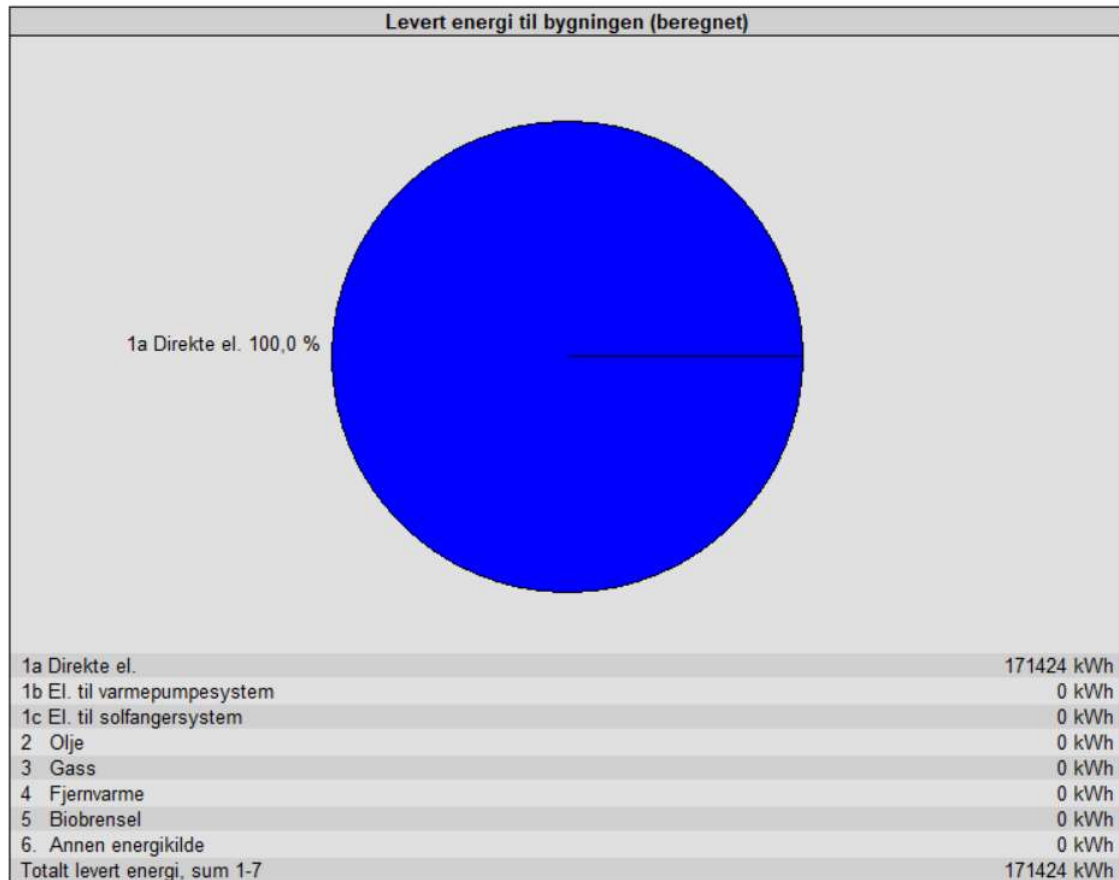
Vedlagt er figur 51, som viser levert energi til bygningen for scenario 1 med tiltak aktivert kun for bygningskroppen. Ingen bergvarmepumpe er simulert, kun tiltak på bygningskropp.



Figur 51 Levert energi til bygningen Scenario 1 (Kun bygningskroppen)

## 7.9 Resultater scenario 2 (Kun bygningskropp)

Vedlagt er figur 52, som viser levert energi til bygningen for scenario 2 med tiltak aktivert kun for bygningskroppen. Ingen varmpumpe er simulert, kun tiltak på bygningskropp.



Figur 52 Levert energi til bygningen scenario 2 (Kun bygningskropp)

## 8 Diskusjon

### 8.1 Resultat

I resultatene ovenfor fremkommer det tre eventuelle løsninger på å senke energiforbruket. For å fremvise resultatene i tre forskjellige stadier ble det benyttet tre scenarier. Det er derfor viktig å definere at scenarioene er svært spesifikke i forhold til tiltakene som benyttes. Meningen med disse tre scenarioene er å fremstille resultatene fra størst mulig reduksjon i energiforbruk til minst mulig reduksjon i energiforbruk, der scenario 1 gir det beste resultatet, og scenario 3 gir det dårligste.

Selv om scenarioene benyttet, er avgrenset i forhold hvilke tiltak som er brukt, betyr det ikke at de ikke kan kombineres. Skulle man kombinert de forskjellige tiltakene benyttet vil dette resultere i utallig mange resultater. Kombinasjonen av de forskjellige scenarioene burde vurderes opp mot kostnad og budsjett ved utførelse av tiltak. Igjen kan det knyttes en antagelse om at scenario 1 er det mest kostbare, da tiltakene er mer omfattende sett opp mot den eksisterende bygningen.

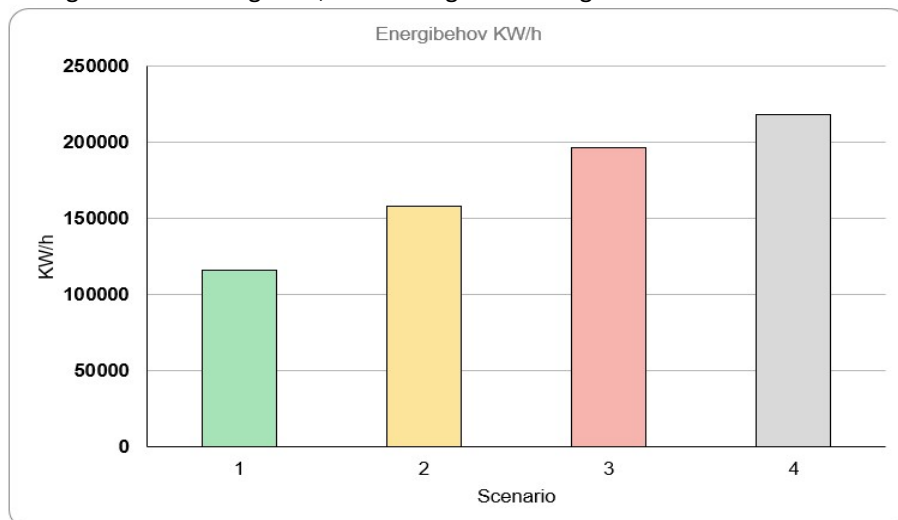
Scenariene gir derimot en god antagelse om hvilke tiltak som vil senke energiforbruket mest.

Videre kan vi se på den aktuelle reduksjonen knyttet til scenarioene simulert. Vedlagt er tabell 34 som viser oversikt over det totale energibehovet til hvert av scenarioene.

Tabell 34 energibehov scenarier

Scenario:	Totalt energibehov (kW/h)
Scenario 1	115970
Scenario 2	158322
Scenario 3	196561
Eksisterende bygg (scenario 4)	218380

Vedlagt nedenfor er figur 53, som viser grafert energibehov for hvert av scenarioene.



Figur 53 grafert energibehov scenarier



Tydlig vil scenario 1 gi størst besparelser. Dette scenarioet benytter kravene om passivhus, noe som er svært strengt med tanke på U-verdi, lekkasjetall og kuldebroverdi. I realiteten vil dette kreve store forandringer av omtrent alle bygningsdelene i det aktuelle bygget. Scenario 1 benytter også en bergvarmepumpe som dekker 85% av totalt oppvarmingsbehov. Luftmengdene på ventilasjonsanlegget må også oppgraderes for å tilfredsstille kravene. Her må luftmengden økes for å dekke kravene i TEK 17. Effekten må oppgraderes fra 9000m<sup>3</sup>/h til 13000m<sup>3</sup>/h. Hvis dette ikke utføres vil ikke bygningen opprettholde kravene til energirammene i TEK 17. Tiltakene er svært gunstige med tanke på energibehov, og dette vises godt i diagrammet ovenfor. Scenario 1 vil totalt gi en reduksjon i energibehov på hele 46,9%. Dette vil gi store kostnadsbesparelser, men det tiltaket vil også ha en stor kostnad. Mest sannsynlig vil dette lønne seg over tid, men dette burde undersøkes nærmere.

Scenario 2 vil også gi relativt store besparelser. Dette tiltaket benytter oppgradering til TEK 17 standard på bygningskroppen. TEK 17 setter høyere krav til U-verdi, lekkasjetall og kuldebroverdi enn det bygget har i dag. Sammen med strategisk plasserte luft-luft varmepumper som står for 50% av oppvarmingsbehovet er dette ett gunstig tiltak. Totalt vil dette tiltaket gi en reduksjon i energibehovet på 27,5%.

Scenario 3 benytter utskifting av bygningsdeler som er klare for utskifting. I dette tiltaket er det utskifting av vinduer/dører som er det eneste tiltaket. Her er det oppgradert til vinduer/dører med U-verdi på 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Det eksisterende oppvarmingsanlegget beholdes. Dette vil totalt gi en reduksjon i energibehovet på 9,99%. Dette er for så vidt ett tiltak som også er basert på vedlikehold av bygningen, og dens bygningsdeler. Derfor kan dette tiltaket være aktuelt, da det både reduserer energibehovet, og dekker mulig nødvendig vedlikehold.

Samlet vil tabell 35 nedenfor vise informasjon om reduksjonen i energibehov for hvert av scenarioene.

Tabell 35 Energibehov prosent scenarioer

Scenario:	Totalt energibehov (kW/h)	% reduksjon
<b>Scenario 1</b>	<b>115970</b>	<b>-46,90 %</b>
<b>Scenario 2</b>	<b>158322</b>	<b>-27,50 %</b>
<b>Scenario 3</b>	<b>196561</b>	<b>-9,99 %</b>
<b>Eksisterende bygg (scenario 4)</b>	<b>218380</b>	<b>0 %</b>

Store deler av reduksjonen i energibehov er knyttet til endring av bygningsdeler til å oppfylle strengere krav. Tilførselen av alternative oppvarmingskilder som varmepumper leder til økt

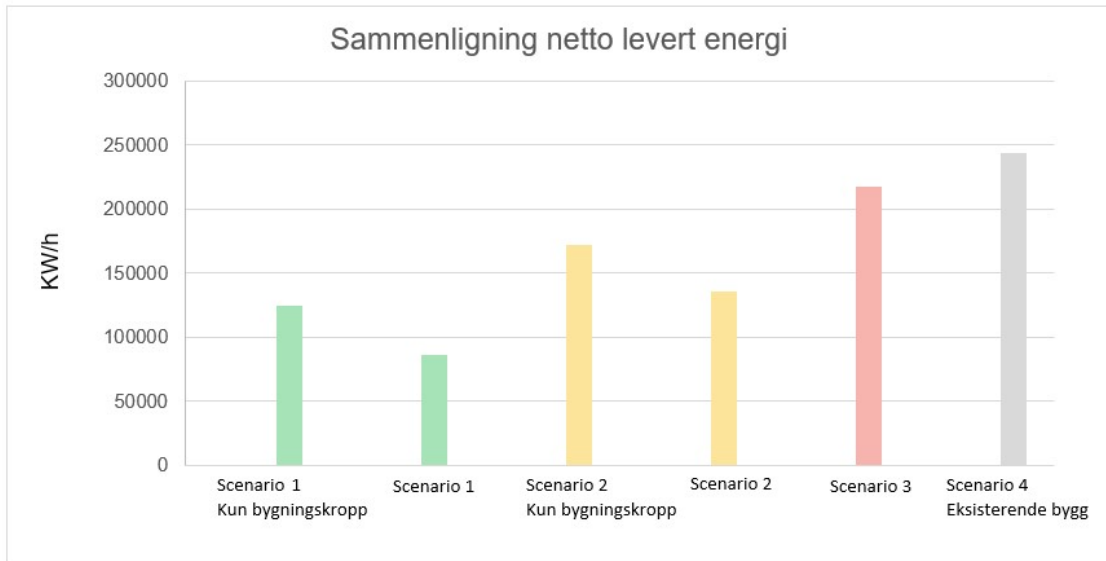
effektivitet av den forbrukte elektriske energien som er tilført bygget. Dette betyr at man får mer oppvarmingseffekt ut av samme mengde energi ved å benytte en varmepumpe istedenfor å benytte de eksisterende elektriske panelovnene. Dette vil igjen lede til mindre energiforbruk. Det er derfor interessant å se på hvilke resultater vi får dersom vi kun benytter tiltakene på bygningskroppen uten å endre oppvarmingskildene fra det eksisterende bygget. Som vist tidligere benytter scenario 1, og scenario 2 varmepumper som oppvarmingsanlegg. Effekten av denne formen for oppvarming er vesentlig. Ved å plote simuleringene uten varmepumper som oppvarmingsalternativ vil det være mulig å studere effekten av endring av oppvarmingssystem. Vedlagt «*Tabell 39 Netto levert energi sammenligning*» viser forskjellen på scenario 1 og scenario 2 med varmepumper som oppvarmingsanlegg knyttet opp mot samme scenarioer, men uten varmepumper som oppvarmingsanlegg. Det er viktig å understreke at det beskrives forskjellen på netto levert energi til bygningen i tabell 36 Netto levert energi sammenligning, og ikke energibehov som er tidligere brukt, da energibehovet vil være det samme, men måten energien benyttes på vil skape en lavere sum av netto levert energi til bygningen. Scenario 3 er ikke medtatt her, da resultatene er like grunnet ingen endring i oppvarmingssystem.

Tabell 36 Netto levert energi sammenligning

Scenario:	Netto levert energi: kW/h	% Reduksjon
<b>Scenario 1 (kun bygningskropp)</b>	<b>123874</b>	<b>0 %</b>
<b>Scenario 2 (kun bygningskropp)</b>	<b>171424</b>	<b>0 %</b>
<b>Scenario 1</b>	<b>85916</b>	<b>-31 %</b>
<b>Scenario 2</b>	<b>135575</b>	<b>-21 %</b>

Dette viser at varmepumpene benyttet i scenario 1, og scenario 2 har svært stor effekt på netto levert energi til bygning sett opp mot tiltakene som allerede er utført. Det kan derfor antas at tiltaket med å benytte varmepumper skaper en stor reduksjon i netto levert energi til bygget, og bør vurderes sterkt i videre vurdering av tiltak.

Nedenfor i figur 54 er det vedlagt ett diagram som viser sammenligningen mellom tiltakene med simuleringer kun på bygningskroppen opp mot de andre simuleringene som er gjennomført. Dette gir en god oversikt over effekten varmepumpene har på netto levert energi til bygningen.



Figur 54 Sammenligning netto levert energi

## 9 Konklusjon

Denne oppgaven har en teoretisk vinkling på problemstillingen *`hvordan senke energiforbruket til Grødem kirke`*. Oppgaven setter ut til å finne løsninger på hvordan det er mulig å senke energiforbruket. Dermed har det først blitt utført energiberegninger av det aktuelle bygget for å identifisere det faktiske forbruket til bygningen. Videre er det vurdert ulike tiltak som det også er utført energiberegninger av for å verifisere effekten. Tiltakene er realistiske og er fullt mulig å utføre med produkter som finnes på markedet i dag. Det er ikke beskrevet spesifikt hvilke produkter som kan benyttes, men heller krav som settes til bygningsdelen/produktet ved prosjektering og utførelse av tiltakene.

I dette tilfellet vil mindre tiltak senke energibehovet inntil 10% sett opp mot det opprinnelige forbruket. Videre kan man utvide størrelsen på tiltakene sett etter de tre scenarioene som er benyttet for å oppnå enda høyere reduksjon i energibehov. Ved oppgradering til passivhus standard med bruk av bergvarmepumpe som dekker 85% av oppvarmingsbehovet vil tiltaket gi en reduksjon i energibehov på hele 46,9%.

Hvis man velger å benytte scenario 1 eller scenario 2 er det interessant å se på hva som faktisk kreves av bygningsmessige arbeider for å nå kravene. Scenario 2 vil kreve oppgradering av hele bygningen i form av etterisolering i alle bygningsdeler, utskifting av vinduer/dører og tetting av bygget for å senke lekkasjetall. Dette er i tillegg til å installere varmepumper som dekker 50% av oppvarmingsbehovet.

Scenario 1 vil også kreve oppgradering av hele bygningen i form av etterisolering i alle bygningsdeler, utskifting av vinduer/dører og tetting av bygget for å senke lekkasjetall. Dette er i tillegg til å installere en bergvarmepumpe som dekker 85% av oppvarmingsbehovet.

Det viser seg derfor at de bygningsmessige arbeidene er relativt like. Den eneste variabelen er kravene som stilles til utskiftning av bygningsdelene. I all hovedsak betyr dette at det må benyttes en større isolasjonstykkelse i bygningsdelene som krever oppgradering. Lavere U-verdi i vinduer og dører må også benyttes. Høyere krav for lekkasjetall må også oppfylles.

I all hovedsak betyr dette at de bygningsmessige arbeidene er like om man ser på forskjellen mellom scenario 1 og scenario 2. Derfor blir dette ett økonomisk spørsmål angående investeringskostnad og eventuell reduksjon i energibehov sett opp mot hverandre. Det er derfor viktig å undersøke hvor stor reduksjon av energibehov i bygningen som er aktuell, og hvilken økonomisk virkning dette vil ha.

Det er også viktig å se på effekten av varmepumpene i scenarioene som er simulert.

Bergvarmepumpen i scenario 1 står for den største reduksjonen i netto levert energi og er kritisk for

besparelsene i scenario 1. Dette gjelder også for scenario 2 der strategisk plasserte varmepumper skal dekke 50% av oppvarmingsbehovet. Dette gir også en svært stor reduksjon i netto levert energi til bygningen.

Forskjellen i scenario 1 ved å velge å installere en bergvarmepumpe som dekker 85% av oppvarmingsbehovet vil gi ytterligere 31% besparelser i netto levert energi i tillegg til å måtte opprettholde kravene i passivhus standarden. Scenario 2 vil ved å installere varmepumper som dekker 50% av oppvarmingsbehovet gi ytterligere 21% besparelser i netto levert energi i tillegg til å måtte opprettholde TEK 17 kravene.

Oppgaven har presentert ulike tiltak for å senke energiforbruket til Grødem kirke, og det har blitt utført energiberegninger for å verifisere effekten av disse tiltakene. Det har blitt vurdert tre ulike scenarioer, og resultatene viser at mindre tiltak kan senke energibehovet med opptil 10%, mens oppgradering til passivhusstandard med bruk av bergvarmepumpe kan gi en reduksjon på hele 46,9%. Det er viktig å huske på at disse dataene kun er teoretiske forslag og ikke kan brukes direkte ved prosjektering eller utførelse av tiltak. Videre vil valg av tiltak være et økonomisk spørsmål, der investeringskostnad og reduksjon i energibehov må veies opp mot hverandre. Resultatene viser at installering av bergvarmepumpe eller luft-luft varmepumper vil gi store ytterligere besparelser i netto levert energi, og dette bør også tas med i betraktningen ved valg av tiltak.

### **9.1 Videre arbeid**

Det hadde vært svært interessant simulert en kombinasjon av ulike tiltak sett opp mot kostnaden av tiltaket for å kunne vurdere den mest energieffektive løsningen sett opp mot kostnad. Eventuelt en integrasjon og utnyttelse av solcellepanel i kombinasjon med ulike tiltak.

Styringen av ventilasjon og oppvarming burde også undersøkes videre, da det ikke foreligger nok data over lang nok tid til å kunne knytte antagelser om den mest effektive måte å styre oppvarming og ventilasjon i bygget. Å iverksette en fast tidsplan slik at det kreves mindre effekt for å oppnå ønsket temperatur er også interessant å studere videre. I dag benyttes det kun aktiviteter i tidsplanen digitalt som aktiverer oppvarming og ventilasjon. Optimalisering og drift av oppvarming og ventilasjon burde derfor undersøkes videre for å finne den mest energieffektive løsningen.

Utskifting av ventilasjonsaggregat kan også være interessant å studere effekten av, da store mengder av varmetapet er igjennom ventilasjonsanlegget.

## 10 Referanseliste

- (1) Forskrift om krav til byggverk. (1997). *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk* (FOR-1997-01-22 nr 0033). Direktoratet for byggkvalitet.  
[https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere\\_regelverk/forskrift-om-krav-til-byggverk.pdf](https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere_regelverk/forskrift-om-krav-til-byggverk.pdf)
- (2) Byggteknisk forskrift. (2017). *Forskrift om tekniske krav til byggverk*(FOR-2017-06-19-840) hentet fra Direktoratet for byggkvalitet. <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-1>
- (3) Byggforskserien, (09-2018) *beregning av U-verdi etter NS-EN ISO 6964*, hentet 15.02.2023, hentet fra: Byggforskserien URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning\\_av\\_u-verdier\\_etter\\_ns-en\\_iso\\_6946](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946)
- (4) Simien. *Våre produkter simien*. <https://simien.no/produkt/>
- (5) Energimerkeforskriften for bygninger. (2016). *Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg* (FOR-2016-06-27-823). Lovdata  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-12-18-1665>
- (6) Standard Norge. (09.12.2021). *Beregning av bygningers energibehov og energiforsyning*.  
<https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/bygningsenergi/beregning-av-bygningers-energibehov-og-energiforsyning/>
- (7) NVE. (27.02.2015), *Energimerking av boligbygg*.  
<https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/energimerking-av-bolig-og-bygg/>
- (8) Google MAPs (2023): *Stavanger*: Google MAPs, (Online Kart)  
<https://www.google.com/maps/@59.0104792,5.697818,13>
- (9) Google MAPs (2023): *Grødem*: Google MAPs (Online Kart)  
<https://www.google.com/maps/@59.0097132,5.6525884,16.25z>
- (10) U-verdier og laster. (2017). *471.008 Bygningskomponenter og -elementer - Varmemotstand og varmegjennomgangskoeffisient - Beregningsmetoder (ISO 6946:2017)*. Byggforskserien:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning\\_av\\_u-verdier\\_etter\\_ns-en\\_iso\\_6946](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946)
- (11) Støpt Byggstein. (2011). *571.201 Murverk. Materialer, typer og egenskaper*. Byggforskserien:  
[https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning\\_av\\_u-verdier\\_etter\\_ns-en\\_iso\\_6946](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946)
- (12) EMPORTAL.no. (2023). *EM-portal skyløsning for Grødem kirke*.  
<https://emsystemer.no/em-portal/>
- (13) Standard Norge. (2013). *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Boligbygninger NS3700:2013*.  
<https://www.standard.no/no/nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=636902>
- (14) Norsk klimaservicesenter. (2023). *observasjoner og værstatistikk*. Oversikt:  
<https://seklima.met.no/observations/>
- (15) Standard Norge. (2014). *Beregning av bygningers energiytelse — Metode og data NS3031:2014*  
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=702386>
- (16) Byggeteknisk forskrift. (2010). *Hva er rammekravs metoden og tiltaksmetoden (FOR-2010-03-26-489)* hentet fra: Direktoratet for byggkvalitet . <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/Hva-er-rammekravsmetoden-og-tiltaksmetoden/>
- (17) Norges vassdrag og energi direktorat. (2013). *praktisk veileder for energimerking(dokument)*.  
[https://www.energimerking.no/download?objectPath=/upload\\_images%2FE87FEE3272F4450AA49D6E6C10CBF472.pdf](https://www.energimerking.no/download?objectPath=/upload_images%2FE87FEE3272F4450AA49D6E6C10CBF472.pdf)

## **11 Vedlegg**

*Vedlegg 1 – Utregning U-verdi yttervegg*

*Vedlegg 2 – Plantegning*

*Vedlegg 3 – Hovedplan*

*Vedlegg 4 – Snitt*

*Vedlegg 5 – Utomhusplan*

*Vedlegg 6 – Kjeller*

*Vedlegg 7 – Gallerietasje*

*Vedlegg 8 – Grødem Kirke ventilasjon*

*Vedlegg 9 – Servicerapport ventilasjon*

*Vedlegg 10 – Års simulering Simien*

*Vedlegg 11 – Års simulering Simien Scenario 1*

*Vedlegg 12 – Års simulering Simien Scenario 2*

*Vedlegg 13 – Års simulering Simien Scenario 3*

*Vedlegg 14 – Horisontale detaljer*

*Vedlegg 15 – Prinsipp glass/betong/teglvegg*

*Vedlegg 16 – Vertikalsnitt kjøkken*

*Vedlegg 17 – Gesims avslutning betong gavler*

*Vedlegg 18 – Skjema trevindu i hovedetasje*

*Vedlegg 19 – Skjema trevindu i underetasje*

*Vedlegg 20 – Skjema vinduer i stålkarm*

*Vedlegg 21 – Skjema utenpåliggende glass*

*Vedlegg 22 – Skjema takvindu*

*Vedlegg 23 – Skjema utvendige dører m/glass*

*Vedlegg 24 – Skjema innvendige dører m/glass*

*Vedlegg 25 – Romskjema*

*Vedlegg 26 – Vindusskjema*

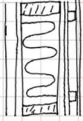
*Vedlegg 27 – Oversikt varmeovner*

## Vedlegg 1- Utrening U-verdi yttervegg

U-value calculation:

Fasade treverk: Se 471.401  
Oppbygging:

36x148mm bindingsvekk  
Isola avulle membran  
C/C 200  
150mm mineralull blokk A  
0,15mm diff. spore  
13mm gips  
9mm GUX utvendig  
48x36 C-imp. list  
19x98 glattpanel



	$m^2K/W$
Innv. overgang mets	0,13
Panel	0,158
Plast	0,05
Mineralull	4,054
utu metsrand	0,04
Sum RT	4,432

$$U = 1/R_T + \Delta U = 1/4,432 + 0,015$$

$$U = \underline{0,24063 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Legring:

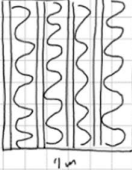
$\lambda_{\text{stender}} = 0,13 \text{ W/mK}$ ,  $\lambda_{\text{iso}} = 0,037$

$$\lambda_{\text{legring}} = ((0,13 \cdot 0,14) + (0,037 \cdot 0,856))$$

$$= 0,049872 \rightarrow R_{\text{legring}} = 0,15/0,049872$$

$R_{\text{legring}} = 3,0076$

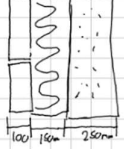
Byggforsh fasade  
U-verdi = 0,279



Isolasjon = 0,856  
Stendervekk =  $4 \times 0,036 \cdot 1 = 0,144$

14,1% Stendervekk  
85,6% Isolasjon

Fasade hickrom



(571.201)  
Material kondukt.

