

Energikonsept Barliveien 21

Oppdrag 16200581,
Kunde Opphus AS,

Revisjon 15.02.2023,
Opprettet av Arne Førland-Larsen,
Kontrollert av Malin Bruvik Danielsen



Revisjon:	0	1	2	3
Dato:	16.02.2023	[Dato]	[Dato]	[Dato]
Kommentar:	Originalt utkast	[Tekst]	[Tekst]	[Tekst]
Utarbeidet av:	AFL	[Navn]	[Navn]	[Navn]
Kontrollert av:	MBD	[Navn]	[Navn]	[Navn]
Godkjent av:	AFL	[Navn]	[Navn]	[Navn]

Innhold

1 Innledning	6
2 Barliveien prosjektbeskrivelse	6

LINK Arkitektur AS
Kirkegata 4
0153 Oslo

Postadresse:
Postboks 383 Sentrum
0102 Oslo

+47 21 52 22 00
oslo@linkarkitektur.no
linkarkitektur.com

3	Energikonsept overordnet mål og strategi.....	6
4	Energikonsept strategier sentralt og desentralt	7
4.1	Samlet strategi oversikt.....	8
5	Metode og sentrale inndata.....	8
5.1	Energi- og klimagassberegninger	8
5.2	LCC og investeringskostnader	9
5.3	Bygningsarealer	10
6	Energibruk og klimagassutslipp for/fra alternative energiforsyninger	10
6.1	Energibruk for 3 beregningsalternativer.....	10
6.2	Klimagassutslipp for 3 alternativer	11
7	Investering og LCC kostnader for de alternative energiforsyningene	12
7.1	Lønnsomhetsvurdering	13
8	Samlet vurderinger og anbefalinger.....	15

Sammendrag

Dette notatet omhandler første utkast til energikonsept for prosjektet boligutvikling i Barliveien 21, Bergen. Rapporten supplerer og detaljerer tidligere rapport som omhandler «Klimagassutslipp for Barliveien 21».

Hensikten med notatet er å gi forslag til og føringer for overordnet energikonsept for Barliveien 21, anbefale strategier som vurderes å være optimale i forhold til å nå overordnede målsettinger for energi, -effekt og redusert klimagassutslipp.

Den overordnede målsetning for energikonseptet for Barliveien 21 er å velge en løsning som sikrer god lønnsomhet uten at dette går på bekostning av:

1. Å velge energikonsept med lavest mulig klimagassutslipp
2. Å velge energikonsept som gir lavest mulig effektbruk og utjevner effekttopper på strømnnett
3. Å velge energikonsept som stimulerer områdets brukere til å nå lavt energi reelt energibruk, og å nå lave kostnader til energi
4. Å velge prinsipper der bruker står ansvarlig for egen energibruk og dermed stimuleres til energieffektiv adferd
5. Å velge energikonsept som tilfredsstiller kriterier for at sluttbruker kan oppnå grønn finansiering. Det vil i praksis si at alle enheter tilfredsstiller krav til energimerke A

Anbefalinger for å energikonsept er utarbeidet for de planlagte bygningstypologiene boligblokk, enebolig og rekkehus.

Nedenfor er en oversikt over de foreløpige totale utslippene for prosjektet gitt prosjekteringsunderlag 16.12.2022:

Som overordnet grep er det valgt en strategi som er basert på et lavtemperatur lokalt nærvarmeanlegg, som skal produsere energi med lavest mulig klimagassutslipp og med lavest mulig kWh kostnad for sluttkunden.

Lavtemperatur nærvarme skal levere:

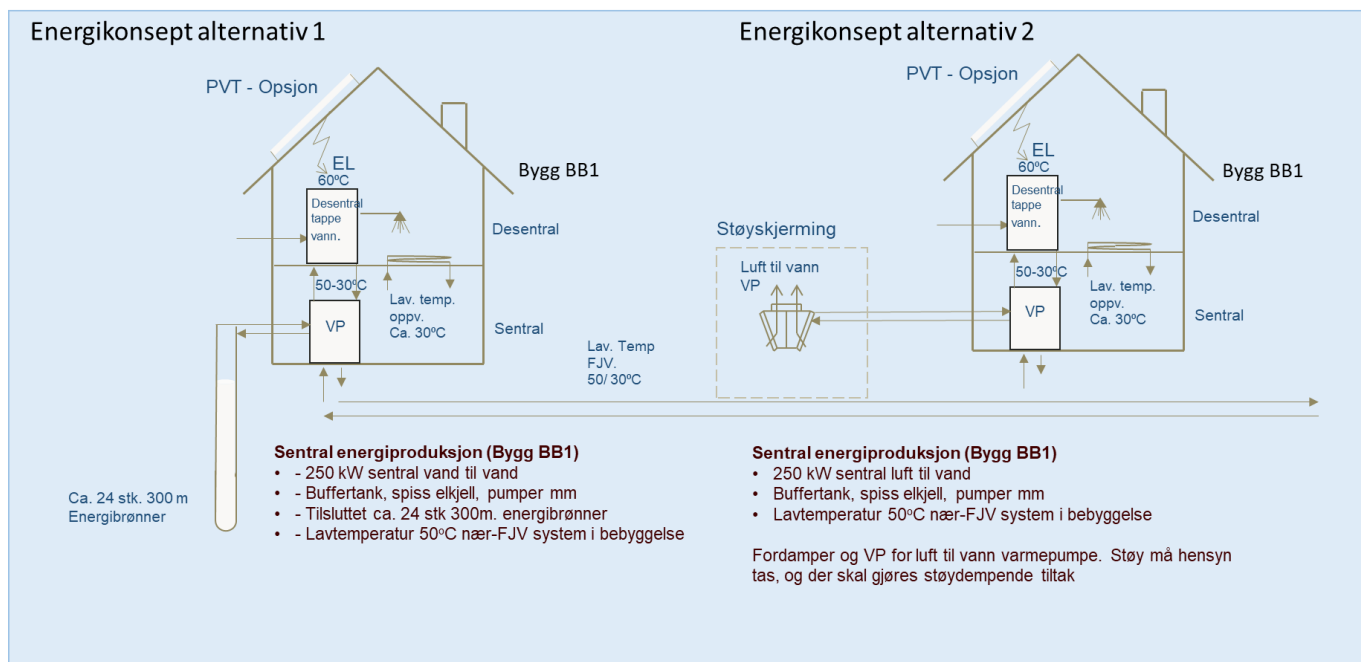
- Energibruk til oppvarming av alle rom med konstant varmebehov
- Energibruk til forvarming av tappevann

