ADVANSIA
PART OF AFRY

Prosjektnavn:

# Skrenten Borettslag - Energikarlegging

Tittel:

# Sluttrapport

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| **Revisjon** | **Dato** | **Beskrivelse** | **Utarbeidet** | **Kontrollert** | **Godkjent** |

Prosjektnummer: D0157005

Dokumentnummer:
**24-1001**

Antall sider:
**Side: 1 av 36**

# Innholdsfortegnelse


**1 INNLEDNING ..... 5**

*1.1 Om eksisterende bygninger og forutsettinger ..... 5*

*1.2 Forklaring tilstandsgrad og -vurdering ..... 6*

*1.3 Finansiering / Støtteordning ..... 6*

**2 Energiberegning ..... 7**

*2.1 Grunnlag for beregninger ..... 7*

2.1.1 Soneinndeling ..... 7

2.1.2 Forutsetninger klimaskjerm ..... 8

*2.2 Forutsetninger tekniske installasjoner ..... 10*

*2.3 Beregningsmetode ..... 10*

**3 Resultater ..... 11**

*3.1 Energiforbruk ..... 11*

*3.2 Årlig energibehov ..... 12*

*3.3 Dagens energibehov boligblokk ..... 13*

3.3.1 B1 - Årlig energibudsjett ..... 13

3.3.2 B1 - Månedlig energibehov ..... 14

3.3.3 B1 - Varmetappsfordeling ..... 15

3.3.4 B2 - Årlig energibudsjett ..... 16

3.3.5 B2 - Månedlig netto energibehov ..... 17

3.3.6 B2 – Varmetappsfordeling ..... 18

*3.4 Dagens energibehov rekkehus 1-8 ..... 19*

3.4.1 R1-8: Årlig energibudsjett ..... 19

3.4.2 R1-8: Månedlig netto energibehov ..... 20

3.4.3 R1-8: Varmetappsfordeling ..... 21

**4 Energieffektivisering og tiltak ..... 22**

*4.1 Analyse av dagens energibehov ..... 22*

4.1.1 Boligblokk 1-2 ..... 22

4.1.2 Rekkehus 1-8 ..... 22

*4.2 Tiltak ..... 23*

4.2.1 Solceller ..... 25

4.2.2 Varmepumpe (væske-vann), vannbåret oppvarming ..... 26

4.2.3 Luft-luft varmepumpe ..... 27

4.2.4 Balansert ventilasjon ..... 28

4.2.5 Tilleggsisolering av tak ..... 30

4.2.6 Bytte av LED-pærer i garasjen og fellesarealer ..... 31

*4.3 Tiltak som ikke er inkludert i rapporten med TG 2 ..... 32*

4.3.1 Garasje og kuldebruer ..... 32

**5 Prioritering av tiltak ..... 34**

**6 Vedlegg ..... 36**

# KONKLUSJON

Vi har analysert kostnadene og potensielle besparelser for ulike tiltak, inkludert hvor lenge det tar før investeringen lønner seg. En oversikt over anbefalte tiltak finner du nedenfor. En fullstendig liste og detaljer om disse tiltakene er tilgjengelige i del 5, Prioritering av tiltak.

Prioriteringen av tiltakene er basert på en vektet vurdering av hvilket tiltak som gir størst besparelse i forhold til tilbakebetalingstiden, og tilstandsgraden for tiltaket.

**R1-R8, Tiltak og prioritering**

1. **Takkonstruksjon og tilleggsisolering**: Tilstanden til taktekkingen tilsier at den må erstattes i nærliggende fremtid, i forbindelse med den utskiftingen er det egnet å gjøre en tilleggsisolering takene.
2. **Varmepumpe luft/luft**: I rekkehusene er dette et veldig lønnsomt og effektivt tiltak, med en lav tilbakebetalingstid. Dette vil øke komforten i boligene og minske energiforbruket for leilighetsinnehaveren.
3. **Balansert ventilasjon:** Dette er et tiltak som bør prioriteres med hensyn til nåværende status på avtrekksventilasjonen og det store energitap som blir på grunn av det. Ved å installere balansert ventilasjon vil inneklima i boligene øke og energitapet minske.

**B1-B2, Tiltak og prioritering**

1. **Takkonstruksjon og tilleggsisolering**: Tilstanden til taktekkingen tilsier at den må erstattes i nærliggende fremtid, i forbindelse med den utskiftingen er det egnet å gjøre en tilleggsisolering takene.
2. **Utskifting til LED-lys**: I fellesareal i B1-2 og garasjen, er et tiltak som gir en høy årlig besparelse. Resultatet er en lyskilde som kan bruke 10 til 15 ganger mindre strøm å produsere samme mengde lys, samtidig som vedlikeholdskostnadene minsker.
3. **Balansert ventilasjon**: I boligblokkene er dette et tiltak som bør prioriteres med hensyn til nåværende status på avtrekksventilasjonen og det store energitap som blir på grunn av det. Ved å installere balansert ventilasjon vil inneklima i boligene øke og energitapet minske.
4. **Solceller**: På boligblokkene er det gode solforhold og store åpne takflater som kan benyttes til solceller. Det er svært lønnsomt tiltak, men før en eventuell installasjon, anbefales det en utskifting av taktekkingen.
5. **Varmepumpe luft/luft:** Tiltaket har en lavere prioritering i boligblokkene, fordi at andre tiltak er mer hensiktsmessige å prioritere. Med denne typen av varmepumpe følger vedlikeholdskostnader og pumpen i seg har en relativt kort levetid.
6. **Varmepumpe væske/vann:** Dette tiltak er mindre prioritet fordi at det er en omfattende installasjon, som kommer til en høy kostnad. Det gir en høy nedbetalingstid.

Det er viktig å understreke at visse tiltak krever ytterligere undersøkelser før implementering. Kostnadene for disse tiltakene er estimert ut ifra priser i norsk prisbok. For å sikre en nøyaktig kostnadsoversikt, anbefales det å innhente tilbud fra flere entreprenører for de aktuelle tiltakene.

**Energisparingstiltak for Leilighetsinnehavere**

I tillegg til tiltakene foreslått i rapporten, kan leilighetsinnehaverne selv bidra betydelig til å redusere sitt energiforbruk gjennom smarte valg og praksiser.

**Anbefalinger for bruk og anskaffelse av hvitevarer:**

- Eksisterende hvitevarer: Fortsett å bruke dine nåværende hvitevarer til de ikke fungerer lenger.
- Nye hvitevarer: Når det er nødvendig med nye kjøp, velg energieffektive modeller. Dette er spesielt viktig for strømkrevende apparater som kjøleskap, frysere, varmvannsberedere, og tørketromler.

**Fordeler ved energieffektive hvitevarer:**

- Energiklassifisering: Det er betydelig forskjell i energiforbruk mellom de forskjellige klassene.
- Økonomi: Energieffektive produkter kan være dyrere ved kjøp, men de vil gi merkbare besparelser over tid.

**Anskaffelse av ny oppvarming:**

- Panelovner: Velg panelovner med smartstyring for bedre energieffektivitet og kontroll.

**Oppgradering av belysning:**

- LED-lamper: Bytt ut tradisjonell belysning med LED for å kutte strømforbruket og redusere utgifter.
- Lysstyringssystemer: Vurder å innføre sensorstyring i sjelden brukte rom for ytterligere strømbesparelser.

# 1 INNLEDNING

Advansia AS er engasjert av Skrenten Borettslaget til å utføre en energikartlegging og identifisere mulige tiltak for energieffektivisering av borettslaget. Denne rapporten omfatter energikartleggingen for Skrenten Borettslag.

Oppdraget innebærer en grundig vurdering av borettslagets tekniske installasjoner samt en gjennomgang av bygningens konstruksjon og isolasjon. Målet er å finne de mest lønnsomme og hensiktsmessige tiltakene som kan bidra til å redusere borettslagets energiforbruk og skape et bedre klima i byggene.

## 1.1 Om eksisterende bygninger og forutsettinger

Skrenten borettslag ble bygget i 1979 og består av flere bygninger. Hele borettslaget borettslag består av 220 leiligheter fordelt på 2 store boligblokk og 8 rekkehus. Under boligblokkene finnes det to store fellesgarasjer. Disse er ikke inkludert som en del av det oppvarmede arealet for boligblokkene som er simulert.

I boligblokkene finnes det flere kjølerom med tilkoblede kjøleaggregater, enkelte er fortsatt i bruk. Disse er ikke kartlagt og det er ikke hensyntatt i beregningene, da det ble informert om at disse skulle fases ut.

I borettslaget finnes det to større felleslokaler.

Bygningene er i stor grad som fra oppføringsåret og er normalt godt vedlikehold. I 2009/2011 ble det utført betydelige påkostninger i form av oppgradering av fasader, etterisolering, vindusutskifting og nye balkongdører.

I forbindelse med energikartleggingen ble det gjennomført flere befaringer for å registrere tilstand på bygningene. Leilighetene ble valgt på bakgrunn av lokasjon/spredning i byggene og dagens estimerte energiforbruk.

Fellesarealer som trapperom, garasje og yttertak: 18-19.12.2023

Leiligheter i rekkehus som ble befart: 14E, 16D, og 16L

Leiligheter i blokk som ble befart: 1C, 3A, 9J, 11B, 21F, 25H, og 27E.

Disse ble befart i tidsrommet 13-15.12.2023.

## 1.2 Forklaring tilstandsgrad og -vurdering

Tilstandsvurderingene på bygningene er, så langt det er naturlig, utført i henhold til (Norsk Standard) NS 3424 (Tilstandsanalyse av byggverk), NS 3940 (arealmåling) og NS 3451 (bygningsdeler). Med mindre annet fremgår, er rapporten basert på undersøkelsesnivå 1. Det gjennomføres derfor kun visuelle observasjoner uten inngrep i byggverket, eventuelt supplert med enkle målinger.

Byggtekniske tilstandssvekkelser angis etter denne standarden på følgende måte:

**Tilstandsgrad 0: Ingen avvik** - Det er ingen merknader (feilfritt). Dokumentasjon på fagmessig utførelse inklusive materialbruk og løsninger, der dette er pålagt eller anses som nødvendig, er lagt fram, og bygningsdelen er mindre enn 5 år gammel.

**Tilstandsgrad 1: Mindre eller moderate avvik -** Som TG 0, men bygningsdelen har slitasje uten at tiltak anses som nødvendig, og bygningsdelen kan være eldre enn 5 år.

**Tilstandsgrad 2: Vesentlige avvik -** bygningsdelen har feil utførelse, en skade sterk slitasje eller nedsatt funksjon, og det er behov for tiltak. Typiske avvik som gir TG 2 er:

- det er kort forventet gjenværende brukstid
- bygningsdelen er skjult og kan ha en feil/skade eller ha en alder som kan tyde på sannsynlighet for skjulte feil.
- det foreligger ikke dokumentasjon som er påkrevd iht. regelverket for utførelse
- det er grunn til overvåkning av denne bygningsdelen for å sikre mot større skader og følgeskader
- særlig fuktutsatt konstruksjon uten inspeksjonsmulighet

**Tilstandsgrad 3: Store eller alvorlige avvik -** Bygningsdelen fyller ikke lenger formålet. Typiske avvik som gir TG 3 er:

- det er fare for liv og helse
- Total funksjonssvikt
- det er et akutt behov for tiltak (strakstiltak)
- avvik fra lover eller forskrifter som gjelder for den aktuelle bygningsdelen eller byggverket, som er av stort fysisk omfang eller kan medføre alvorlige konsekvenser

## 1.3 Finansiering / Støtteordning

Gjennom Enovas støtteordning gis det tilskudd for å investere i energitiltak i borettslag. Det er konkurranse om støttemidler. Søknadene som tilfredsstiller Enovas kvalifikasjonskrav prioriteres basert på søkt beløp opp mot mål for energiforbedring i prosjektet.