Oppbygging:

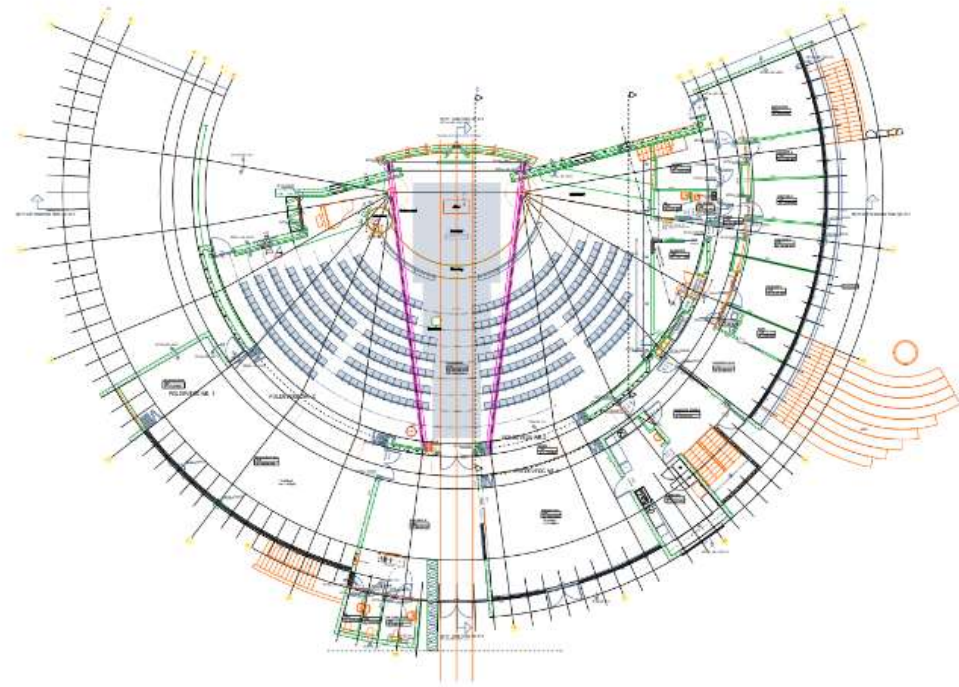
Teigstein	100mm	0,9	innv W/mK
Isolasjon	150mm	0,037	W/mK
Betong	250mm	2,0	W/mK

$R_{\text{teig}} = 0,10/0,9 = 0,111 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 $R_{\text{iso}} = 0,150/0,037 = 4,054 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 $R_{\text{betong}} = 0,250/2,0 = 0,125 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 Innv met 0,13  
 utv met 0,04  
 Sum 4,446

U-verdi =  $1/4,446 + 0,015 = 0,239 \text{ W/m}^2\text{K}$



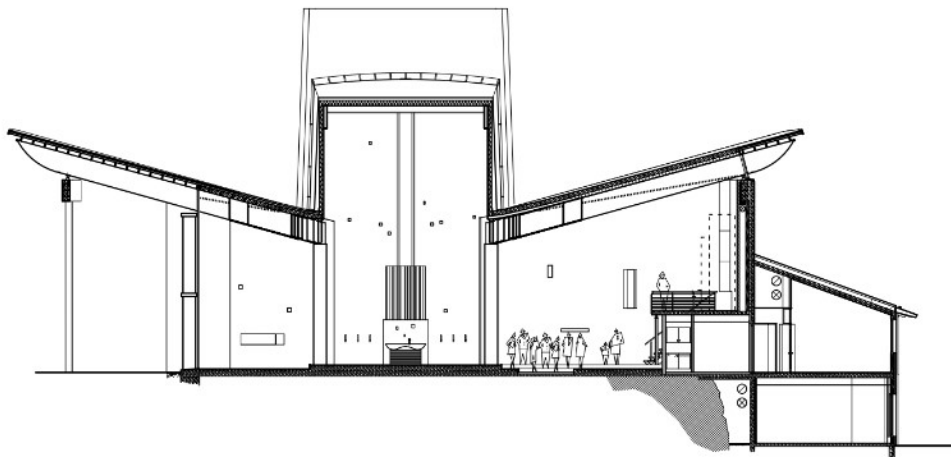
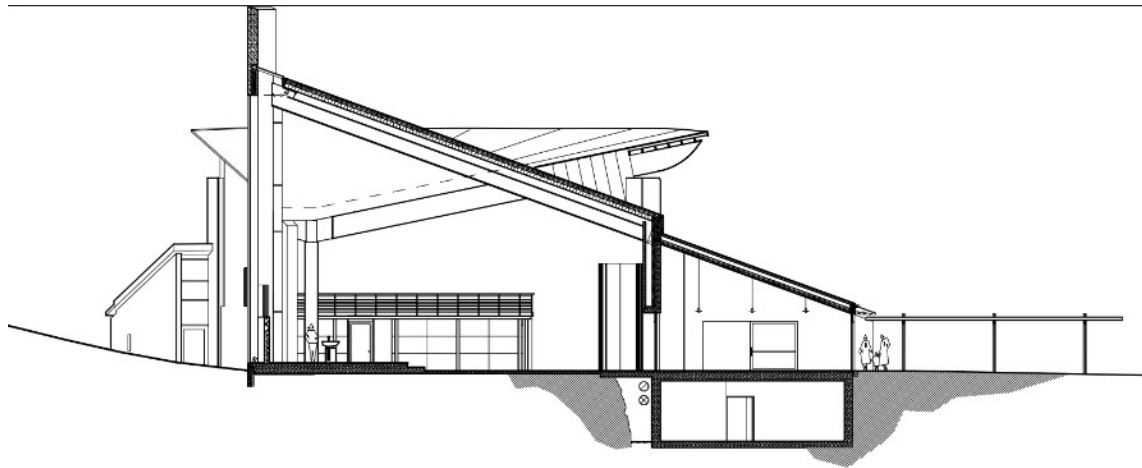
## Vedlegg 2- Plantegning



*Plantegning første etasje*



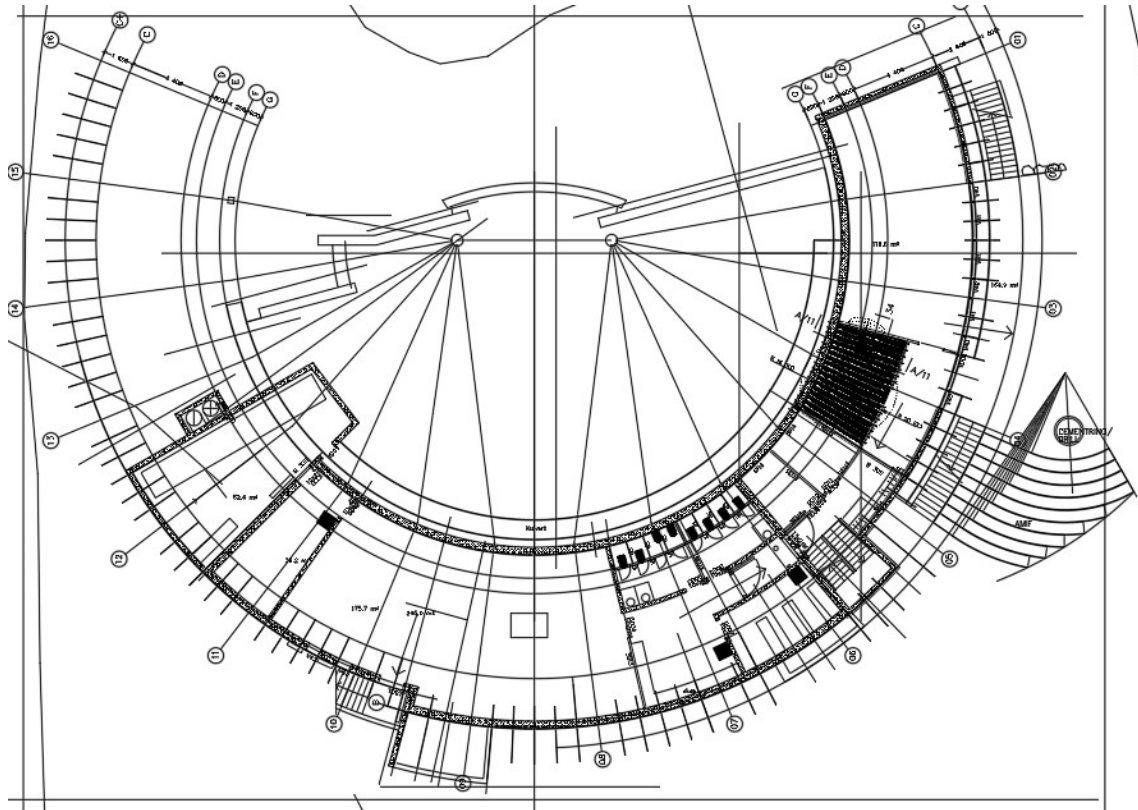
Vedlegg 4- Snitt



*Snitt 1 og 2*

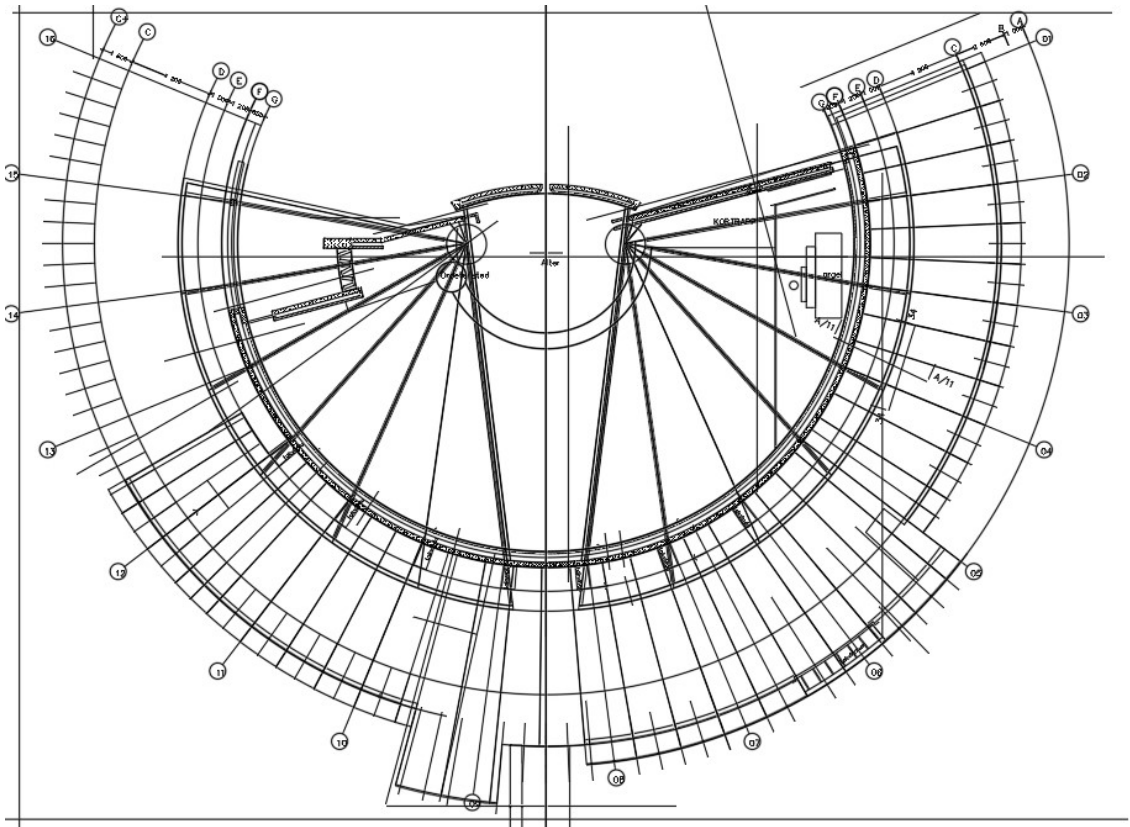


## Vedlegg 6- Kjeller



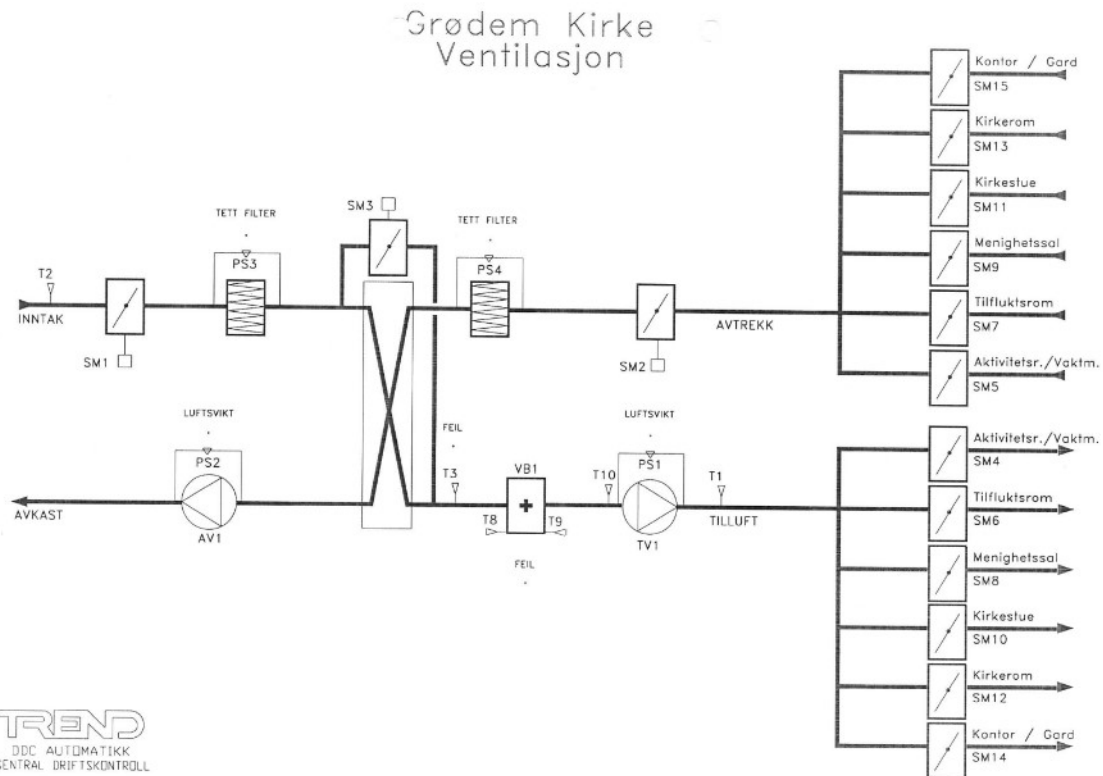
Kjeller

## Vedlegg 7- Gallerietasje

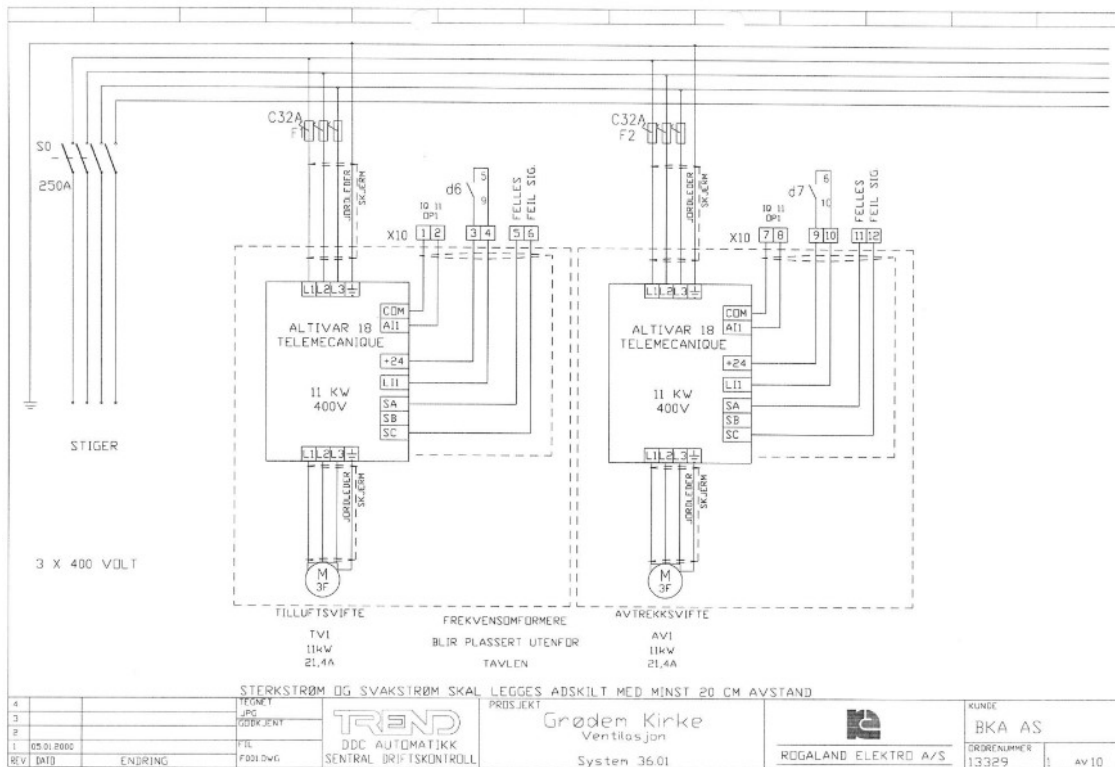


*Gallerietasje*

# Vedlegg 8- Grødem kirke ventilasjon



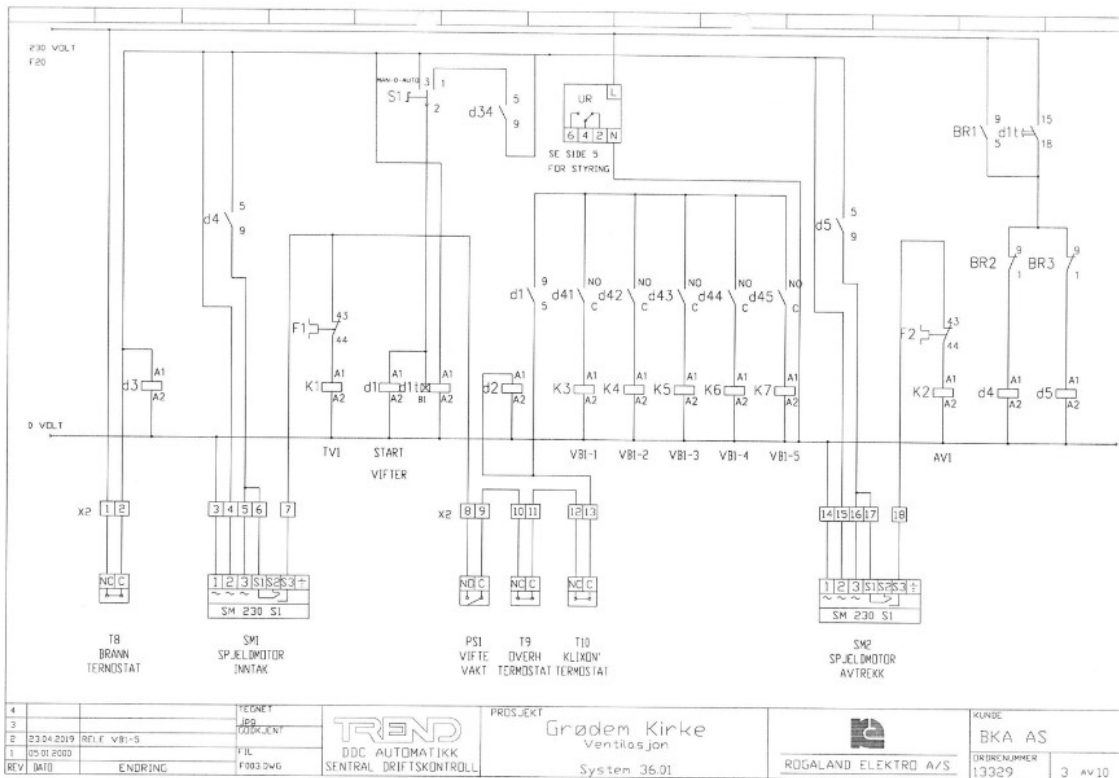
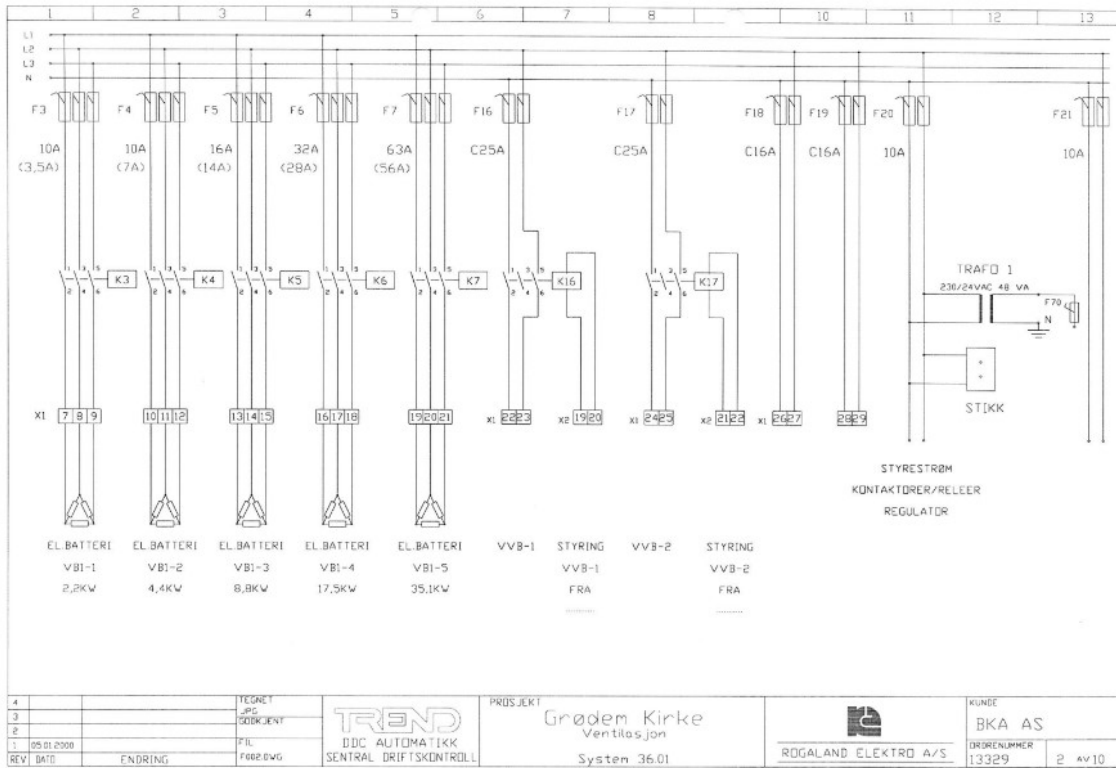
**TREND**  
 DDC AUTOMATIKK  
 SENTRAL DRIFTSKONTROLL