To alternative strategier vurderes for energiproduksjon på den sentrale nærvarmesentral, som plasseres ved bygg A. De to strategiene er:

Alt. 1 - Brønnpark med sentral Varmepumpe i bygg BB1

Alt. 2 - Sentral luft til vann varmepumpe plasser ved bygg BB1

De to alternative prinsippene er vist i figur under.



Figur 1: Skjematisk figur av de to alternative energikonseptene.

Lokalt i hver boenhet skal forvarmet tappevann spisses til temperatur som sikrer tilfredsstillende driftstemperatur og legionella sikring. Hovedprinsipp og basis «pakke» er varmtvannsbereder med forvarming med nærvarme og spissing med el-kolbe i bereder. Det kan vurderes å tilby alternativer for ytterlige optimering av energieffektivitet. Foreløpig vurderes følgende opsjone å være aktuelle/mulige:

- Avtrekksvarmepumpe med energigjenvinning til oppvarming varmt tappevann. Særlig aktuell for mindre ungdomsboliger der den i tillegg kan forenkle teknisk systemer
- Lokal væske-til-vann varmepumpe for spissing fra fjernvarme (FJV) temperatur til tappevannstemperatur, som Metro Microbuster se ¹

Videre kan det vurderes å tilby muligheter for solcellepaneler som opsjon på byggenes tak.

Lønnsomhet LCC

De to alternativene har med den gitte usikkerheten på beregningene samme nåverdi over en 60 års periode

Energikonsept med lavest mulig klimagassutslipp

De to alternativene har med den gitte usikkerheten på beregningene samme klimagassutslipp over en 60 års periode

Energikonsept som gir lavest mulig effektbruk og utjevner effekttopper på strømmett

Energikonsept vil bidra til reduksjon av effekttopper på energiproduksjonen. Sentrale grep er effektiv energiproduksjon, lagring desentrale tappevannsbereder, og lagring i bygg og konstruksjoner

Energikonsept som stimulerer områdets brukere til å nå lavt energi reelt energibruk, og å nå lave kostnader til energi:

Prinsipp der bruker står ansvarlig for eget energibruk og dermed stimuleres til energieffektiv adferd

Det anbefales et prinsipp som dels gir lavest mulig produksjonskostnader på energi, og klimagassutslipp for produksjon av en kWh varme. Videre anbefales en løsning der samlet energibruk avregnes individuelt

¹ <https://www.metrotherm.dk/en/products/heat-pumps/domestic-hot-water-heat-pumps/metro-microbooster>

i den enkelte boenhet. Dette skaper en god insentivstruktur og mulighet for den enkelte bruker for å se direkte sammenheng mellom adferd og egen «vinning».

Energikonsept som tilfredsstiller kriterier for at sluttbruker kan oppnå grønn finansiering. Det vil i praksis si at alle enheter tilfredsstiller krav til energimerke A

Begge alternativer vil gi mulighet for at alle leiligheter kan nå energimerke A.