Minstekravet for å søke er et mål om 20% energiforbedring og alle energitiltak som bidrar til å redusere beregnet levert energi kan støttes. Støttenivået kan utgjøre 30% av godkjente dokumenterte kostnader, med maksimalt 10 millioner kroner. Støtte fra Enova utbetales etterskuddsvis, hvilket betyr at prosjektet skal være gjennomført før.

Dersom målet ikke nås, vil støtten avkortes. For hvert prosentpoeng som den oppnådde energiforbedringen avviker fra mål for energiforbedring avkortes støttebeløp med 10%.
Hvis oppnådd energiforbedring ved prosjektslutt er under minimumsgrensen på 20% bortfaller hele støttebeløpet.

# 2 Energiberegning

## 2.1 Grunnlag for beregninger

### 2.1.1 Soneinndeling

Borettslaget er delt inn i ulike soner og er simulert i tråd med figur nedenfor.

*Figur 1: Soneinndelingen av borettslaget.*

### 2.1.2 Forutsetninger klimaskjerm

Tabellen nedenfor viser de bygningsmessige inndata som er benyttet i simuleringene.

*Tabell 1 Bygningsmessige inndata brukt for boligblokk.*

| Bygningsdel | | Verdi | Konstruksjonstype |
|---|---|---|---|
| U-verdi | Yttervegg 1 | 3,87* W/m2K | Kjellervegg mot terreng<br><br>Uisolert betongvegg på 200 mm direkte mot terreng. |
| | Yttervegg 2 | 0,215 W/m2K | Betongvegg over terreng<br><br>Yttervegg konstruksjon av 150 mm betong, opprinnelig med 100 mm isolasjon, utlektet og isolert ytterlige 50 mm ved fasaderehabilitering i 2011. |
| | Yttervegg 3 | 0,219 W/m2K | Bindingsverksvegg over terreng.<br><br>Isolert bindingsverkskonstruksjon med opprinnelig 100 mm isolasjon, utlektet og isolert ytterlige 50 mm ved fasaderehabilitering i 2011. Ny vindsperre i form av GU-gips og fasadeplater/bordkledning. |
| | Vindu/dører | 1,3 W/m2K | Vinduer med 2-lags isolerglass fra 2009-2011, levert fra Nordan. Hovedsakelig trevinduer, som er aluminiumsbekledd utvendig for værbeskyttelse.<br><br>Verdi gjelder gjennomsnitt for hele vindu/dør leveranse. Verdi gjelder inkl. karm/ramme |
| | Tak | 0,328 W/m2K | Flatt kompakttak oppbygd med 250 mm betong, ca. 150 mm isolasjon (EPS), takpapp og singel/pukk. |
| | Gulv mot grunn | 1,05 W/m2K | Gulv på grunn oppbygd over kult med grovstøp, 50 mm isolasjon (EPS), diffusjonstett folie, og 50 mm påstøp. |
| Solfaktor glassfasader | | 0,55 g-faktor | |
| Normalisert kuldebroverdi | | 0,05 W/(m2K) | Bygning med bæresystem tre<br>Iht NS3031 |
| Lekkasjetall, n50 | | 2,5 h -1 | Antatt verdi basert på krav angitt i TEK ved byggeår. (TEK 69) |
| Grunnforhold (varmeledningsevne / varmekapasitet) | | 2 W/(mK) / 556 Wh/(m3K) | Antatt sand/grus |
| (*) Varmemotstand i grunnen er ikke inkludert i oppgitt U-verdi. U-verdien reduseres av varmemotstanden i grunnen. Ekvivalent U-verdi er oppgitt i parentes | | | |

*Tabell 2 Bygningsmessige inndata brukt for rekkehus*

| Bygningsdel | | Verdi | Konstruksjonstype |
|---|---|---|---|
| U-verdi | Yttervegg 1 | 3,87* (1,0) W/m2K | Kjellervegg mot terreng<br><br>Uisolert betongvegg på 200 mm direkte mot terreng. |
| | Yttervegg 2 | 0,215 W/m2K | Betongvegg over terreng<br><br>Yttervegg konstruksjon av 150 mm betong, opprinnelig med 100 mm isolasjon, utlektet og isolert ytterlige 50 mm ved fasaderehabilitering i 2011. |
| | Yttervegg 3 | 0,219 W/m2K | Bindingsverksvegg over terreng.<br><br>Isolert bindingsverkskonstruksjon med opprinnelig 100 mm isolasjon, utlektet og isolert ytterlige 50 mm ved fasaderehabilitering i 2011. Ny vindsperre i form av GU-gips og fasadeplater/bordkledning. |
| | Vindu/dører | 1,3 W/m2K | Vinduer med 2-lags isolerglass fra 2009-2011, levert fra Nordan. Hovedsakelig trevinduer, som er aluminiumsbekledd utvendig for værbeskyttelse.<br><br>Verdi gjelder gjennomsnitt for hele vindu/dør leveranse. Verdi gjelder inkl. karm/ramme |
| | Tak | 0,328 W/m2K | Flatt kompakttak oppbygd med 250 mm betong, ca. 150 mm isolasjon (EPS), takpapp og singel/pukk. |
| | Gulv mot grunn | 1,05* (0,32) W/m2K | Gulv på grunn oppbygd over kult med grovstøp, 50 mm isolasjon (EPS), diffusjonstett folie, og 50 mm påstøp. |
| Solfaktor glassfasader | | 0,55 g-faktor | |
| Normalisert kuldebroverdi | | 0,09 W/(m2K) | Bygning med bæresystem betong, mur eller stål 10cm kuldebrobryter i fasade<br>Iht NS3031 tillegg A |
| Lekkasjetall, n50 | | 2,5 h -1 | Antatt verdi basert på gjeldene krav angitt i TEK ved byggeår. (TEK 69) |
| Grunnforhold (varmeledningsevne / varmekapasitet) | | 2 W/(mK) / 556 Wh/(m3K) | Antatt sand/grus/kult ifølge tegninger. |
| (*) Varmemotstand i grunnen er ikke inkludert i oppgitt U-verdi. U-verdien reduseres av varmemotstanden i grunnen. Ekvivalent U-verdi er oppgitt i parentes | | | |

**1)**

## 2.2 Forutsetninger tekniske installasjoner

Tekniske inndata er angitt i Tabell 3 og Tabell 4 Energiforsyning for rekkehus og boligblokker, med standardverdier fra NS 3031 brukt når ikke annet er spesifisert.

*Tabell 3 Ventilasjonsdata rekkehus og boligblokker*

| Ventilasjonsdata | Verdi | Kommentar |
|---|---|---|
| Varmegjenvinning ventilasjon | 0% | Avtrekksventilasjon |
| SFP-faktor | 2,0 kW/m3s | Antatt verdi |
| Gjennomsnittlig luftmengde (Rekkehus) | 2,0m3 /hm2 | Antatt verdi |
| Gjennomsnittlig luftmengde (Boligblokker) | 2,0 m3 /hm2 | Antatt verdi |

*Tabell 4 Energiforsyning for rekkehus og boligblokker*

| Energiforsyning | Fordeling [%] | Systemvirkningsrad |
|---|---|---|
| | Elektrisitet | Elektrisitet |
| Romoppvarming | 100 | 0,88 |
| Tappevann | 100 | 0,98 |
| Varmebatterier ventilasjon | 100 | 0,88 |

## 2.3 Beregningsmetode

Simuleringene er utført med beregningsprogrammet Simien fra Programbyggerne, versjon 6.019. Simien utfører simuleringen iht. NS 3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data.

Simiens klimadata er basert på VVS-tekniske klimadata for Norge (håndbok 33) fra 1960-1990. For Molde, hvor kun 1-døgnmiddeltemperatur er tilgjengelig (-19,1 °C), er denne verdien inkludert som laveste 3-døgnmiddeltemperatur i Simien. Vi har derfor anvendt den laveste 3-døgnmiddeltemperaturen oppgitt i byggforskblad 451.021 for Molde (-13,2 °C), basert på klimadata fra perioden 1971-2000, i simuleringen.

# 3 Resultater

## 3.1 Energiforbruk

Vi har beregnet energiforbruket for rekkehusene og boligblokkene ved å bruke standardverdier fra NS3031, samt inndata fra 1Tabell 1Tabell 3 og Tabell 4. Alle rom er simulert med en temperatur på 21 grader under driftstid og 19 grader utenfor driftstid, noe som er standarden fastsatt i NS3031.

Oppgitte energiforbruk i tabellen Tabell 5 er estimater for 2023, da nøyaktige tall fra Elinett ikke kunne innhentes på grunn av krav om sluttbrukergodkjenning. Dette kan være en årsak til avvikene mellom oppgitt og beregnet forbruk.

Det høye energiforbruket som fremkommer i vår beregning skyldes flere ulike faktorer. Vi ser spesielt på rekkehusene at det er store temperaturforskjeller i etasjene. Rom som stue, entré og kjøkken befinner seg i hovedetasjen med god temperatur. Soverommene er plassert i underetasjen, hvor temperaturene er langt lavere.

Den store temperaturforskjellen i etasjene i boligen blir vanskelig for beregningsprogramet å fange opp, og energiforbruket blir beregnet ut fra temperaturen som er i hovedetasjen. Dette er en avgjørende faktor som gjør at det er store avvik fra det oppgitte(faktiske) energiforbruket, og det beregnede energiforbruket i vår utregning.

*Tabell 5: Oppgitt og beregnet energiforbruk.*

| Bygg | Antall boenheter [stk] | Oppgitt energiforbruk [kWh] | Beregnet energiforbruk [kWh] |
|---|---|---|---|
| B1 | 66 | 930 687 | 1 013 643 |
| B2 | 90 | 1 091 871 | 1 380 608 |
| R1 | 3 | 44 918 | 89 651 |
| R2 | 3 | 43 620 | 87 602 |
| R3 | 4 | 47 229 | 115 114 |
| R4 | 12 | 159 519 | 292 179 |
| R5 | 6 | 69 396 | 183 290 |
| R6 | 13 | 164 011 | 394 235 |
| R7 | 11 | 143 032 | 348 625 |
| R8 | 12 | 163 757 | 350 635 |
| **SUM** | **220** | **2 858 240** | **4 255 582** |

## 3.2 Årlig energibehov

Det årlige energibehovet handler om hvor mye energi en bygning trenger i løpet av et år. Dette tar ikke hensyn til hvor effektivt energisystemet i bygningen er. For eksempel, hvis en bygning bruker en varmepumpe for oppvarming, vil den bruke mindre energi sammenlignet med om den kun brukte elektrisk oppvarming. Dette skyldes at varmepumpen har en høyere effektivitet.