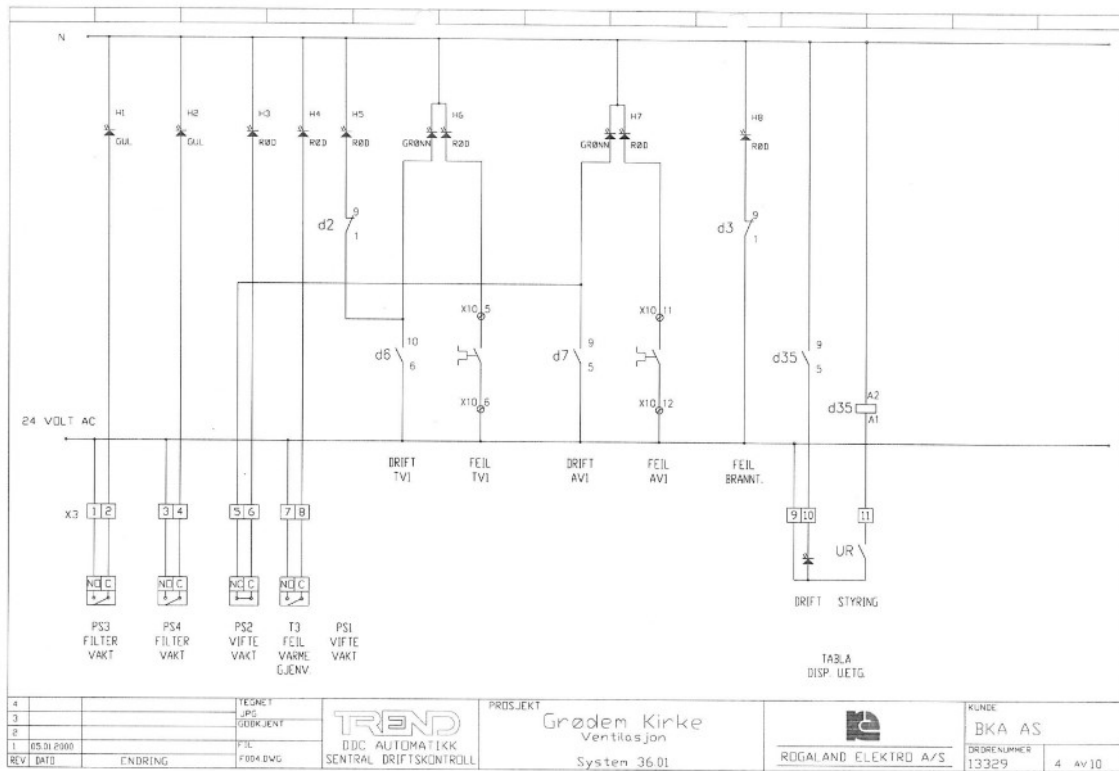
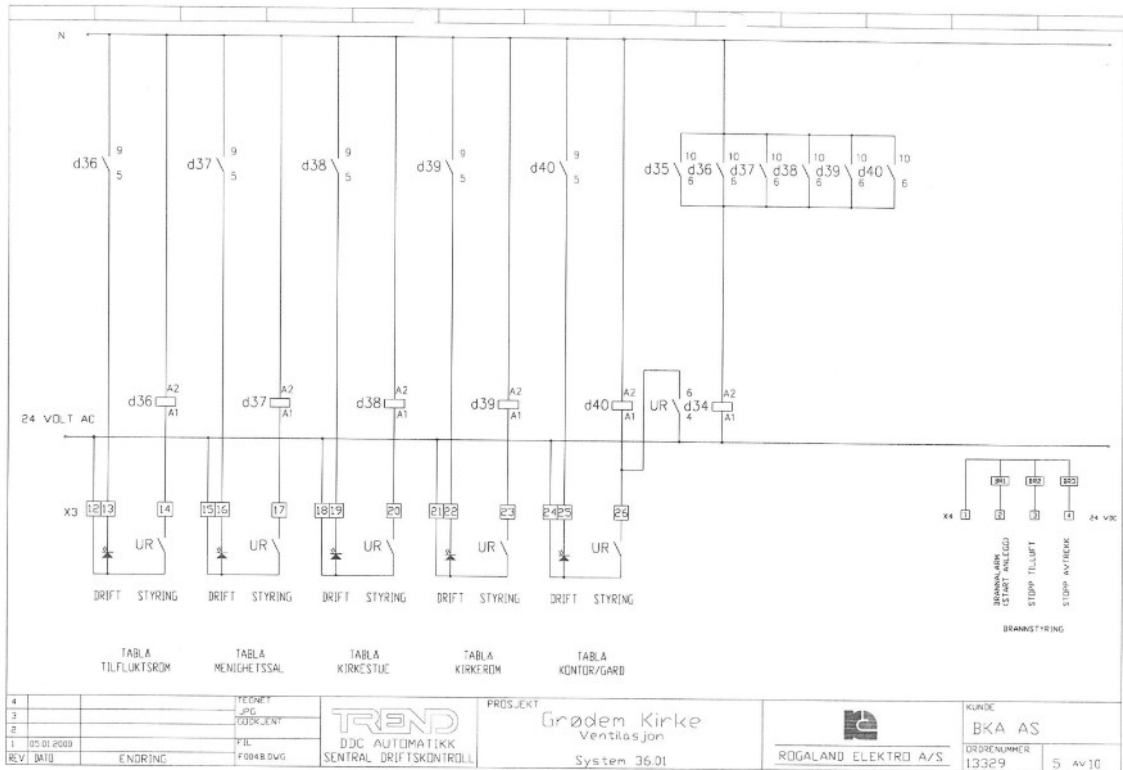
4									
3									
2									
1	05.01.2000								
REV	DATE	ENDRING							

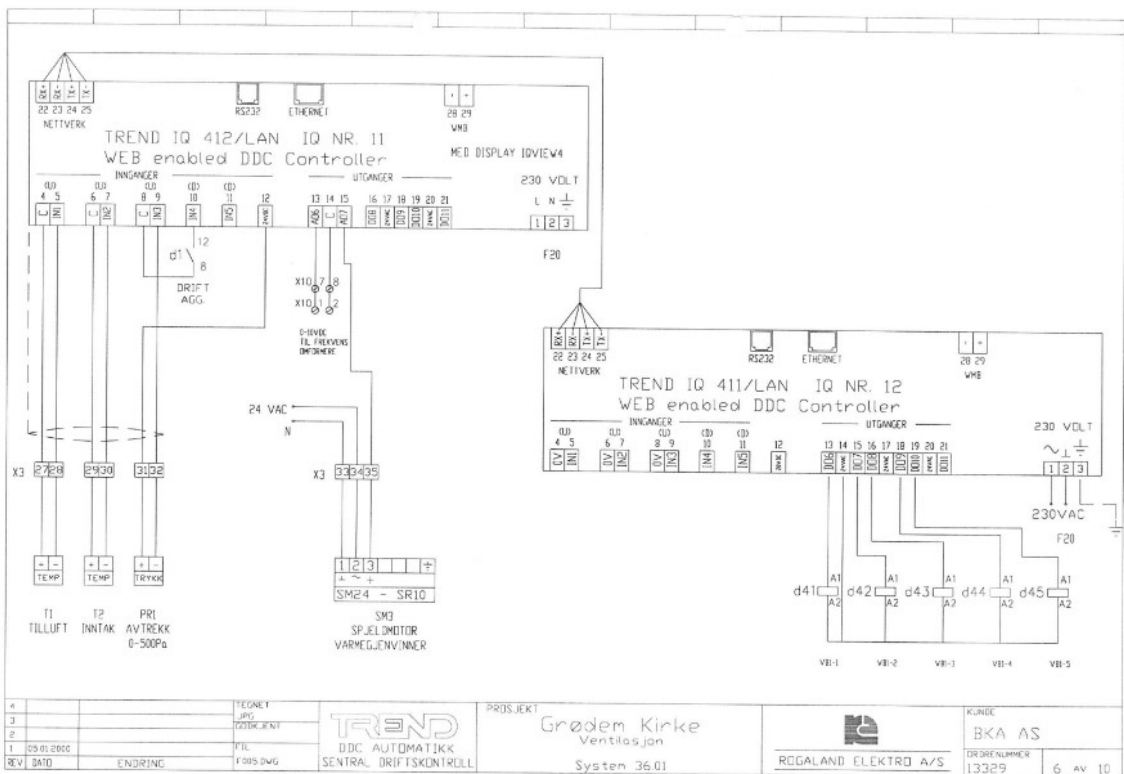
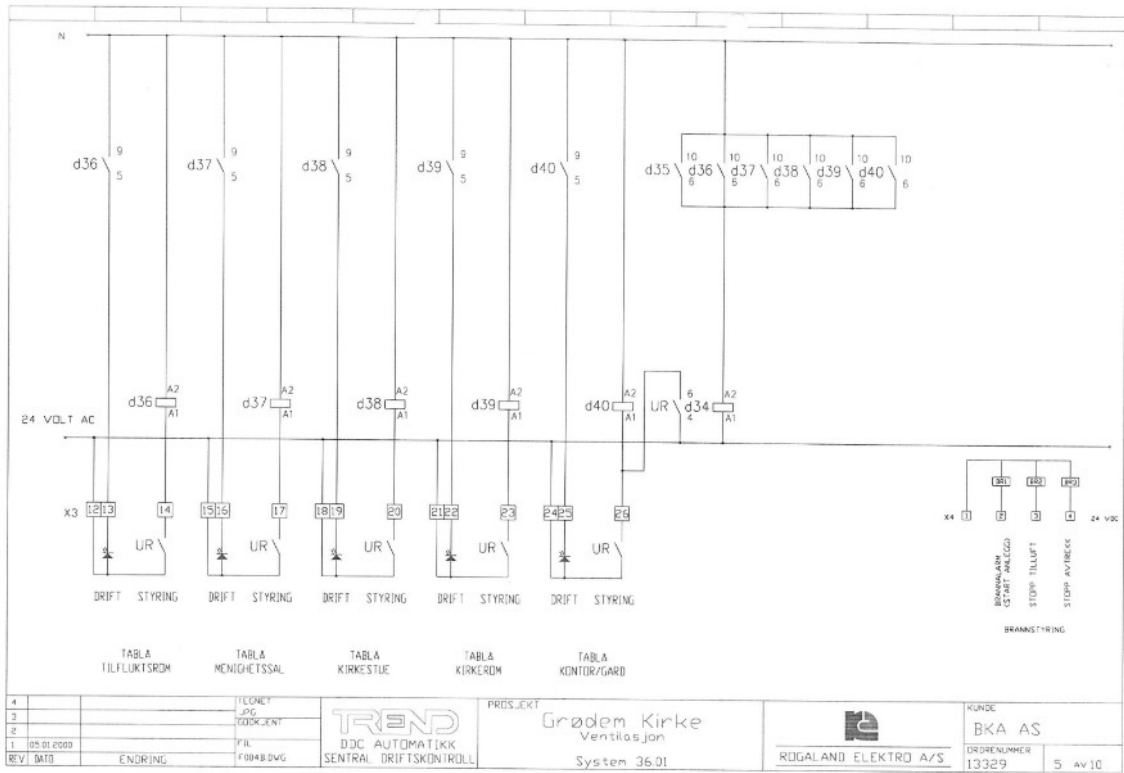
<b>TREND</b> DDC AUTOMATIKK SENTRAL DRIFTSKONTROLL	Grødem Kirke Ventilasjon System 36.01	ROGALAND ELEKTRO AS	KUNDE BKA AS ORDRENUMMER 13329	AV 10
--	---	---------------------	---	-------

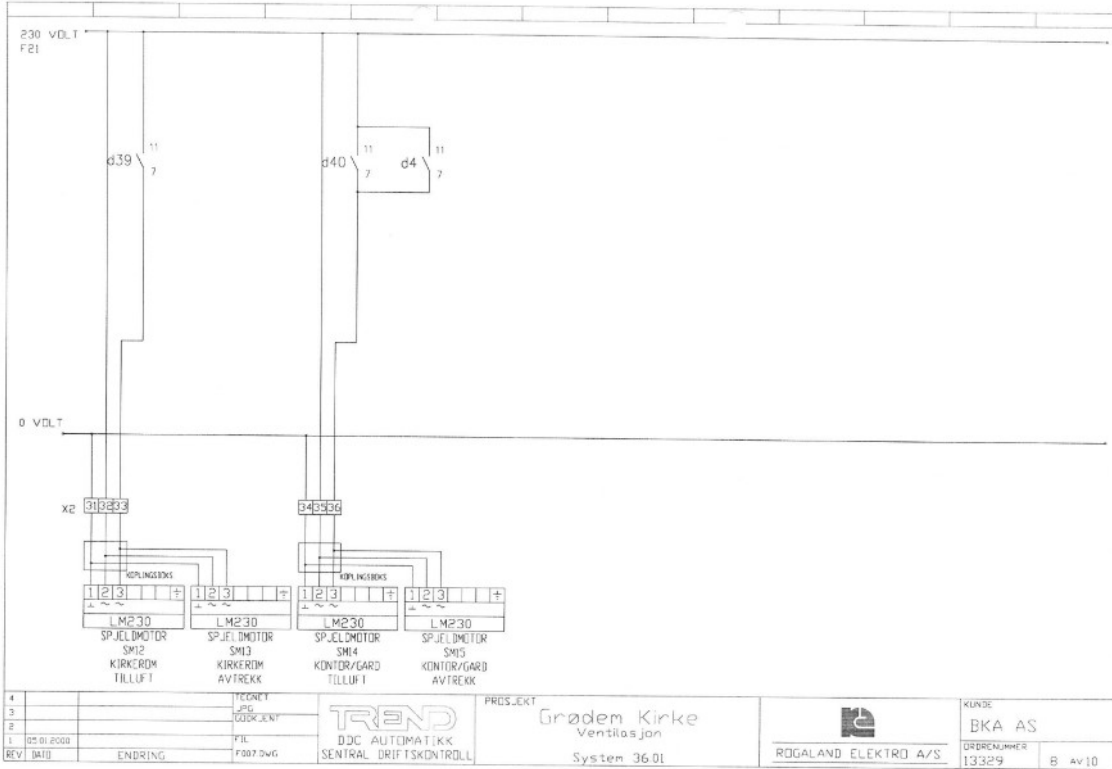
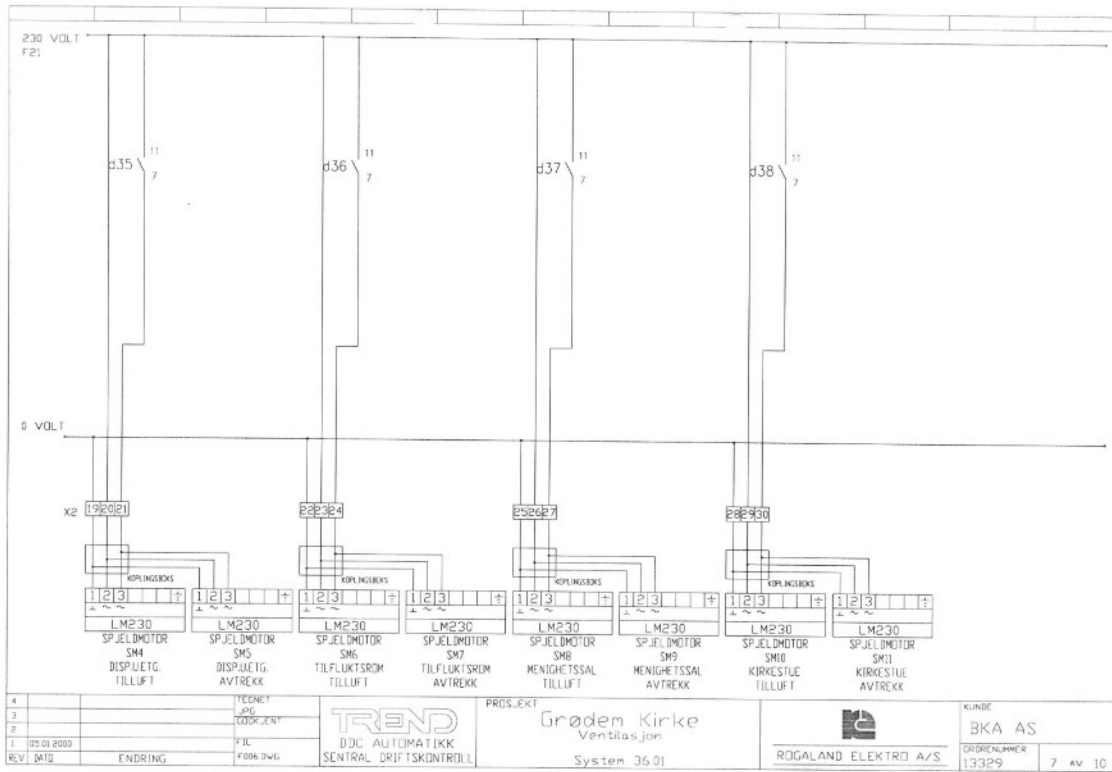












# Funksjonsbeskrivelse

## Styring

Anlegget startes og stoppes via venter man-0-auto i tavlefront. I stilling man går anlegget kontinuerlig. I stilling 0 stopper anlegget. I stilling auto går anlegget i henhold til innstilt tid i ukeur.

For hver sone er det spjeld som åpner for luft i respektive sone. Sone Kontor/Gard følger ukeuret i tavlen, og har også korttidsur for drift utenom normale brukstider.

De resterende sonene får bare luft når korttidsur for respektive sone er operert. Driftslampe i hvert tablå viser om sonen er aktiv og får tilført luft.

## Regulering

**Temperatur**  
Varmegjenvinner, og elektrisk batteri, reguleres i sekvens for å oppnå ønsket temperatur i tilluft.

Settpunkt for tilluft justeres i tavlefront. Tilluftstemperaturen er ute temp-kompensert. Se side 9 for virkemåte.

**Luftmengde**  
Viftenes turtall reguleres etter trykkføler i avtrekk. Denne regulerer etter sugetrykket i avtrekkskanalen og gir signal til frekvensformerne for å opprettholde ønsket trykk. Ettersom spjeldene for sonene åpner vil trykket synke, og turtallet på viftene blir da øket for å holde trykket konstant.

## Indikeringer

I tavlefront er det flytskjema som viser prinsipiell oppbygging av aggregatet.

I flytskjemaet er det ved viktige symboler lysdioder for drift og eller feil.

Grønne dioder viser om viftene er i drift.

Røde dioder viser om motorvern, viftevakt eller branntermostat er utløst.

Gule dioder viser om filterene er tette og må skiftes.

## Gjøremål

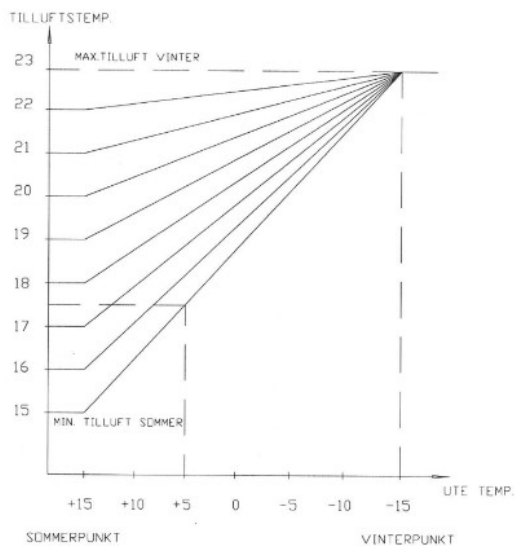
Hvis motorvern løser ut, kan det resettes i tavle ved å trykke inn den rette motorvernbyteren merket med F1 eller F2. Driftstrøm motor bør sjekkes og motorvernet stilles 10% over denne. NB! Aldri over merkestrøm.

Hvis viftevakt løser ut, kan viftoreimene være slakke eller røket. Stram reimene eller sett på nye.

Hvis filtervaktene er løst ut, sjekkes filterene, og skiftes med nye.

Hvis diode for branntermostat er løst ut, vil anlegget være stoppet. Branntermostaten har manuell reset, og må resettes under deksel i det elektriske batteriet.

4		TEKNET		PROSJEKT		KUNDE	
3		JPG		Grødem Kirke		BKA AS	
2		DRIFTSKONT		Ventilasjon			
1	05.01.2000	FILE		System 36.01		ORDRENUMMER	
REV	DATE	ENDRING	F0004 DWG			13329	9 av 10



## INSTILLING AV UTEKOMPENSERING

JUSTERES VED HJELP AV POTMETER I TAVLEFRONT. NEDRE GRENSE FOR SETTPUNKT TILLUFT KAN JUSTERES. OMRÅDE FOR UTETEMPERATUR ER FAST

+15 TIL -15 GRDC.  
ØVRE GRENSE FOR TILLUFT ER FAST 23 GRDC.  
NEDRE GRENSE KAN JUSTERES MELLOM +15 OG +23 GRDC.

REGULATOREN VIL SÅ REGNE UT EN FUNKSJON AV UTETEMPERATUREN.

(SE PÅ KURVEN TIL VENSTRE.)

EKSEMPEL:  
HVIS DU HAR STILLT INN +15 GRDC SOM LAVESTE TILLUFT, OG VI HAR 23 GRDC SOM HØYESTE, DA VIL DET UTREGNET SETTPUNKTET FOR TILLUFT VED EN UTTEMP. PÅ 5 GRDC BLI 17,5 GRDC.

FIGUREN VISER ELLERS AT VED +15 GRDC UTE VIL TILLUFTSTEMP. BLI +15 GRDC, OG VED -15 GRDC UTE VIL TILLUFTEN BLI 23 GRDC.

4		TEKNET		PROSJEKT		KUNDE	
3		JPG		Grødem Kirke		BKA AS	
2		DRIFTSKONT		Ventilasjon			
1	05.01.2000	FILE		System 36.01		ORDRENUMMER	
REV	DATE	ENDRING	F0004 DWG			13329	10 av 10

## Vedlegg 9- Servicerapport ventilasjon



TEKNISK ENTREPRENØR

### *Servicerapport ventilasjon*

<b>Kunde:</b>	Randaberg Kirkelige Fellestråd – Grødem kirke
<b>Plassering:</b>	Kjeller
<b>Betjener:</b>	36.01

Filter:  
LM-12-85 – 6stk.