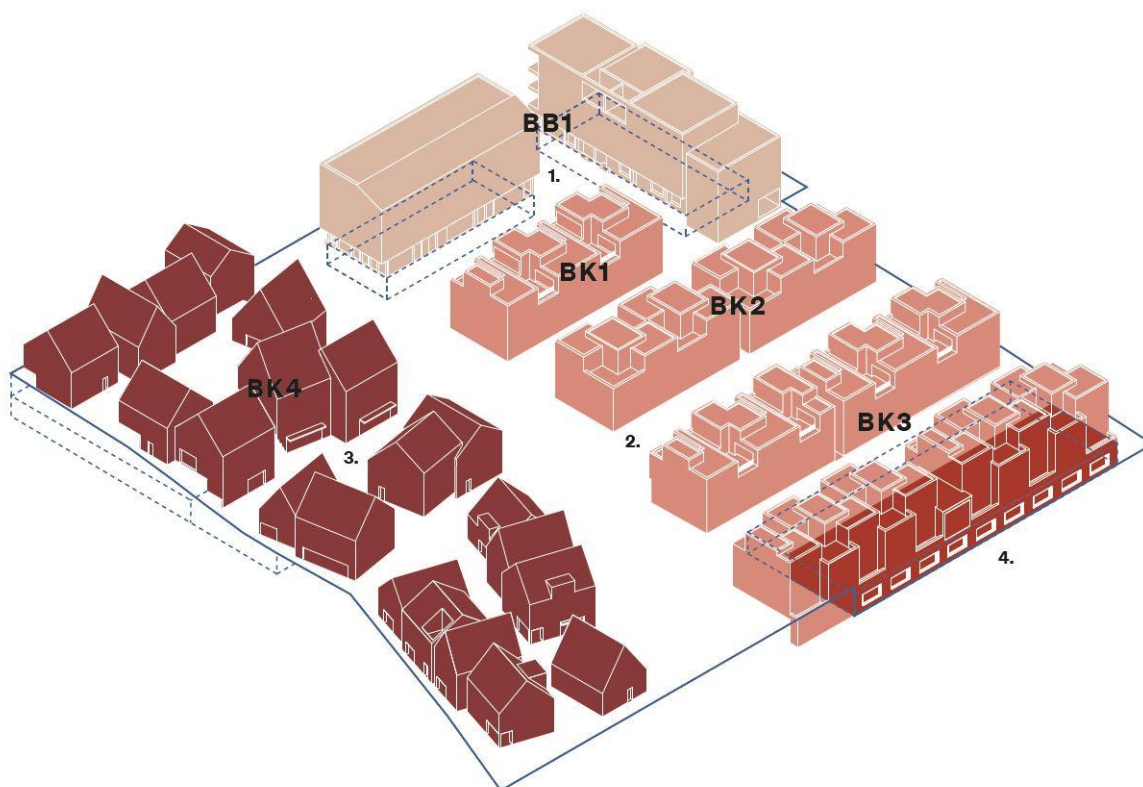
1 Innledning

Dette notatet omhandler første utkast til energikonsept for prosjektet boligutvikling i Barliveien 21, Bergen. Prosjektet er i plan prosess / regulering.

Notatet beskriver først prosjektet og hvilke forutsetninger for beregningene som ligger til grunn. Deretter presenteres vurderinger for ulike designstrategier for bygningstyper og energikonsept. Til slutt gis det en anbefalt strategi og forslag til videre designtiltak for å redusere klimafotavtrykket til prosjektet som helhet.

2 Barliveien prosjektbeskrivelse

En eksisterende industriomt i Barliveien/Fyllingsdalen ønskes transformert til boligområde. Formålet er å utvikle eiendommen med ulike typer boligbebyggelse som på felt BB1- boligblokk, felt BK1, BK2 BK3 - rekkehus og felt Bk4- enebolig, se figuren under.



Figur 2: Skjema boligtyper (LINK Arkitektur).

3 Energikonsept: overordnet mål og strategi

Den overordnede målsetning for energikonseptet for Barliveien er å velge en løsning som sikrer god lønnsomhet uten at dette går på bekostning av:

1. Å velge energikonsept med lavest mulig klimagassutslipp
2. Å velge energikonsept som gir lavest mulig effektbruk og utjevner effekttopper på strømnett
3. Å velge energikonsept som stimulerer områdets brukere til å nå lavt energi reelt energibruk, og å nå lave kostnader til energi

4. Å velge prinsipp der bruker står ansvarlig for eget energibruk og dermed stimuleres til energieffektiv adferd
5. Å velge energikonsept som tilfredsstiller kriterier for at sluttbruker kan oppnå grønn finansiering. Det vil i praksis si at alle enheter tilfredsstiller krav til energimerke A

Som overordnet grep er det valgt en strategi som er basert på et lavtemperatur lokalt nærvarmeanlegg, som skal produsere energi med lavest mulig klimagassutslipp og med lavest mulig kWh kostnad for sluttkunden.

Lav temperatur nærvarme skal levere:

- Energibruk til oppvarming av alle rom med konstant varmebehov
- Energibruk til forvarming av tappevann

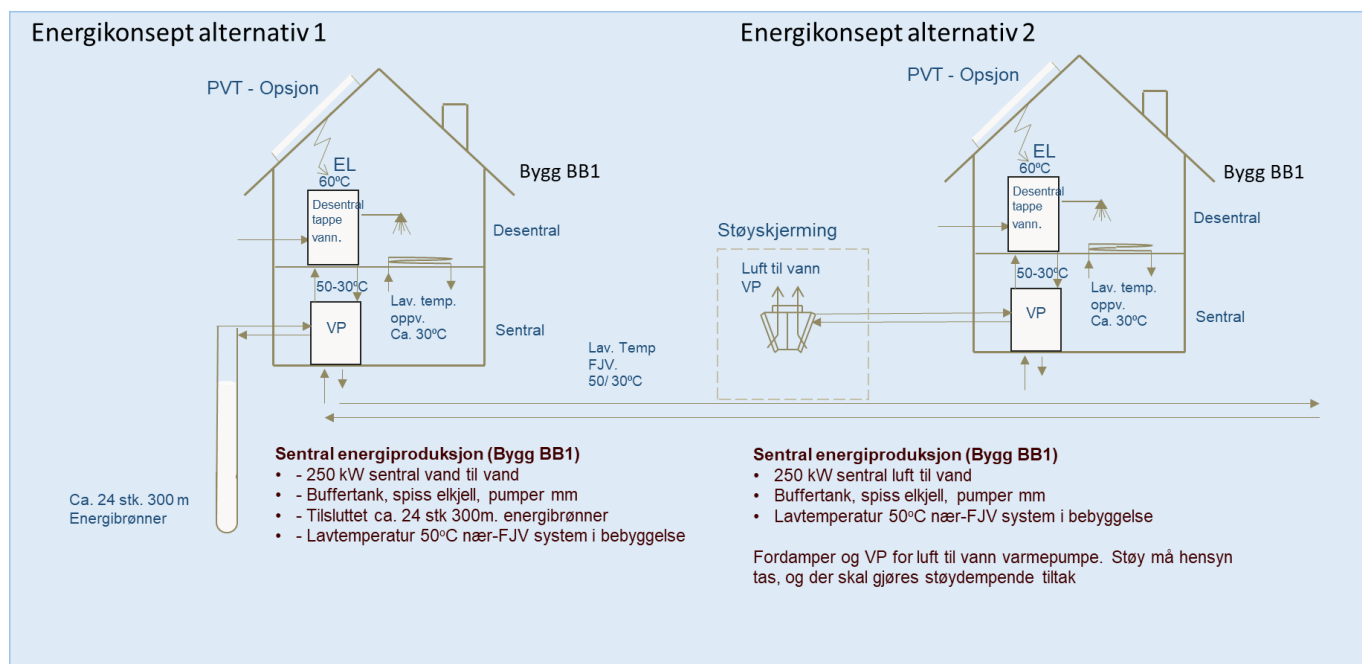
4 Energikonsept: strategier sentralt og desentralt

