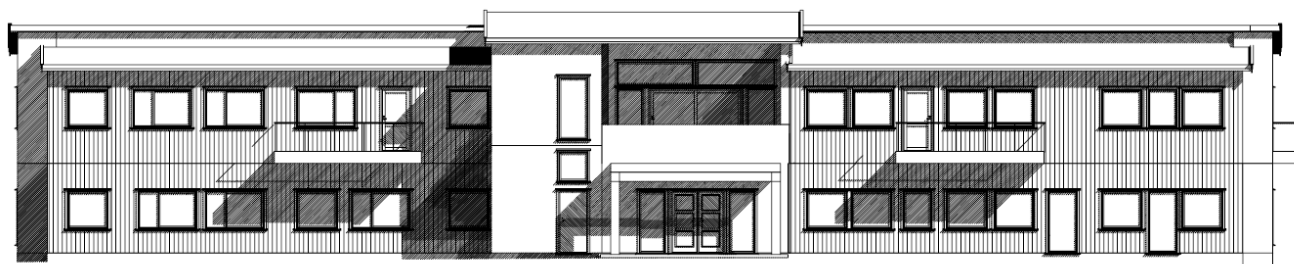


Emne:	<b>Energiutredning. Beregninger og vurderinger for energiforsyning</b>
Prosjekt:	Andebu Sentrum 14
Prosjekt nr:	12166
Dokument nr:	12166-01
Utarbeidet av:	Katarzyna Stefanska
Kontrollert av:	Jarle S. Johannessen



## Innledning og oppsummering

Termoenergi har på oppdrag fra Stiftelsen Signo gjennomført vurderinger og beregninger for nytt næringsbygg på Andebu Sentrum 14 i Sandefjord. Prosjektet består av kombinert kontor- og leilighetsbygning, med kontorer i 1. etg og med 6 leiligheter i 2. etg.

Alle forutsetninger for beregningene er ikke besluttet og enkelte poster kan endres og kan påvirke kostnader, energibruk og lønnsomhet.

Basert på energiberegninger og lønnsomhetsanalyser i dette notatet konkluderes det med at en varmesentral forsynt av fjernvarme vil være den beste løsningen for energiproduksjon med lavt klimagassutslipp for dette prosjektet, gjerne kombinert med et solcelleanlegg.

### Fjernvarme:

Fjernvarme er den varmekilden som har de laveste investeringskostnadene, ca. kr. 10 000,- og samtidig den største reduksjonen av klimagassutslipp i forhold til den elektriske referanseoppvarmingen og i forhold til de andre analyserte alternative kildene.

Den totale CO<sub>2</sub>-reduksjonen i dette tilfellet er på ca. 7,1 tonn per år, noe som innebærer betydelige besparelser i globale kostnader i kampen mot klimaendringer.

Det er verdt å merke seg at selv om den leverte energien ikke reduseres ved bruk av fjernvarme, gir forskjellen i energipris også en besparelse på ca. 5 600 kr per år. I tillegg kommer reduserte effektkostnader til netteier.

### Varmepumpe luft- vann:

Varmepumpe vil gi en beregnet netto kostnadsbesparelse gjennom levetiden på ca. kr. 2 670 000,- i forhold til elkjel.

En varmpumpe vil redusere levert energi til bygget med ca. 24 249 kWh/år og med totalt ca. 1 454 940 kWh gjennom 60 år. Anlegget vil redusere årlig CO<sub>2</sub>-utslipp med ca. 3,3 tonn/år i forhold til referansesituasjonen og med ca. 197,9 tonn gjennom 60 år.

## Solceller:

Et solcelleanlegg på ca. 180 m<sup>2</sup> vil redusere levert energi til bygget med ca. 36 100 kWh/år og med totalt ca. 2 166 000 kWh gjennom 60 år. Anlegget vil kunne eksportere ca. 6 505 kWh/år til strømmettet.

Anlegget vil kunne redusere årlig netto energikostnad med ca. kr 69 150, der salg av strøm til nett utgjør ca. kr 9 150,-/år og vil redusere totalt årlig CO<sub>2</sub>-utslipp med ca. 5 tonn/år i forhold til referansesituasjonen og med ca. 301 tonn gjennom 60 år.