<b>Luftmengde:</b>	<b>Tilluft (m³/h):</b>	<b>Avtrekk (m³/h):</b>
<b>Varmegjenvinner:</b>	Kryss-veksler	
<b>Virkningsgrad:</b>	$\eta = \frac{T1 - T2}{T8 - T2}$	
<b>Betjent Areal:</b>		
<b>Luftmengde pr.m²:</b>		
<b>Anbefalt m³/h pr.m²:</b>	12 m³/h	
<b>Alder på installasjon:</b>		
<b>SFP – Faktor:</b>	KW Tilluft + Avtrekk Høyeste luftmengde (TV eller AV) m³/s	
<b>Driftstider:</b>		

<b>Konklusjon:</b>	
--------------------	--

Utskriftsdato 07.10.2022

Side 1 av 4

www.Habi.no Fabrikkeveien 3, 4033 Stavanger Telefon: 51 95 19 50 Telefaks: 51 95 19 51 F. NR. 967 866 210 MVA  
VENTILASJON • KULDE • EIENDOMSDRIFT • KOBBER & BLIKKENS LAGERVERKSTED



TEKNISK ENTREPRENØR

Besøk mnd./år	02.2020	08.2020	02.2021	08.2021	01.2022	10.2022	
Kode:	TEMPERATUR - °C						
T1	Friskluftinntak	3,5	19,2	4	15	6,5	13
T2	Før gjenvinner	3,5	19,2	4	15	6,6	13
T3	Etter gjenvinner	10	20,2	10	18	13,2	16,5
T4	Etter varmebatteri	19,5	20,2	18,5	20,4	17,8	18,8
T5	Etter kjølebatteri	-	-	-	-	-	-
T6	Tilluft	19,5	22,5	18,5	20,4	17,8	18,8
T7	Rom	19,5	22,8	18,5	20	20	20
T8	Avtrekk	19,6	22,8	18,7	20	20	20
T9	Avkast	13	21,8	14	17	26	17,3
	DRIFTSTRYKK - Pa						
F1	Filter inntak	51	55	52	55	55	55
F2	Filter avtrekk	30	35	35	35	35	40
VG	Varmegjenvinner tilluft	60	67	65	66	68	65
VG	Varmegjenvinner avtrekk	-	-	-	-	-	-
VB	Varmebatteri	40	43	43	45	45	45
KB	Kjølebatteri	-	-	-	-	-	-
TV	Tilluftsvifte	305	300	300	300	299	300
AV	Avtrekksvifte	150	160	150	160	150	150
	TILSTANDSKONTROL - Ok / Byttet / Rep						
	Aggregat	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
	Inntaksrør	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
S1	Spjeld inntak	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
S2	Spjeld avtrekk	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
S3	Spjeld omluft	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
F1	Filter inntak	Ok	Byttet	Ok	Byttet	Ok	Byttet
F2	Filter avtrekk	Ok	Byttet	Ok	Byttet	Ok	Byttet
VG	Varmegjenvinner	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
VB	Varmebatteri	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
VB	Strømtrekk trinn 1	3,7	3,8	3,7	3,8	3,8	3,7
VB	Strømtrekk trinn 2	6,5	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5
VB	Strømtrekk trinn 3	13	13	13	13	13	13
VB	Strømtrekk trinn 4	25,8	25	25	25	25	25
VB	Strømtrekk trinn 5	50	50	50	50	50	50
KB	Kjølebatteri	-	-	-	-	-	-
TV	Tilluftsvifte	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
TV	Reimer	-	-	-	-	-	-
TV	Reimskiver	-	-	-	-	-	-
TV	Strømtrekk	-	30.2HZ/10.7A	30HZ/10.5A	30Hz/10.7A	29.8Hz/10.5A	20Hz/10A
AV	Avtrekksvifte	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
AV	Reimer	-	-	-	-	-	-
AV	Reimskiver	-	-	-	-	-	-
AV	Strømtrekk	-	29.1HZ/10.6A	30HZ/10.5A	30Hz/10.6A	28.7Hz/10.3A	20Hz/9.8A
PU	Pumper	-	-	-	-	-	-
	Automatikk	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
	Kanalnett	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	ok
	Tekniker:	T.V	L.G	L.G	L.G	L.G	J.Ab

Utskriftsdato 07.10.2022

Side 2 av 4

www.habil.no Fabrikkeveien 3, 4033 Stavanger Telefon: 51 95 19 50 Telefaks: 51 95 19 51 F. NR. 967 866 210 MVA  
VENTILASJON • KULDE • EIENDOMSDRIFT • KOBBER & BLIKKENS LAGERVERKSTED



TEKNISK ENTREPRENØR

	Besøk md./år	08.2017	02.2018	08.2018	02.2019	09.2019
<b>Kode: TEMPERATUR - °C</b>						
T1	Friskluftinntak	14	3,7	17,3	11,5	12,0
T2	Før gjenvinner	14	3,7	17,3	11,5	12,0
T3	Ener gjenvinner	17,2	10	18,8	16	15,5
T4	Ener varmebatteri	18,5	19,5	20	17,5	17,5
T5	Ener kjølebatteri	-	-	-	-	-
T6	Tilluft	18,5	19,5	20	17,5	17,5
T7	Rom	20,4	19,8	21	19	19,5
T8	Avtrekk	20,4	19,8	21	19	19,5
T9	Avkast	19	12,5	20,2	15	17,0
<b>DRIFTSTRYKK - Pa</b>						
F1	Filter inntak	45	50	50	50	75
F2	Filter avtrekk	27	35	55	62	75
VG	Varmegjenvinner tilluft	60	60	60	64	85
VG	Varmegjenvinner avtrekk	-	-	-	-	120
VB	Varmebatteri	40	40	40	40	40
KB	Kjølebatteri	-	-	-	-	-
TV	Tilluftsvifte	300	310	150	155	220
AV	Avtrekksvifte	140	147	160	160	430
<b>TILSTANDSKONTROLL - Ok / Byttet / Rep</b>						
	Aggregat	OK	Ok	Ok	Ok	OK
	Inntaksrør	OK	Ok	Ok	Ok	OK
S1	Spjeld inntak	OK	Ok	Ok	Ok	OK
S2	Spjeld avtrekk	OK	Ok	Ok	Ok	OK
S3	Spjeld omluft	OK	Ok	Ok	Ok	OK
F1	Filter inntak	OK	Ok	Byttet	Ok	Byttet
F2	Filter avtrekk	OK	Ok	Byttet	Ok	Byttet
VG	Varmegjenvinner	OK	Ok	Ok	Ok	OK
VB	Varmebatteri	OK	Ok	Ok	Ok	OK
VB	Strømtrekk trinn 1	3,7A	3,8A	3,7A	3,7A	3,6A
VB	Strømtrekk trinn 2	6,6A	6,5A	6,6A	6,5A	6,8A
VB	Strømtrekk trinn 3	13,2A	13A	13A	13A	13,1A
VB	Strømtrekk trinn 4	26A	26A	26A	26A	25A
VB	Strømtrekk trinn 5	50A	50A	50A	50A	50A
KB	Kjølebatteri	-	-	-	-	-
TV	Tilluftsvifte	OK	Ok	Ok	Ok	OK/smørt
TV	Reimer	-	-	-	-	-
TV	Reimskiver	-	-	-	-	-
TV	Strømtrekk	-	-	10A/26,7Hz	10,7A/29,7Hz	10,9A/30,2Hz
AV	Avtrekksvifte	OK	Ok	Ok	Ok	OK/smørt
AV	Reimer	-	-	-	-	-
AV	Reimskiver	-	-	-	-	-
AV	Strømtrekk	-	-	10A/24,9Hz	10,5A/28,7Hz	10,6A/29,1Hz
PU	Pumper	-	-	-	-	-
	Automatikk	OK	Ok	Ok	Ok	OK
	Kanalnett	OK	Ok	Ok	Ok	OK
	Tekniker:	J.Ab	J.Ab	J.A	L.G	D.B

Utskriftsdato 07.10.2022

Side 3 av 4

www.Habi.no Fabrikkeveien 3, 4035 Stavanger Telefon: 51 95 19 50 Telefaks: 51 95 19 51 F. NR. 967 866 210 MVA  
VENTILASJON • KULDE • EIENDOMSØRIFT • KOBBER & BLIKKENS LAGERVERKSTED



TEKNISK ENTREPRENØR

Historikk:		
Dato:	Spesifikasjon:	Utført:
08.2017	Service utført.	J.Ab
02.2018	Service utført	J.Ab
08.2018	Service utført. Byttet filter på tilluft og avtekk.	J.A
02.2019	Service utført	L.G
09.2019	Service utført. Bytte filter	D.B
02.2020	Service utført	T.V
08.2020	Service utført. Byttet filter på inntak og avtrekk.	L.G
02.2021	Service utført	L.G
08.2021	Service utført. Byttet filter på inntak og avtrekk	L.G
01.2022	Service utført. Alt ok	L.G
10.2022	Service utført . Byttet filter tilluft og avtrekk.	J.Ab

Utskriftsdato 07.10.2022

Side 4 av 4

www.Habi.no Fabrikkeveien 3, 4033 Stavanger Telefon: 51 95 19 50 Telefaks: 51 95 19 51 F. NR. 967 866 210 MVA  
VENTILASJON • KULDE • EIENDOMSDRIFT • KØBBER & BLIKKENS LAGERVERKSTED



## Vedlegg 10- Års simulering Simien

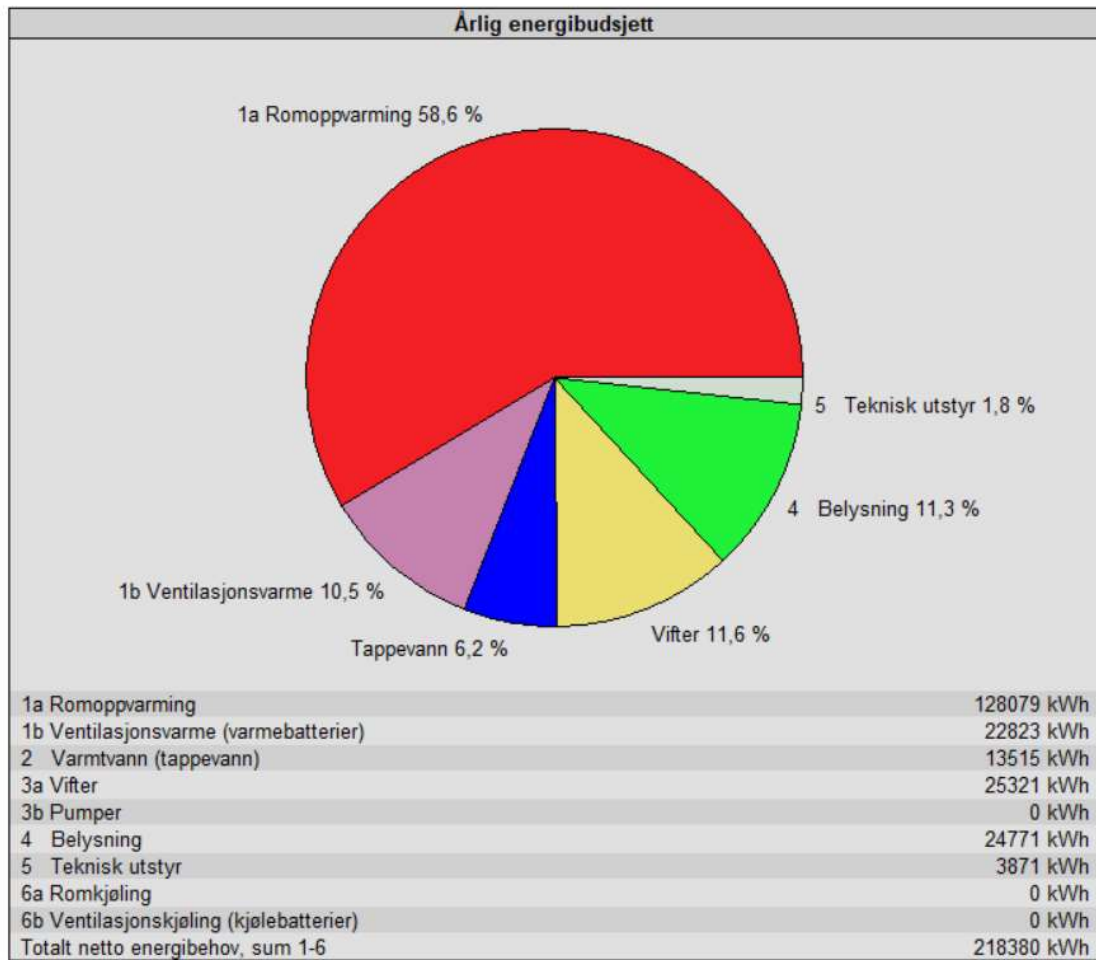
Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	128079 kWh	95,0 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	22823 kWh	16,9 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	24771 kWh	18,4 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Totalt netto energibehov, sum 1-6</b>	<b>218380 kWh</b>	<b>162,0 kWh/m<sup>2</sup></b>

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	243243 kWh	180,4 kWh/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Totalt levert energi, sum 1-7</b>	<b>243243 kWh</b>	<b>180,4 kWh/m<sup>2</sup></b>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Netto levert energi</b>	<b>243243 kWh</b>	<b>180,4 kWh/m<sup>2</sup></b>

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	95,0 kWh/m <sup>2</sup>	16,9 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
Olje	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Gass	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Biobrensel	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Varmepumpe	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sol	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Annen	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Sum</b>	<b>95,0 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>16,9 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>10,0 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>0,0 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>0,0 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>40,0 kWh/m<sup>2</sup></b>

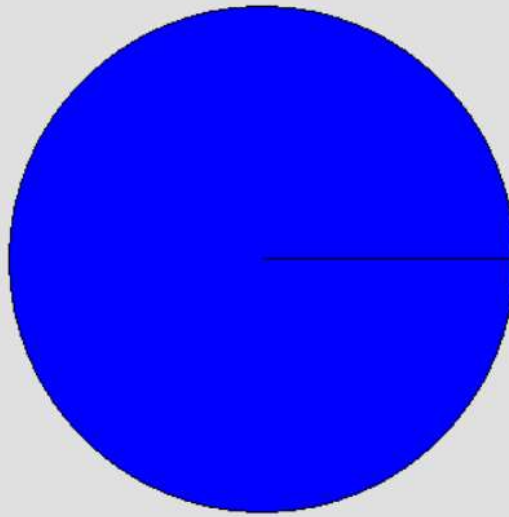
Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	31622 kg	23,5 kg/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
<b>Totalt utslipp, sum 1-7</b>	<b>31622 kg</b>	<b>23,5 kg/m<sup>2</sup></b>
Solstrøm til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
<b>Netto CO2-utslipp</b>	<b>31622 kg</b>	<b>23,5 kg/m<sup>2</sup></b>

Kostnad kjøpt energi		
Energivare	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	194594 kr	144,3 kr/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m <sup>2</sup>
Årlige energikostnader, sum 1-7	194594 kr	144,3 kr/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
Netto energikostnad	194594 kr	144,3 kr/m <sup>2</sup>



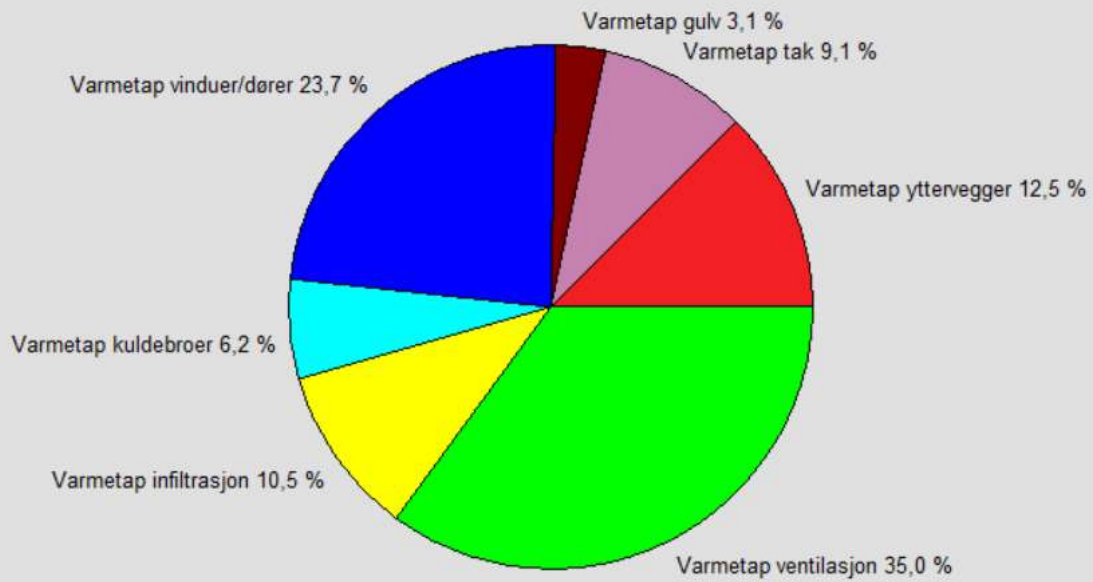
Levert energi til bygningen (beregnet)

1a Direkte el. 100,0 %

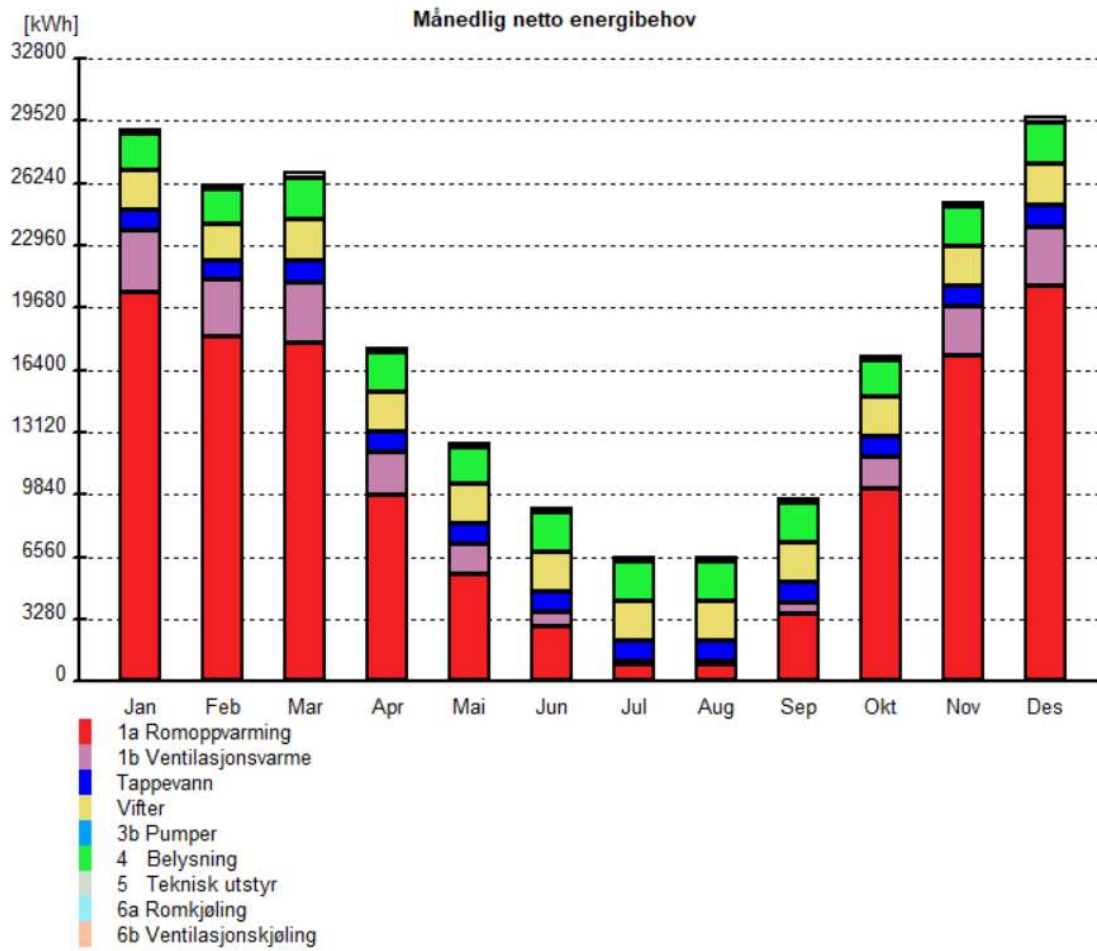


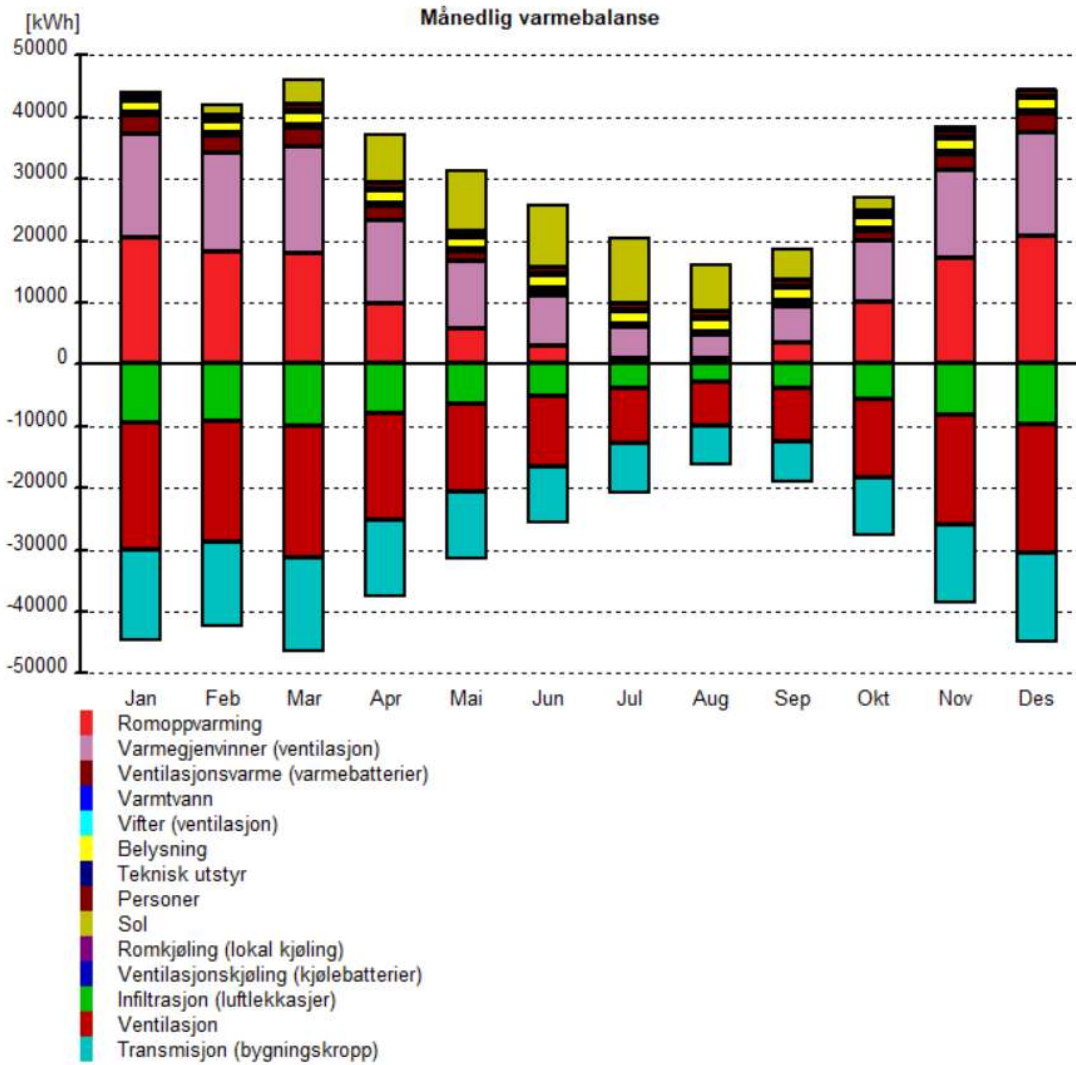
1a Direkte el.	243243 kWh
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh
1c El. til solfangersystem	0 kWh
2 Olje	0 kWh
3 Gass	0 kWh
4 Fjernvarme	0 kWh
5 Biobrensel	0 kWh
6. Annen energikilde	0 kWh
Totalt levert energi, sum 1-7	243243 kWh

### Varmetapsbudsjett (varmetapstall)



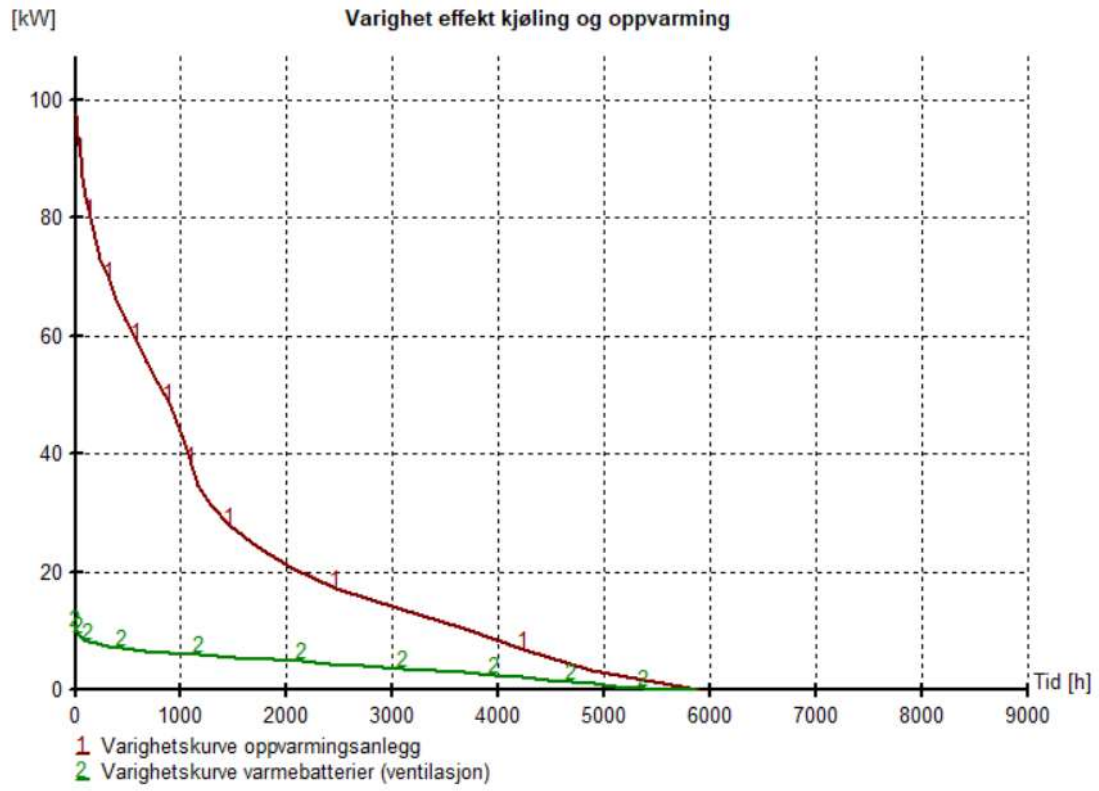
Varmetapstall yttervegger	0,18 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall tak	0,13 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,34 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall kuldebroer	0,09 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall infiltrasjon	0,15 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall ventilasjon	0,51 W/m <sup>2</sup> K
<b>Totalt varmetapstall</b>	<b>1,46 W/m<sup>2</sup>K</b>