To alternative strategier vurderes for energiproduksjon på den sentrale nærvarmesentral, som plasseres ved bygg A. De to strategiene er:

Alt. 1 – Brønnpark med sentral Varmepumpe i bygg BB1

Alt. 2 - Sentral luft til vann varmepumpe plasser ved bygg BB1

De to alternative prinsippene er vist i figur under.



Figur 3: Sjematisk figur av de to alternative energikonseptene.

Det lokale nærvarmesystemet leverer en basis lavtemperatur oppvarming til alle boenheter. Turtemperaturen vil bli utekompensert for å sikre optimal drift på varmepumper. Systemet sikrer alle boenheter en stabil energiforsyning med lavest mulige driftskostnader.

Lokalt i hver boenhet skal forvarmet tappevann spisses til temperatur som sikre tilfredsstillende driftstemperatur og legionella sikring. Hovedprinsipp og basis «pakke» er varmtvannsbereder med forvarming med nærvarme og spissing med el-kolbe i bereder. Det kan vurderes å tilby alternativer for ytterlige optimering av energieffektivitet. Foreløpig vurderes følgende opsjoner å være aktuelle:

- Avtrekksvarmepumpe med energigjenvinning til oppvarming av varmt tappevann. Dette prinsippet kan vurderes for:

- Små studioleiligheter der en ønsker å optimere de tekniske systemer
- Større leiligheter og eneboliger der kunden ønsker alternativ til balansert mekanisk ventilasjon
- Lokal væske-til-vann varmepumpe for spissing fra fjernvarme (FJV) temperatur til tappevannstemperatur, som Metro Microbuster se ²
- Alle større leiligheter og eneboliger der en ønsker en supplerende energieffektivisering av energibruk til varme tappevannsproduksjon. Varmepumpen vil da erstatte lokal el oppvarmet bereder med forvarming med fjernvarme.

Videre kan det vurderes muligheter for solcellepaneler som opsjon på byggenes tak.

4.1 Samlet strategi oversikt

For å nå en samlet helhetlig optimert løsning må det samlede konseptet utvikles under hensyn til:

1. Energieffektivitet på bygg og tekniske systemer
 - a. Energieffektivitet på passivhus nivå, med energieffektiv bygningskropp og tekniske systemer (balansert ventilasjon med lav SFP <1,2 kW/m³/s og høy gjenvinningsgrad >85%)
2. Fordeling, distribusjon og tekniske systemer på leilighetsnivå
 - a. Lavtemperatur energidistribusjon mellom bygg med turtemperatur på 30-50°C. Temperaturnivå skal tilrettelegges for at min. romtemperatur nivå i alle leiligheter – til eks 22°C. Men det må vurderes om og hvordan det skal kunne tilbys mulighet for forsering der bruker ønsker dette. Ulempen ved en sentral felles forsering er at alle skal bidra om en leier ønsker dette. Dette kan tale for at dette som alternativ nås med lokale el panelovner. Dette vil øke energibruk, men vil bli fanget opp gjennom energimåling i den enkelte leilighet.
3. Lavtemperatur oppvarming i leiligheter
4. Desentral bereder for produksjon av varmt tappevann i hver enkelt leilighet. Bereder har forvarming med nær fjernvarme
5. Forbruksmåling i leiligheter/ boenheter
 - a. Kaldt tappevann
 - b. Lavtemperatur varme
 - c. El.bruk.
6. Røropplegg/ energiforsyning til leiligheter/boenheter
 - a. Kaldt tappevann
 - b. Lavtemperatur varme tur og retur
 - c. El.bruk
7. Energiproduksjon, distribusjon og sentrale tekniske systemer på byggnivå
 - a. Sentral varmepumpe for en samlet bebyggelse. Bergvarme eller luft-til-vann
 - b. Energi fra geobrønner/luft

5 Metode og sentrale inndata

5.1 Energi- og klimagassberegninger

Beregninger av energibruk er gjennomført med beregningsprogrammet SIMIEN versjon 6.018. Enkelte Inndata er justert i forhold til vanlige standard inndata i NS3031. Sentrale inndata er vist under.