*Redusert CO<sub>2</sub>-utslipp. For solcelleanlegg er reduksjonen vist som summen av levert energi til bygningen og til eksport av solstrøm*

Alternativ	Årlig utslipp av CO <sub>2</sub> [kg/år]	Reduksjon ift. referanse [kg/år]	Reduksjon ift. referanse gjennom 60 år [kg]
1. Elkjel (referanse)	16661	-	-
2. Luft/vann	13363	3298	197 880
3. Fjernvarme	9552	7108	426 453
4. Solceller	11629	5023	301920

*Lønnsomhetsberegninger i forhold til referansesituasjon med elkjel.*

	Luft/vann varmpumpe	Fjernvarme	Solceller
Merkostnad, investering år 0 [kr]	70 000	10 000	600 0000
Drift-/ vedlikehold [kr/år]	3 500	0	5 000
Energibesparelse [kWh/år]	24 249	0	36 100
Kostnadsbesparelse [kr/år]	48 000	5 600	69 150
Solstrøm, eksport til nett [kWh/år]			6 100
Netto kostnadsbesparelse [kr/år]	44 500	5 600	64 150
Samlet netto kostnadsbesparelse 60 år [kr]	2 670 000	336 000	3 849 000
Nåverdi [kr]	584 245	80 504	264 383

Rev.	Dato	Tekst	Sider	Vedlegg	Utarb.	Kontr.
00	03.07.2023		13	1	KST	JSJ

## Innhold

<b>1. Krav til energiforsyning .....</b>	<b>4</b>
1.1. Teknisk forskrift (TEK17).....	4
1.2. Lokale krav.....	4
<b>2. Krav til energibruk.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Netto energibehov.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Energikilder .....</b>	<b>5</b>
4.1. Fjernvarme .....	5
4.2. Solcelleanlegg .....	5
4.3. Varmepumpe.....	7
4.3.1. Luft / vann varmpumpe .....	8
4.3.2. Bergvarmpumpe .....	8
4.4. Klimagassutslipp.....	9
<b>5. LCC-analyse .....</b>	<b>9</b>
5.1. Forutsetninger .....	10
5.2. Investeringskostnader .....	11
5.3. Lønnsomhet.....	12
<b>6. Tilskuddsordninger.....</b>	<b>12</b>
<b>7. Konklusjon .....</b>	<b>12</b>
<b>Vedlegg 1. Inndata energiberegninger .....</b>	<b>14</b>

## 1. Krav til energiforsyning

### 1.1. Teknisk forskrift (TEK17)

Bygningen skal tilfredsstillere krav til energieffektivitet og løsninger for energiforsyning i TEK17, kap.14. Energi.

#### § 14-4. Krav til løsninger for energiforsyning

- (1) Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel.
- (2) Bygning med over 1 000 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA skal
  - a) ha energifleksible varmesystemer, og
  - b) tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger.

*Preaksepterte ytelser for 2.ledd*

*Følgende ytelser må minst være oppfylt:*

1. *Energifleksible systemer må dekke minimum 60 % av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014.*
2. *Lavtemperatur varmeløsninger må ha turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Dette gjelder ikke for varmt tappevann.*
3. *Minimumareal avsatt til varmesentral skal beregnes etter formelen: 10 m<sup>2</sup> + 1 % av BRA, opptil 100 m<sup>2</sup>.*
4. *Takhøyden i rom for varmesentral skal være minimum 2,5 meter.*
5. *Fri bredde for alle dører i transportveien inn til varmesentralen skal være minimum 1,0 meter.*

### 1.2. Lokale krav

Det er ingen kommunale krav til energiforsyning i området

## 2. Krav til energibruk

Prosjektet skal tilfredsstillere følgende krav til energibruk:

- Krav til energiytelser etter TEK17, kapittel 14

Krav til energieffektivitet dokumenteres i separat notat i forbindelse med eventuell detaljprosjektering.

## 3. Netto energibehov

Det er gjennomført energiberegninger for bygningen basert på inndata i vedlegg 1. Tabell 3.1. viser oversikt over normert beregnet netto energibehov for bygningen etter NS 3031:2014.

