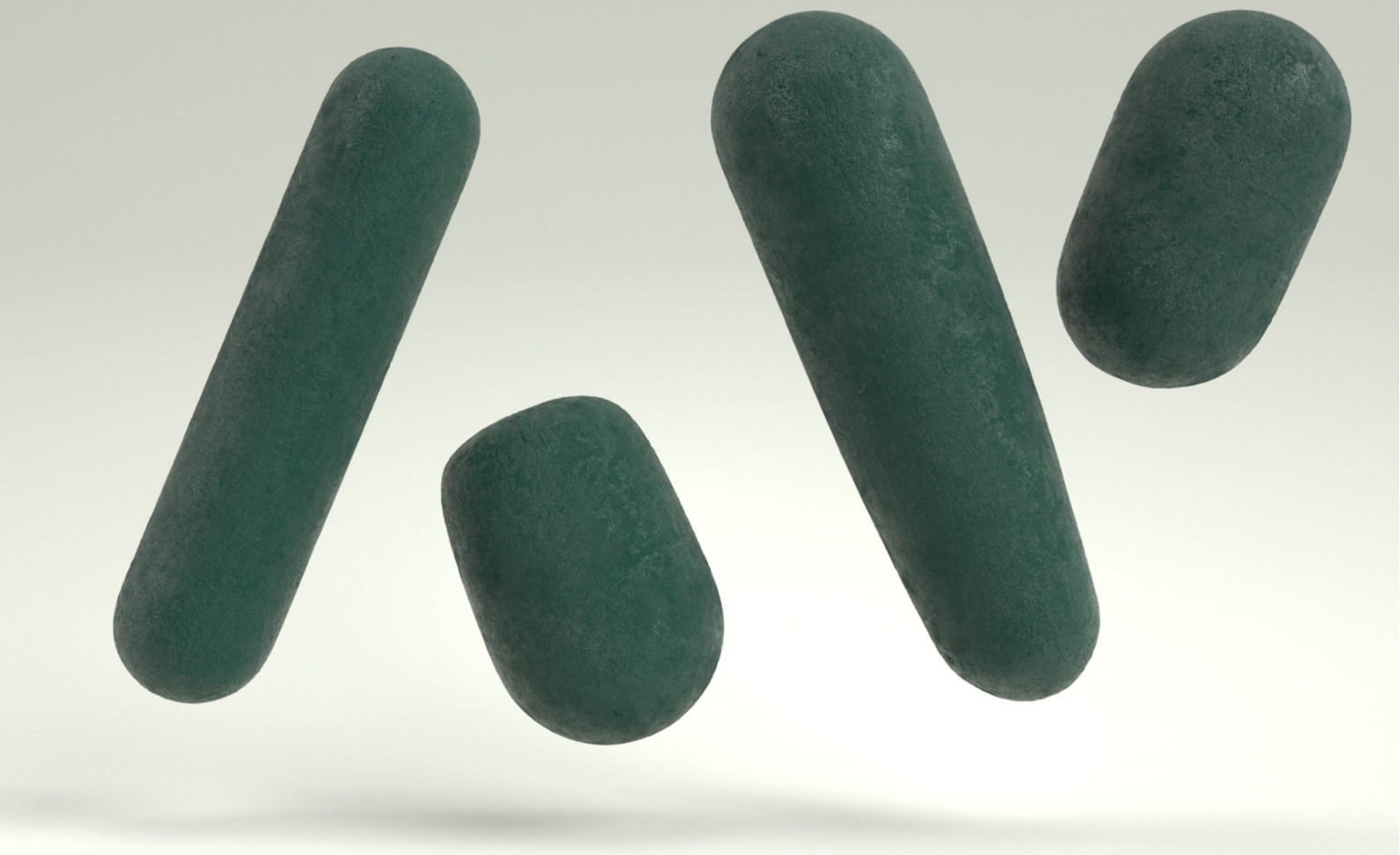
asplan
viak

Energikonsept Bodø Sykehjem



Dato: 29.01.2026

asplanviak.no

Versjon: **04**

asplan
viak

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Bodø Kommune
Tittel på rapport:	Energikonsept Bodø Sykehjem
Oppdragsnavn:	Nytt sykehjem i Bodø-Mulighetsstudium med mer
Oppdragsnummer:	650968-01
Utarbeidet av:	Elena Catto Lucchino/Usman Dar
Oppdragsleder:	Line Fogedgaard Juul

Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS
04	10. feb. 2026	Mindre justering i teksten	ECL	UD
03	3. feb. 2026	ALT 1-2-3 – mindre justering	ECL	UD
02	29. jan. 2026	ALT 1-2-3	ECL	UD
01	23. jan. 2026	ALT 1/3 foreløpig	ECL	UD

Sammendrag

Rapporten omfatter en energiforsyningsanalyse med LCC- og klimagassvurderinger av tre energiløsninger, samt en energivurdering av tre ambisjonsnivåer (TEK17, FutureBuilt-nZEB og FutureBuilt-Plusshus).

LCC-analysen viser at fjernvarme gir lavest livsløpskostnad, mens kombinasjonen av grunnvarme og fjernvarme ikke vurderes som lønnsom, særlig for bygg med høyt varmebehov og gitt den antatte prismodellen for fjernvarme som spisslast. Det er derfor viktig å etablere dialog med Bodø Fjernvarme for å avklare gjeldende prismodell før endelig beslutning tas.

Løsningen med fjernvarme og solceller kommer på andreplass i LCC-analysen, men gir den største reduksjonen i klimagassutslipp og er derfor valgt for FB-nZEB-konseptet.

Vurderingene av ambisjonsnivåene viser videre at Bodø sykehjem, med de forutsatte tiltakene, ligger nært ambisjonsnivået for plusshus, men ikke oppfyller dette. FB-nZEB fremstår som et mer realistisk ambisjonsnivå enn plusshus, ettersom oppnåelse av FB-Plusshus vil medføre betydelige føringer for byggets konsept, størrelse og fotavtrykk.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 5

2 Rammebetingelser 6

2.1. Om bygget 6
2.2. Plassering og lokale forhold 6
2.3. Fjernvarme med tilknytningsplikt 8

3 Vurdering av energiforsyningsalternativer 10

3.1. Aktuelle teknologier 10
3.2. Teknologier som blir utelukket 10

3.2.1. Geotermos 10

3.2.2. Andre teknologier 11

3.3. Analysemetodikk LCC 13
3.4. Kostnadsgrunnlag 14

3.4.1. Energiprisgrunnlag 14

3.4.2. Investeringskostnader 16

3.5. Resultater 18

3.5.1. Levert energi 18

3.5.2. Årlig energikostnader 19

3.5.3. LCC resultater 20

3.5.4. Reduksjon klimagassutslipp 22

3.6. Oppsummering for energiforsyningsanalyse 23

4 Vurdering av ulike ambisjonsnivå 24

4.1. FutureBuilt Plusshus 24

4.1.1. Byggets utforming 25

4.1.2. Ventilasjonsstrategi 25
4.1.3. Varme og kjøling 25
4.1.4. Varmtvann og el. effektive tiltak 26
4.1.5. Brukerutstyr, belysning og automasjon 26
4.1.6. Energiforsyning 27
4.1.7. Solceller 27
4.2. FutureBuilt nær-nullenergibygg (FB-nZEB) 28
4.2.3. Bygningskropp 28
4.2.4. Ventilasjon, varme, kjøling og belysning 28
4.2.5. Energiforsyning 29
4.3. TEK 17 29
4.3.1. Bygningskropp 29
4.3.2. Ventilasjon, varme, kjøling og belysning 29
4.3.3. Energiforsyning 30
4.4. Ytterligere vurderinger om energiløsninger 30
4.5. Levert og eksportert energi 31
4.6. Årlig energikostnader 32

5 Konklusjon 33

1 Innledning

Bodø kommune planlegger å etablere et nytt sykehjem på Treningsfeltet i Bodø. Denne rapporten er utarbeidet som en del av mulighetsstudiet for nytt sykehjem på Treningsfeltet i Bodø. Rapporten omhandler vurdering av ulike energiambisjoner og aktuelle løsninger for energiforsyning, i tråd med Bodø kommunes klima- og energiplan og prosjektets kravspesifikasjon.

Vurderingene tar utgangspunkt i kommunens føringer for energi og miljø. Der det er relevant, er krav og ambisjoner sett i sammenheng med BREEAM-NOR for nybygg. Økonomiske evalueringer av ulike energiløsninger er vurdert gjennom en forenklet livssykluskostnadsanalyse (LCC) basert på NS 3454:2013.