*Tabell 6: Beregnet energibehov fordelt på respektive bygg.*

| Bygg | Antall boenheter [stk] | Beregnet energibehov [kWh] | Spesifikt energibehov (lokalt klima) [kWh/m²] |
|---|---|---|---|
| B1 | 66 | 1 013 643 | 183,5 |
| B2 | 90 | 1 380 608 | 184,4 |
| R1 | 3 | 89 651 | 271,7 |
| R2 | 3 | 87 602 | 271,2 |
| R3 | 4 | 115 114 | 267,7 |
| R4 | 12 | 292 179 | 230,8 |
| R5 | 6 | 183 290 | 282,0 |
| R6 | 13 | 394 235 | 260,4 |
| R7 | 11 | 348 625 | 270,0 |
| R8 | 12 | 350 635 | 268,3 |
| **SUM** | **220** | **4 255 582** | |

Ved nybygg av boligblokk i dag skal energibehovet ikke overstige 85 kWh/m$^2$ +800/A (A= oppvarmet BRA) i henhold til dagens krav og TEK17. For rekkehus med flere boenheter skal hele rekkehuset følge rammen for småhus, som ved nybygg og i henhold til dagens krav skal ha 95 + 800/A. Se Figur 2

*Figur 2 Energiskalaen per 10.06.2015*

| Bygningskategorier | Levert energi pr m$^2$ oppvarmet BRA (kWh/m$^2$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| | Lavere enn eller lik | Lavere enn eller lik | Lavere enn eller lik | Lavere enn eller lik | Lavere enn eller lik | Lavere enn eller lik | Ingen grense |
| Småhus | 95 | 120 | 145 | 175 | 205 | 250 | >F |
| Arealkorreksjon | +800/A | +1600/A | +2500/A | +4100/A | +5800/A | +8000/A | |
| Leiligheter (boligblokk) | 85 | 95 | 110 | 135 | 160 | 200 | >F |
| Arealkorreksjon | +600/A | +1000/A | +1500/A | +2200/A | +3000/A | +4000/A | |
| Barnehage | 85,00 | 115,00 | 145,00 | 180,00 | 220,00 | 275,00 | > F |
| Kontorbygning | 90,00 | 115,00 | 145,00 | 180,00 | 220,00 | 275,00 | > F |
| Skolebygning | 75,00 | 105,00 | 135,00 | 175,00 | 220,00 | 280,00 | > F |
| Universitets- og høgskolebygning | 90,00 | 125,00 | 160,00 | 200,00 | 240,00 | 300,00 | > F |
| Sykehus | 175,00 | 240,00 | 305,00 | 360,00 | 415,00 | 505,00 | > F |
| Sykehjem | 145,00 | 195,00 | 240,00 | 295,00 | 355,00 | 440,00 | > F |
| Hotellbygning | 140,00 | 190,00 | 240,00 | 290,00 | 340,00 | 415,00 | > F |
| Idrettsbygning | 125,00 | 165,00 | 205,00 | 275,00 | 345,00 | 440,00 | > F |
| Forretningsbygning | 115,00 | 160,00 | 210,00 | 255,00 | 300,00 | 375,00 | > F |
| Kulturbygning | 95,00 | 135,00 | 175,00 | 215,00 | 255,00 | 320,00 | > F |
| Lett industribygning, verksted | 105,00 | 145,00 | 185,00 | 250,00 | 315,00 | 405,00 | > F |

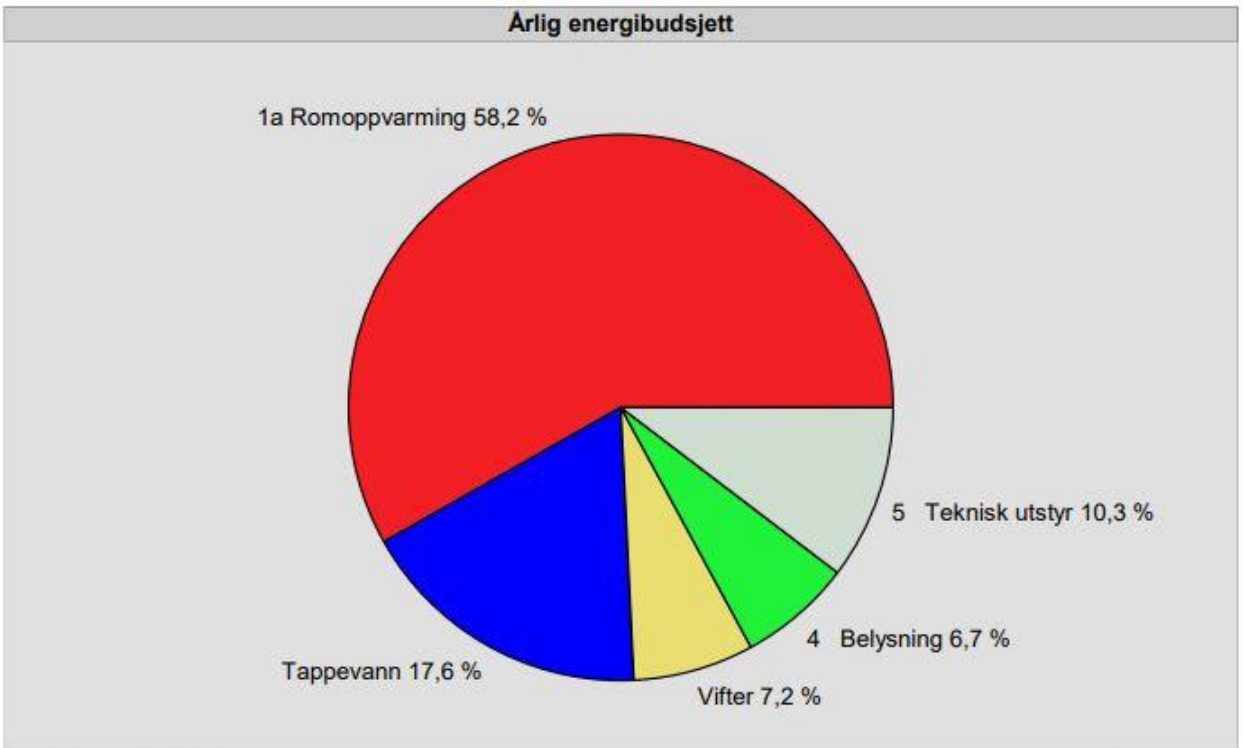
*A = oppvarmet del av BRA [m$^2$]* *Øvre grense for karakter C er basert på nivå for TEK 2010.*

Forskjellen er størst for rekkehusene, der det beregnede energibehovet er ca. 100 kWh/m2 mer enn dagens krav.

## 3.3 Dagens energibehov boligblokk

### 3.3.1 B1 - Årlig energibudsjett

Nedenfor følger boligblokk 1 sitt årlige energibudsjett fordelt på de ulike postene. Den største posten er romoppvarmingen som står for hele 58,2 % av totalen. Det er viktig å belyse at varmtvann ikke er målt, men med de standardverdiene og bruksavhengige data som brukets i beregningen fås resultatet at tappevarmtvann står for 17,6 %.



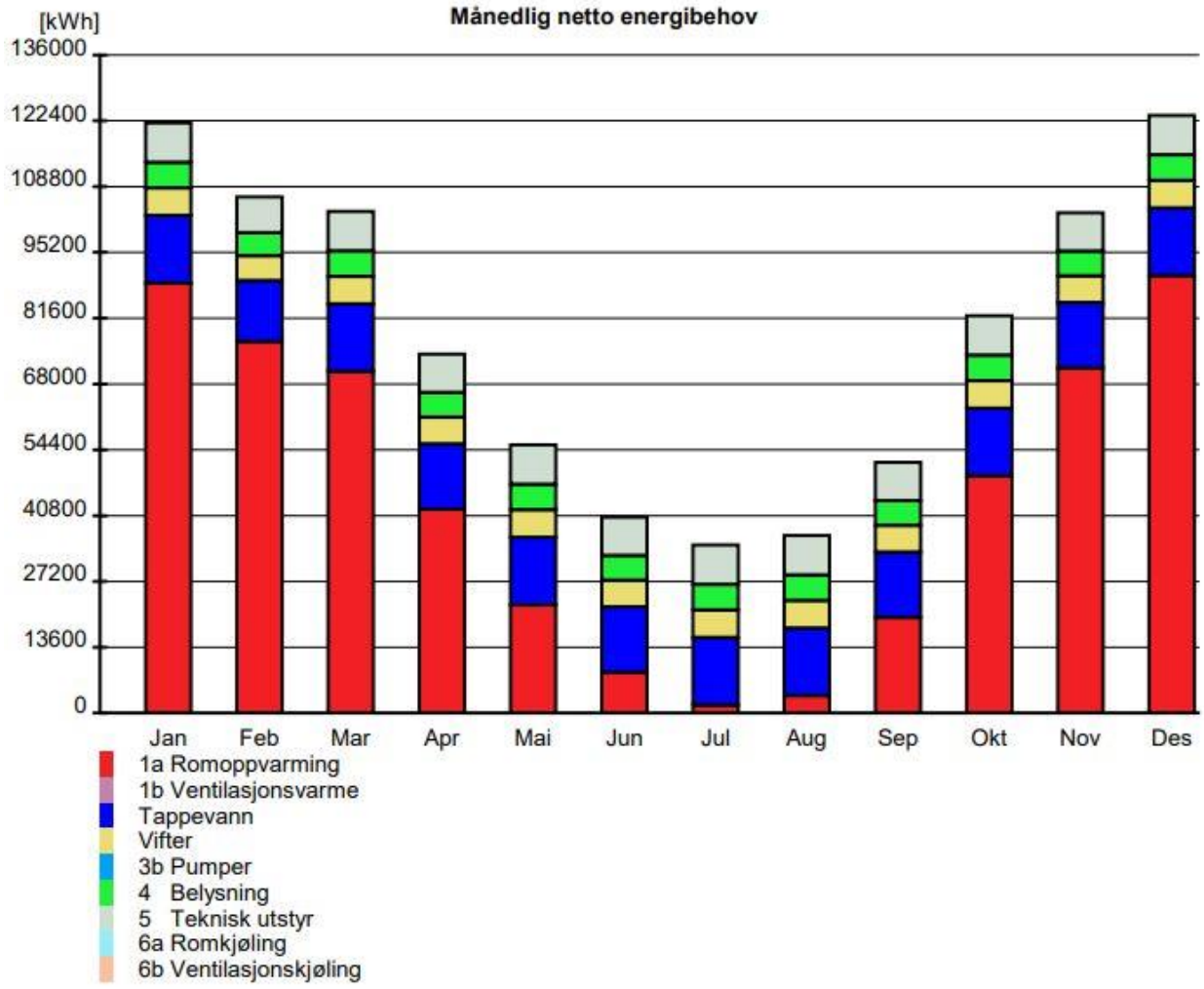

| | |
|---|---|
| 1a Romoppvarming | 544697 kWh |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier) | 0 kWh |
| 2 Varmtvann (tappevann) | 164461 kWh |
| 3a Vifter | 67212 kWh |
| 3b Pumper | 0 kWh |
| 4 Belysning | 62887 kWh |
| 5 Teknisk utstyr | 96752 kWh |
| 6a Romkjøling | 0 kWh |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6 | 936010 kWh |

*Figur 3: Viser årlig energibudsjett for B1, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.3.2 B1 - Månedlig energibehov

Nedenfor følger boligblokk 1 sitt årlige energibudsjett fordelt på årets alle måneder. I tabellen er det romoppvarmingen som varierer med kulden ute, og blir større de kalde månedene mens den er veldig liten/ikke eksisterende på sommermånedene.