**Tabell 3.1. Oversikt over netto energibehov til oppvarming**

	AS14		Kommentar
	BRA: 1 348 m <sup>2</sup>		
	kWh/år	kWh/m <sup>2</sup> år	
1a Romoppvarming	20 830	15,5	
1b Ventilasjonsoppvarming	6 944	5,2	
2 Varmtvann (tappevann)	23 448	17,4	
3-5 Elektrisitet	66 030	49,0	
6 Komfortkjøling	2 011	1,5	Ventilasjonskjøling
Totalt	119 263	88,47	

Beregnet spesifikt levert energi fra energiforsyningsløsningene er vist for de aktuelle alternativene i kapittel 4.

**Tabell 3.2.** CO<sub>2</sub>-utslipp fra referansebygning med kun elektrisk oppvarming

Arlige utslipp av CO <sub>2</sub>		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	16661 kg	12,4 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. Solstrom til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-7	16661 kg	12,4 kg/m <sup>2</sup>
Solstrom til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Netto CO <sub>2</sub> -utslipp	16661 kg	12,4 kg/m <sup>2</sup>

## 4. Energikilder

Det er gjort vurderinger for ulike alternativer for lokal energiforsyning med lavt klimagassutslipp. I underkapitlene nedenfor er det redegjort for de ulike alternativene og for anbefalinger til valg av energiforsyning.

Følgende CO<sub>2</sub>-utslipp er benyttet i beregningene:

- Scenario 2, EU28+NO: 136 g/kWh (Europeisk forbruksmiks etter NS 3720:2018, tillegg A)

### 4.1. Fjernvarme

I Andebu sentrum leverer en pelletsfyrcentral varme til barneskolen, ungdomsskolen og svømmehallen. Anlegget driftes av Eiker bioenergi. Det planlegges kontinuerlig om også andre bygg skal kobles til anlegget.

Fjernvarme kan dekke 100 % av varmforsyningen av klimavennlig energikilde.

Det betyr at det er den mest miljøvennlige og utslippsfrie varmekilden.

Det foreslås at tappevannsbehovet og oppvarmingsbehovet kan dekkes med en fjernvarmeveksler samt direkteveksler på tappevann. Det er ikke nødvendig med akkumulatortanker.

CO<sub>2</sub>-utslipp med fjernvarme reduseres med ca. 7108 kg i forhold til referansesituasjonen.

Fjernvarme vurderes som svært aktuelt for prosjektet.

### 4.2. Solcelleanlegg

Et solcelleanlegg produserer strøm ved hjelp av solstråling.

Det er relativt store takarealer på bygningen som er godt egnet til montering av solcellepaneler. Panelene monteres vanligvis med halvparten av panelene østvendt og halvparten vestvendt, og med 10° helningsvinkel.

Det kan være hensiktsmessig å dimensjonere et solcelleanlegg til å dekke ca. 10 % av beregnet energibehov til direktevirkende elektrisitet. Alternativt kan det være aktuelt å overdimensjonere solcelleanlegget for å levere overskuddsstrøm til nettet. Beregnet årlig strømforbruk til annet enn oppvarming er ca. 68 130 kWh.

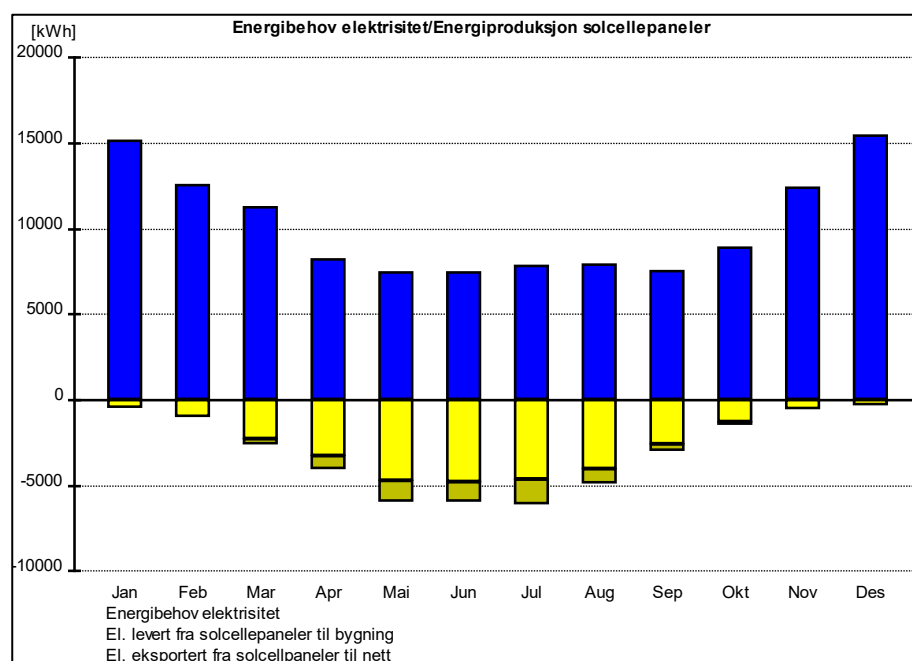
Et solcelleanlegg på ca. 180 m<sup>2</sup> gir ca. 37,35 kWp og kan levere ca. 36 413 kWh pr. år. Investeringskostnad er ca. kr. 600 000,- eks. MVA og årlige kostnader til vedlikehold og service er anslått til ca. kr. 3 500,- eks. MVA. Investeringskostnaden er beregnet på grunnlag av tilbudsevalueringen for den aktuelle bygningen. Andre kostnader er basert på erfaringer med periodisk systemverifisering og oppdateringer av programvare og andre komponenter.