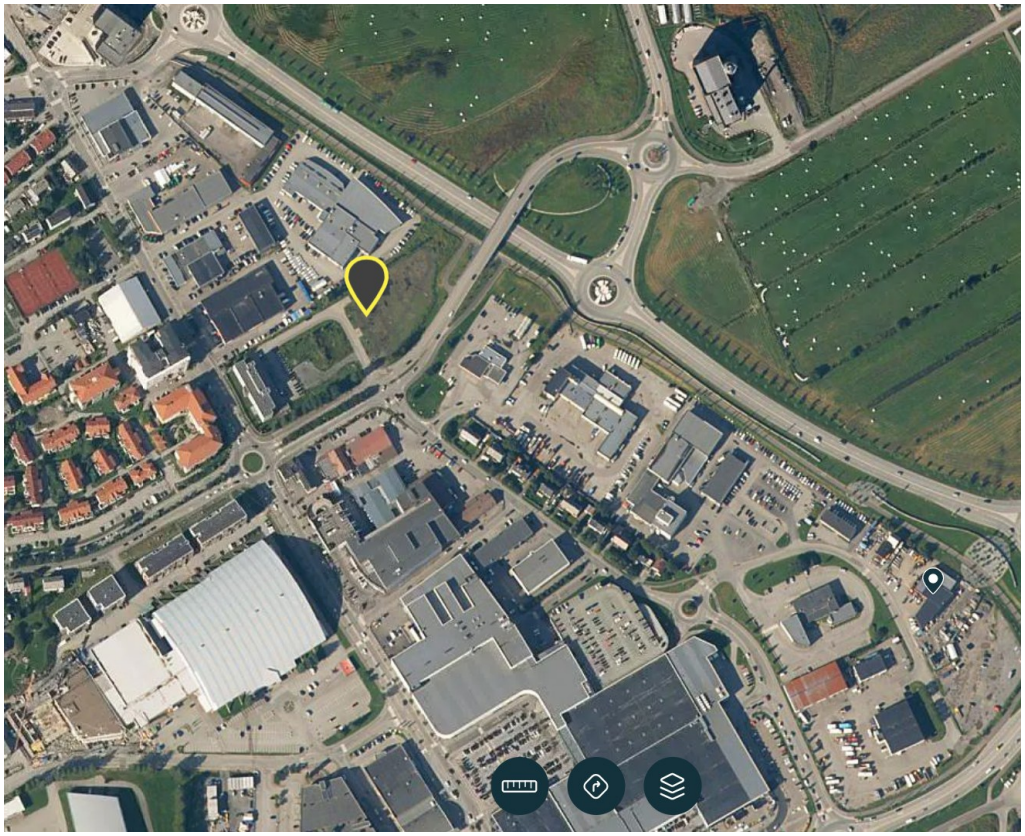
2 Rammebetingelser

2.1. Om bygget

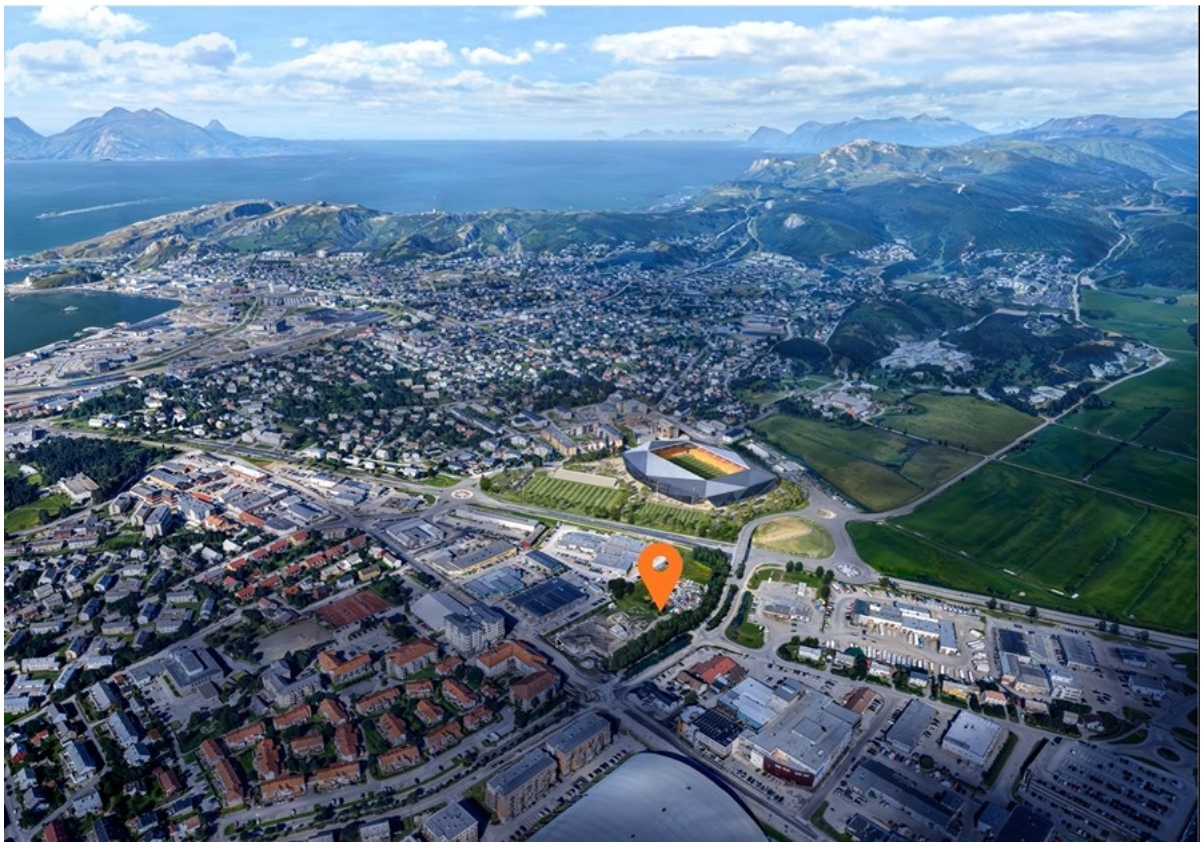
Prosjektet er i konseptfase og vurderer ulike konseptalternativer. Konseptvalg påvirker både byggets utforming og størrelse. I denne utredningen er det lagt til grunn et kalkylebygg på ca. 10 000 m² BRA.

2.2. Plassering og lokale forhold

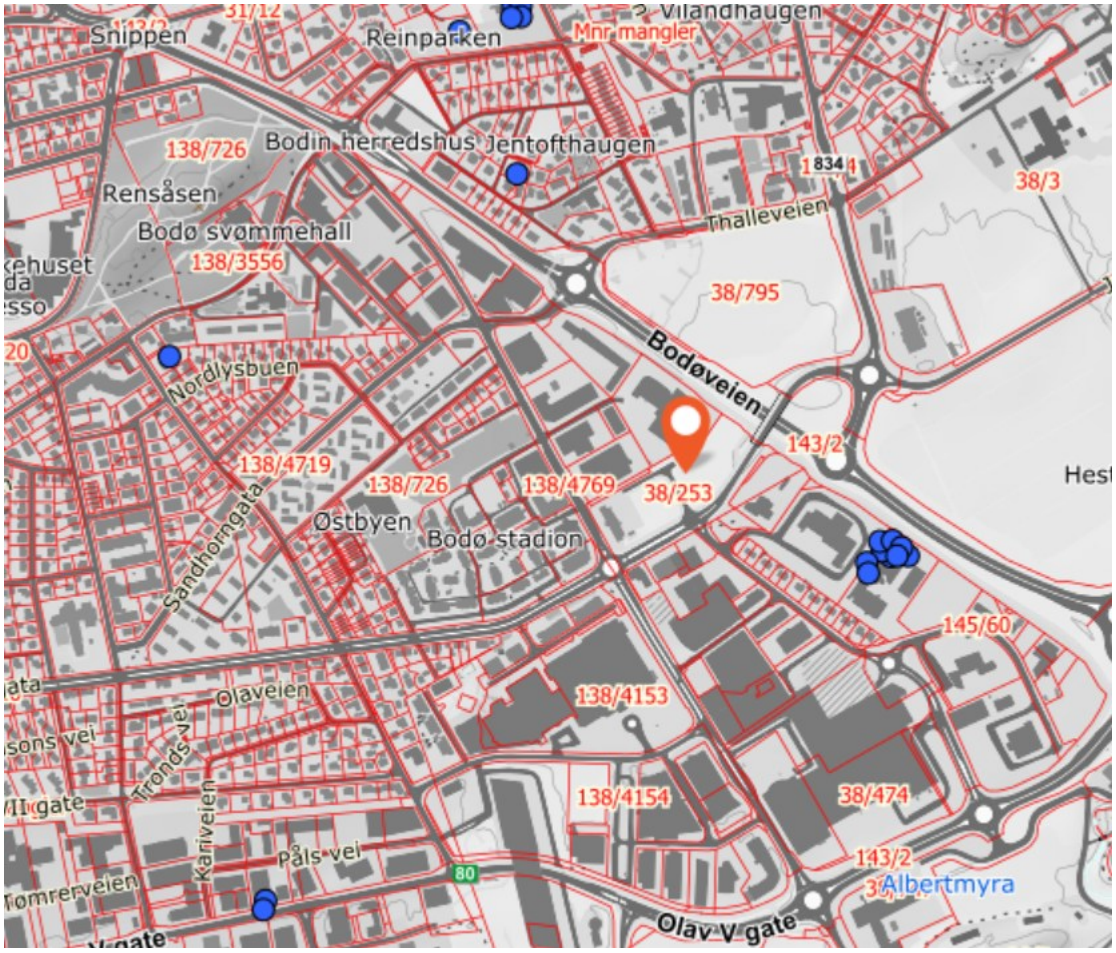
Bygget planlegges på Treningsfeltet i Bodø, langs en trafikkert innfartsvei. Bodø Energi Varme (BE Varme) har sin hoved varmesentral i umiddelbar nærhet av området. Område vil være preget av støv og støy. Det forutsettes at det ikke finnes infrastruktur under bakken (VA-ledninger, høyspentkabler osv.).



Figur 2-1: Flytfoto over område med plassering av Bodø sykehjem. Bodø Energi varme (BE varme har sin varmesentral rett ved siden av rundkjøring mot nord.