Månedlige temperaturdata (lufttemperatur)						
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone	
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	21,0 °C (Sone 1)	15,0 °C (Sone 3)	
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	22,2 °C (Sone 2)	16,7 °C (Sone 3)	
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	24,8 °C (Sone 2)	17,4 °C (Sone 3)	
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	26,8 °C (Sone 2)	18,8 °C (Sone 3)	
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	29,2 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)	
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	28,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)	
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	32,2 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	31,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	29,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)	
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	24,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)	
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,0 °C (Sone 1)	18,4 °C (Sone 3)	
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,0 °C (Sone 1)	17,6 °C (Sone 3)	

Månedlige temperaturdata (operativ temperatur)						
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone	
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	21,7 °C (Sone 1)	19,0 °C (Sone 2)	
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	21,7 °C (Sone 1)	18,9 °C (Sone 2)	
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	23,0 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	24,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	27,1 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	26,6 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)	
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	30,2 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)	
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	28,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)	
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	27,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	22,8 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)	
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,5 °C (Sone 1)	18,6 °C (Sone 3)	
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,6 °C (Sone 1)	17,8 °C (Sone 3)	





Dekningsgrad effekt/energi oppvarming	
Effekt (dekning)	Dekningsgrad energibruk
88 kW (90 %)	100 %
78 kW (80 %)	99 %
68 kW (70 %)	97 %
58 kW (60 %)	94 %
49 kW (50 %)	90 %
39 kW (40 %)	83 %
29 kW (30 %)	74 %
19 kW (20 %)	59 %
10 kW (10 %)	36 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert	-

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	771	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	892	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	477	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	271	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	1348	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	6494	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,32	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,20	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	1,72	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	20,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	141	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	3,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	12,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	3,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,87	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	106	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,7	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	8,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	8,0	
Driftstid belysning (timer)	11,0	
Driftstid utstyr (timer)	11,0	
Oppholdstid personer (timer)	11,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,60	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,11	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,20	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,62	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,99/1,00/1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Kulturbygg
Simuleringsansvarlig	Martin Larsen
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Stavanger
Breddegrad	58° 58'
Lengdegrad	5° 41'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	8,4 °C
Midlere solstråling horisontal flate	92 W/m <sup>2</sup>
Midlere vindhastighet	4,5 m/s

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,85 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,98 Systemvirkningsgrad varmbatterier: 0,92 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 100,0% Andel oppv, tappevann: 100,0% Andel varmbatteri: 100,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %

Inndata ekspertverdier	
Beskrivelse	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/m²K]:	20,00

### Vedlegg 11- Års simulering scenario 1

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	39009 kWh	28,9 kWh/m²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	8552 kWh	6,3 kWh/m²
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m²
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m²
3b Pumper	932 kWh	0,7 kWh/m²
4 Belysning	24771 kWh	18,4 kWh/m²
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m²
<b>Totalt netto energibehov, sum 1-6</b>	<b>115970 kWh</b>	<b>86,0 kWh/m²</b>

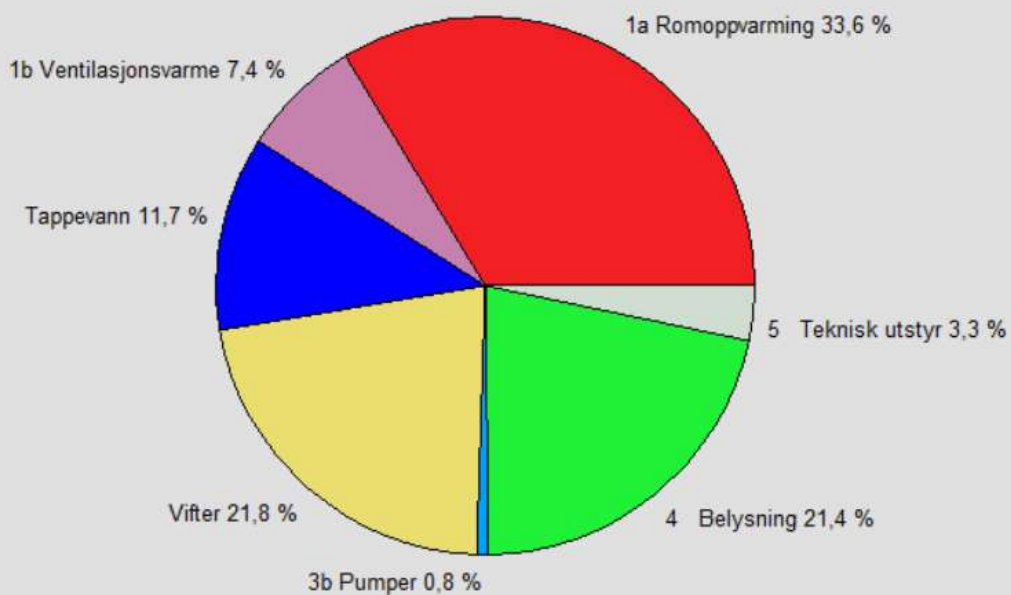
Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	65241 kWh	48,4 kWh/m²
1b El. til varmepumpesystem	20674 kWh	15,3 kWh/m²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
<b>Totalt levert energi, sum 1-7</b>	<b>85916 kWh</b>	<b>63,7 kWh/m²</b>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
<b>Netto levert energi</b>	<b>85916 kWh</b>	<b>63,7 kWh/m²</b>

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	4,3 kWh/m <sup>2</sup>	1,0 kWh/m <sup>2</sup>	1,5 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,7 kWh/m <sup>2</sup>
Olje	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Gass	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Biobrensel	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Varmepumpe	24,6 kWh/m <sup>2</sup>	5,4 kWh/m <sup>2</sup>	8,5 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sol	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Annen	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sum	28,9 kWh/m <sup>2</sup>	6,3 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,7 kWh/m <sup>2</sup>

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	8481 kg	6,3 kg/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	2688 kg	2,0 kg/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-7	11169 kg	8,3 kg/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Netto CO2-utslipp	11169 kg	8,3 kg/m <sup>2</sup>

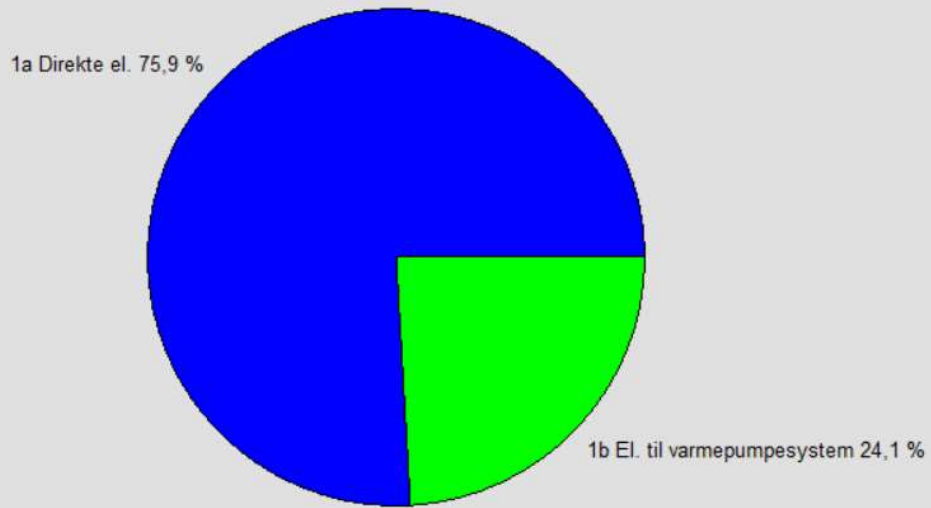
Kostnad kjøpt energi		
Energivare	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	52193 kr	38,7 kr/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	16540 kr	12,3 kr/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m <sup>2</sup>
Årlige energikostnader, sum 1-7	68733 kr	51,0 kr/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
Netto energikostnad	68733 kr	51,0 kr/m <sup>2</sup>

### Årlig energibudsjett



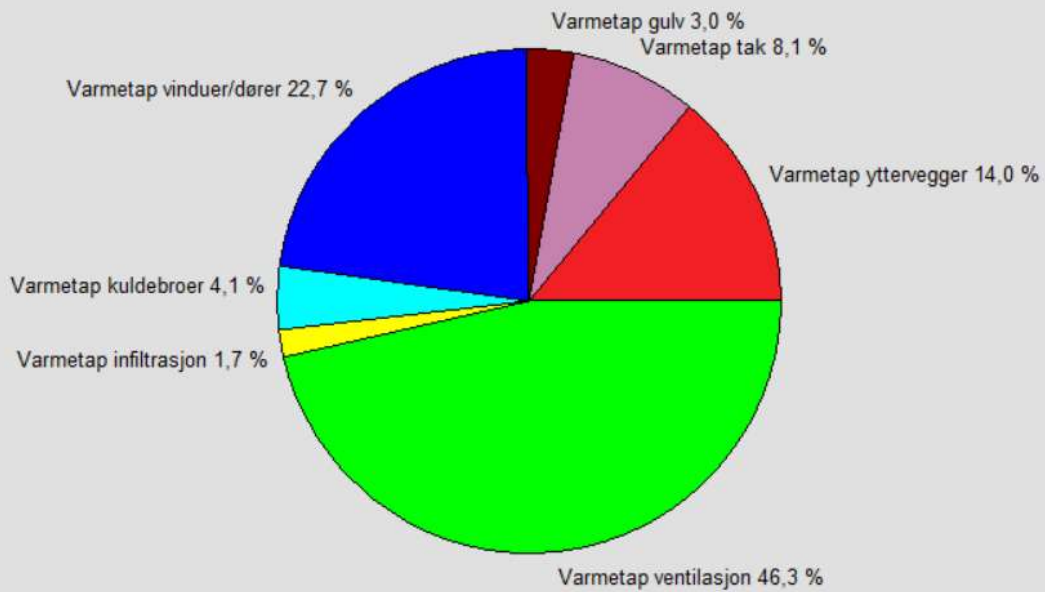
1a Romoppvarming	39009 kWh
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	8552 kWh
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh
3a Vifter	25321 kWh
3b Pumper	932 kWh
4 Belysning	24771 kWh
5 Teknisk utstyr	3871 kWh
6a Romkjøling	0 kWh
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh
<b>Totalt netto energibehov, sum 1-6</b>	<b>115970 kWh</b>

Levert energi til bygningen (beregnet)

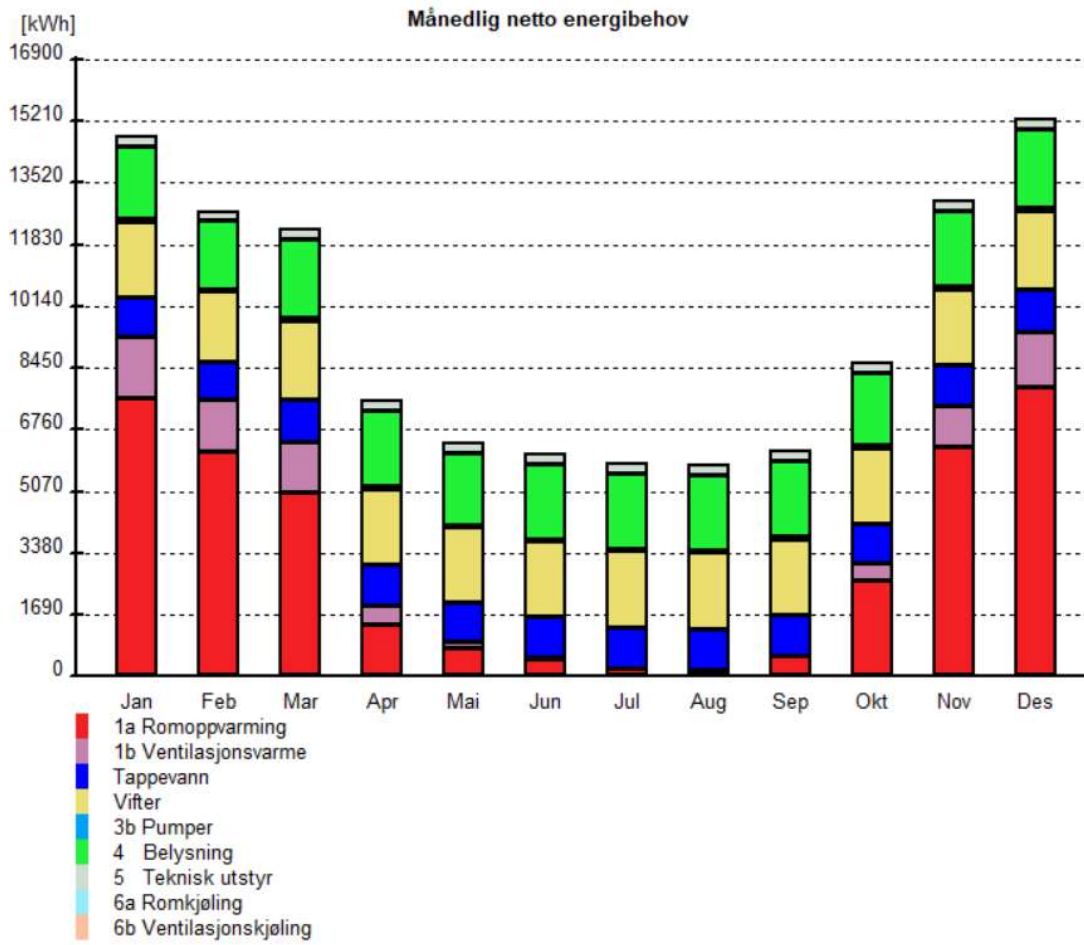


1a Direkte el.	65241 kWh
1b El. til varmepumpesystem	20674 kWh
1c El. til solfangersystem	0 kWh
2 Olje	0 kWh
3 Gass	0 kWh
4 Fjernvarme	0 kWh
5 Biobrensel	0 kWh
6. Annen energikilde	0 kWh
<b>Totalt levert energi, sum 1-7</b>	<b>85916 kWh</b>

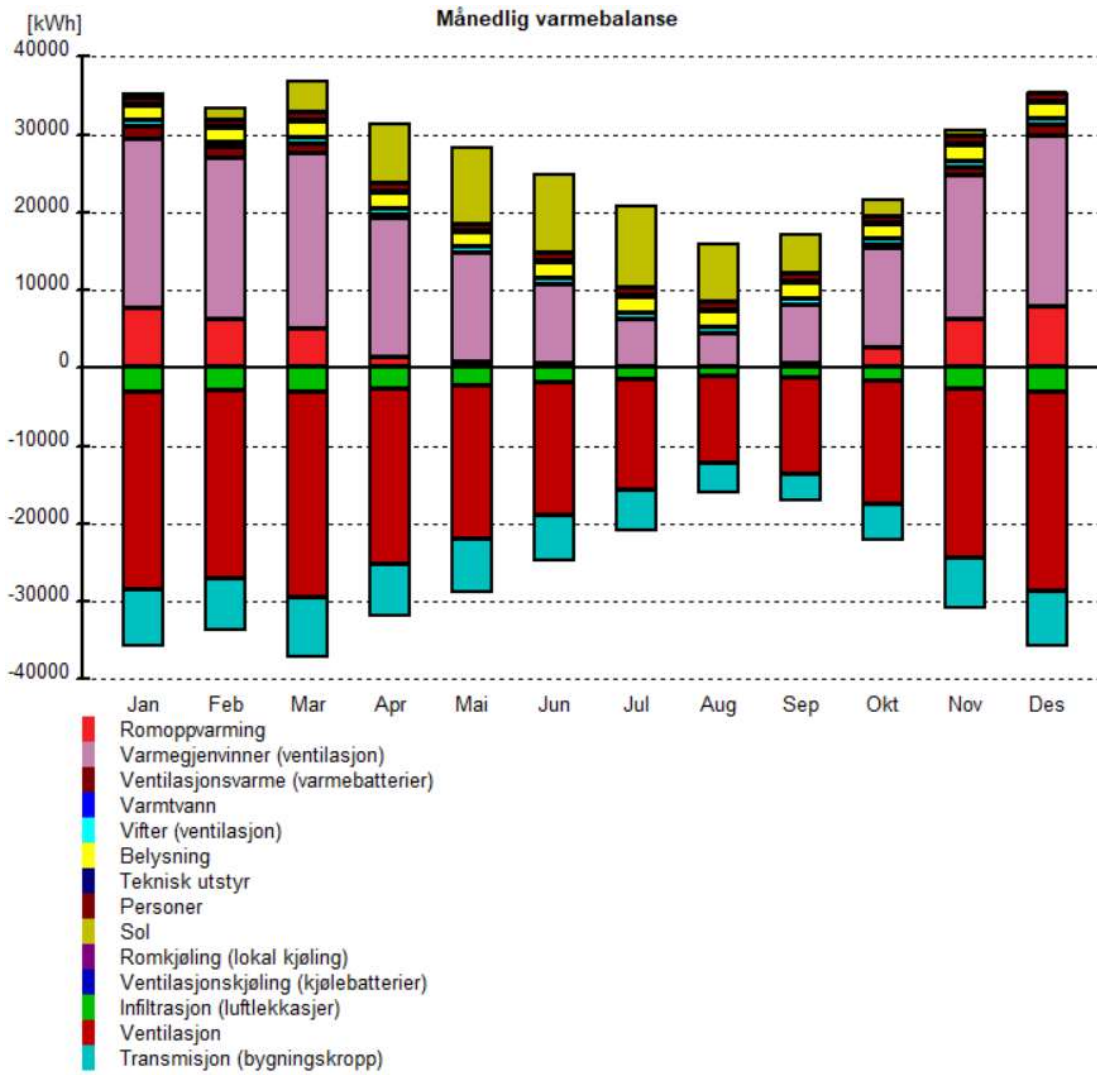
### Varmetapsbudsjett (varmetapstall)



Varmetapstall yttervegger	0,10 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall tak	0,06 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,02 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,17 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall kuldebroer	0,03 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall infiltrasjon	0,01 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall ventilasjon	0,34 W/m <sup>2</sup> K
Totalt varmetapstall	0,73 W/m <sup>2</sup> K

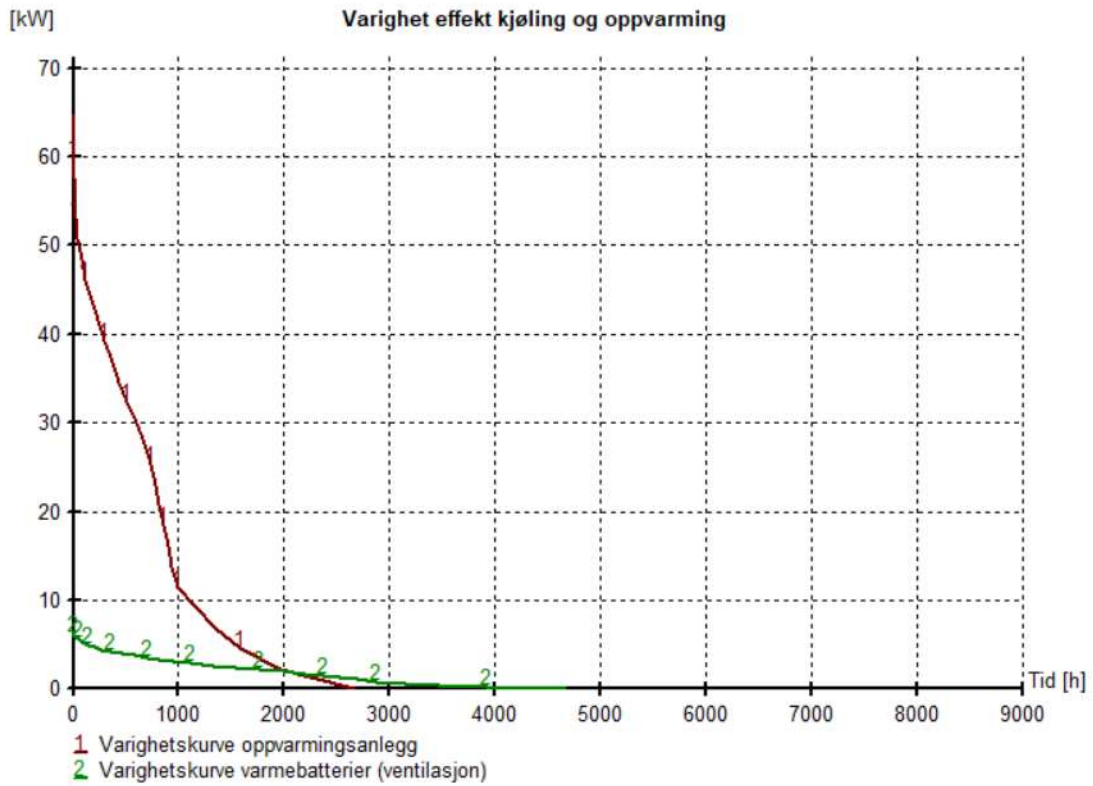






Månedlige temperaturdata (lufttemperatur)					
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	21,9 °C (Sone 3)	19,0 °C (Sone 1)
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	24,7 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	27,7 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	31,8 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	35,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	35,3 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	37,4 °C (Sone 2)	19,7 °C (Sone 3)
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	35,7 °C (Sone 2)	19,2 °C (Sone 3)
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	33,7 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	26,8 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	22,4 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,4 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)

Månedlige temperaturdata (operativ temperatur)					
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	22,3 °C (Sone 3)	19,3 °C (Sone 1)
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	23,4 °C (Sone 2)	19,2 °C (Sone 3)
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	25,5 °C (Sone 2)	19,2 °C (Sone 3)
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	29,5 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	33,5 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	33,3 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	35,4 °C (Sone 2)	19,8 °C (Sone 3)
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	33,5 °C (Sone 2)	19,2 °C (Sone 3)
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	31,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	24,8 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,9 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)



Dekningsgrad effekt/energi oppvarming	
Effekt (dekning)	Dekningsgrad energibruk
59 kW (90 %)	100 %
52 kW (80 %)	100 %
46 kW (70 %)	99 %
39 kW (60 %)	96 %
33 kW (50 %)	90 %
26 kW (40 %)	82 %
20 kW (30 %)	71 %
13 kW (20 %)	58 %
7 kW (10 %)	41 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert	-

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	771	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	892	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	477	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	271	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	1348	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	6494	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,18	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,06	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,83	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	20,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	141	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,60	
Temperaturvirkningsqr. varmegjenvinner [%]:	80	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	12,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	3,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,97	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	106	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,7	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	8,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	8,0	
Driftstid belysning (timer)	11,0	
Driftstid utstyr (timer)	11,0	
Oppholdstid personer (timer)	11,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,60	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,11	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,20	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,62	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/O/S/V):	1,00/0,99/1,00/1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Kulturbygg
Simuleringsansvarlig	Martin Larsen
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Stavanger
Breddegrad	58° 58'
Lengdegrad	5° 41'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	8,4 °C
Midlere solstråling horisontal flate	92 W/m <sup>2</sup>
Midlere vindhastighet	4,5 m/s

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,85 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,98 Systemvirkningsgrad varmbatterier: 0,92 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 15,0% Andel oppv, tappevann: 15,0% Andel varmbatteri: 15,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
1b El. til varmepumpesystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 2,45 Systemvirkningsgrad varmtvann: 2,60 Systemvirkningsgrad varmbatterier: 2,67 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 85,0% Andel oppv, tappevann: 85,0% Andel varmbatteri: 85,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %

Inndata ekspertverdier	
Beskrivelse	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/m²K]:	20,00

## Vedlegg 12- Års simulering scenario 2

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	62024 kWh	46,0 kWh/m²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	21635 kWh	16,0 kWh/m²
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m²
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m²
3b Pumper	988 kWh	0,7 kWh/m²
4 Belysning	30968 kWh	23,0 kWh/m²
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	158322 kWh	117,4 kWh/m²