Beregnet totalt energi levert til bygget: 92 016 kWh/år (beregning Simien)

Beregnet energi eksportert til nettet: 6 505kWh/år (beregning Simien)

**Tabell 4.1. Energiproduksjon og eksport fra solcelleanlegg**

Panel	Energiproduksjon solceller [kWh]												Totalt
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	
Produsert Solceller S	532	1119	2667	4114	5985	6052	6148	4929	3077	1473	582	317	36995
Levert til bygning	528	1055	2339	3340	4740	4865	4679	4084	2670	1307	567	317	30490
Eksportert til nett	4	64	328	774	1245	1187	1469	845	407	166	15	0	6505



**Figur 4.1. Energibehov elektrisitet/ Energiproduksjon solcellepaneler**

Anslått reell levetid for anlegget er ca. 25 år, som tilsier at anlegget må skiftes ut to ganger i løpet av byggets levetid.

Et solcelleanlegg kan være aktuelt i kombinasjon med andre energikilder.

Det meste av arealbehovet skyldes selve solcellepanelene. For dette prosjektet vil det være naturlig å plassere disse på sydvendt yttertak. Før eventuell installasjon bør solforholdene avklares og om det eventuelt er planlagt fremtidige bygninger i nærheten som vil kunne skjerme for solen.

Solcelleanlegget medfører ingen utvendig støy, men mulig noe lyd fra vekselretterne. Disse kan plasseres ute på tak eller i teknisk rom med tilstrekkelig ventilasjon og vil ikke medføre noe støyproblem for byggets brukere.

Et solcelleanlegg vil i kunne eksportere overskuddsstrøm tilbake til strømmettet til spotpris for plusskunder.

Plusskundeordningen er begrenset til å gjelde anlegg som leverer mindre strømproduksjon enn 100 kWh/år til strømmettet. Større anlegg må begrense sin netto innlevering til strømmettet til denne grensen. I motsatt fall vil anlegget betraktes som produksjonsanlegg og egen innmatingstariff vil gjelde. Dette må avtales særskilt ved oppstart.

Solcelleanlegg som er større enn 800Wp er pliktig å melde til nettselskapet.

**Tabell 4.2.** CO<sub>2</sub>-utslipp fra referansebygning med elektrisk oppvarming og 180 m<sup>2</sup> solcellepaneler. Utslippet reduseres med ca. 4 117 kg/år fra eget forbruk, samt ca. 885 kg år for eksportert strøm

Årlige utslipp av CO <sub>2</sub>		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	16661 kg	12,4 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	-4147 kg	-3,1 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-7	12514 kg	9,3 kg/m <sup>2</sup>
Solstrøm til eksport	-885 kg	-0,7 kg/m <sup>2</sup>
Netto CO <sub>2</sub> -utslipp	11629 kg	8,6 kg/m <sup>2</sup>

### 4.3. Varmepumpe

Et varmepumpeanlegg er et godt alternativ som varmforsyning. Anlegget vil typisk levere grunnlast og er avhengig av spisslast og reservelast fra annen energikilde. Dette vil vanligvis være en elkjel.

Erfaringsmessig dimensjoneres varmepumpen for 50-60 % av maks samtidig effektbehov til rom- og ventilasjonsoppvarming. Dette vil vanligvis vil kunne dekke opp ca. 90-95 % av årlig oppvarmingsbehov.