Figur 2-2: Skjermbildet av digitalt kartet for Bodø kommune- plassering av Bodø sykehjem

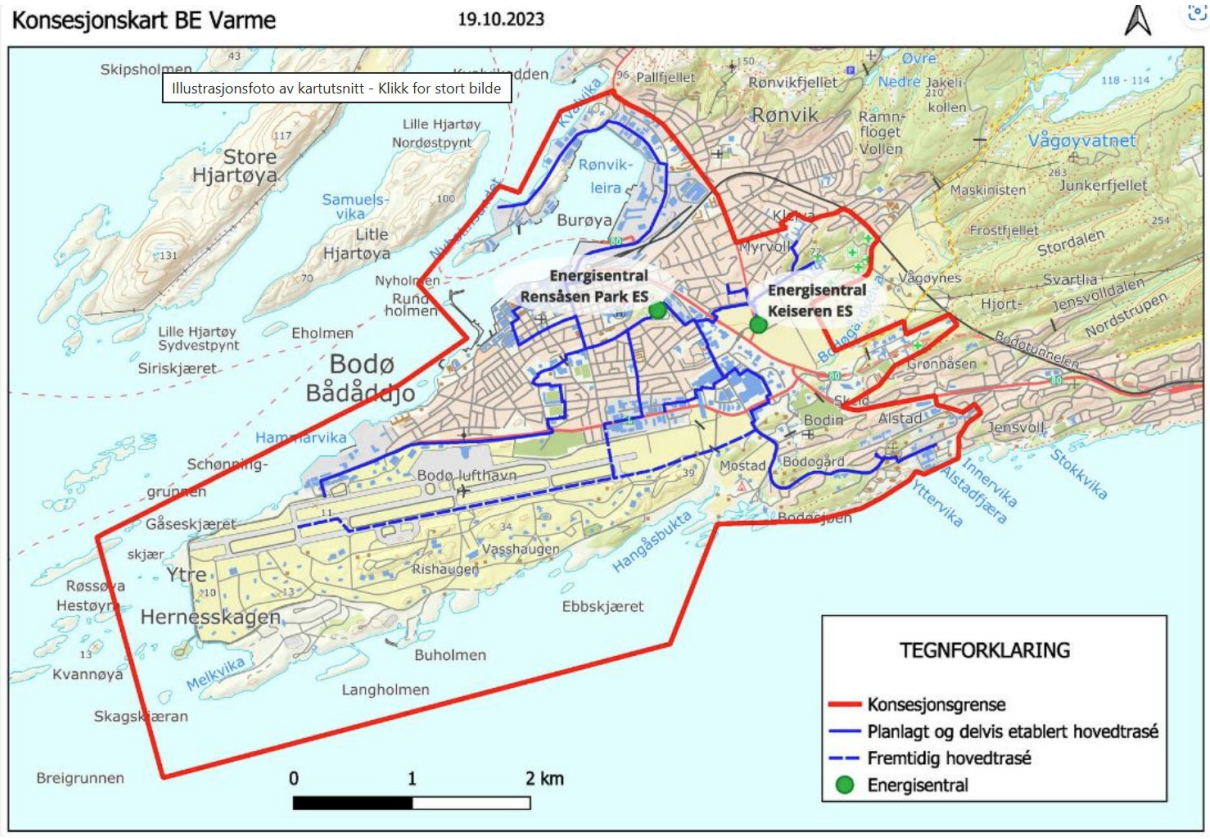


Figur 2-3: Utklipp fra Granada som viser eksisterende brønner ved tomten– ifølge grunnundersøkelser fra Norconsult fra 2022 til Bodø helsehus, er det ikke mer enn 5-10 m avstand til berg. Dette bør avklares tidlig i prosjektet ved planlegging av energibrønner.

2.3. Fjernvarme med tilknytningsplikt

Bygget ligger innenfor konsesjonsområde for fjernvarme. Innenfor konsesjonsområdet for fjernvarme er det tilknytningsplikt til fjernvarmenettet når konsesjonær har bekreftet at fjernvarme kan leveres på konsesjonsvilkår. Tilknytningsplikten gjelder både for private og offentlige bygg. Tilknytningsplikten gjelder ikke for oppføring/hovedombygging av enebolig, rekkehus samt annen bygning som har mindre enn 500 m² oppvarmet bruksareal. Det kan søkes om unntak fra tilknytningsplikten der det dokumenteres at alternative løsninger vil være miljømessig bedre. Dokumentasjonen må være basert på internasjonale godkjente standarder.

For bygg med tilknytningsplikt skal det ikke gis igangsettingstillatelse før det er dokumentert at avtale om tilknytning er inngått. (Fjernvarme - Bodø kommune)



Figur 2-4: Bygget ligger innenfor konsesjonsområde for fjernvarme

3 Vurdering av energiforsyningsalternativer

Prosjektet vurderer ulike ambisjonsnivå for bygget. Høyere ambisjon (f.eks. plusshus) kan i praksis begrense valg av energiforsyning. Etter avtale med Bodø kommune er energiforsyningsalternativer derfor vurdert med utgangspunkt i TEK17-nivå, basert på et modellbygg i kalkylen.

3.1. Aktuelle teknologier

Prosjektet har vurdert tre energiløsninger som er hensiktsmessige for utbyggingsområdet og bygningens energibehov. De utvalgte løsningene er listet opp nedenfor og analysert videre. Disse alternativene er relevante mtp. prosjektets utforming og plassering.

a) Fjernvarme - **«TEK 17 - 100% Fjernvarme»**
b) Væske-vann varmepumpe med grunnvarme som varmekilde. Elkjel som spisslast – **«TEK 17 - 90% Grunnvarme/ 10% fjernvarme»**
c) Fjernvarme og solceller (antatt å dekke taket på bygning) – **«TEK 17 - 100% Fjernvarme + Solceller»**

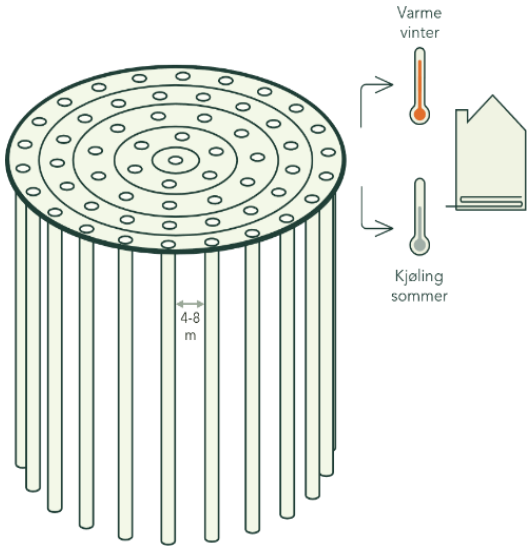
Batterilagring kan være aktuelt ved solceller, men er ikke lagt til grunn i TEK17-alternativet.

3.2. Teknologier som blir utelukket

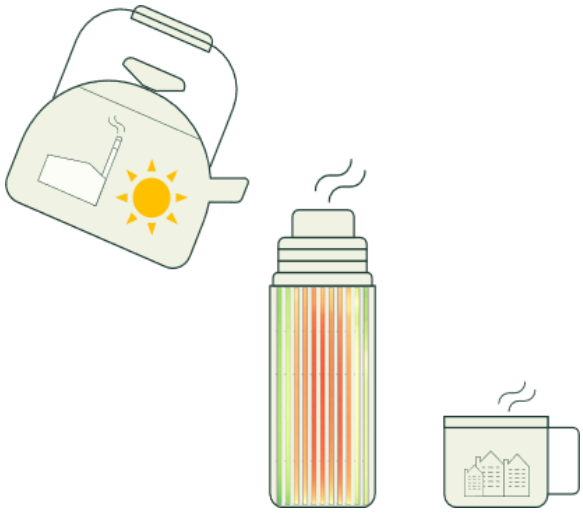
3.2.1. Geotermos

GeoTermos er et borehullsbasert sesonglager for høytemperaturvarme der overskuddsenergi lagres i berggrunnen om sommeren og brukes til oppvarming om vinteren. Løsningen forutsetter stabile geologiske forhold som hindrer varmetap gjennom grunnvannsbevegelse. Varmen kan komme fra blant annet industriell spillvarme, solenergi og omgivelsesluft.

Teknologien kan benyttes i bygg, industri og energisystemer for å koble strøm og varme samt bidra til bedre balanse i kraftnettet. Større anlegg gir høyere lagringskapasitet og effekt, samtidig som strømforbruket er lavt i perioder med stort varmebehov.



Figur 3-1: I et borehullsbasert sesongvarmelager plasseres energibrønnene tett, gjerne med 4-8 meters avstand i et rutenettmønster.



Figur 3-2. Opplading av GeoTermos med tilgjengelig overskuddsvarme fra industri, sol, uteluft mm.

Sesonglager, som geotermos, er best egnet i situasjoner med høyt varmebehov om vinteren kombinert med tilgjengelig overskuddsvarme i sommerhalvåret. For Bodø sykehjem foreligger det verken overskuddsvarme på tomten eller konkrete planer om tilknytning til overskuddsvarme fra nærliggende bygningsmasse. På denne bakgrunn vurderes geotermos ikke som en aktuell løsning for prosjektet.

Det er i prinsippet mulig å benytte eksempelvis en luft–vann-varmepumpe for å lade et sesonglager, som deretter kan benyttes til oppvarming. En slik løsning kan bidra til å redusere effektuttak fra kraftnettet, men vil samtidig medføre økt samlet energibruk. Løsningen vurderes derfor kun som aktuell dersom kommunen har et særskilt ønske om å prioritere innovative energiløsninger, og inngår ikke som en del av prosjektets nåværende målsettinger.

3.2.2. Andre teknologier

Det er mulig å benytte kjølemaskin med tørrkjøler i reversibel modus som luft til vann varmepumpe. Bygget ligger imidlertid i tett bebyggelse, kaldt klima og nær trafikkerte område. Støv og kalde temperaturer vil bidra til ustabil drift for luft-vann varmepumpe. Løsningen anerkjennes ikke som klimavennlig iht. klimavennlig teknologi iht. BREEAM 6.1ENE01 M.2.2.1. Vi utelukker derfor denne løsningen fra videre analyse i vår rapport. Vi har heller ikke vurdert energiløsninger basert på fyring siden det krever planlegging for

skorstein og avlastningssone ved eksplosjon. Vi har derfor utelukket forbrenningsteknologier.

Bygget ligger innenfor et konsesjonsområde for fjernvarme med tilknytningsplikt. Det er derfor i utgangspunktet ikke adgang til å benytte elkjel for å dekke varmebehovet. Denne løsningen er likevel valgt som referanse, det vil si som et hypotetisk scenario, for å muliggjøre sammenligning av ulike alternativer iht. BREEAM ENE01.

For alternativet med grunnvarme som grunnlast er det ikke vurdert et scenario der det gis dispensasjon fra tilknytningsplikten, dvs. bruk av elkjel som spisslast.