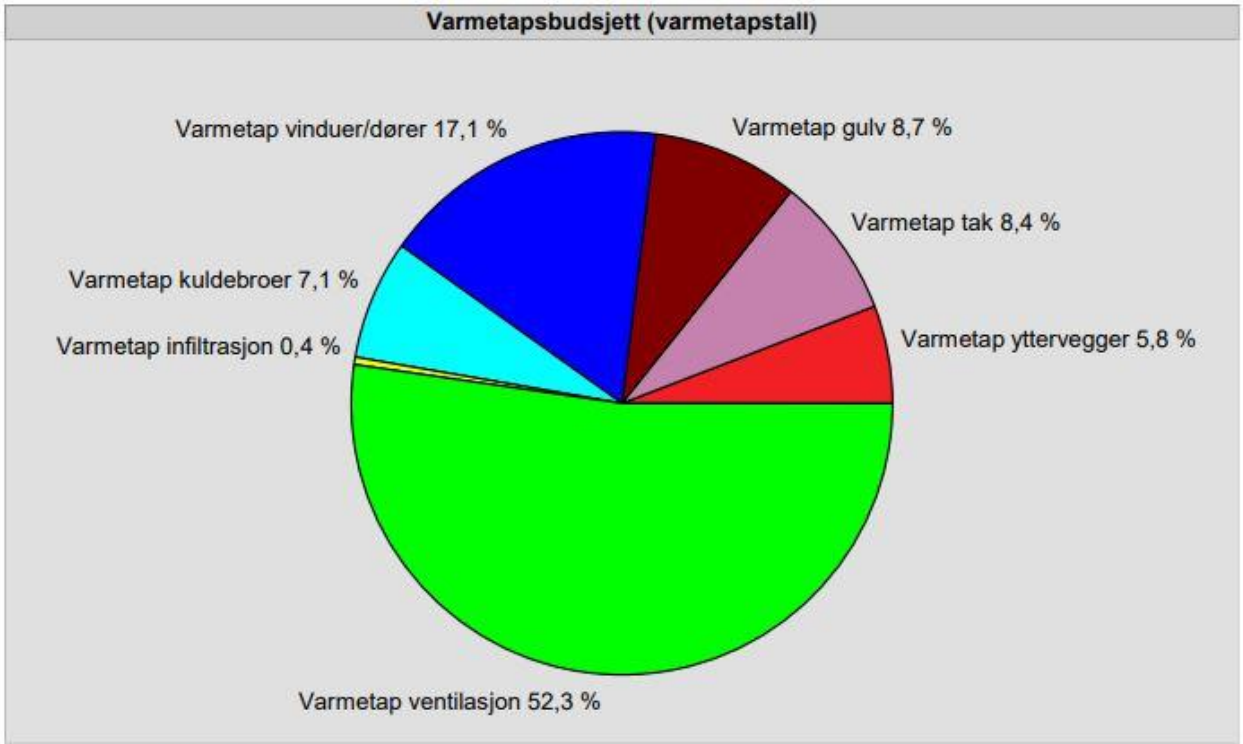
Det er sannsynlig at også varmtvannsforbruk og øvrige går ned litt på sommermånedene i de uker som mange har ferie og reiser i vei. Dette er ikke hensyntatt i beregningen.




*Figur 4: Viser månedlig netto energibehov for B1, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.3.3 B1 - Varmetappsfordeling

I tabellen nedenfor vises varmetappostene i boligblokk 1 og den største posten er varmetap gjennom ventilasjonen som står for 52,3 %. Det er også my varmetap gjennom vinduer og dører som motsvarer 17,1 %.

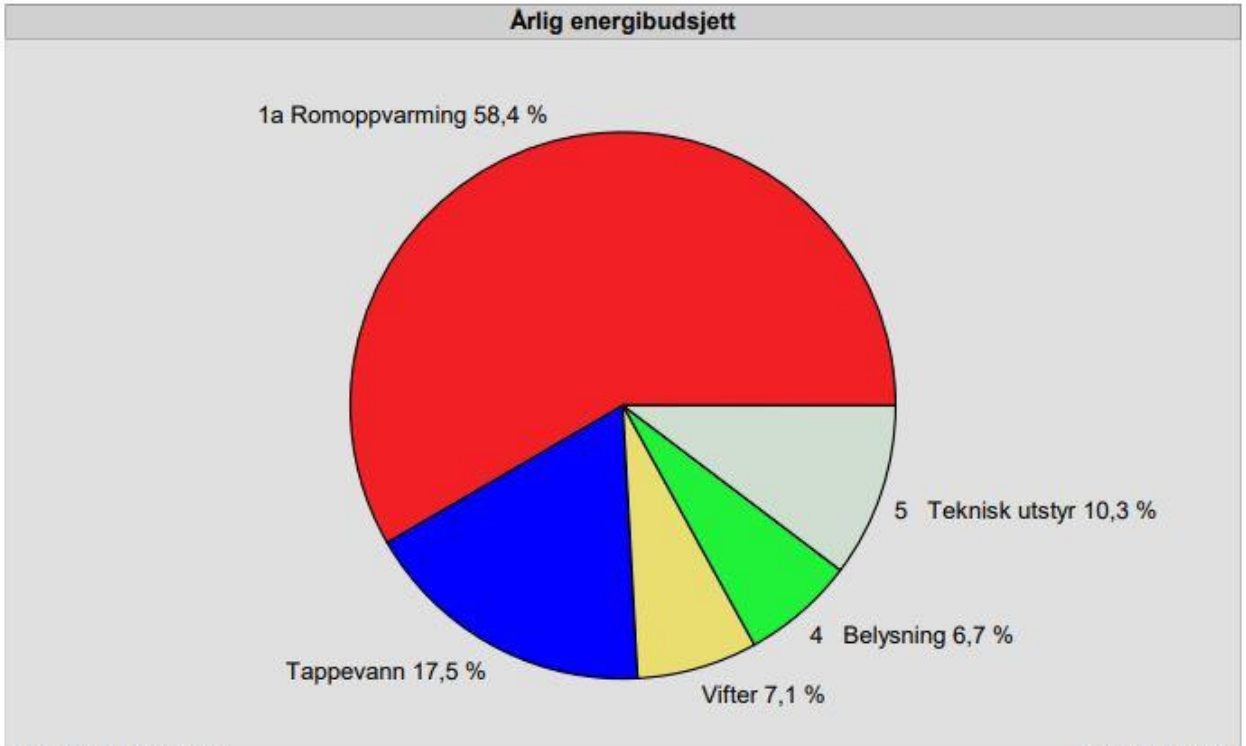



| | |
|---|---|
| Varmetapstall yttervegger | 0,07 W/m²K |
| Varmetapstall tak | 0,11 W/m²K |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,11 W/m²K |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører | 0,22 W/m²K |
| Varmetapstall kuldebroer | 0,09 W/m²K |
| Varmetapstall infiltrasjon | 0,01 W/m²K |
| Varmetapstall ventilasjon | 0,66 W/m²K |
| Totalt varmetapstall | 1,26 W/m²K |

*Figur 5: Viser Varmetapsbudsjett for B1, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.3.4 B2 - Årlig energibudsjett

Nedenfor følger boligblokk 2 sitt årlige energibudsjett fordelt på de ulike postene. Den største posten er romoppvarmingen som står for 58,4 % av totalen. Det er viktig å belyse at varmtvann ikke er målt, men med de standardverdiene og bruksavhengige data som brukets i beregningen fås resultatet at tappevarmtvann står for 17,5 %.



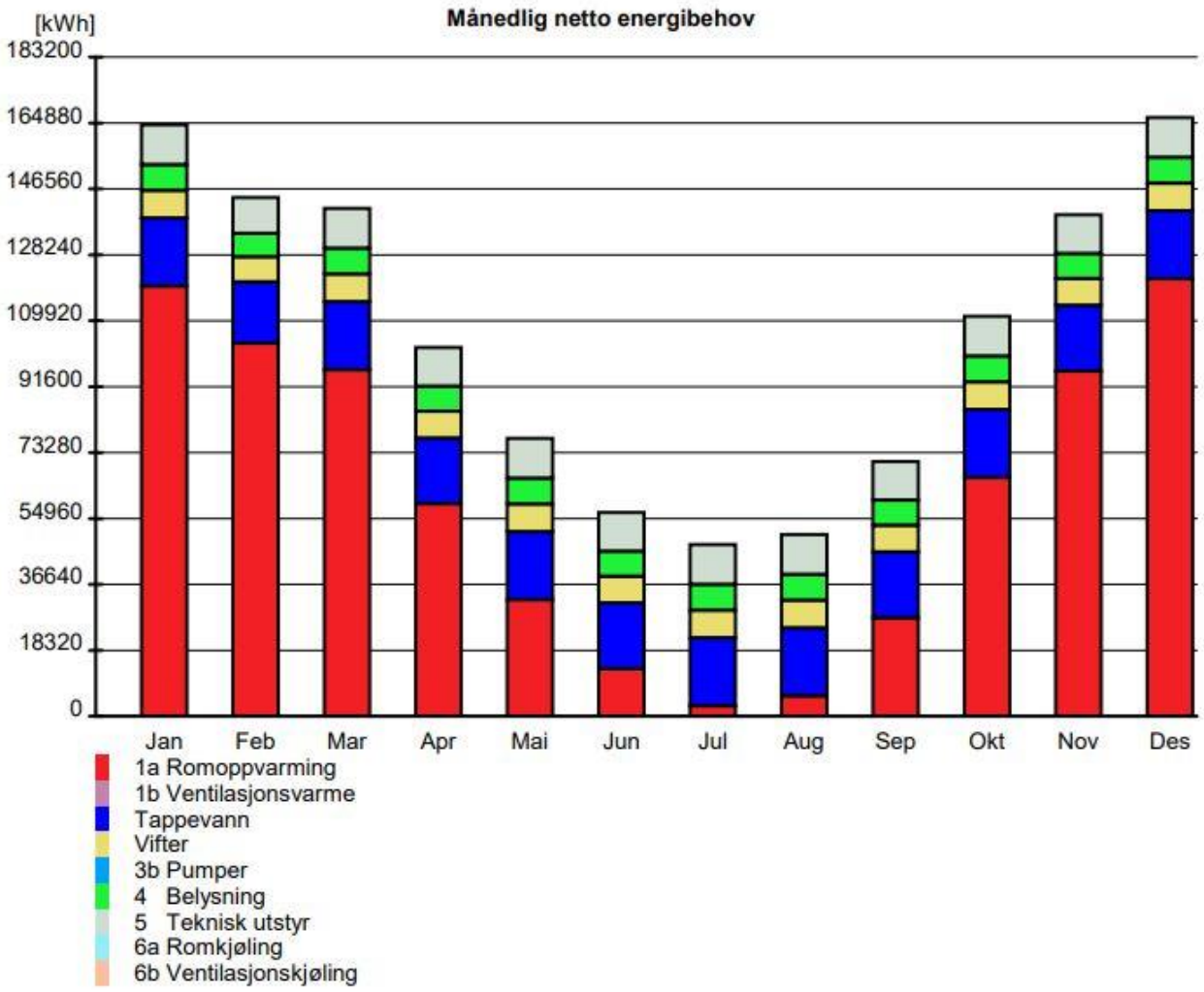

| | |
|---|---|
| 1a Romoppvarming | 744056 kWh |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier) | 0 kWh |
| 2 Varmtvann (tappevann) | 222982 kWh |
| 3a Vifter | 91102 kWh |
| 3b Pumper | 0 kWh |
| 4 Belysning | 85251 kWh |
| 5 Teknisk utstyr | 131204 kWh |
| 6a Romkjøling | 0 kWh |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6 | 1274595 kWh |

*Figur 6: Viser årlig energibudsjett for B2, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.3.5 B2 - Månedlig netto energibehov

Nedenfor følger boligblokk 2 sitt årlige energibudsjett fordelt på årets alle måneder. I tabellen er det romoppvarmingen som varierer med kulden ute, og blir større de kalde månedene mens den er veldig liten/ikke eksisterende på sommermånedene.