Maks samtidig effektbehov til rom- og ventilasjonsoppvarming er beregnet til totalt 230 kW. Det forutsettes at varmt forbruksvann dekkes av elektriske VV-beredere.

**Tabell 4.3.** Effektbehov til rom- og ventilasjonsoppvarming. Beregnet ved hjelp av Simien (årssimulering)

Dekningsgrad effekt/energi oppvarming	
Effekt (dekning)	Dekningsgrad energibruk
32 kW (90 %)	100 %
29 kW (80 %)	100 %
25 kW (70 %)	99 %
22 kW (60 %)	98 %
18 kW (50 %)	96 %
14 kW (40 %)	91 %
11 kW (30 %)	83 %
7 kW (20 %)	69 %
4 kW (10 %)	43 %
Nodvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert	-

Ved installasjon av varmepumpeanlegg vil elkjelen dimensjoneres for å kunne dekke hele effektbehovet. Et varmepumpeanlegg vil derfor ikke medføre redusert installasjonskostnad for elkjelen.

Varmepumpen kan også benyttes til kjøling.

Det er primært to prinsipper for varmpumpe som er aktuelle for prosjektet.

1. Varmepumpe som henter energi fra uteluft (luft/vann)
2. varmpumpe som henter energi fra grunnen (bergvarme)

#### 4.3.1. Luft / vann varmpumpe

Uteluft er tilgjengelig hele året og kan enkelt utnyttes ved hjelp av en luft/vann varmpumpe. Installasjonskostnaden er lavere enn for en bergvarmpumpe, men gjennomsnittlig produksjonsvirkningsgrad vil også være lavere enn for bergvarmpumpe. Dette skyldes at varmpumpen har dårlig virkningsgrad på kalde dager når oppvarmingsbehovet er størst. Ved utetemperaturer ned mot -10 °C vil varmpumpens virkningsgrad nærme seg 1 og stenges vanligvis av til fordel for elkjelen.

Det er forutsatt at varmpumpen har en gjennomsnittlig årsvirkningsgrad på 2,2 (NS 3031:2014, tabell B.9-3).

Forventet levetid er ca. 12 år.

En varmpumpe på 14 kW er beregnet til å kunne dekke ca. 40 % av effektbehovet og ca. 90 % av årlig energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming.

CO<sub>2</sub>-utslipp med luft / vann varmpumpe reduseres med ca. 3 300 kg i forhold til referansesituasjonen.

Varmepumpens utedel(er) vil oppta noe plass.

Utedelen genererer noe støy og anbefales skjermet mot omgivelser og mot egne arealer. Utedelene skaper også vibrasjoner som må tas hensyn til ved eventuell montering på bygningen.

Innvendig generer varmpumpen noe støy i teknisk rom. Dette bør tas hensyn til ved plassering av teknisk rom, slik at krav til støy i arbeidsarealer ivaretas.

**Tabell 4.4.** CO<sub>2</sub>-utslipp med luft / vann varmpumpe. Utslippet reduseres med ca. 3298 kg i forhold til referansesituasjonen

Arlige utslipp av CO <sub>2</sub>		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	10660 kg	7,9 kg/m <sup>2</sup>
1b El. til varmpumpesystem	2703 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. Solstrom til egenbruk	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-7	13363 kg	9,9 kg/m <sup>2</sup>
Solstrom til eksport	-0 kg	-0,0 kg/m <sup>2</sup>
Netto CO <sub>2</sub> -utslipp	13363 kg	9,9 kg/m <sup>2</sup>

#### 4.3.2. Bergvarmpumpe

Installasjon av bergvarmpumpe medfører en betydelig høyere investeringskostnad enn luft/vann varmpumpe. I de følgende analysene er det ikke tatt hensyn til noen varmpumpe på grunn av oppdragsgivers preferanser og manglende informasjon om grunnforholdene.



#### 4.4. Klimagassutslipp

En referansebygning med elkjel som varmforsyning vil ha et beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp på ca. 16 661 kg (se tabell 3.2. nedenfor).

Reduksjonen av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter kan demonstreres ved å sammenligne det mot en «standardbygning», dvs. energikrav i Byggeteknisk forskrift (TEK17). En slik «Standardbygning» forsynes med strøm fra nettet.