Bygningen er ikke tilknyttet til noe lokalt kraftvarmesystem, og det finnes heller ingen slike i nærheten.

3.3. Analysemetodikk LCC

LCC-beregningene er gjort etter metodikken i NS3454:2013. Det er gjort en vurdering av hvilke poster som er relevante da dette er en begrenset LCC-vurdering kun på energisystem, og ikke en fullverdig LCC-analyse av et helt bygg.

Det er fastsatt et basisår t_o som alle kostnader diskonteres til.

Tabell 3-1 Grunnlag LCC-analyse

Element	Verdi
T, analyseperiode	50 år
r, kalkulasjonsrente	4 %
Diskonteringsfaktor d_t i år t	$d_t = \frac{1}{(1+r)^t}$ Benyttet lik tabell D.1 i NS 3454:2013
Annuitetsfaktor	$b = \frac{r}{1-(1+r)^{-T}}$ Dvs 0,047 med en analyseperiode på 50 år og 4 % rente
Medtatte kostnader fra NS 3454:2013	Anskaffelseskostnader Drifts- og vedlikeholdskostnader Utskiftning- og utviklingskostnader Forsyningskostnader
Ikke relevante kostnader fra NS 3454:2013	Forvaltningskostnader Renholds kostnader

LCC-analysen omfatter energibesparelse (sparte kostnader) og inntjeningstid til de ulike løsningene. Analysen tar utgangspunkt i typiske levetider for komponentene.

3.4. Kostnadsgrunnlag

3.4.1. Energiprisgrunnlag

Energipris for de ulike alternativene er beregnet for tre scenarioer (normal, høy og lav) gjennomsnittlig årlig strømpris, bestående av spotpris og nettleie, som vist i Tabell 3 2.

Tabell 3-2 Nettleie, fast kostnader og forbruktavgift for strøm og fjernvarme

	Alle	**Strøm**			**Fjernvarme**			
	Enova-avgift [kr/år]	Fastbeløp [kr/år]	Nettleie + forbruksavgift [øre/kWh]	Effektledd [kr/kW/mnd]	Fastbeløp [kr/år]	Nettleie + forbruksavgift [øre/kWh]	Effektledd grunnlast [kr/kW/mnd]	Effektledd spisslast [kr/kW/mnd]
Januar - mars	800	16700	14,53	102	2000	13,63	88	110
April - september				34			28	
Oktober - desember				102			88	

Spotprisen er hentet for området (NO4), og er satt ut ifra 2050 scenario iht. NVEs langsiktige kraftmarkedsanalyse[1]. Nettleien er satt til 14,53 øre/kWh (Energiledd 7,4 øre/kWh+ forbruksavgift). I tillegg må det legges til grunn et effektledd på 102 kr/kW per måned i vinter og 34 kr/kW per måned i sommer, sammen med et fastbeløp på 16 700 kr/år; disse er gjennomsnittlig verdi for nettleie hos Arva for kunder med årsforbruk over 100 000 kWh (fra 01.01.2026)[2] . Merverdiavgift på 25 % er ikke inkludert.

Fjernvarme i Bodø leveres av Bodø Energi, som bruker strømspotpris som grunnlag. Fjernvarmeprisen består av månedsmiddelspot, energiledd, effektledd og volumledd. Månedsmiddelspot varierer hver måned, og følger NO4 spotprisen til strøm.

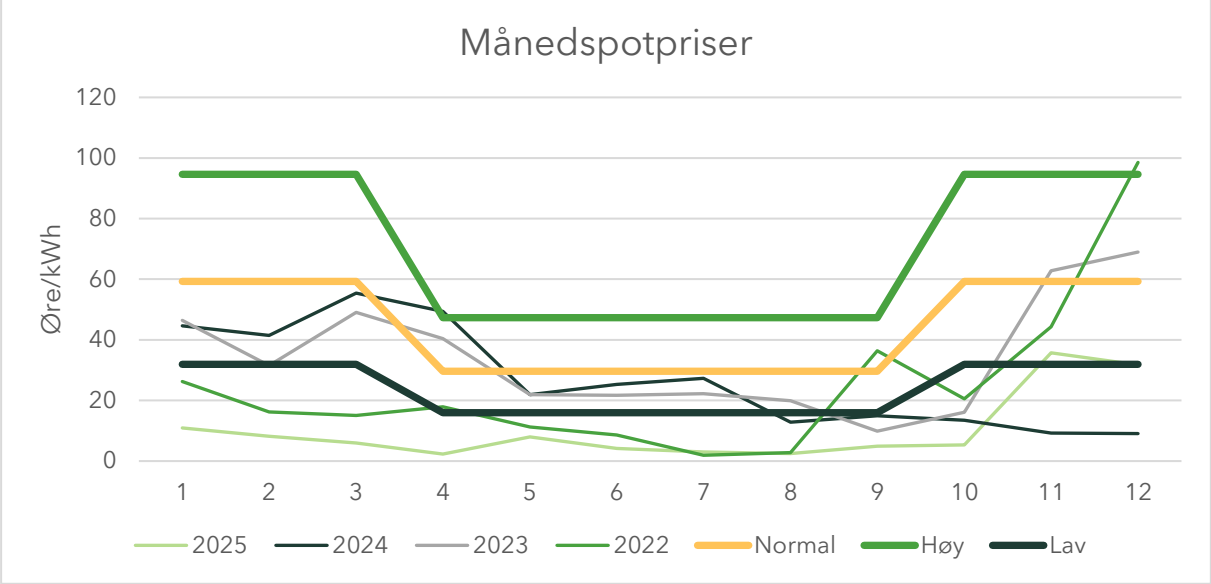
[1] NVE Rapport 15/2025: *Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2025.* URL

[2] Arva (2026): Nettleie for bedriftskunder med årlig forbruk over 100 000 kWh – Lavspent fra 1.1.2026 URL

I tillegg må det legges til effektledd. Dette varierer for kunder som bruker fjernvarme som spisslast og kunder som bruker det som grunnlast:

- Grunnlast: effektledd på 88 kr/kW per måned i vinter og 22 kr/kW per måned i sommer, sammen med et fastbeløp på 2000 kr/år; disse er verdi for nettleie hos Bodø Energi for kunder med årsforbruk over 100 000 kWh (fra 01.01.2026[3]. Volumledd og merverdiavgift på 25 % er ikke inkludert.
- Spisslast: Vi har vært i kontakt med BE Varme, men har ikke fått spisslastpriser. BE Varme opplyser i e-post datert 13.01.2026 at de ikke er ferdige med spisslastavtalen, og viser foreløpig til avtaler for andre fjernvarmeselskaper. I denne utredningen har vi antatt spisslast priser iht. Statskraft varme priser: pris for effektledd på 110 kr/kW/mnd, basert på den høyeste målte effekten de siste 24 månedene. Annen prisstruktur kan påvirke resultatet i denne utredningen.

Figur 3-3 viser månedsspotpriser brukt i LCC beregningene, og historiske priser for 2022-2025.



Figur 3-3: Spotprisen for tre ulike 2050-scenarioer iht. NVEs langsiktige kraftmarkedsanalyse, og historisk spotpris for NO4 (2022–2025).

[3] Bodø Energi (2026): *Fjernvarmetariff til næringskunder i Trondheim fra 1.1.2025*. URL

3.4.2. Investeringskostnader

I dette kapittelet omtales forutsetningene som er lagt til grunn for å gjennomføre LCC-analysen. Kostnadene som er tatt med i denne vurderingen, er kun basiskostnader som inngår i kapittel 35 – Energiforsyning og kapittel 37 – Kuldemedium, fra kostnadsanalyse-kalkylen.

Forutsetninger lagt til grunn for av de tre ulike løsningene er de samme forutsetningene lagt til grunn for ambisjonsnivå TEK17, som beskrevet i kapittel 4.3:

- BRA 10 000 m2
- Bygning som tilfredsstiller TEK 17
- Vannbåret oppvarming og ventilasjon
- Ventilasjonskjøling

Den eneste forskjellen er hvordan energi tilføres til bygget.

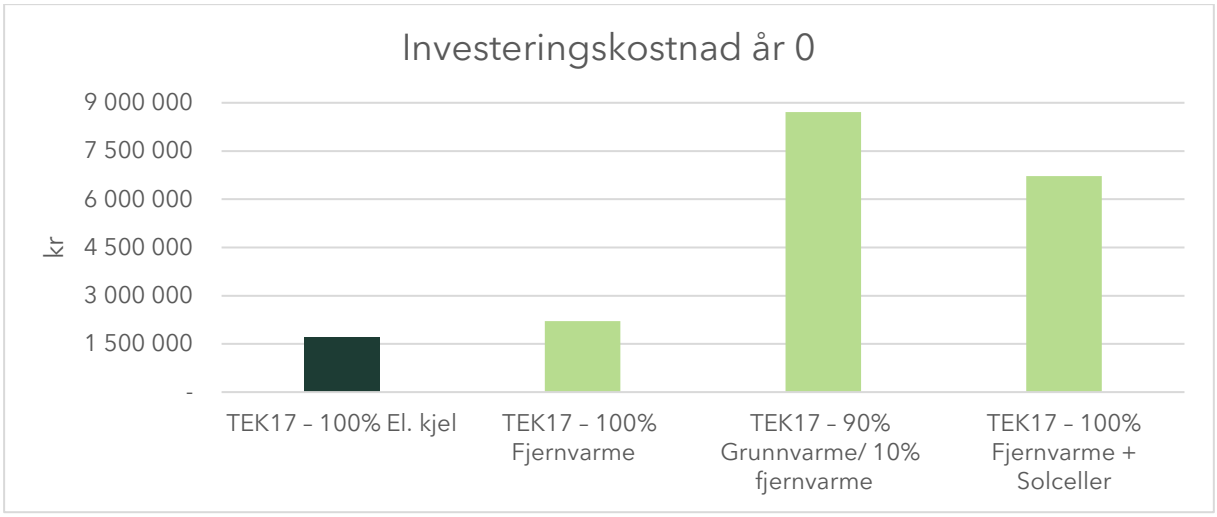
For referansebygget, er det vurdert å forsyne bygning med 100% elektrisitet. Bygget ligger i konsesjonsområde for fjernvarme med tilknytningsplikt. Det er derfor som utgangspunktet ikke åpning for å ta i bruk el-kjel til å dekke varmebehov. Vi har likevel valgt denne løsningen som referanse, dvs. som et hypotetisk scenario for å kunne gjøre en sammenlikning av ulike alternativer iht. BREEAM ENE01.