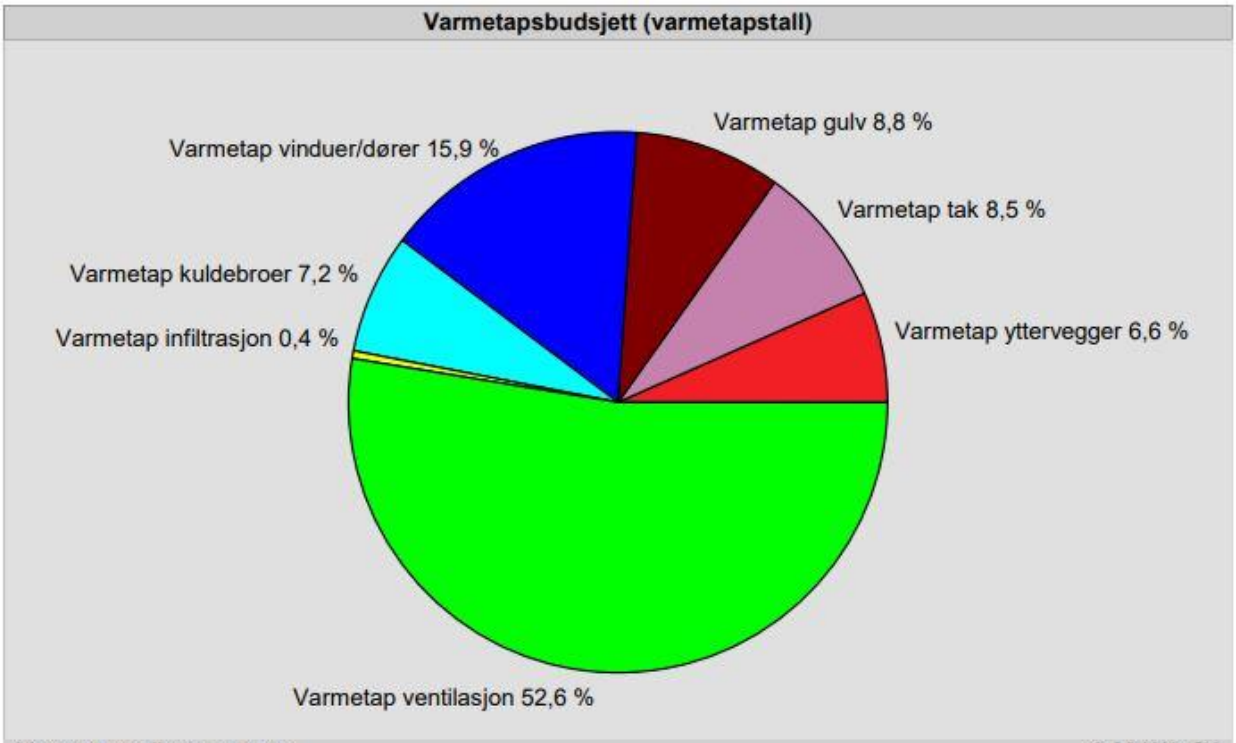
Det er sannsynlig at også varmtvannsforbruk og øvrige går ned litt på sommermånedene i de uker som mange har ferie og reiser i veg. Dette er ikke hensyntatt i beregningen.




*Figur 7: Viser månedlig netto energibehov for B2, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.3.6 B2 – Varmetappsfordeling

I tabellen nedenfor vises varmetappostene i boligblokk 2 og den største posten er varmetap gjennom ventilasjonen som står for 52,6 %. Det er også my varmetap gjennom vinduer og dører som motsvarer 15,9 %.



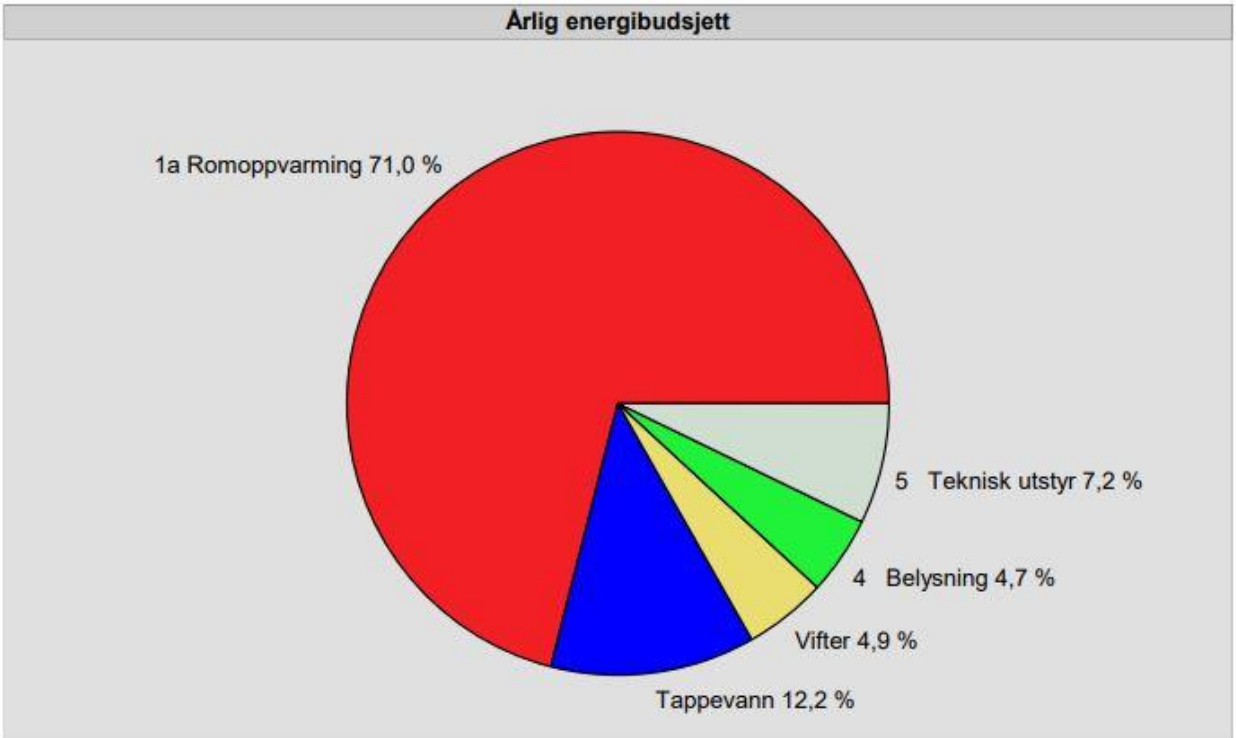

| | |
|---|---|
| Varmetapstall yttervegger | 0,08 W/m²K |
| Varmetapstall tak | 0,11 W/m²K |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,11 W/m²K |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører | 0,20 W/m²K |
| Varmetapstall kuldebroer | 0,09 W/m²K |
| Varmetapstall infiltrasjon | 0,01 W/m²K |
| Varmetapstall ventilasjon | 0,66 W/m²K |
| Totalt varmetapstall | 1,25 W/m²K |

*Figur 8: Viser Varmetapsbudsjett for B2, utdrag fra Simensberegning.*

## 3.4 Dagens energibehov rekkehus 1-8

### 3.4.1 R1-8: Årlig energibudsjett

Nedenfor følger rekkehusenes årlige energibudsjett fordelt på de ulike postene. Den største posten er romoppvarmingen som står for hele 71,0 % av totalen. Det er viktig å belyse at varmtvann ikke er målt, men med de standardverdiene og bruksavhengige data som brukets i beregningen fås resultatet at tappevarmtvann står for 12,2 %.



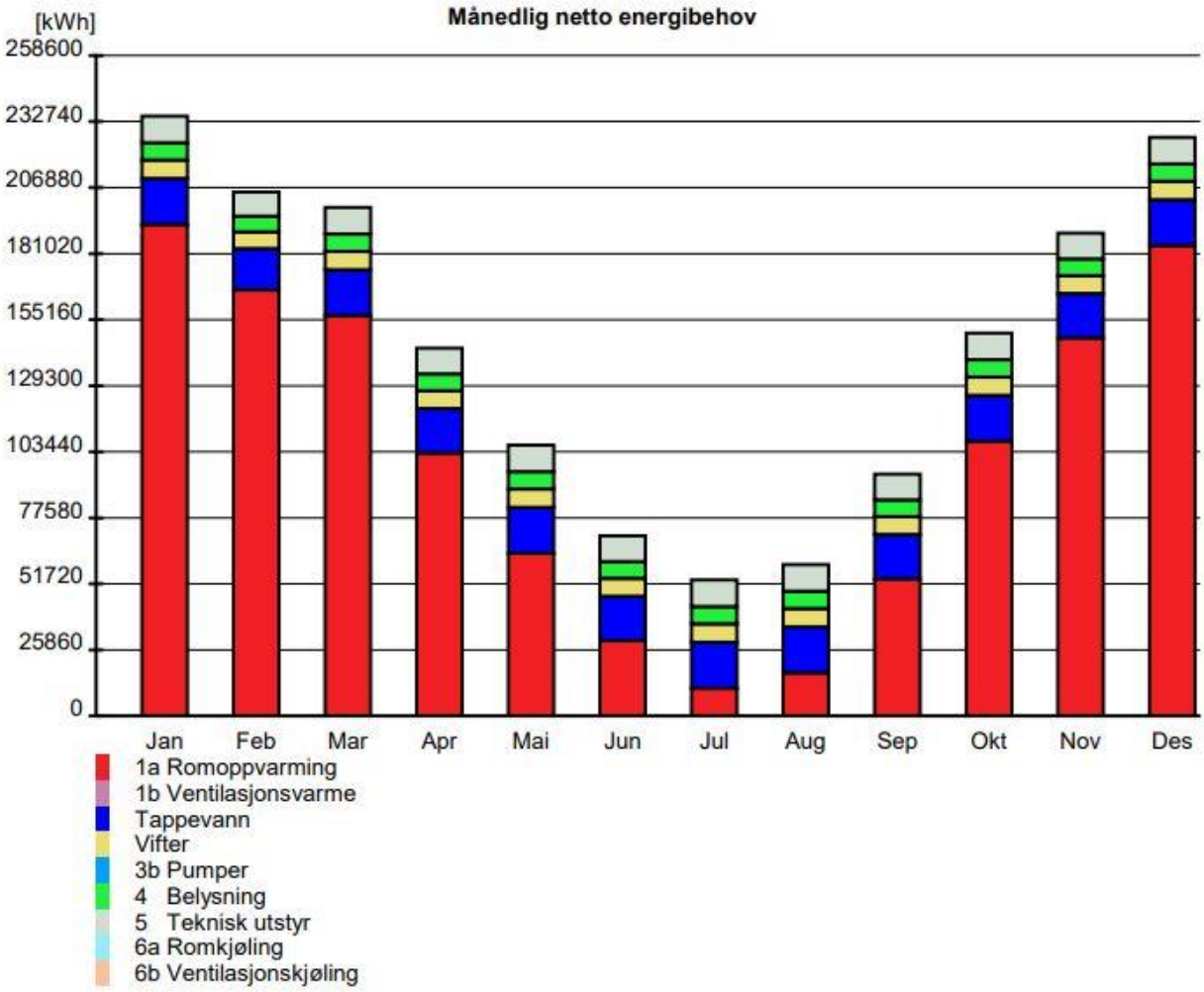

| | |
|---|---|
| 1a Romoppvarming | 1232793 kWh |
| 1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier) | 0 kWh |
| 2 Varmtvann (tappevann) | 211777 kWh |
| 3a Vifter | 85726 kWh |
| 3b Pumper | 0 kWh |
| 4 Belysning | 80973 kWh |
| 5 Teknisk utstyr | 124592 kWh |
| 6a Romkjøling | 0 kWh |
| 6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier) | 0 kWh |
| Totalt netto energibehov, sum 1-6 | 1735861 kWh |

*Figur 9: Viser årlig energibudsjett for R1-8, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.4.2 R1-8: Månedlig netto energibehov

Nedenfor følger energibehovet til rekkehusene fordelt på hver måned. Det som påvirker forbruket mest er hvor kaldt det er ute, hvilket resulterer i at romoppvarmingen øker i vintermånedene og reduseres i sommermånedene.

Det er sannsynligst at også varmtvannsforbruk og øvrige poster blir lavere i sommermånedene når mange har ferie og reiser bort. Dette er ikke hensyntatt i beregningen.