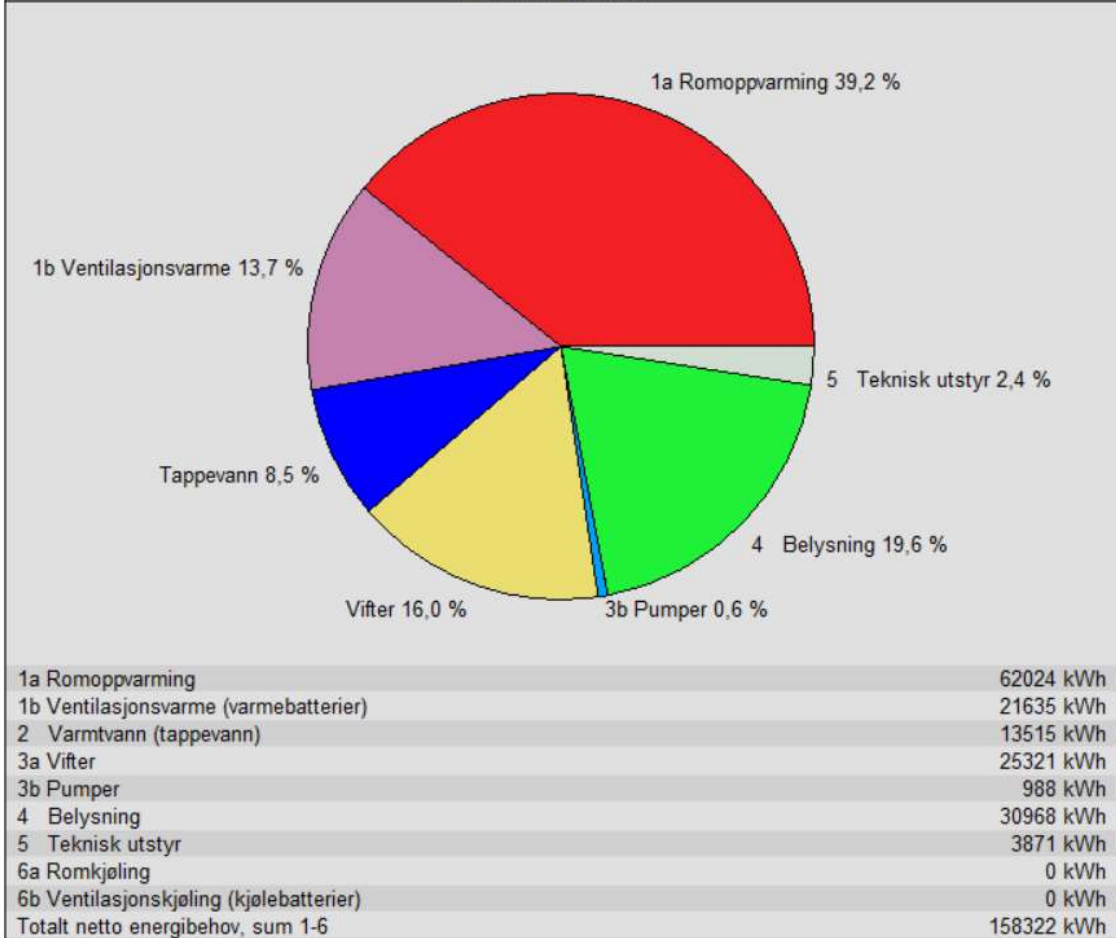
Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	116286 kWh	86,3 kWh/m²
1b El. til varmepumpesystem	19289 kWh	14,3 kWh/m²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
Totalt levert energi, sum 1-7	135575 kWh	100,6 kWh/m²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
Netto levert energi	135575 kWh	100,6 kWh/m²

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	23,0 kWh/m <sup>2</sup>	8,0 kWh/m <sup>2</sup>	5,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	45,4 kWh/m <sup>2</sup>
Olje	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Gass	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Biobrensel	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Varmepumpe	23,0 kWh/m <sup>2</sup>	8,0 kWh/m <sup>2</sup>	5,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sol	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Annen	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sum	46,0 kWh/m <sup>2</sup>	16,0 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	45,4 kWh/m <sup>2</sup>

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	15117 kg	11,2 kg/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	2508 kg	1,9 kg/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-7	17625 kg	13,1 kg/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Netto CO2-utslipp	17625 kg	13,1 kg/m <sup>2</sup>

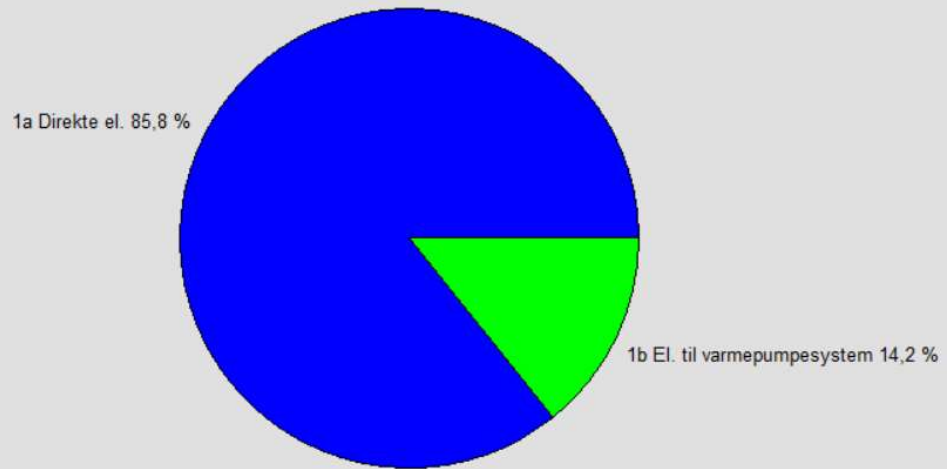
Kostnad kjøpt energi		
Energivare	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	93029 kr	69,0 kr/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	15431 kr	11,4 kr/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m <sup>2</sup>
Årlige energikostnader, sum 1-7	108460 kr	80,4 kr/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
Netto energikostnad	108460 kr	80,4 kr/m <sup>2</sup>

### Årlig energibudsjett



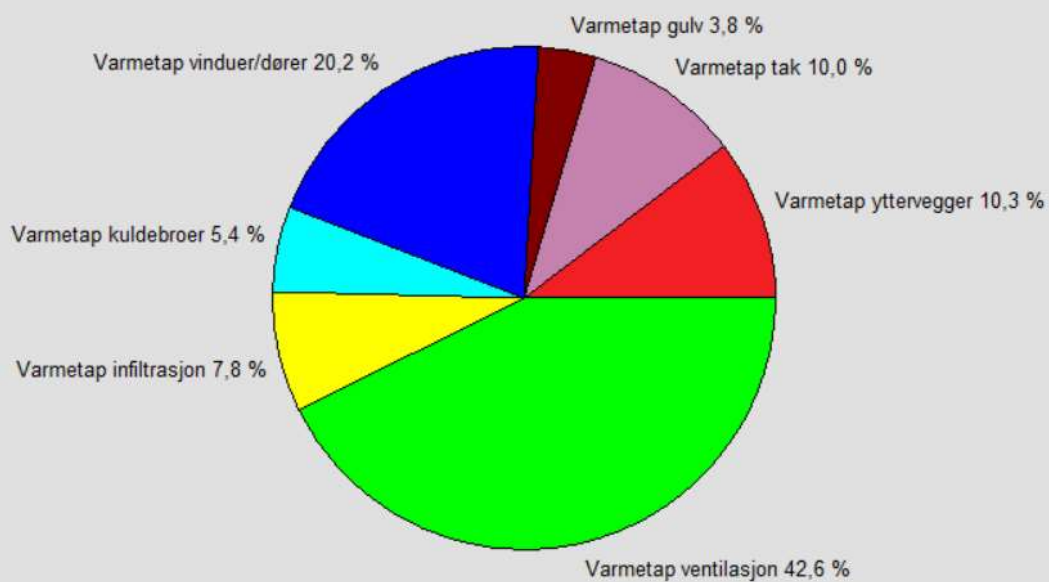


Levert energi til bygningen (beregnet)

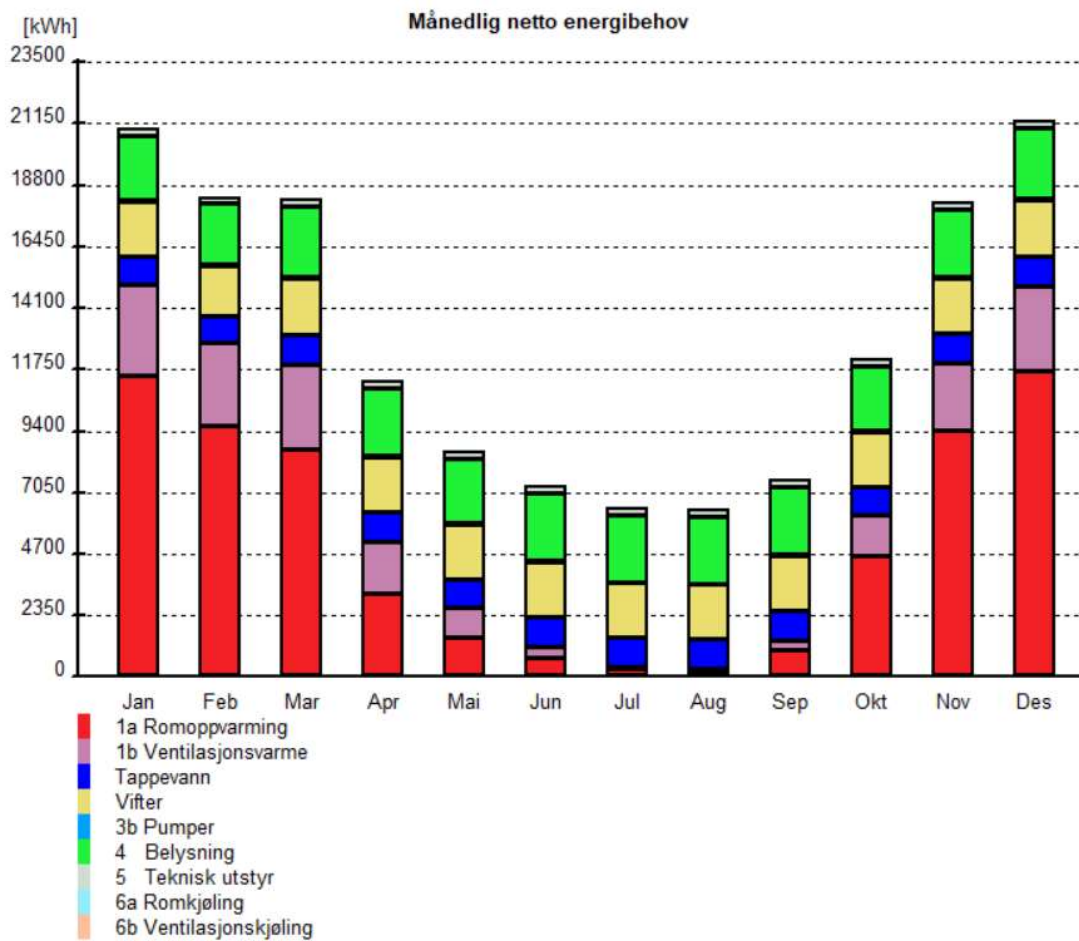


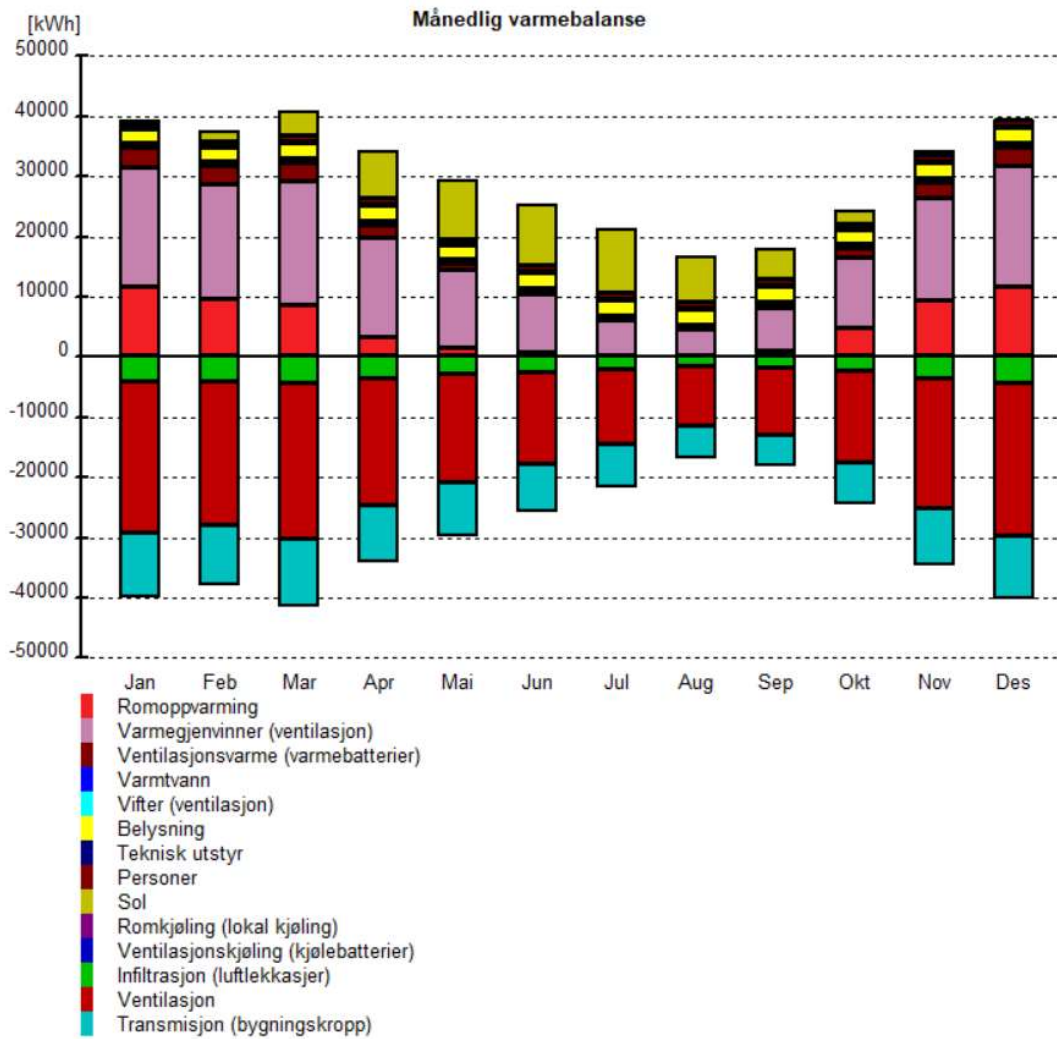
1a Direkte el.	116286 kWh
1b El. til varmepumpesystem	19289 kWh
1c El. til solfangersystem	0 kWh
2 Olje	0 kWh
3 Gass	0 kWh
4 Fjernvarme	0 kWh
5 Biobrensel	0 kWh
6. Annen energikilde	0 kWh
<b>Totalt levert energi, sum 1-7</b>	<b>135575 kWh</b>

### Varmetapsbudsjet (varmetapstall)



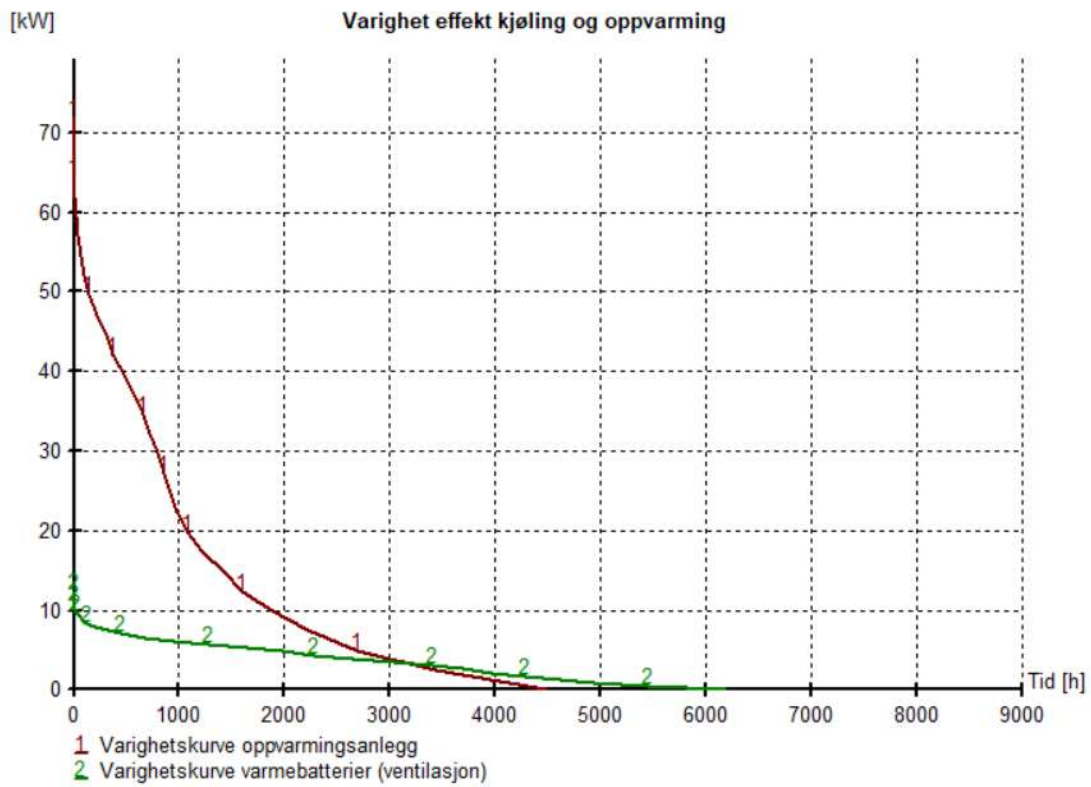
Varmetapstall yttervegger	0,12 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall tak	0,12 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,24 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall kuldebroer	0,07 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall infiltrasjon	0,09 W/m <sup>2</sup> K
Varmetapstall ventilasjon	0,51 W/m <sup>2</sup> K
<b>Totalt varmetapstall</b>	<b>1,20 W/m<sup>2</sup>K</b>





Månedlige temperaturdata (lufttemperatur)					
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	21,7 °C (Sone 3)	19,0 °C (Sone 1)
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	23,7 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	26,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	29,9 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	33,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	33,4 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	36,0 °C (Sone 2)	19,3 °C (Sone 3)
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	34,1 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	32,7 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	26,1 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,7 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,3 °C (Sone 3)	19,0 °C (Sone 1)

Månedlige temperaturdata (operativ temperatur)					
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	22,1 °C (Sone 3)	19,1 °C (Sone 1)
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	22,5 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 1)
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	24,5 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	27,8 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	31,6 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	31,5 °C (Sone 2)	19,3 °C (Sone 3)
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	34,1 °C (Sone 2)	19,4 °C (Sone 3)
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	31,8 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	30,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	24,2 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,4 °C (Sone 3)	19,1 °C (Sone 3)
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,4 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)



Dekningsgrad effekt/energi oppvarming		Dekningsgrad energibruk
Effekt (dekning)		
72 kW (90 %)		100 %
64 kW (80 %)		100 %
56 kW (70 %)		99 %
48 kW (60 %)		98 %
40 kW (50 %)		94 %
32 kW (40 %)		88 %
24 kW (30 %)		80 %
16 kW (20 %)		66 %
8 kW (10 %)		44 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert		-

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	771	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	892	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	477	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	271	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	1348	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	6494	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,22	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,18	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	1,20	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	20,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,07	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	141	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	12,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	3,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,31	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	106	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,7	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	8,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	8,0	
Driftstid belysning (timer)	11,0	
Driftstid utstyr (timer)	11,0	
Oppholdstid personer (timer)	11,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	8,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	8,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,60	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,11	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,20	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,62	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,99/1,00/1,00	

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Kulturbygg
Simuleringsansvarlig	Martin Larsen
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Stavanger
Breddegrad	58° 58'
Lengdegrad	5° 41'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	8,4 °C
Midlere solstråling horisontal flate	92 W/m²
Midlere vindhastighet	4,5 m/s

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,85 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,98 Systemvirkningsgrad varmbatterier: 0,92 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 50,0% Andel oppv, tappevann: 50,0% Andel varmbatteri: 50,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
1b El. til varmepumpesystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 2,45 Systemvirkningsgrad varmtvann: 2,60 Systemvirkningsgrad varmbatterier: 2,67 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 50,0% Andel oppv, tappevann: 50,0% Andel varmbatteri: 50,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %



Inndata ekspertverdier	
Beskrivelse	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 luft hastighet romluft	0,15
Turbulensintensitet romluft	25,00
Avstand fra vindu	0,60
Termisk konduktivitet akk. sjikt [W/m²K]:	20,00

### Vedlegg 13- Års simulering scenario 3

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	106968 kWh	79,3 kWh/m²
1b Ventilasjonvarme (varmebatterier)	22116 kWh	16,4 kWh/m²
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh	10,0 kWh/m²
3a Vifter	25321 kWh	18,8 kWh/m²
3b Pumper	0 kWh	0,0 kWh/m²
4 Belysning	24771 kWh	18,4 kWh/m²
5 Teknisk utstyr	3871 kWh	2,9 kWh/m²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m²
6b Ventilasjonkjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m²
<b>Totalt netto energibehov, sum 1-6</b>	<b>196562 kWh</b>	<b>145,8 kWh/m²</b>

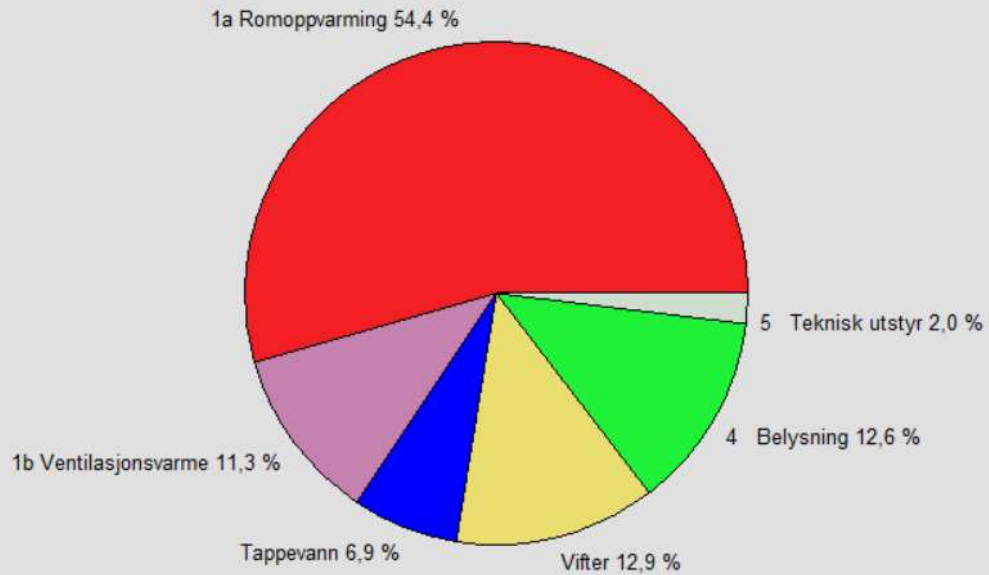
Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	217637 kWh	161,4 kWh/m²
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 kWh/m²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
<b>Totalt levert energi, sum 1-7</b>	<b>217637 kWh</b>	<b>161,4 kWh/m²</b>
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
<b>Netto levert energi</b>	<b>217637 kWh</b>	<b>161,4 kWh/m²</b>

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	79,3 kWh/m <sup>2</sup>	16,4 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,0 kWh/m <sup>2</sup>
Olje	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Gass	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Fjernvarme	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Biobrensel	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Varmepumpe	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sol	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Annen	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Sum	79,3 kWh/m <sup>2</sup>	16,4 kWh/m <sup>2</sup>	10,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	40,0 kWh/m <sup>2</sup>

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	28293 kg	21,0 kg/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-7	28293 kg	21,0 kg/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Netto CO2-utslipp	28293 kg	21,0 kg/m <sup>2</sup>

Kostnad kjøpt energi		
Energivare	Energikostnad	Spesifikk energikostnad
1a Direkte el.	174110 kr	129,1 kr/m <sup>2</sup>
1b El. til varmepumpesystem	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
1c El. til solfangersystem	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
2 Olje	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
6. Annen energikilde	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kr	-0,0 kr/m <sup>2</sup>
Årlige energikostnader, sum 1-7	174110 kr	129,1 kr/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	0 kr	0,0 kr/m <sup>2</sup>
Netto energikostnad	174110 kr	129,1 kr/m <sup>2</sup>

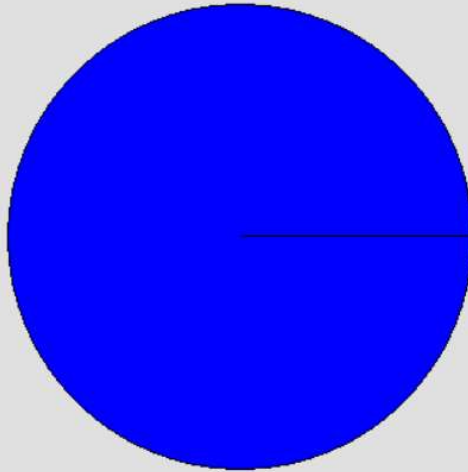
### Årlig energibudsjett



1a Romoppvarming	106968 kWh
1b Ventilasjonvarme (varmebatterier)	22116 kWh
2 Varmtvann (tappevann)	13515 kWh
3a Vifter	25321 kWh
3b Pumper	0 kWh
4 Belysning	24771 kWh
5 Teknisk utstyr	3871 kWh
6a Romkjøling	0 kWh
6b Ventilasjonkjøling (kjølebatterier)	0 kWh
<b>Totalt netto energibehov, sum 1-6</b>	<b>196562 kWh</b>