I Tabell 3-3 vises forutsetningene som er lagt til grunn for de tre ulike alternativene og referansebygget. Det tas hensyn til de ulike investeringskostnadene og levetiden til de enkelte elementene som byttes i løpet av bygningens levetid (50 år).

Tabell 3-3 Kostnadsgrunnlag brukt som inndata i LCC analyse

	Referansebygg	**Vurderte alternativer**		
	TEK 17 – 100% el. kjel	TEK17 – 100% Fjernvarme	TEK17 – 90% Grunnvarme/ 10% fjernvarme	TEK17 – 100% Fjernvarme + Solceller
Investeringskostnad	kr 1 700 000	kr 2 210 000	kr 8 710 000	kr 6 720 000
Beskrivelse	• Varmesentral med el.kjel • Kjølesystemet	• Fjernvarmesentral • Tilknytning til fjernvarme • Kjølesystemet	• Fjernvarmesentral • Tilknytning til fjernvarme • Væske-vann varmepumpe	• Fjernvarmesentral • Tilknytning til fjernvarme • Solcelleanlegg • Kjølesystemet.

			med naturlig kuldemedium • Brønnpark • Kjølesystemet.	
Levetid komponenter	Levetid el-kjel og kjølesystemet 20 år.	Levetid kjølesystemet 20 år.	Levetid kjølesystemet 20 år. Levetid varmepumpe 25 år.	Levetid kjølesystemet 20 år. Levetid inverter15 år. Levetid solcelleanlegg 30 år.



Figur 3-4 Investeringskostnader for referansebygget og de vurderte alternativene

3.5. Resultater

3.5.1. Levert energi

I Tabell 3-5 vises resultatene for levert energi for referansebygget og de tre vurderte alternativene:

Tabell 3-5 Levert energi – resultater for alternativ a) 100% Fjernvarme, b) 90% Grunnvarme/ 10% fjernvarme og c) 100% Fjernvarme + Solceller

Levert og eksportert energi	**TEK 17 – 100% el. kjel**	**TEK17 – 100% Fjernvarme**	**TEK17 – 90% Grunnvarme/ 10% fjernvarme**	**TEK17 – 100% Fjernvarme + Solceller**
	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
1 El-spesifikke energiposter	723 219	723 219	723 219	723 219
2 Tilført el. til oppvarmingsanlegg	728 106	2 024	149 574	2 024
3 Tilført el. til varmtvannssystemer	0	0	70 863	-
4 Tilført el. til kjølesystemer	42 697	42 697	42 697	42 697
5 Egenprodusert el. til egenbruk	0	0	-	-195 136
Levert elektrisitet, sum 1-5	1 494 022	767 939	986 353	572 803
6 Levert fjernvarme	0	726 082	70 033	767 939
Totalt levert energi, sum 1-6	1 494 022	1 494 021	1 056 386	1 340 742
7 Egenprodusert el. til eksport	0	0	-	-56 825
Totalt levert energi, inkl. eksport**, sum 1-7**	1 494 022	1 494 021	1 056 386	1 283 917
	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]	[kWh/m2]
Totalt levert energi, inkl. eksport, sum 1-7	**150,6**	**150,6**	**106,5**	**129,4**
Totalt vektet levert energi*, sum 1-7	150,6	108,9	102,4	85,3

*For å godskrive fornybarandeler fra fjernvarme og biovarme benyttes forenklede vektingsfaktorer som multipliseres med levert energi. Vektingsfaktorene er framkommet ved en sammenligning med en referanseløsning med lokal luft/væske varmepumpe. Vektingsfaktorer benyttes deretter for å utjevne forskjellene mellom lokale løsninger og eksterne systemer for termisk energiforsyning til en bygning. Det benyttes Future Built vektingsfaktorer: Elektrisitet 1,0; Fjernvarme 0,43.

Resultatene viser at referansebygg får levert energi fra strøm på cirka 1 495 000 kWh per år. Dette tilsvarer til 150,6 kWh/m^2 når man regner med vektingsfaktor av de ulike kilder.

Alternativet med 100 % fjernvarme innebærer omtrent like mye innkjøpt energi som referansealternativet. Imidlertid belønnes fjernvarme fremfor strøm til oppvarming ved bruk av en lavere vektingsfaktor, slik at man får omtrent 28 % lavere vektet levert energi og kan oppnå bedre energikarakter.

Alternativet med grunnvarme i kombinasjon med fjernvarme gir nesten 30% lavere innkjøpt energi og 32% vektet levert energi til bygget, sammenlignet med referansen.

Alternativet med fjernvarme og solcelleanlegg gir cirka 10% lavere innkjøpt energi og 15% vektet levert energi til bygget, sammenlignet med referansen.

3.5.2. Årlig energikostnader

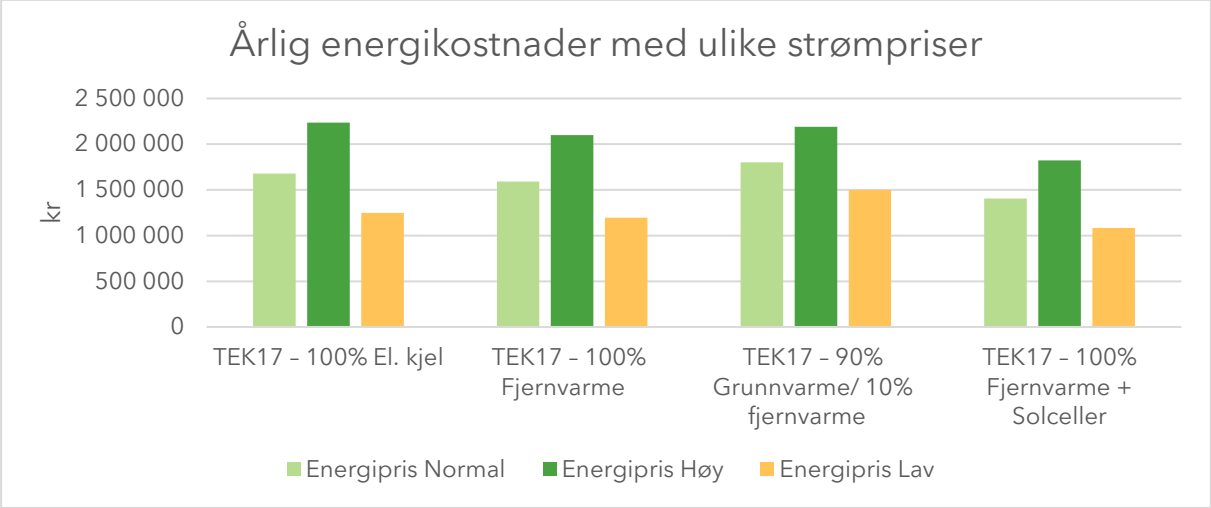
Tabell 3-6 viser årlig energikostnader for de vurderte alternativene. Energikostnadene er beregnet med normalt prisnivå, som beskrevet i kapittel 3.4.1.

Begge alternativene som benytter fjernvarme som grunnlast gir en årlig kostnadsbesparelse sammenlignet med referansebygget. Alternativet som benytter grunnvarme, medfører derimot en økning i de årlige kostnadene. Dette skyldes høye nettleiekostnader knyttet til fjernvarme når den brukes som spisslast, noe som nøytraliserer energibesparelsen i levert energi.

Figur 3-4 viser sensitivitetsanalysen ved lavt, høyt og normalt prisnivå for de ulike scenarioene.

Tabell 3-6 Årlig energi kostnader og årlig besparelse

	TEK 17 – 100% el. kjel	**TEK17 – 100% Fjernvarme**	**TEK17 – 90% Grunnvarme/ 10% fjernvarme**	**TEK17 – 100% Fjernvarme + Solceller**
Årlig energikostnader	-kr 1 650 000	-kr 1 590 000	-kr 1 800 000	-kr 1 400 000
Besparelse fra referansebygg	-	kr 89 100	*-kr 122 700*	kr 274 000



Figur 3-4 Sensitivitetsanalyse av årlige energikostnader for de ulike vurderte scenarioene – det tas med i vurderingen månedsspotpriser ved lavt, høyt og normalt nivå.

3.5.3. LCC resultater

Ved å ta hensyn til både investeringskostnader, årlige kostnader knyttet til energiforbruk samt utskifting av de ulike elementene som følge av endt levetid, er LCC-data for referansebygget og de vurderte alternativene vist i Tabell 3-7.