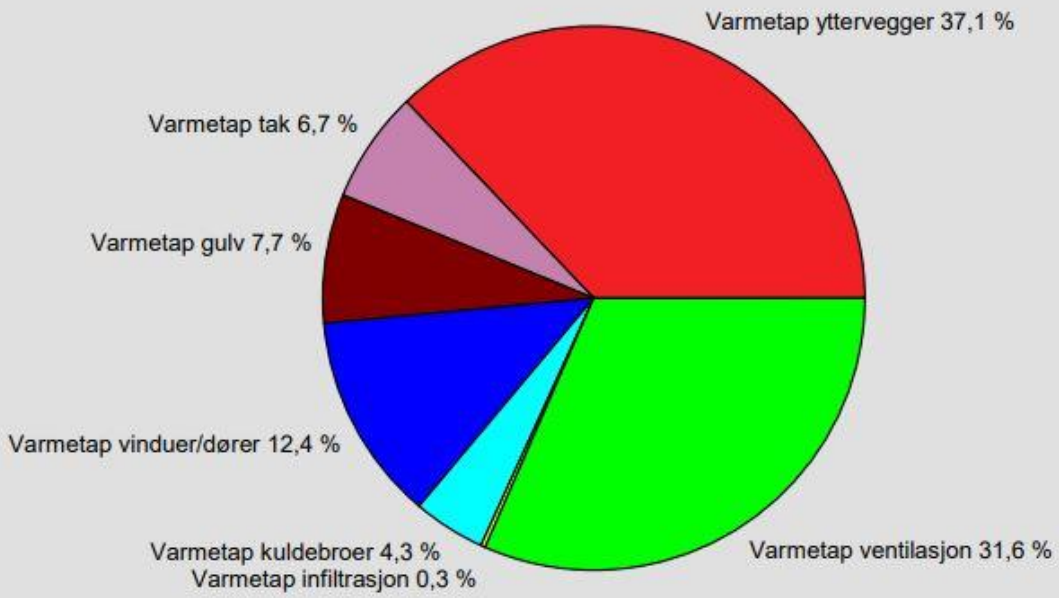



*Figur 10: Viser månedlig netto energibehov for R1-8, utdrag fra Simensberegning.*

### 3.4.3 R1-8: Varmetappsfordeling

I tabellen nedenfor vises varmetappostene i rekkehusene og den største posten er varmetap gjennom yttervegger som står for 37,1 % av totalen. Den nest største posten er varmetap gjennom ventilasjonen på 31,6 %. Vinduer og dører motsvarer 12,4 % av totalen.

**Varmetapsbudsjett (varmetapstall)**




| | |
|---|---|
| Varmetapstall yttervegger | 0,78 W/m²K |
| Varmetapstall tak | 0,14 W/m²K |
| Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri | 0,16 W/m²K |
| Varmetapstall glass/vinduer/dører | 0,26 W/m²K |
| Varmetapstall kuldebroer | 0,09 W/m²K |
| Varmetapstall infiltrasjon | 0,01 W/m²K |
| Varmetapstall ventilasjon | 0,66 W/m²K |
| Totalt varmetapstall | 2,09 W/m²K |

*Figur 11: Viser Varmetapsbudsjett for R1-8, utdrag fra Simensberegning.*

# 4 Energieffektivisering og tiltak

## 4.1 Analyse av dagens energibehov

### 4.1.1 Boligblokk 1-2

En av de største utfordringene for blokkene er å redusere energibehovet for romoppvarming, som står for mer enn halvparten av det totale energiforbruket. Det er viktig å minimere varmetapet som oppstår gjennom ventilasjonen, som utgjør cirka 50% prosent av varmetapet. Selv om vinduene og dørene ble byttet ut i 2009-2011, er det fortsatt et betydelig varmetap. Det anbefales derfor å forbedre tettheten rundt vinduer og dører, samt å justere ventilasjonsanlegget for å gjenvinne mer varme.

Basert på de store varmetapene og det høye energiforbruket, er de foreslåtte tiltakene som følger:

- Balansert ventilasjon med varmegjenvinning
- Tilleggsisolering av taket
- Innføring av en ny varmekilde: væske-vann varmepumpe i kombinasjon med vannbåren oppvarming
- Elproduksjon: Solcelleinstallasjon på tak
- Bytte av til LED-pærer i garasje
- Installasjon av bevegelsestyrt belysing samt bytte til led-pærer i fellesganger

### 4.1.2 Rekkehus 1-8

Rekkehusene har et stort potensial for å redusere energibehovet for romoppvarming. For å oppnå dette må varmetapet som skjer gjennom ytterveggene og ventilasjonen reduseres. Disse to faktorene står for ca. 70 prosent av varmetapet. Det er derfor anbefalt å installere et balansert ventilasjonssystem med varmegjenvinning og innføre en ny varmekilde. Grunnen til det høye varmetapet i ytterveggene er at mange av rekkehusene har deler av boenheten under bakkenivå. Der ytterveggene mot terreng mangler utvendig isolasjon og har derfor et høyt U-verdi.

Å tilføre ekstra isolasjon utvendig på yttervegger som er under terreng kan være utfordrende på grunn av det allerede opparbeidede terrenget. Innvendig tilleggsisolering er heller ikke en enkel løsning, da dette kan flytte kondenspunktet og potensielt føre til fuktproblemer, som igjen kan forårsake soppdannelse. Imidlertid kan gavleveggene tilleggsisoleres for å forbedre energieffektiviteten.

Vinduene og dørene ble oppgradert i 2009-2011, men de bidrar fortsatt til et varmetap på ca. 12 prosent av totalen. Det er derfor nødvendig å forbedre tettheten rundt vinduer og dører.

Basert på dette, foreslås følgende tiltak for å redusere energiforbruket og øke komforten i rekkehusene:

- Balansert ventilasjon med varmegjenvinning
- Innføring av en ny varmekilde: luft-luft varmepumpe
- Tilleggsisolering av taket

## 4.2 Tiltak

Det er viktig å vurdere langsiktige økonomiske fordeler kontra de umiddelbare kostnadene for å fullt ut forstå den økonomiske verdien av hvert tiltak. Hvert enkelt tiltak er lønnsomhetsberegnet med tre ulike strømpriser i henhold til krav stilt fra Enova.

I beregningen av kostnader for de ulike tiltakene er Norsk prisbok benyttet. Kostnader for den totale drift- og vedlikeholdskostnaden for respektive tiltak er beregnet ved hjelp av Norsk prisbok og erfaringer.

Tilbakebetalingstiden for respektive tiltak og bygg er inndelt i farge etter premiss i tabellen nedenfor. Ved å kategorisere tilbakebetalingstiden for hvert tiltak og bygg basert på fargekoder, blir det enklere å visualisere og sammenligne lønnsomheten og effektiviteten til de forskjellige tiltakene.

*Tabell 7: Viser farge-inndeling på tilbakebetalingstiden.*

| | |
|---|---|
| Tilbakebetalingstid > 80% av levetiden | Lav |
| Tilbakebetalingstid 80-50% av levetiden | Moderat |
| Tilbakebetalingstid 50-30% av levetiden | Høy |
| Tilbakebetalingstid < 30% av levetiden | Svært høy |

På neste side ses lønnsomhetsberegningen for alle tiltakene.

*Tabell 8 - Viser lønnsomhetsberegningen for respektive tiltak og bygg.*

| Tiltak | Bygg | Investering [kr] | Drift og vedlikehold [kr] | Total kostnad [kr] | Årlig besparelse [kWh] | Levetid [år] | Strømpris [kr/kwh] | Årlig besparelse [kr] | Tilbake-betalingstid [år] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Solcelle | B1 | 845 500 | 250 000 | **1 095 500** | 232 572 | 25 | 0,8 | 186 058 | 5,9 |
| | | | | | | | 1 | 232 572 | 4,7 |
| | | | | | | | 1,5 | 348 858 | 3,1 |
| | B2 | 845 500 | 250 000 | **1 095 500** | 316 862 | 25 | 0,8 | 186 058 | 5,9 |
| | | | | | | | 1 | 232 572 | 4,7 |
| | | | | | | | 1,5 | 348 858 | 3,1 |
| Væske-vann Pumpe | B1 | 6 753 083 | 1 100 000 | **7 853 083** | 342 282 | 20 | 0,8 | 273 826 | 28,7 |
| | | | | | | | 1 | 342 282 | 22,9 |
| | | | | | | | 1,5 | 513 423 | 15,3 |
| | B2 | 9 154 505 | 1 300 000 | **10 454 505** | 471 863 | 20 | 0,8 | 377 490 | 27,7 |
| | | | | | | | 1 | 471 863 | 22,2 |
| | | | | | | | 1,5 | 707 795 | 14,8 |
| Varmepumpe luft/luft | B1 | 1 742 664 | 600 000 | **2 342 664** | 233 487 | 10 | 0,8 | 186 790 | 12,5 |
| | | | | | | | 1 | 233 487 | 10,0 |
| | | | | | | | 1,5 | 350 231 | 6,7 |
| | B2 | 2 376 360 | 660 000 | **3 036 360** | 318 942 | 10 | 0,8 | 255 154 | 11,9 |
| | | | | | | | 1 | 318 942 | 9,5 |
| | | | | | | | 1,5 | 478 413 | 6,3 |
| | R1-8 | 1 742 664 | 600 000 | **2 342 664** | 454 823 | 10 | 0,8 | 363 858 | 6,4 |
| | | | | | | | 1 | 454 823 | 5,2 |
| | | | | | | | 1,5 | 682 235 | 3,4 |
| Balansert ventilasjon | B1 | 3 794 301 | 1 716 000 | **5 510 301** | 383 878 | 20 | 0,8 | 307 102 | 17,9 |
| | | | | | | | 1 | 383 878 | 14,4 |
| | | | | | | | 1,5 | 575 817 | 9,6 |
| | B2 | 5 143 569 | 2 340 000 | **7 483 569** | 398 931 | 20 | 0,8 | 319 145 | 23,4 |
| | | | | | | | 1 | 398 931 | 18,8 |
| | | | | | | | 1,5 | 598 397 | 12,5 |
| | R1-8 | 4 885 257 | 1 320 000 | **6 205 257** | 514 732 | 20 | 0,8 | 411 786 | 15,1 |
| | | | | | | | 1 | 514 732 | 12,1 |
| | | | | | | | 1,5 | 772 098 | 8,0 |
| Tilleggs-isolasjon tak | B1 | 590 504 | - | **590 504** | 53 484 | 25 | 0,8 | 42 787 | 13,8 |
| | | | | | | | 1 | 53 484 | 11,0 |
| | | | | | | | 1,5 | 80 226 | 7,4 |
| | B2 | 803 006 | - | **803 006** | 72 911 | 25 | 0,8 | 58 329 | 10,1 |
| | | | | | | | 1 | 72 911 | 8,1 |
| | | | | | | | 1,5 | 109 367 | 5,4 |
| | R1-8 | 993 662 | - | **993 662** | 96 472 | 25 | 0,8 | 77 178 | 12,9 |
| | | | | | | | 1 | 96 472 | 10,3 |
| | | | | | | | 1,5 | 144 708 | 6,9 |
| LED-Lys | B1 | 171 780 | - | **171 780** | 11 038 | 20 | 0,8 | 8 830 | 19,5 |
| | | | | | | | 1 | 11 038 | 15,6 |
| | | | | | | | 1,5 | 16 556 | 10,4 |
| | B2 | 245 400 | - | **245 400** | 18 396 | 20 | 0,8 | 14 717 | 16,7 |
| | | | | | | | 1 | 18 396 | 13,3 |
| | | | | | | | 1,5 | 27 594 | 8,9 |
| | Garasje B1-B2 | 1 625 000 | - | **1 625 000** | 229 950 | 20 | 0,8 | 183 960 | 8,8 |
| | | | | | | | 1 | 229 950 | 7,1 |
| | | | | | | | 1,5 | 344 925 | 4,7 |

### 4.2.1 Solceller

På boligblokkene finnes det store takareal med gode solforhold. Det er et høyt forbruk på fellesmålene i boligblokkene og i borettslaget finnes det også mange elbilsladder, med en solcelleinstallasjon kan en besparelse skje.

Før en solcelleinstallasjon anbefales det at taktekkingen byttes ut, da levetiden som er igjen på taktekkingen ikke tilsvarer solcelleanleggets. Ved bytte av taktekking og en ev. tilleggsisolering er det også viktig å sikre at det legges en ubrennbar isolering for å forhindre en ev. brannspreding. Når taktekkingen skiftes vil også det grus som finnes på takflatene i dag fjernes, som fører til at taklasten reduseres. Det gir muligheter for å se på et ballastert solcelleanlegg i stedet for et anlegg som er mekanisk innfestet i bjelkelag.