Beregnet redusert CO<sub>2</sub>-utslipp for de ulike installasjonene er vist i tabell 4.5. CO<sub>2</sub>-utslippet er basert på beregnet netto energibehov etter NS 3031:2014 og med verdier for EU28+NO:

- 136 g/kWh (Europeisk forbruksmiks etter NS 3720:2018, tillegg A)

Fjernvarme vil redusere CO<sub>2</sub>-utslippet med ca. 7108 kg/år i forhold til referansesituasjonen og med ca. 426 453 kg gjennom en periode på 60 år.

**Tabell 4.5.** Redusert CO<sub>2</sub>-utslipp. For solcelleanlegg er reduksjonen vist som summen av levert energi til bygningen og til eksport av solstrøm

Alternativ	Årlig utslipp av CO <sub>2</sub> [kg/år]	Reduksjon ift. referanse [kg/år]	Reduksjon ift. referanse gjennom 60 år [kg]
5. Elkjel (referanse)	16 661	-	-
6. Luft/vann	13 363	3 298	197 880
7. Fjernvarme	9 552 <sup>1</sup>	7 108	426 453
8. Solceller	11 629	5 023	301 920

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-utslippet gjelder for annet energibruk enn oppvarming. Fjernvarme forsynt av biomasse er karbonnøytral, som betyr at netto CO<sub>2</sub>-utslipp til oppvarming = 0 kg/år

## 5. LCC-analyse

Basert på alternativer og vurderinger i forgående kapittel er det utført beregninger for levert energi til bygget for følgende tre alternativer.

1. Elkjel (referanse). Installasjon av elkjel for å dekke oppvarmingsbehovet tilfredsstiller krav til energiforsyning etter TEK17
2. Luft / vann varmepumpe med elkjel som spisslast.
3. Fjernvarme.
4. Solcelleranlegg.

Energiberegningene er basert på inndata vist i vedlegg 1. Energiberegningene er utført som årssimulering ved hjelp av Simien ver. 6.017 og med normert klima.

Varmetilskudd fra teknisk installasjoner, belysning og personer er innregnet med data fra NS 3031:2014. Energibesparelsen er beregnet som redusert levert energi til oppvarming i forhold til installasjon av kun elkjel som oppvarmingskilde.

**Tabell 5.1.** Levert energi til rom- og ventilasjonsoppvarming. Varmt forbruksvann er ikke inkludert

Alternativ	Beregnet levert energi til oppvarming [kWh/år]	Energibesparelse, levert energi til oppvarming [kWh/år]	Levert energi fra klimavennlig energikilde [kWh/år]
1. Elkjel (referanse)	122 506	0	0
2. Luft/vann	98 257	24 249	98 257
3. Fjernvarme	122 506	0	122 506
4. Solceller			

## 5.1. Forutsetninger

Det er gjennomført beregninger som viser forventet klimagassutslipp for referansesituasjonen og for de tre alternative varmeløsningene.

Følgende maks samtidige effektbehov til oppvarming er beregnet ved hjelp av vintersimulering:

- Romoppvarming: 33,6 kW (fra varmesentral)
- Ventilasjonsoppvarming: 12,2 kW (fra varmesentral)
- Totalt fra varmesentral, rom + VV: 45,8 kW (fra varmesentral)

Effektbehov til tappevannsoppvarming er beregnet etter tabell A.1 i NS 3031:2014 for Kontorbygning og Boligblokk, med henholdsvis 5,1 W/m<sup>2</sup> og 1,6 W/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA. Dette er ikke en presis metode for å beregne effektbehov til oppvarming og maks samtidig effektbehov avvike fra dette.

- Tappevann (gjennomsnitt hele bygget): 4,5 kW (Elektriske VV-beredere)

Installert effektbehov fra strømmettet reduseres ikke ved installasjon av varmepumpeanlegg, i og med at elkjelen dimensjoneres for å kunne dekke hele behovet.

En varmepumpe på ca. 14 kW er beregnet til å dekke ca. 40 % av effektbehovet og ca. 90 % av årlig energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming.