- Energieffektivitet for bygg og teknisk systemer tilfredsstiller TEK 17 nivå.
- Innnetemperatur er forutsatt konstant på 22°C
- Ventilasjon foresettes å gå konstant året rundt med luftmengde på 1,6 m³/m² h
- Energibruk varmt tappevann er estimert utfra erfaringstall fra Sintef³
- Det er inkludert energitap fra varmetap i tur og retur fjernvarme nærvarme systemet
- Dekningsgrader energibruk til varmt tappevann og oppvarming alt 1

² <https://www.metrotherm.dk/en/products/heat-pumps/domestic-hot-water-heat-pumps/metro-microbooster>

³ Sintef fag 80 Energibruk til varmt tappevann – RESULTATER FRA PROSJEKTET VARMTVANN2030»

- Oppvarmning 100%
 - Varmt tappevann 40% (dekningsgrad i praksis er estimert utfra Sintef³ ovenfor)
- Dekningsgrader energibruk til varmtaptevann og oppvarming alt 2
 - Oppvarmning 90%
 - Varmt tappevann 40% (dekningsgrad i praksis er estimert utfra Sintef³ ovenfor)
- COP varmepumpesystem
 - Alternativ 1 3,5
 - Alternativ 2 2,5
- Utslipps faktorer for energibærere
 - NO+EU 0,13 kg CO₂e/kWh
 - NO 0,0123 kg CO₂e/kWh
- Utslipp fra materialer er beregnet utfra utslippsdata i ISYCalculus. Data har vesentlig usikkerhet og må betraktes som foreløpig anslag som må verifiseres i videre prosjektering. Sentrale data er vist i tabellen under:

Tabell 1: Utslippsfaktorer for materialer fra ISYCalculus

Materialer	Utslippsfaktor	Enhet
Elkjel	18,15	kg CO ₂ e/kW
Luft-til-vann varmepumpe	36,3	kg CO ₂ e/kW
Varmepumpe væske-til-vann	29	kg CO ₂ e/kW
Fjernvarme nærvare	0,07	kg CO ₂ e/m ² BRA
Energibrønn samlet	8,02	kg CO ₂ e/m
Tekniske rom	300	kg CO ₂ e/m ² BRA
Fjernvarme i bygg	0,21	kg CO ₂ e/m ² BRA

5.2 LCC og investeringskostnader

5.2.1 El-pris

Spotprisen for Sørøst – Norge (NO1) var 14.02.2023 på **176.04 øre/kWh**.

Det antas derfor følgende årlige gjennomsnittspris for elektrisitet: **1,5 kr/kWh** for kjøp av strøm, og det brukes samme energipris for salg av varme fra nærvarmesentral.

5.2.2 Investeringskostnader

Følgende enhetskostnader er benyttet i beregningene. For alle enhetskostnader, bortsett fra tilknytningsavgiften til fjernvarme, er det medtatt et tillegg på 15% (kommer i tillegg til verdien i tabellen nedenfor), som er ment å representere kostnader knyttet til prosjektering og byggeledelse.

Tabell 2: Sentrale investeringskostnader brukt i LCC beregninger.

Kostnad	Enhetskost	Referanse
Elkjel	1 500 kr/kW	Erfaringstall
Luft-til-vann varmepumpe	6 500 kr/kW	ISY Calculus/Erfaringstall
Varmepumpe væske-til-vann	5 000 kr/kW	ISY Calculus/Erfaringstall
Rørføring mellom bygg	6 000 kr/m	Anslått

5.2.3 Drifts og vedlikeholdskostnader

Følgende drifts og vedlikeholdskostnader i % av investeringskostnad er benyttet i beregningen.

- Elkjel: 1%
- Fjernvarme/fjernkjøling: 1%
- Forsyningsnett: 0,3%
- Energibrønner: 0,5%
- Varmepumpe luft-vann: 3%
- Varmepumpe væske-vann: 2%
- Solceller: 1%
- Biokjel: 3%

5.2.4 Levetid, kalkulasjonsperiode og kalkulasjonsrente

Det er gjort investeringsanalyse med en kalkulasjonsperiode på 60 år. Kalkulasjonsrenten er satt til 4%. Prisene for drift, vedlikehold, energi og effekt er antatt konstante gjennom kalkulasjonsperioden. Restverdien er beregnet med lineær avskrivning.

Det er benyttet følgende levetider i beregningene:

- Kjølesystem og varmpumpe: 20 år
- Avtrekksvarmpumpe: 15 år
- Ledninger i bakken, energibrønner og kollektorer: 60 år
- Fjernvarmesentral: 60 år

5.3 Bygningsarealer

Sentrale inndata for arealer i energiberegninger for boligblokkene, rekkehusene og eneboligene er som følger:

Tabell 3: Inndata om bygningsarealer.

Bygningskategori	Boligblokk (A)	Rekkehus (C-F)	Enebolig (G)
BTA, inkludert kjeller	3663 m ² BTA	4397 m ² BTA	7895 m ² BTA
BRA	3251 m ² BRA	3729 m ² BRA	6965 m ² BRA
BRA oppvarmet inkludert bod	2624 m ² BRA oppvarmet	3684 m ² BRA oppvarmet	4137 m ² BRA oppvarmet
Antall etasjer	4 etg + 1 etg kjeller	3 etg	3 etg + 2 etg kjeller
Antall boenheter	25 stk	39 stk	21 stk

6 Energibruk og klimagassutslipp for/fra alternative energiforsyninger

I innledende klimagassberegninger for Barliveien⁴ ble 3 ulike strategier for energikonsept vurdert og beregningen var basert på samlet energibruk til bebyggelsen. I denne vurderingen er det valgt kun å se på termisk energibruk, da øvrig elbruk ikke vil påvirkes av valgt strategi for termisk energiforsyning.

For utslipp fra energisystemet er det medtatt utslipp fra materialer fase (A1, A2 og A3 samt utskifting B4), og energibruk i driftsfasen til boligene (B6) over 60 år. Levert reelt termisk energibruk (oppvarmning og tappevann) brukes som beregningspunkt og utslipp beregnes som levert energi ganger utslippsfaktor for energibærer.