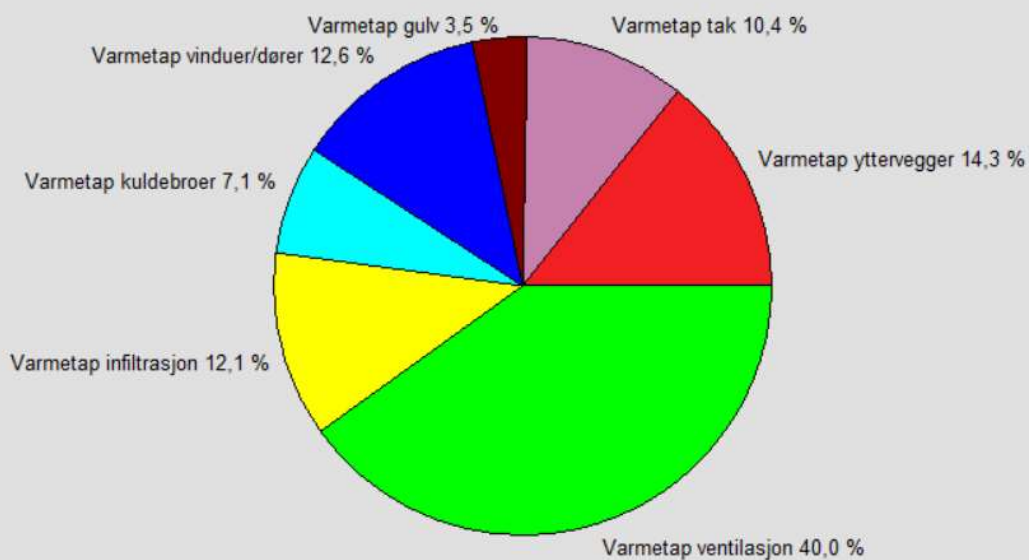
Levert energi til bygningen (beregnet)

1a Direkte el. 100,0 %

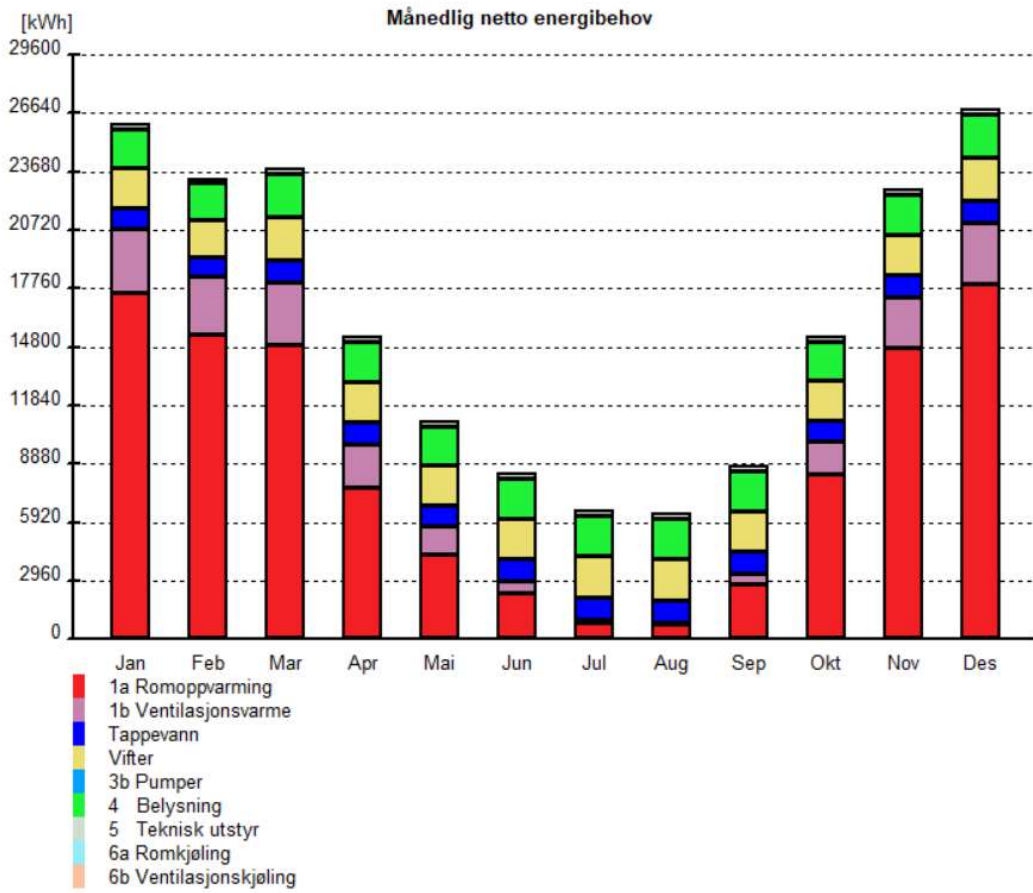


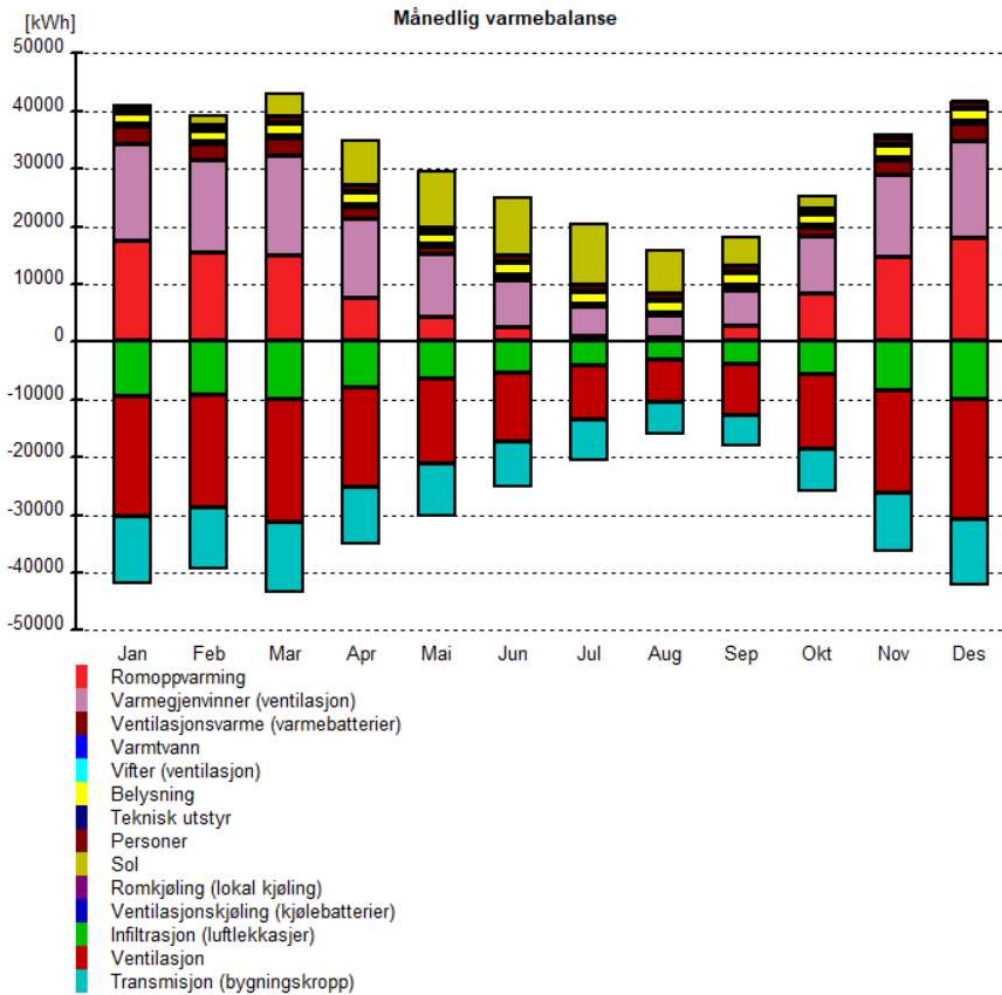
1a Direkte el.	217637 kWh
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh
1c El. til solfangersystem	0 kWh
2 Olje	0 kWh
3 Gass	0 kWh
4 Fjernvarme	0 kWh
5 Biobrensel	0 kWh
6. Annen energikilde	0 kWh
<b>Totalt levert energi, sum 1-7</b>	<b>217637 kWh</b>

### Varmetapsbudsjett (varmetapstall)



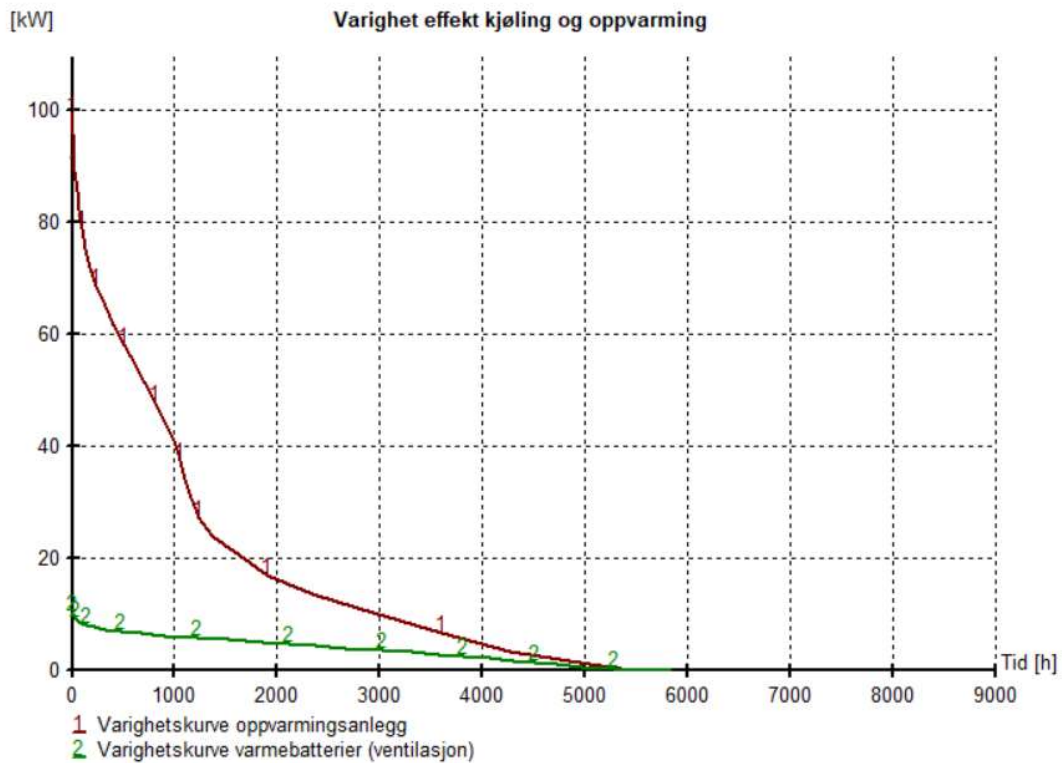
Varmetapstall yttervegger	0,18 W/m²K
Varmetapstall tak	0,13 W/m²K
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,04 W/m²K
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,16 W/m²K
Varmetapstall kuldebroer	0,09 W/m²K
Varmetapstall infiltrasjon	0,15 W/m²K
Varmetapstall ventilasjon	0,51 W/m²K
Totalt varmetapstall	1,27 W/m²K





Månedlige temperaturdata (lufttemperatur)					
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	21,0 °C (Sone 1)	15,1 °C (Sone 3)
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	22,7 °C (Sone 2)	16,8 °C (Sone 3)
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	25,4 °C (Sone 2)	17,5 °C (Sone 3)
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	27,5 °C (Sone 2)	18,9 °C (Sone 3)
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	30,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	29,9 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	33,3 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	32,2 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	30,5 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	25,0 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 1)
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,0 °C (Sone 1)	18,5 °C (Sone 3)
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,0 °C (Sone 1)	17,7 °C (Sone 3)

Månedlige temperaturdata (operativ temperatur)					
Måned	Midlere ute	Maks. ute	Min. ute	Maks. sone	Min. sone
Jan	3,5 °C	10,6 °C	-8,3 °C	21,6 °C (Sone 1)	19,0 °C (Sone 2)
Feb	3,1 °C	10,6 °C	-6,2 °C	21,5 °C (Sone 1)	18,8 °C (Sone 2)
Mar	3,4 °C	11,7 °C	-3,4 °C	23,3 °C (Sone 2)	18,8 °C (Sone 2)
Apr	6,3 °C	15,4 °C	-1,8 °C	25,0 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)
Mai	9,1 °C	18,5 °C	1,5 °C	28,2 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)
Jun	11,8 °C	21,9 °C	5,2 °C	27,6 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)
Jul	14,7 °C	26,1 °C	7,7 °C	31,1 °C (Sone 2)	19,1 °C (Sone 3)
Aug	16,0 °C	25,6 °C	8,4 °C	29,0 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 3)
Sep	13,5 °C	23,0 °C	6,8 °C	28,2 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)
Okt	9,7 °C	17,3 °C	2,1 °C	23,1 °C (Sone 2)	19,0 °C (Sone 2)
Nov	5,7 °C	13,1 °C	-3,2 °C	21,3 °C (Sone 1)	18,7 °C (Sone 3)
Des	3,8 °C	11,4 °C	-7,7 °C	21,6 °C (Sone 1)	17,9 °C (Sone 3)





Dekningsgrad effekt/energi oppvarming		Dekningsgrad energibruk
Effekt (dekning)		
86 kW (90 %)		100 %
77 kW (80 %)		99 %
67 kW (70 %)		98 %
58 kW (60 %)		95 %
48 kW (50 %)		90 %
38 kW (40 %)		83 %
29 kW (30 %)		74 %
19 kW (20 %)		61 %
10 kW (10 %)		38 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert		-

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	771	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	892	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	477	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	271	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	1348	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	6494	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,32	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,20	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	20,1	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	141	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	3,00	
Temperaturvirkningsqr. varmegjenvinner [%]:	70	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vitteffekt (SFP) [kW/m <sup>2</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	12,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	3,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,87	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	106	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,7	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	8,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	8,0	
Driftstid belysning (timer)	11,0	
Driftstid utstyr (timer)	11,0	
Oppholdstid personer (timer)	11,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,60	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,11	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,20	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,62	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/0,99/1,00/1,00	

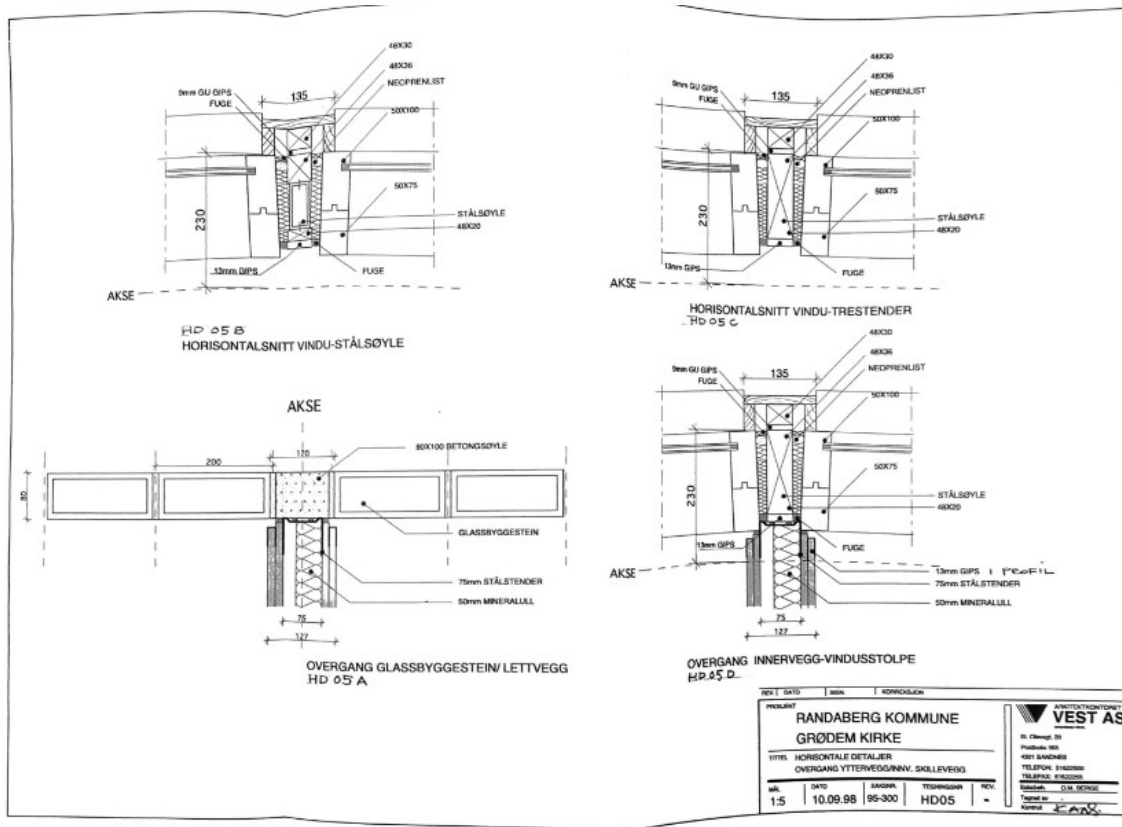
Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Kulturbygg
Simuleringsansvarlig	Martin Larsen
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Stavanger
Breddegrad	58° 58'
Lengdegrad	5° 41'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	8,4 °C
Midlere solstråling horisontal flate	92 W/m <sup>2</sup>
Midlere vindhastighet	4,5 m/s

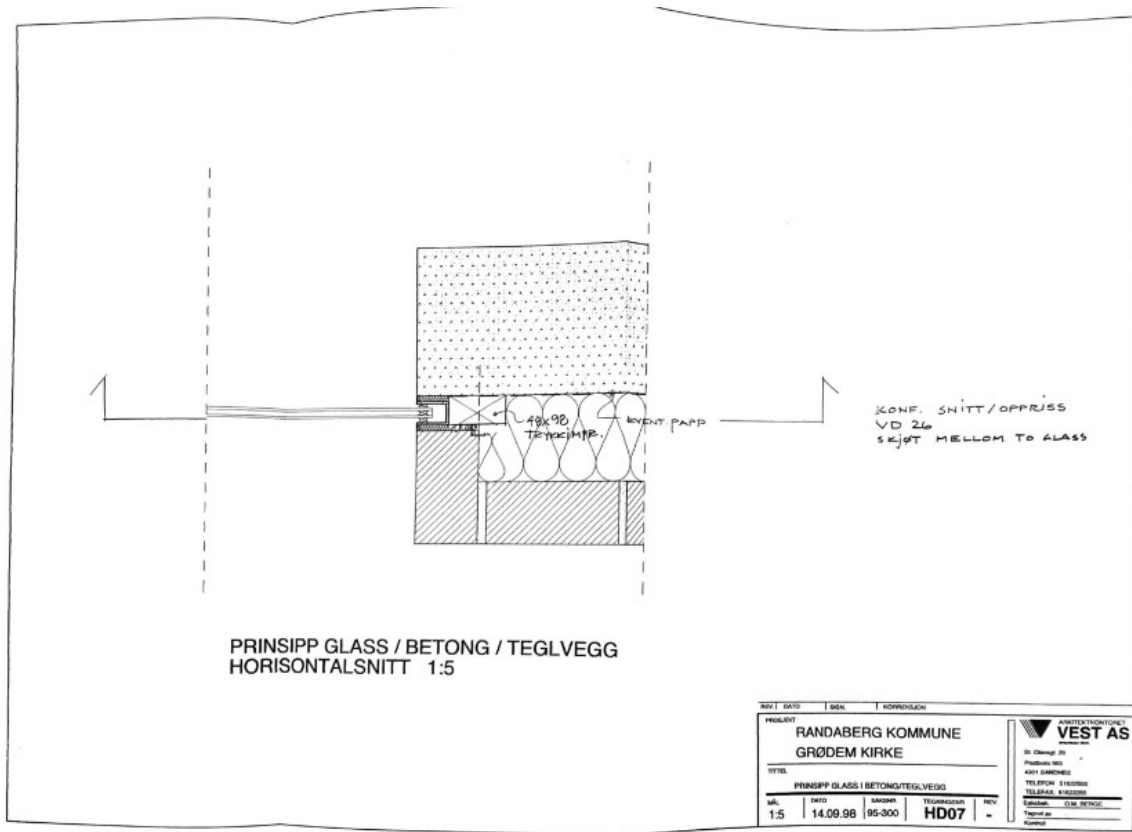
Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,85 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,98 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,92 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 100,0% Andel oppv, tappevann: 100,0% Andel varmebatteri: 100,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %

Inndata ekspertverdier	
Beskrivelse	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 <sup>2</sup> K]:	20,00

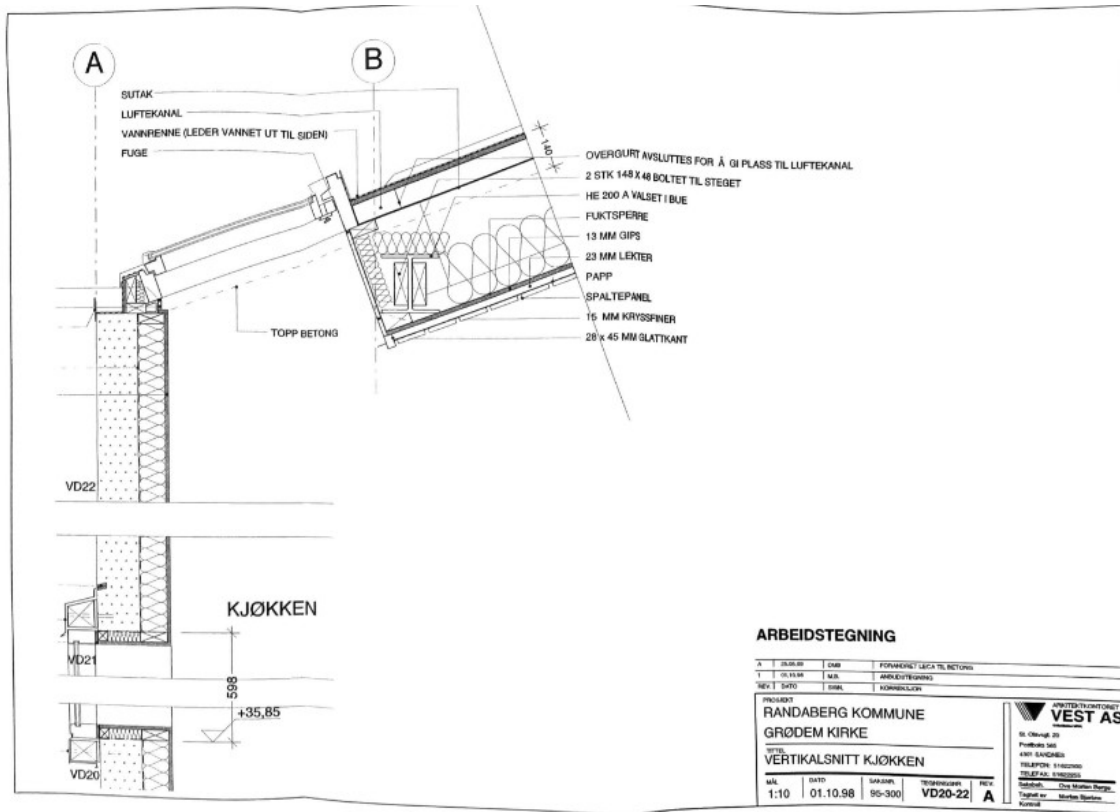
# Vedlegg 14- Horisontale detaljer



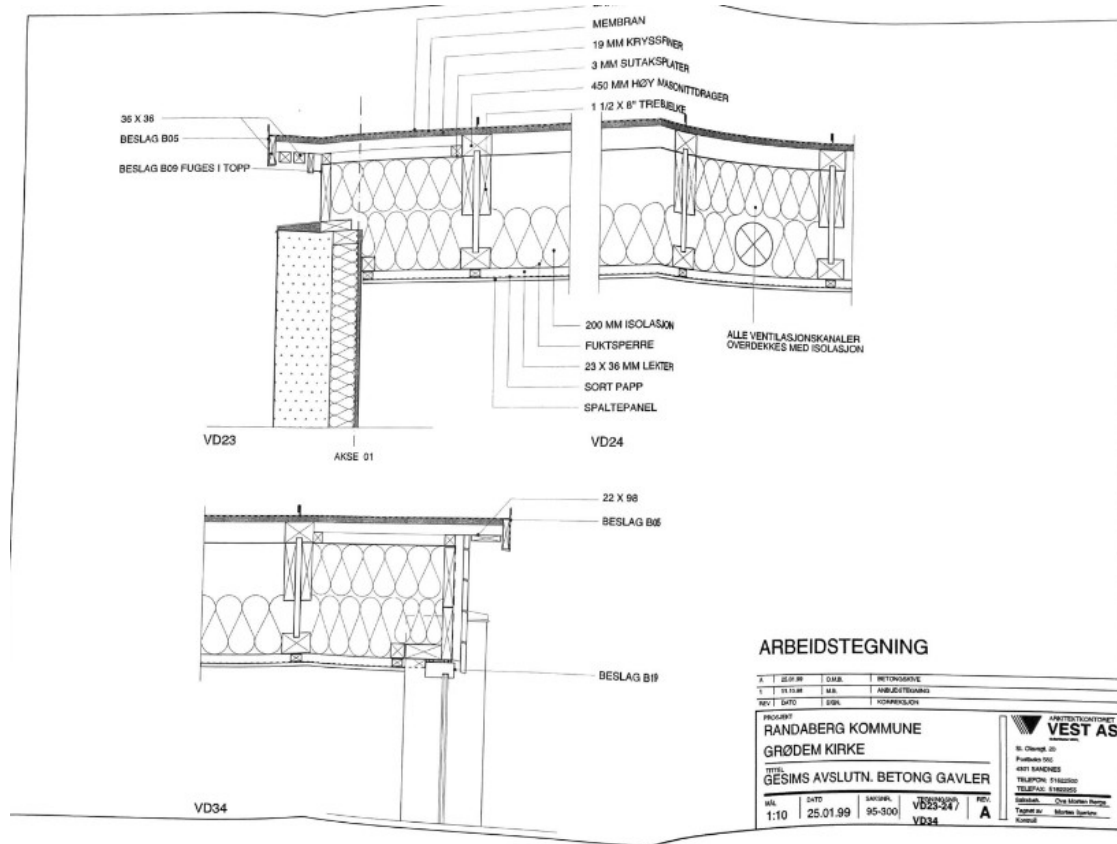
Vedlegg 15- Prinsipp glass/betong/teglvegg