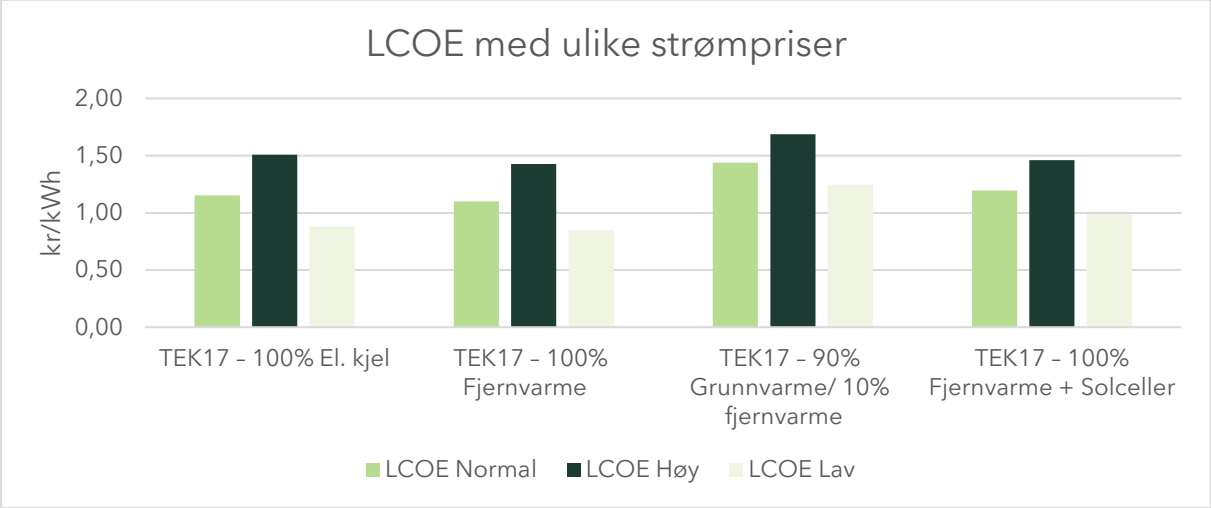
Tilbakebetalingstid beregnes kun for de tre alternativene ut fra årlig energibesparelse vist i Tabell 3-6.

Tabell 3-7 Resultater LCC-analysen for de tre ulike alternativene

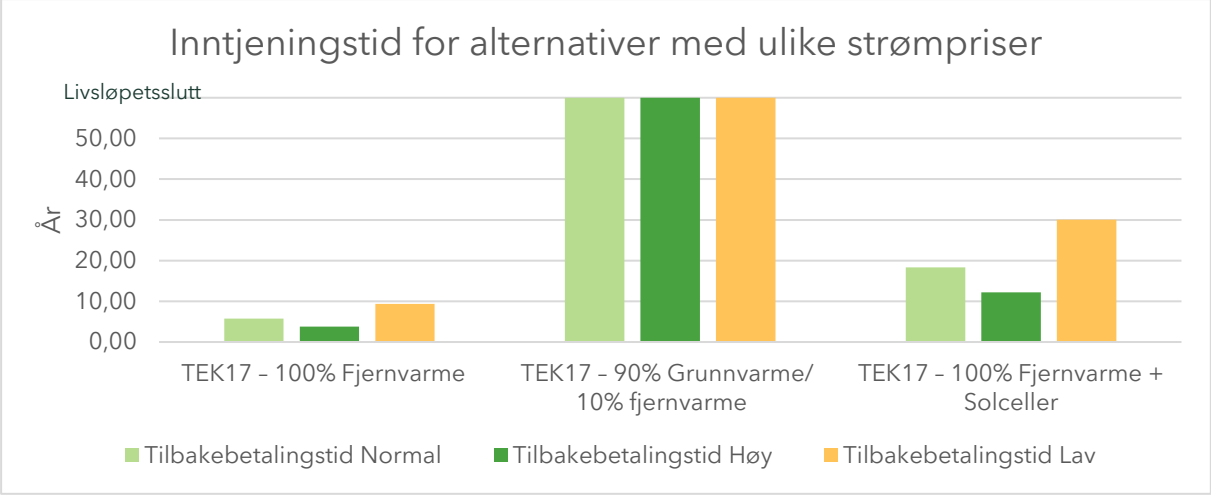
	TEK 17 - 100% el. kjel	**TEK17 – 100% Fjernvarme**	**TEK17 – 90% Grunnvarme/ 10% fjernvarme**	**TEK17 – 100% Fjernvarme + Solceller**
Total diskontert investeringskostnad	kr 2 750 000	kr 2 890 000	kr 9 690 000	kr 8 780 000
Nåverdi	-kr 38 820 000	-kr 37 050 000	-kr 48 400 000	-kr 38 960 000
LCOE	1,15 kr/kWh	1,10 kr/kWh	1,44 kr/kWh	1,19 kr/kWh
Tilbakebetalingstid	-	5,7 år	60+ år	18,3 år

Fjernvarme har lavest livsløpskostnad med nåverdi –37,1 MNOK og lavest LCOE på 1,10 kr/kWh, og fremstår dermed som det mest lønnsomme alternativet. Solcelleanlegg har en

betydelig lengre tilbakebetalingstid enn kun fjernvarme, men nåverdien ligger på samme nivå som referansebygget. Investering i grunnvarmeanlegg med fjernvarme som spisslast og backup har både høyest livsløpskostnad og høyest LCOE, og oppnår ikke tilbakebetaling innenfor levetiden. Figur 3-5 og Figur 3-6 viser sensitivitetsanalysen av LCOE og inntjeningstid ved lavt, normalt og høyt prisnivå for de ulike alternativene.



Figur 3-5 Sensitivitetsanalyse av LCOE for de ulike vurderte scenarioene – det tas med i vurderingen månedsspotpriser ved lavt, høyt og normalt nivå.



Figur 3-6 Sensitivitetsanalyse av årlige inntjeningstid der for de ulike vurderte scenarioene – det tas med i vurderingen månedsspotpriser ved lavt, høyt og normalt nivå.

3.5.4. Reduksjon klimagassutslipp

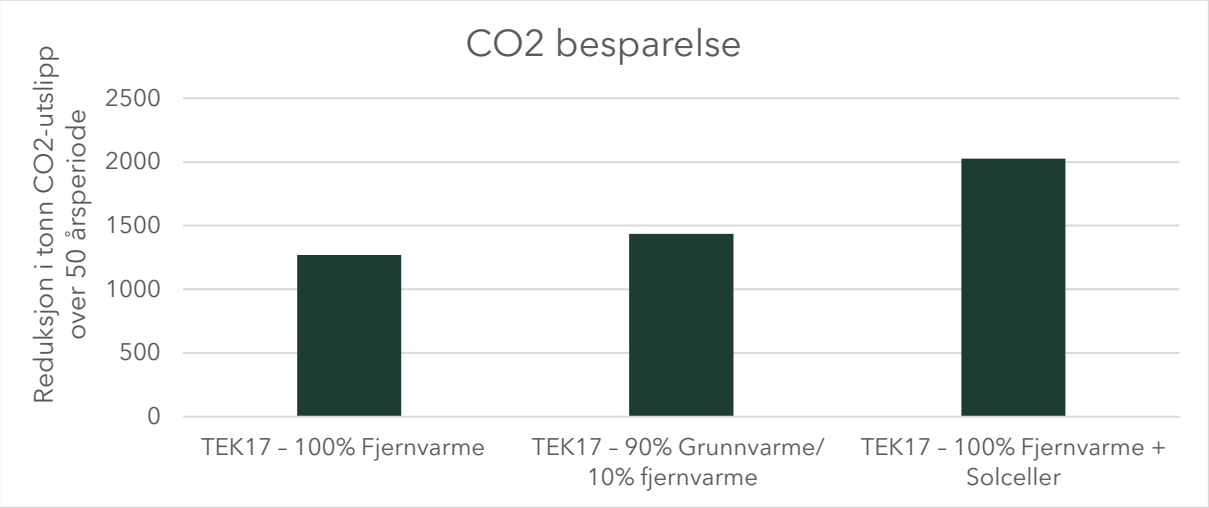
Vi har i utredningen også gjort en vurdering mht. reduksjon i klimagassutslipp i drift fra ulike energiforsyningsalternativer. Siden det er forutsatt at alle alternativer benytter naturlig kuldemedium, har vi antatt at klimagassutslipp for kuldemedium er lik 0.

For strøm brukes verdi fra NS 3720:2018 med startår 2030. For fjernvarme er det lagt til grunn verdi fra Bodø energi (fjernvarmeleverandør i Bodø) beregnet fra 2030 fjernvarmemiks og framskriving mot 2080.

Gjennomsnittlig utslippsfaktor på fjernvarme og strøm er et estimat for år 2030 til 2080, som vist i Tabell 3-8. 2030 er satt til startår da det ikke er besluttet når utbyggingen vil være ferdig. Disse verdiene er Europeisk (EU28+NO) forbruksmiks. Se Notat «Klimagassreduserende tiltak» for mer detaljer.

Tabell 3-8 Gjennomsnittlig utslippsfaktor 2030-2080 for elektrisitet og fjernvarme

Energikilde	**Norsk-europeisk (EU28+NO) strømmiks**
Elektrisitet	60,0 g CO_2e/kWh
Fjernvarme	25,0 g CO_2e/kWh



Figur 3-7 Reduksjon i klimagassutslipp over 50 år for de ulike vurderte alternativene

Løsningen med 100 % fjernvarme gir om lag 28 % reduksjon i klimagassutslipp, mens grunnvarme i kombinasjon med fjernvarme gir en reduksjon på 32 % sammenlignet med referanseløsningen. Løsningen som kombinerer fjernvarme og solceller gir den største reduksjonen, med en besparelse på 41 %.

3.6. Oppsummering for energiforsyningsanalyse

LCC-analysen viser at fjernvarmealternativet har lavest investeringskostnad og lavest nåverdi.

Grunnvarme med fjernvarme som spisslast vurderes som lite lønnsomt, hovedsakelig på grunn av høye investeringskostnader og høye kostnader knyttet til bruk av fjernvarme som spisslast. Dette medfører også en betydelig økning i nettleien. LCC-analysen viser at denne løsningen gir de høyeste livsløpskostnadene og dermed ikke er lønnsom. Denne konklusjonen er imidlertid sterkt avhengig av prismodellen som er lagt til grunn for bruk av fjernvarme som spisslast, og endringer i denne kan gi andre resultater for løsningens lønnsomhet.

Investering i solcelleanlegg gir høyere nåverdi og lengre inntjeningstid sammenlignet med løsningen med kun fjernvarme. Sammenlignet med referansebygget har imidlertid denne løsningen tilnærmet lik nåverdi og den største reduksjonen i CO_2-utslipp.

4 Vurdering av ulike ambisjonsnivå

Vi har videre vurdert tre energikonsepter for å oppfylle følgende ambisjonsnivå:

- Futurebuilt Plusshus,
- Futurebuilt nZEB
- TEK17

Utredningen inneholder kun vurdering av energikostnader tilknyttet disse energikonseptene. Investeringskostnader er ikke vist i denne utredningen, og det henvises til selve hovedkalkylen.