6.1 Energibruk for 3 beregningsalternativer

Målet med klimagassberegning av energibruk i drift i tidligfase er å finne de best mulige energiløsningene som bør legges til grunn for prosjektering av byggene.

⁴ Klimagassregnskap Barliveien 21, 10.01.2023

For de tre bygningstypologiene boligblokk, rekkehus og enebolig er det gjennomført beregninger av klimagassutslipp for termisk energibruk (energi bruk oppvarming og varmt tappevann) for følgende 3 alternativer:

Alt. 0 - Referanse med elkjel tilsluttet fleksibel energiforsyning med vannbåren varme

Alt. 1 - Brønnpark med sentral varmepumpe i bygg A

Alt. 2 - Sentral luft-til-vann varmepumpe plassert ved bygg A

Sentrale forutsetninger for energiberegningen er vist i avsnitt over. Tabellen under viser levert energibruk for referanse og de 2 alternative løsningene. Resultatet viser at det vil være vesentlige energireduksjoner ved bruk av alternativ 1 og 2. Videre vil også disse løsningene gir reduksjoner i effekt som må hentes fra nett.

Tabell 4: Årlig energibruk til varmt tappevann og oppvarming for samlet bebyggelse.

Byggtype	Termisk energibruk (oppvarming tappevann og oppvarmning)		
	Alt. 0 Referanse el	Alt. 1 VP Vann/vann + brønn	Alt. 2 VP – Luft/vann
	kWh/år	kWh/år	kWh/år
Boligblokk	161.755	78.720	97.613
Rekkehus	240.197	113.836	142.571
Enebolig	331.328	143.968	186.992
Tap nærvarmenett		64.243	64.243
Samlet	<u>733.280</u>	<u>400.766</u>	<u>491.419</u>

Det er gjort supplerende beregninger på klimagassutslipp for de 3 alternativene for en 60 års periode.

6.2 Klimagassutslipp for 3 alternativer

I tabellen under vises samlet utslipp for to alternative energiforsyninger sammenliknet med tilhørende referanse energiforsyning. I beregningene er det tatt med utslipp fra fasene A1, A2, A3, B4 og B6. Materialeverdier i fasene A1, A2, A3 og B4 har noen usikkerhet å må betraktes som ca. verdier, men størrelsesordenen vurderes å være representative. Stasjonær energibruk er beregnet for to alternative energimiks, Norsk miks og EU miks.

Levert energi tilsvarende referanse der oppvarming dekkes av 100% el (elkjel og vannbåren varme)

Tabell 5: Klimagassutslipp for referanse og 2 alternative energikonsepter.

Klimagassutslipp for alternative energiforsyninger for samlet bebyggelse			
Antall personer	255	Personer	
Antall m ² oppvarmet BRA	10445	m ² /BRA	
El miks - NO + EU	Alt 0 - El - ref.	Alt 1 VP berg V/V	VP - L/V
Materialer fase A1-A3 + B4 [tonn CO ₂ e over 60 år]	37,6	169,5	92,1
Energibruk i drift fase B6 [tonn CO ₂ e over 60 år]	5719,6	3126,0	3833,1
Samlet [tonn CO ₂ e over 60 år]	5757,2	3295,4	3925,2
Samlet [kg CO ₂ e/ m ² BRA]	551,2	315,5	375,8
Samlet [kg CO ₂ e/ m ² BRA år]	9,2	5,3	6,3

Samlet [kg CO ₂ e/ år/ person]	376,3	215,4	256,5
El miks NO	Alt 0 - El - ref.	Alt 1 VP berg V/V	VP - L/V
Materialer fase A1-A3 + B4 [tonn CO ₂ e over 60 år]	37,6	169,5	92,1
Energibruk i drift fase B6 [tonn CO ₂ e over 60 år]	541,2	295,8	362,7
Samlet [tonn CO ₂ e over 60 år]	578,7	465,2	454,8
Samlet [kg CO ₂ e/ m ² BRA]	55,41	44,54	43,54
Samlet [kg CO ₂ e/ m ² BRA år]	0,92	0,74	0,73
Samlet [kg CO ₂ e/ år/ person]	37,8	30,4	29,7

For materialutslipp har alternativ 1 og 2 høyre utslipp sammenlignet med løsning med elkjel. Forskjellen er i hovedsak utslipp fra materialer til nærvær i bebyggelsen.

Videre har alternativ 1 høyre utslipp sammenlignet med alternativ 2, og dette skyldes utslipp fra brønnpark.