**Tabell 5.2.** Forutsetninger for lønnsomhetsberegninger

Post	Verdi	Enhet
Levetid, bygning	60	år
Levetid, luft/vann varmepumpe	12	år
Levetid, rørsystem	30	år
Levetid fjernvarme	60	år
Levetid, solcelleanlegg	25	år
Kalkulasjonsrente	6,0	%
Analyseperiode	60	år
Energipris, strøm*	2,00	Kr/kWh
Eksportpris, solstrøm til nett	1,50	Kr/kWh
Energipris, fjernvarme	1,95	Kr/kWh

\*Det er forutsatt fast energikostnad gjennom analyseperioden som inkluderer strømpris, energiledd, effektledd, fastledd og andre kostnader.

Det er ikke tatt hensyn til reduksjon av effektledd for de ulike alternativene utover at strømprisen er forutsatt å inkludere alle kostnader, inklusive effektledd. Bidrag fra fjernvarme, varmepumpe og eventuelt solcelleanlegg vil imidlertid redusere effektkostnadene.

Netteier for området er Lede. Utsnitt nedenfor viser nettleiekostnader for næringskunder med forbruk over 100 000 kWh/år.

### Nettleie Næring (NK1/NKR1) - Effekttariff lavspent\*

Energiledd	Inkl. mva	Ekskl. mva	
Energiledd vinter (november-mars)	6,25	5,00	øre/kWh
Energiledd sommer (april-oktober)	3,75	3,00	øre/kWh
Effektled			
Aktiv effekt vinter (november-mars)	60,94	48,75	kr/kW/mnd
Aktiv effekt sommer (april-oktober)	44,68	35,74	kr/kW/mnd
Fastbeløp	Inkl. mva	Ekskl. mva	
Fastbeløp per måned	312,50	250,00	kr/mnd
Offentlige avgifter	Inkl. mva	Ekskl. mva	
Forbruksavgift	19,26	15,41	øre/kWh
Avgift Energifondet (Privat)	1,25		øre/kWh
Avgift Energifondet (Næring)		800,00	kr/år
Reaktiv effekt	Inkl. mva	Ekskl. mva	
Alle kunder med effekttariff skal i tillegg avregnes for reaktiv effekt hvis $\cos \varphi$ er lavere enn 0,9. Effekten avregnes med foregående måneds høyest registrerte times effekt.	35,00	28,00	kr/kVar/mnd

\*Prisen gjelder for næringskunder med forbruk over 100 000 kWh dersom anlegget har hovedsikringer større enn 160 A ved 230 V eller 100 A ved 400 V. For anlegg som avregnes på denne måten installeres måleutstyr med automatisk avlesning.

Et eventuelt solcelleanlegg vil kunne eksportere overskuddsstrøm tilbake til strømmettet fra plusskunder av Lede. Gjeldende pris pr 01.01.2023 er 5 øre/kWh eks MVA. I tillegg kommer pris fra strømleverandør, som vanligvis er spotpris.

## 5.2. Investeringskostnader

Tilnærmet all infrastruktur i bygget, utenfor varmesentralen og som inngår i oppvarmingsanlegget er uavhengig av hvilket alternativ som velges. Disse kostnadene er derfor ikke inkludert i lønnsomhetsberegningene.

Varmepumpe: Det er forutsatt varmepumper på 14 kW som er beregnet å dekke ca. 90 % av årlig energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming.

Investeringskostnadene inkluderer:

- Luft/vann varmepumpe: varmepumpe, rigging, montering, rørleggerarbeid og tilknytning
- Fjernvarme: Tilknytningskostnad mot Norsk Bioenergi AS
- Solcelleanlegg: Solcellepaneler, stativer, vekselrettere, installasjon og elektroarbeider.

**Tabell 5.3.** Kostnadsoversikt for år 0. Netto investeringskostnad er vist som merkostnad i forhold til elektrisk, vannbåren oppvarming. Eventuelle økonomiske tilskudd er fratrukket. Brutto investeringskostnad er vist som samlet merkostnad i forhold til elektrisk, vannbåren oppvarming gjennom 60 år, inklusive utskiftninger i henhold til forventet levetid.

	Luft/vann varmepumpe	Fjernvarme	Solceller
Netto tilleggsinvestering år 0 [kr]	70 000	10 000 <sup>1</sup>	600 000
Brutto tilleggsinvestering 60 år [kr]	350 000	10 000 <sup>1</sup>	1 800 000
Drift-/ vedlikehold [kr/år]	3 500		5 000

<sup>1</sup> Hvis bygget tilknyttes fjernvarme elimineres behov for elektrisk VV-bereder. Kostnad til VV-bereder trekkes fra i kostnadsberegningen

Brutto investeringskostnad inkluderer investeringskostnad i år 0 og kostnader til utskiftninger i henhold til forventet levetid i tabell 5.2.