Energiproduksjonen fra solcelleanlegget vil skje på de timer om døgnet som de aller fleste befinner seg utav byggene og forbruket ikke er like høyt. Det er derfor hensiktsmessig å vurdere å installere en batteripakke. Før en ev. installasjon av en batteripakke må det gjøres en grundig vurdering, gjeldende plassering, brannsikkerhet, atkomst for brannvesenet mv.

Det må også gjøres en videre kartlegging her på mulige tilkoblinger i bygget.

<u>Kostnadsberegning og vedlikeholdskostnader</u>

I investeringskostnaden er det kun inkludert kostnad for innkjøp og montasje. Det vil tilkomme en kostnad for prosjektering og søknadsarbeider. For tiltaket er størrelsen på solcelleanlegget satt til 250 $m^2$ på respektive boligblokk.

Et solcelleanlegg har en levetid på cirka 25 år, men det krever årlig service- og vedlikeholdsarbeider for at anlegget skal fungere optimalt. Invertene har en kortere levetid enn resten av anlegget, og må skiftes ut etter ca. 10-15 år. Dette er ivaretatt i vedlikeholdskostnadene.

<u>Årlig besparelse og lønnsomhetsberegning</u>

Ved beregning av den årlige besparelsen har Simens brukets. I tabellen nedenfor ses energibehov før tiltak og hva den årlige besparelsen resulterer i for energibehov ved et eventuelt tiltak. Lønnsomhetsberegningen er gjord med tre ulike strømpriser.

Den årlige besparelsen i kWh, er tagen fra tiltaksberegningen i Siemens. Resultater er at tiltaket er lønnsomt og tilbakebetalt mellom 3-6 år, beroende på strømpris. Tilbakebetalingstiden er den tid det tar før en investering har betalt seg selv.

*Tabell 9: Viser den årlige besparelsen ved solcelleinstallasjon på takene.*

| **Tiltak** | **Energibehov før tiltak** [kWh/år] | **Energibehov etter tiltak** [kWh/år] | **Årlig besparelse** [kWh/år] |
|---|---|---|---|
| B1 | 1 013 643 | 781 071 | 232 572 |
| B2 | 1 380 608 | 1 063 746 | 316 862 |

### 4.2.2 Varmepumpe (væske-vann), vannbåret oppvarming

Leilighetene i boligblokkene og boenhetene i rekkehusene er i hovedsak oppvarmet av elektriske panelovner, med gulvvarme i bad. Leilighetene i blokkene på 1. etasje over parkeringskjeller har i tillegg gulvvarme i stue kjøkken, gang og bad. Det samme gjelder for boenheter i rekkehusene der hele leiligheten ligger under terreng.

Ved besiktigelse av utvalgte leiligheter ble det registrert store temperaturforskjeller mellom soverom og stue/kjøkken. Dette gjelder spesielt rekkehus som strekker seg over 2 plan, hvor det typisk er stue og kjøkken i hovedetasjen, og soverom og bad i underetasjen.
Her ser vi store variasjoner, hvor det kunne være 21-25 grader i hovedetasjen, og temperaturer helt ned i 12 grader på noen soverom/gangarealer i underetasjen.

Tilstandsgrad er vurdert til: **TG 2 - Vesentlige avvik**

Det er også vurdert å installer en væske-vann-varmepumpe, som gir betydelige energibesparelser da den er omtrent tre ganger bedre sammenlignet med elektrisk oppvarming. Til tross for dette har vi konkludert med at dette ikke vil være et lønnsomt tiltak som følge av at kostnaden for installasjonen, som sett opp mot energibesparelsene over en 20-årsperiode, blir for høy. Vi har forutsatt følgende dekningsgrad for varmepumpen:

- 80% for romoppvarming,
- 0% for ventilasjonsoppvarming og varmtvann.

Økning av dekningsgraden, for eksempel for å inkludere en større del av varmtvannet, vil øke lønnsomheten for tiltaket, men dette krever en grundigere kartlegging for å avgjøre gjennomførbarheten, da det innebærer etablering av et felles system for tappevann.

Det er også andre utfordringer knyttet til dette, da boligblokkene ikke har et vannbårent varmesystem, og derfor er det ikke tilrettelagt for et slikt distribusjonsnett. Eventuelle rørledninger må derfor legges direkte gjennom leilighetene for å distribuere varmen, siden det ikke finnes tekniske sjakter som enkelt kan tilpasses dette formålet. Videre vil det være nødvendig å etablere en brønnpark, noe som krever et betydelig areal, da anbefalt avstand mellom borehullene bør være 15 meter.

Det skal også nevnes at vi har undersøkt muligheten for fjernvarme, men det er ingen tilgjengelige løsninger for dette i området, og det er heller ingen planer om utbygging av fjernvarme i nærmeste fremtid ifølge det Istad-kraft. En fjernvarmeløsning ville ha forenklet installasjonen og gjort at vi ikke hadde behov for borehull, samt gjort installasjonen mindre plasskrevende inne i et teknisk rom.

*Tabell 10: Viser den årlige besparelsen ved installasjon av varmepumpe væske-vann.*

| Tiltak | Energibehov før tiltak [kWh/år] | Energibehov etter tiltak [kWh/år] | Årlig besparelse [kWh/år] |
|---|---|---|---|
| B1 | 1 013 643 | 671 361 | 342 282 |
| B2 | 1 380 608 | 908 745 | 471 863 |

### 4.2.3 Luft-luft varmepumpe

Ved installasjon av luft-luft varmepumpe knyttet til rekkehusene, bidrar dette til å redusere energikostnadene for oppvarming av rommene. Vi anser dette som beste alternativet for rekkehusene for å få på plass en mer energieffektiv oppvarmingsløsning. Vi har også vurdert luft-luft varmepumpe for boligblokkene, men anser ikke dette som et lønnsomt tiltak, i tillegg er det mindre tilrettelagt for å få på plass en god løsning både med hensyn til plassering av utedeler og utvendig rørføring.

Vi har forstått at det for øyeblikket ikke er tillatt å montere luft-luft varmepumper. Men det anbefales å åpne for muligheten til å installere luft/luft varmepumper for rekkehusene, som kan bidra til å redusere energibehovet for oppvarming. Vi ser at dette tiltaket har relativt kort inntjeningstid. Det kan imidlertid være aktuelt å implementere visse kriterier før leilighetseiere får lov til å installere dem, for eksempel at utedelen ikke kan plasseres på veggen ved soveromsvinduet, og at lydkravene gitt i NS 8175 ivaretas..

Jf. NS 8175:2019 er krav til lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu i boenhet fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning: klasse C: 30 dB (natt, kl. 23-07), 35 dB kveld, kl. 19-23, 40 dB dag, kl. 07-19

*Tabell 11: Viser den årlige besparelsen ved installasjon av varmepumpe luft-luft.*

| **Tiltak** | **Energibehov før tiltak** [kWh/år] | **Energibehov etter tiltak** [kWh/år] | **Årlig besparelse** [kWh/år] |
|---|---|---|---|
| B1 | 1 013 643 | 780 156 | 233 487 |
| B2 | 1 380 608 | 1 061 666 | 318 942 |
| R1-8 | 1 735 861 | 1 281 038 | 454 823 |

### 4.2.4 Balansert ventilasjon

Leilighetene i blokkene har fellesavtrekkssystem, med vifte og avkast montert på takene. Respektive vifte forsyner 4-6 stk boenheter. Leilighetene i rekkehusene har lignende fellesavtrekkssystem som i boligblokkene.

Ved befaringen ble det registrert store forskjeller i avtrekket og det ble oppdaget stedvis funksjonssvikt. Noen av leilighetene hadde problemer med å åpne/lukke ytterdør grunnet det store undertrykket i leiligheten. Dette fremstår som et lite fungerende anlegg, og det er svært lite energiøkonomisk, da energien ikke gjenvinnes.

Tilstandsgrad er vurdert til: **TG 2 - Vesentlige avvik**

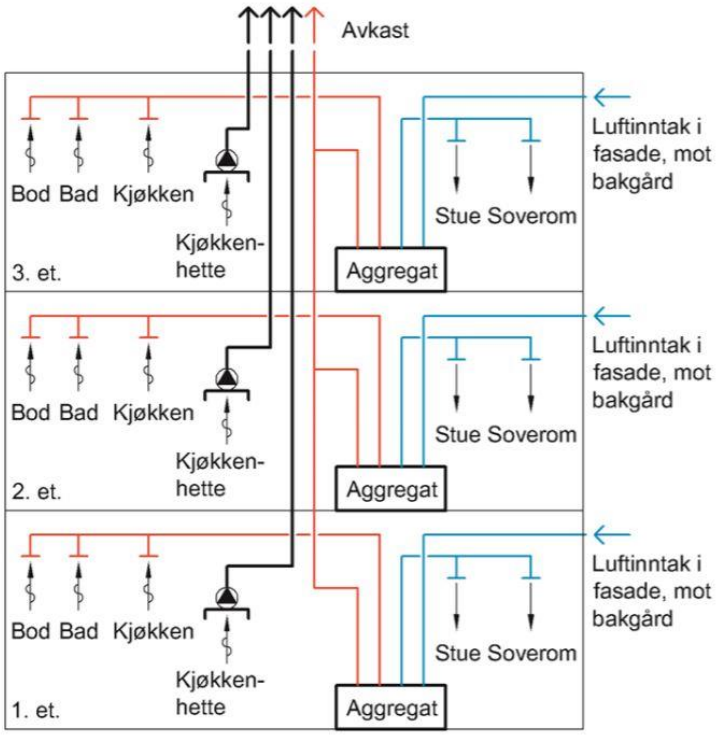
Som et tiltak for å redusere varmetapet fra ventilasjon, anbefales det å installere balansert ventilasjon med individuelle ventilasjonsanlegg (ett anlegg i hver leilighet). Kjøkkenavtrekk med separat avtrekkskanal ut over tak.

Uavhengig av om det blir installert et eget boligaggregat for hver boenhet, bør det iverksettes tiltak for avtrekksventilasjonen som allerede er integrert i dagens bygninger.

For øyeblikket ventileres leiligheten gjennom en dedikert avtrekksvifte plassert på taket, som betjener både kjøkkenviften og avtrekket på våtrommet. Det anbefales først å implementere tiltak for kjøkkenavtrekket for å redusere avtrekksmengden som trekker luft ut. Før man evt. vurdere å installer balansert ventilasjon.

Dette kan løses ved å installere en kjøkkenventilator i hver leilighet med en separat avtrekkskanal over tak, eller ved å etablere en felles avtrekkskanal som betjener flere leiligheter, men med en trykkregulert avtrekksvifte på taket. Dette krever at det monteres kjøkkenhetter med kun åpne/lukke-spjeld.

Kostnader knyttet til tiltak for kjøkkenavtrekk er ikke medregnet som en del av kostanden for installasjon av balansert ventilasjon, da omfanget og løsningen ikke er avklart.




*Figur 12: Prinsippskisse for et leilighetsbygg med balansert ventilasjon og individuelle ventilasjonsanlegg (ett anlegg i hver leilighet). Skissen viser kjøkkenhetter med separat avtrekkskanal ut (kilde: fig 12 i byggforskblad 552.305)*

*Tabell 12: Viser den årlige besparelsen ved installasjon av balansert ventilasjon.*

| **Tiltak** | **Energibehov før tiltak** [kWh/år] | **Energibehov etter tiltak** [kWh/år] | **Årlig besparelse** [kWh/år] |
|---|---|---|---|
| B1 | 1 013 643 | 629 765 | 383 878 |
| B2 | 1 380 608 | 981 677 | 398 931 |
| R1-8 | 1 735 861 | 1 221 129 | 514 732 |

### 4.2.5 Tilleggsisolering av tak

Taktekkingen og membranen bærer preg av etterhengende vedlikehold, og en utskifting vil være påregnelig i nær fremtid.