Beregning av levert energi er gjennomført med utgangspunkt i modellbygget som er benyttet i kostnadskalkylen. Det forutsettes at valg av byggets geometri og utforming fastlegges etter felles gjennomganger av arkitektkonseptene. Dette innebærer at de endelige resultatene kan avvike fra de som presenteres i dette notatet.

4.1. FutureBuilt Plusshus

FutureBuilt plusshus er et bygg som over året produserer mer energi enn det bruker. Konkret stilles det krav til at bygget skal ha netto overskudd på minimum 2 kWh/m² BRA pr år.

For å planlegge og bygge et plusshus er det viktig å ta grep fra konseptfase og følge det tett i alle faser av prosjektets utvikling til og med første driftsår for å legge til rette for minimalt energibruk og maksimal energiproduksjon i bygget.

Hovedgrep i denne fasen for å sikre at Bodø sykehjem oppnår plusshus-ambisjonen innebærer:

- Konseptvalg for byggets utforming
- Konseptvalg for planløsning og ventilasjon
- Konseptvalg for varme, kjøling og belysning
- Maksimere areal for solcelleanlegg
- Helhetlig konseptutvikling

4.1.1. Byggets utforming

Bygget må utformes med spesielt hensyn til de overordnet hovedgrepene. Noen av de førende prinsipper er:

- Kompakt bygningskropp for å sikre lavest mulig varmetap mot omgivelser
- Fasade- og planutforming for optimale forhold for dagslys og mindre behov for kjøling og belysning og maksimal solenergiproduksjon
- Takutforming for størst mulig solenergiproduksjon

Vi har forutsatt bygget oppnår kravet til passivhus. Termisk komfort om sommeren er forutsatt oppnådd med minimal kjøling ved bruk av gode løsninger for utvendig solavskjerming og innovativt konsept for varme og kjøling.

4.1.2. Ventilasjonsstrategi

For å oppnå plusshus-ambisjonen er det sentralt at viftebruken til ventilasjon minimeres.

Vi har forutsatt at ventilasjonsstrategi utvikles i tidligfase med en kombinasjon av mekanisk og naturlig ventilasjon såkalt hybrid ventilasjon. Prinsippet innebærer bruk av mekanisk ventilasjon i deler av året, mens naturlig ventilasjon i perioder med milde utetemperaturer. Ventilasjonsstrategi må utvikles med spesielt fokus på planløsninger med hensyn til luftstrømmer og trykkforhold, lav luftmotstand ut i ventilasjonsanlegget, optimal deling av aggregater og størrelse.

I et sykehjem har man behov for konstant ventilasjon for beboerrommene, mens dagsenter og felles arealer har mye variasjoner som gjør det egnet for behovsstyring og et hybrid ventilasjonskonsept.

Vi forutsetter at planløsning og ventilasjonsstrategi planlegges nøye med tanken på temperaturer, støy og luftkvalitet i videreutvikling av prosjektet, som del av strategi for byggets utforming. Fasade og takutforming og bygningshøyde er avgjørende faktor for å lykke med ventilasjonsstrategi for plusshus.

4.1.3. Varme og kjøling

Romoppvarming er forutsatt løst primært via gulvvarme. Konseptuelt betyr dette at varmen leveres over store arealer med relativt lave vanntemperaturer, som normalt gir jevn

temperaturfordeling og høy termisk komfort. Lavtemperaturprinsippet er samtidig en nøkkelforutsetning for god varmepumpeøkonomi: jo lavere temperatur varmepumpen må produsere, desto høyere blir effektiviteten over året.

Termisk komfort om sommeren er forutsatt håndtert ved gulvkjøling/svaling, supplert der det er hensiktsmessig av kjøling via ventilasjonsanlegget. Gulvkjøling innebærer at overskuddsvarme fjernes ved at gulvet fungerer som en stor, svakt kjølende flate, fremfor å «blåse» kald luft inn i rommet. Dette gir typisk et mer behagelig inneklima med mindre trekk og lavere støynivå enn luftbasert kjøling alene. Løsningen er spesielt godt egnet når kjølingen i stor grad kan leveres som frikjøling fra brønnpark, fordi systemet kan utnytte relativt «milde» kjøletemperaturer og likevel gi tilstrekkelig effekt. Samtidig forutsetter gulvkjøling god regulering for å unngå kondens, blant annet ved å begrense hvor kaldt systemet tillates å gå basert på innendørs fuktforhold. Dette er derfor en integrert del av styrings- og automasjonskonseptet.

Et viktig premiss for gulvbaserte systemer er at gulvkonstruksjoner og overflater ikke må ha for høy varmemotstand. Derfor er det lagt til grunn at en vesentlig del av gulvarealet ikke har parkett eller andre løsninger som i stor grad reduserer varmeoverføring. Dette påvirker både oppvarmingskapasitet om vinteren og kjøleeffekt om sommeren, og er dermed en relevant forutsetning for både ytelse og dimensjonering.

4.1.4. Varmtvann og el. effektive tiltak

Tappevann er forutsatt med sirkulasjon for å sikre rask tilgang til varmtvann og god brukeropplevelse. Dette er en løsning som ofte er riktig i bygg med høye funksjonskrav, men den forutsetter samtidig god prosjektering og isolasjon for å begrense varmetap i distribusjonen. Tappevannsystem er også forutsatt å dekke varmtvannsbehov oppvask- og vaskemaskiner i felles kjøkken/stue per avdeling.

4.1.5. Brukerutstyr, belysning og automasjon

For å redusere strømbruk til utstyr har vi forutsatt valg av oppvask- og vaskemaskiner i felles kjøkken/stue per avdeling med hotfill funksjon. Det vil innebære at disse maskiner benytter byggets varmtvann i stedet for å varme vannet med elektrisk element.

På belysninger har vi forutsatt høyeffektive LED-belysning med både tilstedeværelse og behovsstyring i dagsenter og fellesarealer. For beboerrom er det forutsatt høyeffektiv LED med behovsstyring (dagslysdimming).

Det er lagt til grunn et høyt nivå av integrasjon mot SD-anlegg, med mer avanserte styringsstrategier enn ren tidsstyring. I praksis betyr dette at systemene koordineres og optimaliseres basert på reell bruk og, der det er relevant, værbasert styring. For kunden innebærer dette et konsept som typisk gir lavere energibruk og mer stabil komfort, men som også stiller tydeligere krav til prosjektering, idriftsettelse og funksjonstesting. Energieffektive, frekvensregulerte pumper med høy virkningsgrad og tilkobling til SD er derfor en del av forutsetningen, slik at varme- og kjøledistribusjon kan tilpasses behovet kontinuerlig.

4.1.6. Energiforsyning

Vi har forutsatt at byggets oppvarmingsbehov dekkes hovedsakelig med høyeffektivt varmepumpeanlegg med brønnpark. Bygget tilkobles fjernvarmeanlegg som benyttes til spisslast og back-up.

Vi har lagt til grunn en egen høyeffektiv varmepumpeanlegg for varmtvannsproduksjon. Dette vil sikre at varmepumpeanlegg dimensjoneres for full dekning av tappevann uten bruk av direkte strøm. Back-up for varmtvannsproduksjon ivaretas med fjernvarmen evt. el-kolber.

Kjølebehov til bygget er forutsatt dekkes av frikjøling fra brønnparken, som i praksis innebærer at man kan levere kjøling med svært lavt energiforbruk fordi kompressordrift i stor grad kan unngås.

4.1.7. Solceller

Byggets solcelleanlegg må produsere mer energi enn det bruker i løpet av året.

For å oppnå dette målet må vi forutsette maksimal utnyttelse av byggets tak- og fasadeareal til solcelleanlegg. Dette innebærer at alle disse arealer er utformet for beste solforhold. Riktig orientering og utforming er noen av de sentrale forutsetninger.

Som resultat har vi forutsatt øst-vest solcelleanlegg på hele takarealet til bygget og solcelleanlegg på øst, vest og sør vendte fasader til bygget. I tillegg har vi også forutsatt solcelleanlegg på nabobygget.

Takmontert solcelleanlegg gir normalt høy produksjon, mens fasadeanlegg kan gi et mer sesongmessig og tidsmessig supplement. Øst–vest orientering på tak kan også bidra til en

jevnere produksjonsprofil gjennom dagen sammenlignet med en ren sørorientert løsning, noe som i mange bygg gir bedre samsvar med forbruk.

Et slik omfattende solcelleanlegg på bygget vil gi høyere strømproduksjon i flere timer om sommeren enn bygget har behov for. For å få bedre økonomi i solcelleanlegg samt tiltak for å kutte effekttopper som vinteren har vi tatt med batteribank i plusshus konseptet. Dette er ikke et krav i henhold til Plusshus, men gir mulighet for supplering reservekraft.

4.2. FutureBuilt nær-nullenergibygg (FB-nZEB)

FutureBuilt nZEB er et bygg som krever vektet levert energi på maks. 85 kWh/m² BRA/år

For å oppnå nær-nullenergibygg er det viktig å legge til grunn energi- og effektreduserende tiltak. Det betyr å prosjektere et bygg som har lavt energibehov og effektive systemer for å dekke dette behovet.

Sentrale forutsetninger for FB-nZEB er beskrevet nedenfor.

4.2.3. Bygningskropp

Vi har forutsatt godt isolert og tett bygningskropp og fasader med gode detaljer i overganger slik at det er enkelt å oppnå passivhus kravet.

Termiskkomfort om sommeren er forutsatt oppnådd med minimal kjøling ved bruk av tilstrekkelig utvendig solavskjerming.

4.2.4. Ventilasjon, varme, kjøling og belysning

I et sykehjem har man behov for konstant ventilasjon for beboerrommene, mens dagsenter og felles arealer har mye variasjoner og mest egnet for behovsstyrtventilasjon. Vi forutsetter at ventilasjonsløsningen kan redusere luftmengder til de minste tillate verdiene i driftstiden (passivhus standard).