# Vedlegg 16- Vertikalsnitt kjøkken



# Vedlegg 17- Gesims avslutning betong gavler



## ARBEIDSTEGNING

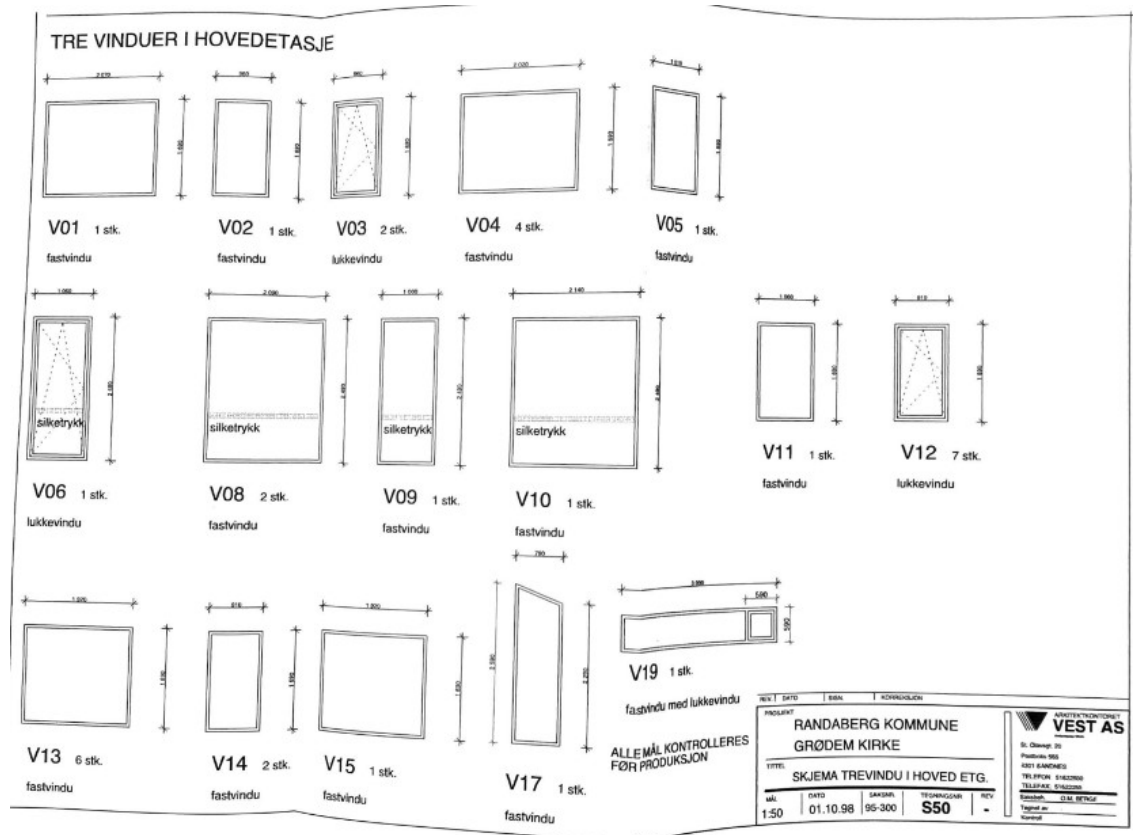
X	25.01.99	D.M.B.	RETOGGIVNE
1	25.01.99	M.B.	ARBEIDSTEGNING
REV	DATE	BYGG	KOMPLEKSJON
PROSJEKT			
RANDBERG KOMMUNE			
GRØDEM KIRKE			
TITTEL			
GESIMS AVSLUTN. BETONG GAVLER			
SKALA	DATE	SAGNUM	PROSJEKTNUMMER
1:10	25.01.99	95-300	VB23-34
			REV. A
			VD34

ANLEGGSTILBYRER  
**VEST AS**

S. ØSTROM  
Fjellveien 102  
4871 SANDNES  
TELEFON: 51452200  
TELEFAX: 51452201

UTSALG: Ole Martin Steing  
Tegning: Morten Steing

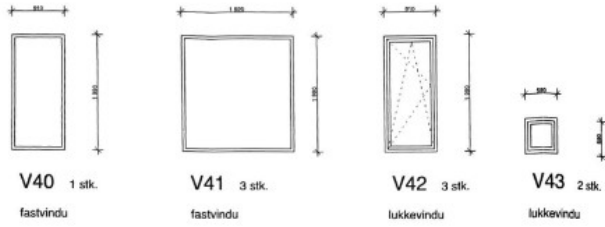
## Vedlegg 18- Skjema trevindu i hovedetasje





## Vedlegg 19- Skjema trevindu i underetasje

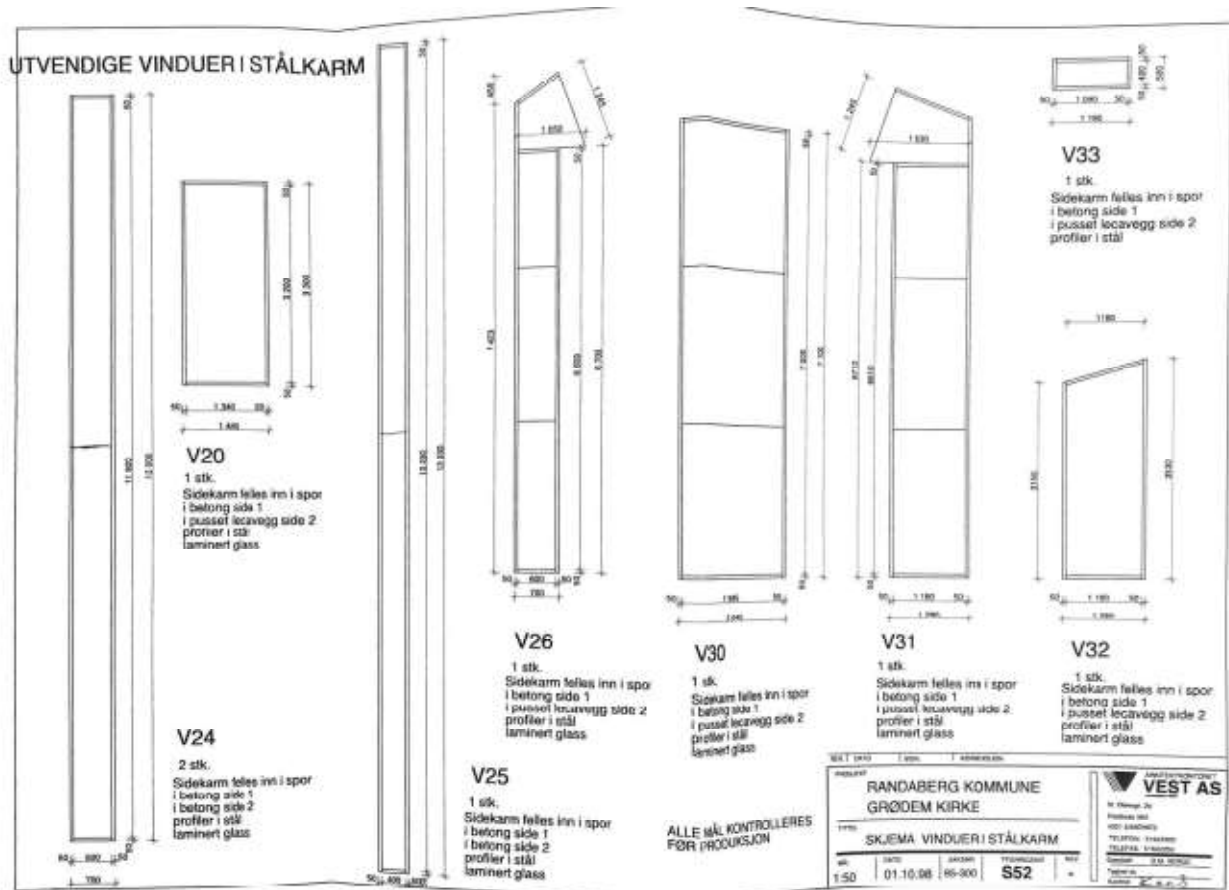
### TRE VINDUER I UNDERETASJE



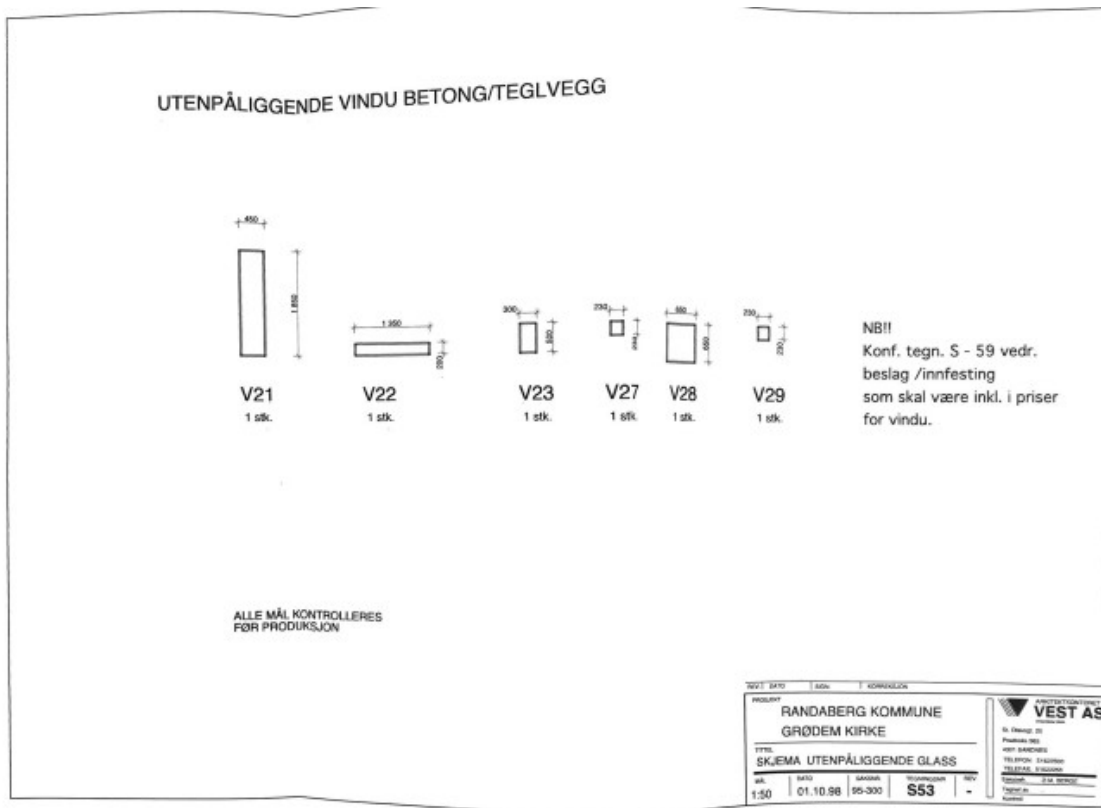
ALLE MÅL KONTROLLERES  
FOR PRODUKSJON

REV	ERTD	SIK	KOMPLETTER
PROSJEKT			
RANDABERG KOMMUNE			
GRØDEM KIRKE			
TITTEL			
SKJEMA TREVINDU I UNDER ETG.			
MÅL	DATE	SIKRETT	TEKNISSKILT
1:50	01.10.98	95-300	S51
S. Østergård Prosjekt AS 1057 SANDNES TELEFON: 04020000 TELEFAX: 04020000 E-POST: S.O@PROSJEKTAS.NO Tegnede: <i>[Signature]</i>			

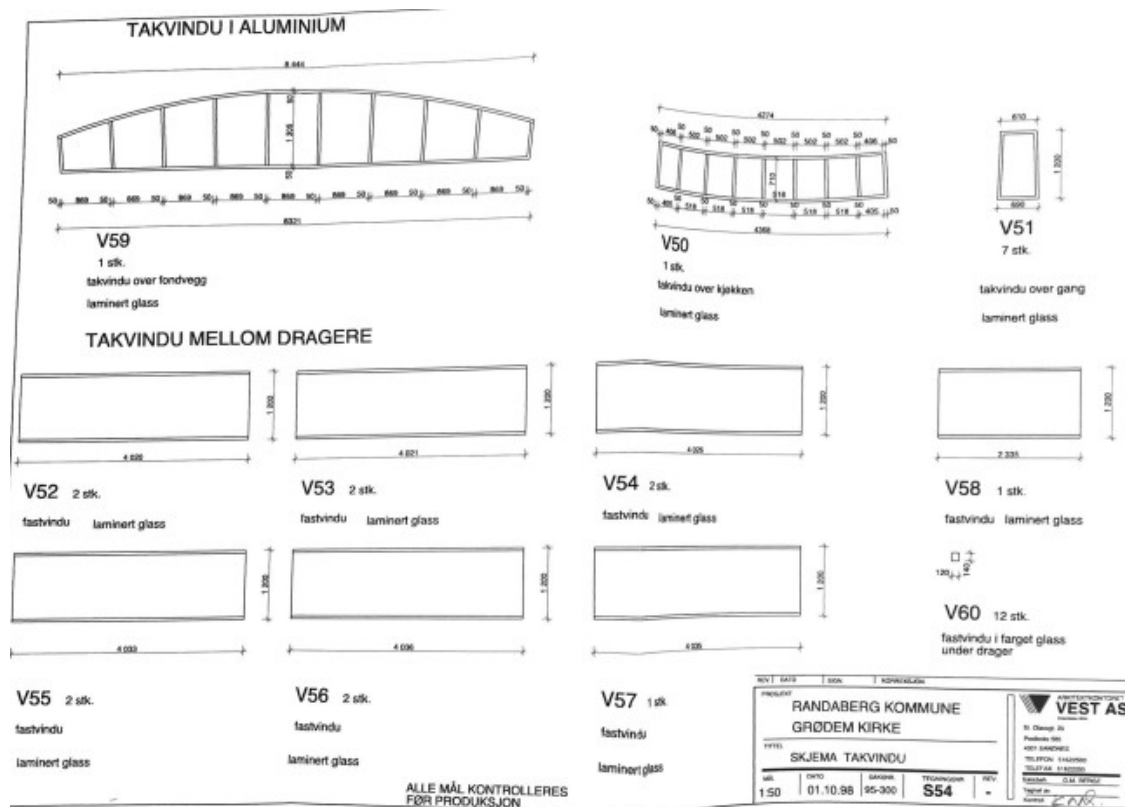
## Vedlegg 20- Skjema vinduer i stålarm



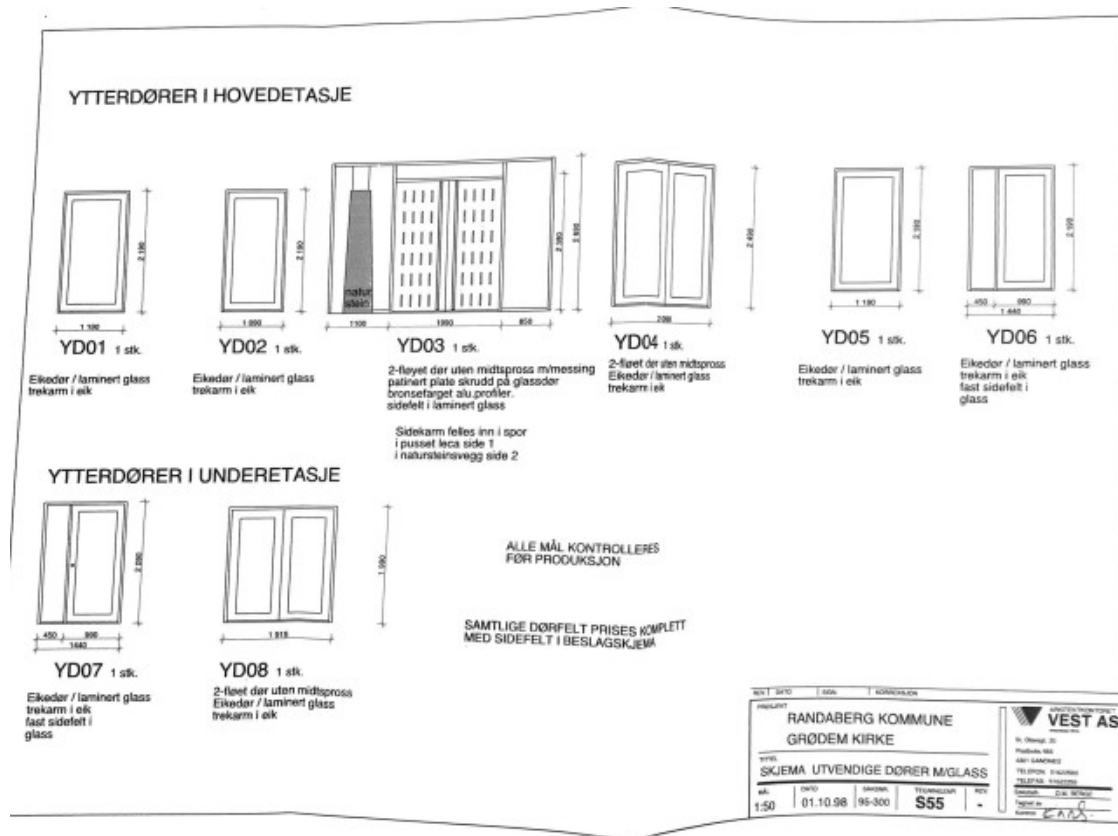
## Vedlegg 21- Skjema utenpåliggende glass



## Vedlegg 22- Skjema takvindu



## Vedlegg 23- Skjema utvendige dører m/glass



## Vedlegg 24- Skjema innvendige dører m/glass

**INNVEDIGE DØRER OG GLASSFELT**

**D120 + GL01** B-30  
1 stk.

Sidekarm felles inn i spor i betong side 1 i pussert lecavegg side 2

laminert glass

**D101**  
1 stk.

2-laget dør uten midtpross m/messing patinert plate skrudd på glassder bronsefarget alu.profilør. sidefelt i laminert glass

Sidekarm felles inn i spor i betong side 1 i fuget teglvegg side 2

**GL02** B-30  
1 stk.

Sidekarm felles inn i spor i betong side 1 i fuget teglvegg side 2

**D112+GL03** B-30  
1 stk.

laminert glass i nederste felt

**D114**  
1 stk.

skyvedørfelt laminert glass i nederste felt

**DØRFELT D101 PRISES KOMPLETT MED SIDEFELT I BESLAGSKJEMA**

**ALLE MÅL KONTROLLERES FØR PRODUKSJON**

PROJEKT		SØK		KOMMUNEN	
RANDABERG KOMMUNE GRØDEM KIRKE					
OBJEKT					
SKJEMA INNVEDIGE DØRER M/GLASS					
MÅL	DATE	DRAGEN	TEGNEREN	REV	
1:50	01.10.98	96-300	<b>S56</b>	*	

**VEST AS**  
Sj. Økonomi: Ole  
Prosjekt: Ole  
Arkitekt: Ole  
Telefon: Ole  
E-post: Ole

## Vedlegg 25 – romskjema

Rom	Areal	Høyde	Volum
101 Kirkerom	373,1	8,9	3320,59
102 Lager/scene	17,3	3,8	65,74
103 Menighetssal	100,9	4,1	413,69
104 Vestibyle	63,4	4,1	259,94
105 WC	2,6	2,37	6,162
106 WC	2,7	2,37	6,399
107 FH toalett	5,1	2,37	12,087
108 Kirkestue	70	4,1	287
120 Gang	17,2	5,6	96,32
121 Lager	12,5	2,4	30
122 BK	3,8	2,4	9,12
123 Kalkvask	2,6	2,4	6,24
124 Sakresti	12,1	2,4	29,04
110 kjøkken	29,6	3,35	99,16
111 Gang og trapp	30,3	4,2	127,26
112 Ekspedisjon	21,9	3,53	77,307
113 Kopi	6	3,2	19,2
114 WC	1,7	3	5,1
115 Kontor-1	16,5	3,5	57,75
116 Kontor-2	12,4	3,5	43,4
117 Kontor-3	12,4	3,5	43,4
118 Kontor-4	12,4	3,5	43,4
119 Møte/Spis	26,9	3,8	102,22
125 Korridor	17,9	3	53,7
001 Teknisk rom	52,5	2,7	141,75
002 Teknisk rom	23	2,7	62,1
003 Oppholdsrom	166,2	2,7	448,74
004 Gang	26,6	2,7	71,82
005 WC	13,5	2,7	36,45
006 WC	13,6	2,7	36,72
007 Sykerom	17,8	2,7	48,06
008 Sluse	5,3	2,7	14,31
009 Entre/gang/trapp	39,7	2,5	99,25
010 Lager	8,8	2,7	23,76
011 Vaktmester	10,1	2,7	27,27
012 Grupperom	19,6	2,7	52,92
013 Aktivitetsrom	80,2	2,7	216,54

## Vedlegg 26 – Vindusskjema

101 Kirkerom	YD01, V30, V28, V27, V24, V25, V24, V23, V22, V21,			
102 Lager/scene				
103 Menighetssal	YD02, V01, V02, V03, V04, V04, V03, V02, V04, V05			
104 Vestibyle	YD03, V16			
105 WC	0			
106 WC	0			
107 FH toalett	0			
108 Kirkestue	V06, V08, YD04, V08, V09, V10			
120 Gang	0			
121 Lager	0			
122 BK	0			
123 Kalkvask	0			
124 Sakresti	0			
110 kjøkken	V19			
111 Gang og trapp	GLASSBYGGERSTEIN, YD05			
112 Ekspedisjon	V11, V12, V13			
113 Kopi	V14, V12			
114 WC	V13, V12, V14			
115 Kontor-1	V13, V12, V14			
116 Kontor-2	V13, V12			
117 Kontor-3	V12, V13			
118 Kontor-4	V13, V12			
119 Møte/Spis	V13, V12, V13, YD06			
125 Korridor	0			
001 Teknisk rom	0			
002 Teknisk rom	0			
003 Oppholdsrom	YD07, V43, V43			
004 Gang	0			
005 WC	0			
006 WC	0			
007 Sykerom	0			
008 Sluse	0			
009 Entre/gang/trapp	V40, YD06			
010 Lager	0			
011 Vaktmester	0			
012 Grupperom	0			
013 Aktivitetsrom	V40, V41, V40, V41, V40			



Vedlegg 26 – Oversikt varmeovner

Rom	Antall(stk)	Effekt (W)	SUM effekt rom (W)
Menighetssal	7	800	5600
WC	1	300	300
WC	1	300	300
FHWC	1	300	300
Kirkestue	5	1000	5000
Kjøkken	1	1000	1000
Ekspidisjon	1	500	500
Kontor 1	2	800	1600
Kontor 2	1	800	800
Kontor 3	1	800	800
Kontor 4	1	800	800
Møte/spis	3	800	2400
Toalett herre	1	500	500
Toalett dame	1	500	500
Aktivitetetsrom	4	1000	4000
Entre/gang	1	1000	1000
Oppholdsrom	5	1000	5000