Noen punkter som er registrert i tilstandsrapporten, som er verdt å trekke frem er:

- Det er registrert en del oppsamling av vann samt mulige lekkasjepunkter. Om ikke strakstiltak, så bør dette legges inn i vedlikeholdsplanleggingen.
- Flere svakheter og mulige lekkasjepunkt er registrert. Tiltak er nødvendig for å unngå følgeskader og større skadeomfang.
- Felleslokale 14: Det er registrert vanninntrenging i overgang tak/vegg på enkelte rom. Dette indikerer mulig lekkasje i taket. På befaringen ble det registrert flere kritiske punkter på taket med mulige lekkasjepunkt..

Tilstandsgrad er vurdert til: **TG 2 - Vesentlige avvik**

*Bilde 1: Viser vannansamling på blokk 1. Sluk er på høyeste punkt.*

I forbindelse med bytte av taktekkingen vil det være fordelaktig å etterisolere før ny taktekking monteres. Dette vil være en moderat kostnad i forhold til energibesparelsen det medfører. Det er i dag registrert ut fra oversendte tegninger ca. 150 mm ekspandert polystyren (EPS) på taket. I dag krever plan- og bygningsloven 300-350 mm isolasjon i taket. Ved en etterisolering av taket må det i den forbindelse bli en forhøyning av eksisterende parapeter.

De forskjellige nivåene på takene og den naturlige inndelingen som blir til følge av nivåforskjellen gjør at byttet av taktekking og tilleggsisolering kan skje i etapper.

*Tabell 13: Viser den årlige besparelsen ved tilleggsisolering av takene.*

| Tiltak | Energibehov før tiltak [kWh/år] | Energibehov etter tiltak [kWh/år] | Årlig besparelse [kWh/år] |
|---|---|---|---|
| B1 | 1 013 643 | 960 159 | 53 484 |
| B2 | 1 380 608 | 1 307 697 | 72 911 |
| R1-8 | 1 735 861 | 1 639 389 | 96 472 |

### 4.2.6 Bytte av LED-pærer i garasjen og fellesarealer

Generelt i alle fellesareal er det ikke LED-lys i dag. I parkeringskjeller er det etablert bevegelsestyrt belysning. Ved å bytte til LED-armatur vil energibehovet minskes avsevært, da det er store areal som skal belyses.

Kostnadsberegning og vedlikeholdskostnader

I investeringskostnaden er det kun inkludert kostnad for innkjøp og montasje. I kostnaden for lysarmatur LED i fellesarealer er det inkludert bevegelsesensor.

Etter denne typen av installasjon vill vedlikeholdskostnaden for tiltaket bli mindre enn hva det er i dag, derfor er denne sum satt til null i lønnsomhetsberegningen.

*Tabell 14: Viser den årlige besparelsen ved å installere LED-pærer og bevegelsestyrt belysing på de plasser der det mangler per nå, i fellesarealer.*

| **Tiltak** | **Energibehov før tiltak** [kWh/år] | **Energibehov etter tiltak** [kWh/år] | **Årlig besparelse** [kWh/år] |
|---|---|---|---|
| B1-B2, garasjen | 2 394 251 | 2 134 867 | 259 384 |

## 4.3 Tiltak som ikke er inkludert i rapporten med TG 2

Det er bygningsdeler som har fått TG 2 som er vurdert som lite hensiktsmessig å utbedre, da kostnaden med utbedringer, gjør at tilbakebetalingstiden er svært høy. Dette gjelder blant annet kuldebroer registrert ved utkraginger og på vest/øst-vegger i B1 og B2, samt tiltak på garasjeanlegget. Det er derfor ikke medtatt som et tiltak i vår prioriteringsliste.

### 4.3.1 Garasje og kuldebruer

I fellesgarasjen under boligblokkene er tak og vegger uisolert. Garasjene er uoppvarmet areal og det finnes kun en avtrekksvifte, hvilke medfører at klima og temperaturen i kjelleren er kald og fuktig. Som følge av dette er det kondensproblematikk i tak på de deler der det er inntrekte inngangspartier/balkonger uten tak. Det gir også konsekvensen at det er kalde gulv på tilstøtende rom i etasjen over.

Det er registrert flere plasser med kuldebruer, grunnet uheldig utforming/utførelse. Dette gjelder ved betongvegger, balkonger, utkragninger, og eksisterende bindingsverk påforet ytterveggen. Manglende isolasjon og utilstrekkelig tetthet, gjør at dette har stort utbedringspotensiale.

- Yttervegg på vestsiden i boligblokk 2 har utlekte bindingsverkskonstruksjon på utsiden, hvor det er store åpninger som vist i ***Feil! Fant ikke referansekilden.*** nedenfor. Dette vil føre til kuldebru inn mot tilstøtende leilighet.
- Utkraginger under leiligheter i boligblokk 1-2 strekker seg stedvis inn under tilstøtende leiligheter, se **Feil! Fant ikke referansekilden.**. Med leilighet (oppvarmet rom) rett over utkragingen vil kuldebruen være stor, og mye av energien/varmen vil trekke ut i det fri. Bilde 3 viser på utkragingen som går utenfor leilighet, denne er også usiolert og bidrar til en kuldebru som også trekker seg inn i leilighetene.
- Inntrekte inngangspartier under loftgangene på nordsiden er utført med folie- og/eller papptekking uten isolasjon. Synlig pvc-tekking uten beskyttelse. Stedvis også hellelagt og asfalterte arealer. Tiltak vil være etterisolering og beskyttelse av taktekkingen.

Tilstandsgrad er vurdert til: **TG 2 - Vesentlige avvik**

*Bilde 2: Viser store åpninger mellom betong og bindingsverkskonstruksjonen.*

*Bilde 3: Viser utkraging mot dør til garasjen, med. Leilighet (oppvarmet rom) rett over.*

*Bilde 4: Viser kuldebro over garasjeanlegg og bakenforliggende årsak til deler av kondensproblematikken.*

*Bilde 5: Oversiktsbilde av garasjeanlegget.*

*Bilde 6: Viser kondensproblematikk som nevnt i rapporten, grunnet kuldebroer*

# 5 Prioritering av tiltak

Prioriteringen av tiltakene er basert på en vektet vurdering av hvilket tiltak som gir størst besparelse i forhold til tilbakebetalingstiden, og tilstandsgraden for tiltaket.

For en mer utførlig beskrivelse av tilstand på byggene, se vedlegg 01 – *Tilstandsvurdering Skrenten Borettslag – R1-8 samt* vedlegg 02 – *Tilstandsvurdering Skrenten Borettslag – Blokk 1 og 2*.

**R1-R8, Tiltak og prioritering**

*Tabell 15: Viser prioritering av tiltak på R1-8.*

| Prioritering | Tiltak |
|---|---|
| 1 | Takkonstruksjon og tilleggsisolering |
| 2 | Varmepumpe luft/luft |
| 3 | Balansert ventilasjon |

Takkonstruksjon og tilleggsisolering: Tilstanden til taktekkingen tilsier at den må erstattes i nærliggende fremtid, i forbindelse med den utskiftingen er det egnet å gjøre en tilleggsisolering takene. Om tilleggsisoleringen gjøres i forbindelse med utskifting av taket, er kostnaden koplet til tilleggsisoleringen relativt lav, hvilket gir en lav nedbetalingstid på tiltaket.

Varmepumpe luft/luft: I rekkehusene er dette et veldig lønnsomt og effektivt tiltak, med en lav tilbakebetalingstid. Dette vil øke komforten i boligene og minske energiforbruket for leilighetsinnehaveren. Tiltaket har en tilbakebetalingstid på ca. 6 år.

Balansert ventilasjon: Dette er et tiltak som ikke anbefales i rekkehusene, fordi det gir utfordringer på de boenheter som har flere enn en etasje, koblet til rørføringer mv. Dette gir en høyre installasjonskostnad, hvilket resulterer i en lengre nedbetalingstid.

Nåværende status på ventilasjonen og de utfordringene som ble oppdaget under befaringene er noe som bør utbedres da det gir en negativ påvirkning på inneklima og komforten i boenheten. Det finnes andre løsninger på dette, ref kap. 4.2.4.

**B1-B2, Tiltak og prioritering**

*Tabell 16: Viser prioritering av tiltak på B1-2.*

| Prioritering | Tiltak |
|---|---|
| 1 | Takkonstruksjon og tilleggsisolering |
| 2 | Bytte LED-lys |
| 3 | Balansert ventilasjon |
| 4 | Solceller |
| 5 | Varmepumpe luft/luft |
| 6 | Varmepumpe væske/vann |

Takkonstruksjon og tilleggsisolering: Tilstanden til taktekkingen tilsier at den må erstattes i nærliggende fremtid, i forbindelse med den utskiftingen er det egnet å gjøre en tilleggsisolering takene. Om tilleggsisoleringen gjøres i forbindelse med utskifting av taket, er kostnaden koplet til tilleggsisoleringen relativt lav, hvilket gir en lav nedbetalingstid på tiltaket.

Utskifting til LED-lys/Bevegelsestyrt : I fellesareal i B1-2 og garasjen, er et tiltak som gir en høy årlig besparelse. Resultatet er en lyskilde som kan bruke 10 til 15 ganger mindre strøm å produsere samme mengde lys, samtidig som vedlikeholdskostnadene minsker.

Balansert ventilasjon: I boligblokkene er dette et tiltak som bør prioriteres med hensyn til nåværende status på avtrekksventilasjonen og det store energitap som blir på grunn av det. Ved å installere balansert ventilasjon vil inneklima i boligene øke og energitapet minske. Det er en høy

installasjonskostnad, men den årlige besparelsen er relativt høy hvilke resulterer i at tiltaket har en moderat nedbetalingstid.

Nåværende status på ventilasjonen og de utfordringene som ble oppdaget under befaringene er noe som bør utbedres uansett, da det gir en negativ påvirkning på inneklima i boenhetene. Det finnes andre løsninger på dette, ref. kap. 4.2.4.

Solceller: På boligblokkene er det gode solforhold og store åpne takflater som kan benyttes til solceller. Det er lønnsomt tiltak, men før en eventuell installasjon, anbefales det en utskifting av taktekkingen. Det må også i forbindelse med denne installasjonen gjøres en kartlegging koblet til tilkoblingsmuligheter. Det bør også vurderes om det skal installeres en batteripakke, fordi da solcelleanlegget produserer som mest er det sannsynligvis et lavere forbruk. Et solcelleanlegg har en lang levetid og vil gi en høy årlig besparelse til borettslaget,

Varmepumper luft/luft: Tiltaket har en lavere prioritering i boligblokkene, fordi at andre tiltak er mer hensiktsmessige å prioritere. Med denne typen av varmepumpe følger vedlikeholdskostnader og pumpen i seg har en relativt kort levetid.

Varmepumpe væske/vann: Av alle tiltak som har blitt vurdert, kommer varmepumpe væske/vann dårligst ut. Dette på grunn av at det er en omfattende installasjon, som kommer til en stor kostnad. Hvilket resulterer i en lang nedbetalingstiden på tiltaket.

# 6 Vedlegg

01 – *Tilstandsvurdering Skrenten Borettslag – R1-8*

02 – *Tilstandsvurdering Skrenten Borettslag – B1-2*

*03 – Årssimulering før tiltak Siemens - B1*

*04 – Årssimulering før tiltak Siemens – B2*

*05 – Årssimulering før tiltak Siemens – R1-8*

*06 – Årssimulering etter tiltak Siemens - B1*

*07 – Årssimulering etter tiltak Siemens – B2*

*08 – Årssimulering etter tiltak Siemens – R1-8*