### 5.3. Lønnsomhet

Det er beregnet lønnsomhet ved nåverdimetoden for Luft/vannvarmepumpe, fjernvarmeanlegg og solcelleanlegg. Lønnsomheten er beregnet for merkostnad og energibesparelser i forhold til referanseinstallasjonen med kun elkjel.

Forutsetninger for beregningene er gitt i tabellene 5.2. og vedlegg 1.

**Tabell 5.4.** Lønnsomhetsberegninger i forhold til referansesituasjon med elkjel.

	Luft/vann varmepumpe	Fjernvarme	Solceller
Merkostnad, investering år 0 [kr]	70 000	10 000	600 000
Drift-/ vedlikehold [kr/år]	3 500	0	5 000
Energibesparelse [kWh/år]	24 000	0	36 100
Kostnadsbesparelse [kr/år]	48 000	5600	69 150
Solstrøm, eksport til nett [kWh/år]	0	0	6 100
Netto kostnadsbesparelse [kr/år]	44 500	5 600	64 150
Samlet netto kostnadsbesparelse 60 år [kr]	2 670 000	336 000	3 849 000
Nåverdi [kr]	584 245	80 504	264 383

## 6. Tilskuddsordninger

Det gis ikke støtte til luft/luft varmepumper, luft/vann varmepumper eller solcelleanlegg.

## 7. Konklusjon

Basert på energiberegninger og lønnsomhetsanalyser i dette notatet konkluderes det med at en varmesentral forsynt av fjernvarme vil være den beste løsningen for energiproduksjon med lavt klimagassutslipp for dette prosjektet, gjerne kombinert med et solcelleanlegg.

**Fjernvarme:**

Fjernvarme er den varmekilden som har de laveste investeringskostnadene - 10 000 kr -og samtidig den største reduksjonen av klimagassutslipp i forhold til den elektriske referanseoppvarmingen og i forhold til de andre analyserte alternative kildene.

Den totale CO<sub>2</sub>-reduksjonen i dette tilfellet er på 7,1 tonn per år, noe som innebærer betydelige besparelser i globale kostnader i kampen mot klimaendringer.

Det er verdt å merke seg at selv om den leverte energien ikke reduseres ved bruk av fjernvarme, gir forskjellen i strømpris også en besparelse på 5 600 kr per år. I tillegg kommer reduserte effektkostnader til netteier.

**Varmepumpe luft- vann:**

Varmepumpe vil gi en beregnet netto kostnadsbesparelse gjennom levetiden på ca. kr.2 670 000,- i forhold til elkjel og ca. kr. 5 400 000.

En varmpumpe vil redusere levert energi til bygget med ca.24 249 kWh/år og med totalt ca. 1 454 940 kWh gjennom 60 år. Anlegget vil redusere årlig CO<sub>2</sub>-utslipp med ca. 3,3 tonn/år i forhold til referansesituasjonen og med ca. 197,9 tonn gjennom 60 år.

**Solceller:**

Et solcelleanlegg på ca. 180 m<sup>2</sup> vil redusere levert energi til bygget med ca. 36 100 kWh/år og med totalt ca. 2 166 000 kWh gjennom 60 år. Anlegget vil kunne eksportere ca. 6 505 kWh/år til strømmettet.

Anlegget vil kunne redusere årlig netto energikostnad med ca. kr 69 150, der salg av strøm til nett utgjør ca. kr 9 150,-/år og vil redusere totalt årlig CO<sub>2</sub>-utslipp med ca. 5 tonn/år i forhold til referansesituasjonen og med ca. 301 tonn gjennom 60 år.

## Vedlegg 1. Inndata energiberegninger

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	552	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	674	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	674	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	192	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	1348	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	3588	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,20	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	14,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	89	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	83	
Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	83,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	4,24	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	1,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,92	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	68	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,2	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	15	
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)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	17,0	
Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	24,0	
Driftstid belysning (timer)	17,0	
Driftstid utstyr (timer)	17,0	
Oppholdstid personer (timer)	24,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	4,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	4,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	7,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	6,40	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	2,10	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	2,75	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,55	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,81/0,97/0,73/1,00	