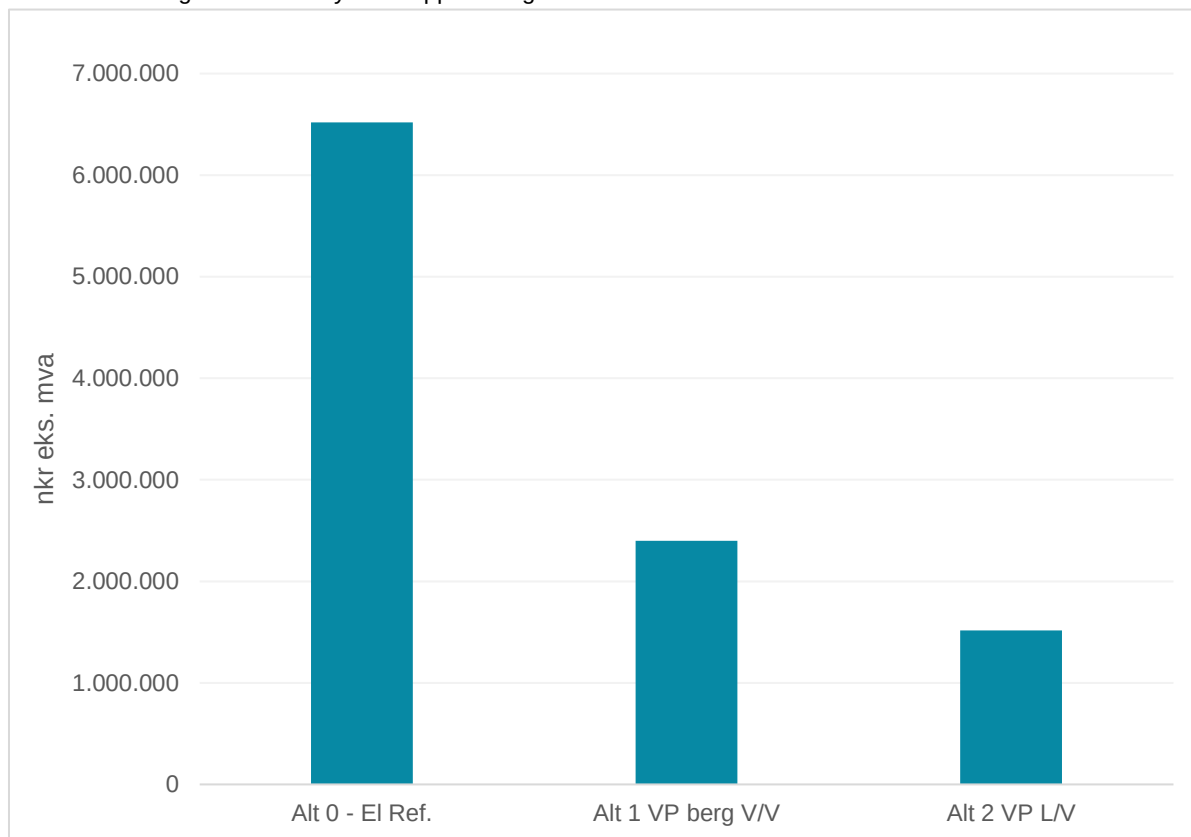
Samlet utslipp inklusiv utslipp fra stasjonær energi er lavest for alternativ 1 og 2, og alternativene har en reduksjon i utslipp på ca. 40% når EU miks legges til grunn, og ca. 20% når Norsk miks legges til grunn.

Samlet ses det at det kan nås vesentlige kutt i klimagassutslipp når alternative energiløsninger velges.

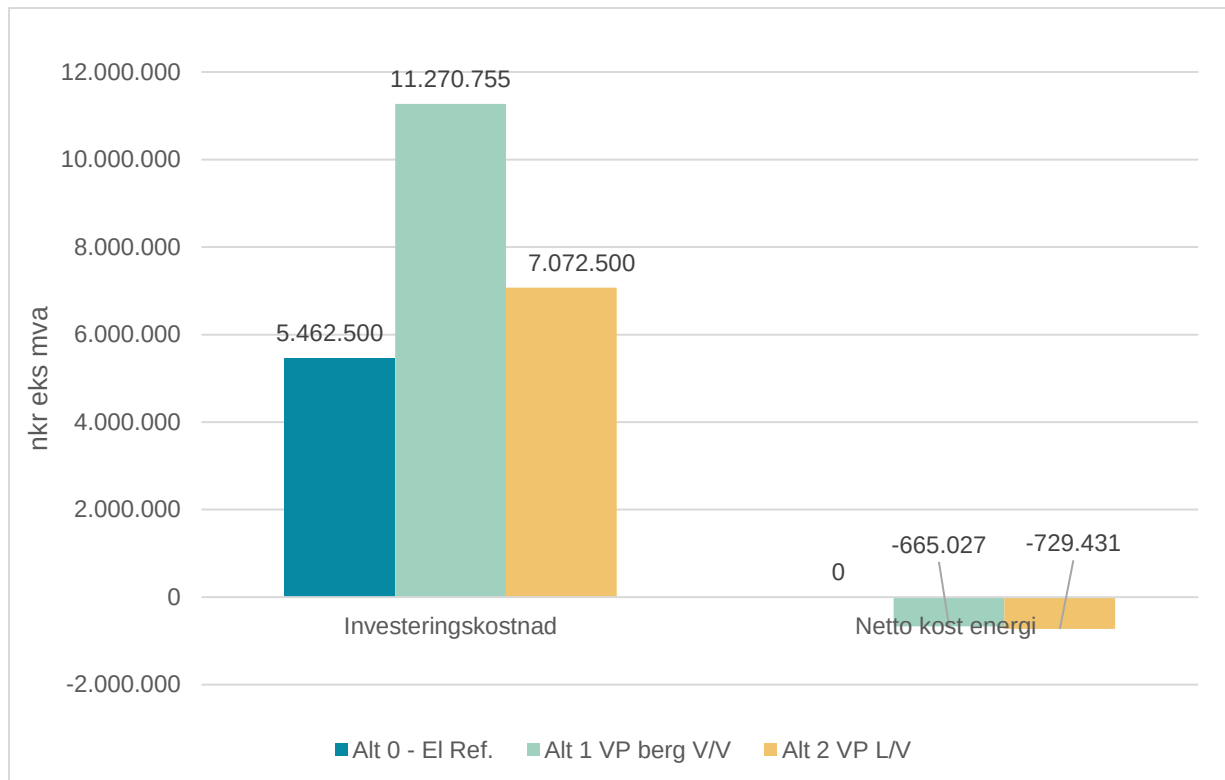
7 Investering og LCC kostnader for de alternative energiforsyningene