Det forutsettes at varmebatteriet og oppvarmingssystemet er vannbårent. Kjøling løses med ventilasjonskjøling. Det er lagt til grunn gulvvarme som oppvarmingsløsning.

Det blir 100 % mekanisk ventilasjon. Det er forutsatt standard tappevann opplegg med gode isolerte rør for å minimere varmetap i distribusjonen. På belysninger har vi forutsatt LED-belysning med både tilstedeværelse og behovsstyring i dagsenter og fellesarealer.

4.2.5. Energiforsyning

Bygget er lokalisert innenfor et fjernvarmekonsesjonsområde, og fjernvarme er derfor lagt til grunn som hoved energikilde, med elkjel som reserveløsning. Ventilasjonskjølebehovet dekkes med tørrkjøler. Videre er det forutsatt et øst–vest-orientert solcelleanlegg som dekker hele det tilgjengelige takarealet. Dette bidrar til å redusere levert elektrisitet fra nettet og sikrer at bygget oppfyller kravene til FB-nZEB. Valg av grunnvarme bidrar ikke direkte til å oppnå FB-nZEB-måloppnåelse og anses dermed en beslutningssak for kommune.

4.3. TEK 17

Forutsetninger som ble lagt til grunn for å beregne energibudsjett og kostnader til Tredje alternativ er å gjennomføre et nytt bygg iht. TEK17 som oppfyller krav til energi angitt i kapittel §14.2 – Energieffektivitet for bygningskategori sykehjem. Krav er satt på nettoenergibehov, og det skal ikke overstige 195 W/m2 K.

Det er derfor lagt til grunn noen forutsetninger for:

- Konseptvalg for bygningskropp
- Konseptvalg for ventilasjon, varme, kjøling og belysning
- Konseptvalg for energiforsyning

4.3.1. Bygningskropp

Alle bygningsdeler oppfyller TEK17 § 14-3: Minimumsnivå for energieffektivitet. Det forutsettes at vinduer og byggets lufttetthet er i tråd med dagens standard, som er noe bedre enn minstekravet i TEK17. Det forutsettes solavskjerming med automatisk styring på alle solutsatte fasader.

4.3.2. Ventilasjon, varme, kjøling og belysning

Det forutsettes at varmebatteriet og oppvarmingssystemet er vannbårent. Kjøling løses med ventilasjonskjøling. Det er lagt til grunn gulvvarme som oppvarmingsløsning. Ventilasjonen er forutsatt hovedsakelig med konstante luftmengder, og eventuelt

behovsstyrt i noen fellesarealer hvor personbelastningen varierer mye i løpet av dagen. Det forutsettes få store aggregater som dekker hele bygget. Det blir 100 % mekanisk ventilasjon. Det er forutsatt standard tappevann opplegg med gode isolerte rør for å minimere varmetap i distribusjonen. På belysninger har vi forutsatt LED-belysning med både tilstedeværelse og behovsstyring i dagsenter og fellesarealer. .

4.3.3. Energiforsyning

Bygget ligger i fjernvarmekonsesjonsområdet, og det er derfor lagt til grunn fjernvarme som hovedkilde, med elkjel som backup-løsning. Ventilasjonskjølebehov dekkes med tørrkjøler. Valg av grunnvarme bidrar ikke direkte til måloppnåelse mot TEK17 og anses dermed en beslutningssak for kommune.

4.4. Ytterligere vurderinger om energiløsninger

Bygget ligger innenfor konsesjonsområdet for Bodø Energi Varme (BE Varme) med tilknytningsplikt. Derfor ble dette vurdert som en aktuell løsning i alle tre alternativene, enten som spisslast eller som grunnlast. I alle vurderte alternativer er det også lagt inn en elkjel for å sikre beredskap og dekke byggets behov dersom grunnlastkilden eller spisslastkilden ikke er tilgjengelig i en periode.

4.5. Levert og eksportert energi

Tabell 4-1: Kravet til Plusshus fra FutureBuilt er et overskudd på minimum 2 kWh/m² BRA per år, mens NZEB-kravet er 85 kWh/m² BRA per år. TEK17 setter ikke noe krav til levert energi, men det finnes et krav til netto energibehov på 195 kWh/m². Resultatene for de ulike alternativene er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Levert energi på ulike ambisjonsnivå

Levert og eksportert energi	**FB Plusshus**		**FB NZEB**		**TEK17**	
	[kWh]	[kWh/m²]	[kWh]	[kWh/m²]	[kWh]	[kWh/m²]
1 El-spesifikke energiposter	477 417	48,1	633 246	63,8	723 219	72,9
2 Tilført el. til oppvarmingsanlegg	34 729	3,5	0	0,0	2 024	0,2
3 Tilført el. til varmtvannssytemer	34 906	3,5	0	0,0	0	0
4 Tilført el. til kjølesystemer	2 771	0,3	30 952	3,1	42 697	4,3
5 Egenprodusert el. til egenbruk	-169 863	-17,1	-179 552	-18,1	0	0
Levert elektrisitet, sum 1-5	379 960	38,3	484 646	48,8	767 939	77,4
6 Levert fjernvarme	10 052	1,0	395 190	39,8	726 082	73,2
Totalt levert energi, sum 1-6	390 012	39,3	879 836	88,7	1 494 021	150,6
7 Egenprodusert el. til eksport	-260 130	-26,2	-72 409	-7,3	0	0
Totalt netto levert energi, sum 1-7	129 867	13,1	807 427	81,4	1 494 021	150,6
Total vektet levert energi*, sum 1-7	124 138	**12,5**	582 169	**58,7**	1 080 154	**108,9**
Kravet - vektet levert energi		**- 2,0**		**85,0**		**(195,0)****

*For å godskrive fornybarandeler fra fjernvarme og biovarme benyttes forenklede vektingsfaktorer som multipliseres med levert energi. Vektingsfaktorene er framkommet ved en sammenligning med en referanseløsning med lokal luft/væske varmepumpe. Vektingsfaktorer benyttes deretter for å utjevne forskjellene mellom lokale løsninger og eksterne systemer for termisk energiforsyning til en bygning. Det benyttes Future Built vektingsfaktorer: Elektrisitet 1,0; Fjernvarme 0,43.

** TEK17 stiller kun krav til netto energibehov

4.6. Årlig energikostnader

Tabell 4-2 Energikostnader for de tre ulike energikonsepter: Alternativ 1 – FB Plusshus, Alternativ 2 – FB nZEB, Alternativ 3 - TEK17

	Alternativ 1 - FB Plusshus	**Alternativ 2 – FB nZEB**	**Alternativ 3 - TEK17**
	[kr/år]	[kr/år]	[kr/år]
Årlig nettleie strøm	156 395	196 765	262 986
Årlig energikostnad strøm	134 833	172 544	272 664
Årlig kostnad strøm	**291 229**	**369 309**	**535 649**
Årlig nettleie fjernvarme	280 552	247 423	405 454
Årlig energikostnad fjernvarme	2 875	107 496	203 703
Årlig kostnad fjernvarme	**283 426**	**354 919**	**609 157**
Årlig salg strøm	**-92 609**	**-25 770**	**0**
Total årlig kostnader	**482 045**	**698 458**	**1 144 806**

5 Konklusjon

I denne rapporten ble det gjennomført en analyse på to ulike nivåer:

- Energiforsyningsanalyse, med LCC- og klimagassutslipp av tre alternativer for energikilde (TEK 17 bygg)
- Energivurdering av tre ulike ambisjonsnivåer (FB-Plusshus, FB-nZEB og TEK17), og vurdering av energikostnader

Energiforsyningsanalysen viser at fjernvarme gir lavest livsløpskostnad basert på LCC-analysen. Kombinasjon av grunnvarme med fjernvarme vurderes ikke som lønnsom, hovedsakelig som følge av høye investeringskostnader og økte kostnader knyttet til bruk av fjernvarme som spisslast. Denne vurderingen gjelder særlig når bygget ikke er optimalisert for grunnvarme, det vil si ved høyt varmebehov. Konklusjonen er i stor grad avhengig av prismodellen som er lagt til grunn for bruk av fjernvarme som spisslast. Det er derfor viktig å etablere dialog med Bodø Fjernvarme for å avklare gjeldende prismodell og eventuelt vurdere behovet for å revidere resultatene fra LCC-analysen.

Alternativet som kombinerer fjernvarme og solceller har samlede kostnader som ligger mellom de øvrige alternativene, men er samtidig løsningen som gir den største reduksjonen i klimagassutslipp. På bakgrunn av dette ble løsningen valgt som energiforsyning i konseptet med middels ambisjonsnivå (FB-nZEB).

For de øvrige energikonseptene ble valg av energiforsyning styrt av ambisjonsnivået. Det ble derfor valgt en løsning med grunnvarme som grunnlast i plusshusvurderingen, og fjernvarme i TEK17-konseptet.

Vurderingen av ambisjonsnivå viser at Bodø sykehjem, med riktige tiltak, ligger nært ambisjonsnivået for plusshus. Siden de fleste tekniske tiltakene allerede er ivaretatt i plusshuskonseptet beskrevet i denne utredning, vil oppfyllelse av denne ambisjonen innebære betydelige føringer for konseptvalg samt byggets fotavtrykk og størrelse. Vurderingene viser at kravene til nær-nullenergibygg (FB-nZEB) er enklere og mer oppnåelige enn FB-plusshus for Bodø sykehjem.

Resultatene for kostnader knyttet til levert energi viser at plusshus har de laveste årlige energikostnadene, om lag 60 % lavere enn alternativ 3. Alternativ 2 gir en reduksjon i årlige energikostnader på rundt 40 %. Til tross for en betydelig energireduksjon fra nZEB til plusshus reduseres ikke energikostnadene tilsvarende, hovedsakelig på grunn av høye spisslastkostnader knyttet til fjernvarme.

asplan viak