7.1 Lønnsomhetsvurdering

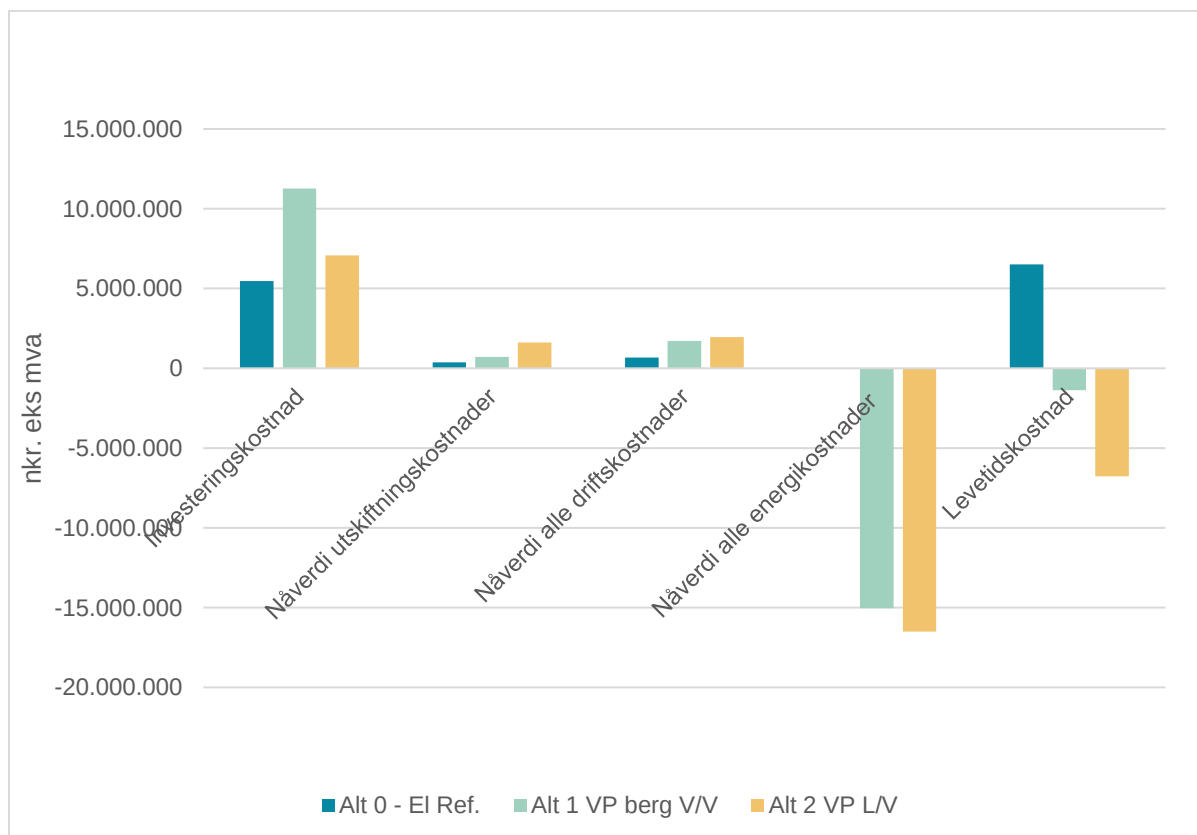
Under vises sammenlikning av investeringskostnader, kostnader til energi og drift for alternativene over 60 år. Det er tatt med energikostnader knyttet til oppvarming.



Figur 4: samlet levetidskostnad for de 3 alternative løsningene i 60 års perspektiv.



Figur 5: investeringskostnad og netto energikostnad (kjøpt energi (el) og solgt energi (nærværme)).



Figur 6: Nåverdi over samlet 60 års livssyklus og samlet levetidskostnad for 60 år.

8 Samlet vurderinger og anbefalinger

Av resultatene i figuren over kan det leses at alternativ 1 og 2 lang på vei likeverdige i forhold til både lavt klimagassutslipp og lave LCC kostander.

Noen sentrale forskjeller og likheter mellom de to alternativene er utover de som er beskrevet i avsnitt over:

- Bergvarmepumpe vil ha en produksjonspris på en kWh nærvarme vil over året som er lavere enn den tilsvarende produksjon pris for luft-til-vann varmepumpen
- Bergvarmepumpen vil ha et lavere maksimalt effektbehov fra elnett som følge av høyre COP
- Bergvarmepumpe i kombinasjon med brønner kan tilrettelegges for tilbud på fjernkjøling i varme sommerperioder
- Luft-til-vann varmepumpe krever fordampere for opptak av energi av energi plassert i området. Dette vil gi noen støy som må ivaretas
- Bergvarmepumpe er som utgangspunkt basert på ubalanserte brønner. Det vil si brønner som ikke lades på sommeren. Det er derfor lagt til grunn et energiuttak på ca. 80 kWh/m brønn år, og en avstand mellom brønner på min. 15m. Energi kapasitet for brønner på sjekkes i den videre prosess, enten med responstest fysisk på tomtene eller med simulering.

Samlet konklusjon er at begge løsninger kan være bra alternativer, men at bergvarme i samlet helhet vurderes som den mest robuste løsning.

Vedlegg 01 – 2023.01.19 Prinsipp energiforsyning og oversiktstegning

