

NOTAT

OPPDRAAG	Eineåsen skole	DOKUMENTKODE	10215832-RIEn-NOT-001
EMNE	Ene 04 - Energiforsyning med lavt klimagassutslipp	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bærum kommune Eiendom	OPPDRAAGSLEDER	Elisabeth Langli Montgomerie
KONTAKTPERSON	Jørund Ragnhildstveit	SAKSBEHANDLER	Joakim Arntsen, Stig Jarstein
KOPI	-	ANSVARLIG ENHET	Energianalyse, Oslo

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Bærum kommune Eiendom i forbindelse med detaljregulering av Eineåsen Skole avd. Gommerud.

Multiconsult har gjennomført en foranalyse av energiforsyning til den nye Eineåsen ungdomsskole. Bygget skal sertifiseres etter BREEAM-NOR 2016. Foreliggende notat er utarbeidet iht. kravene gitt i emnet Ene 04 i teknisk manual for BREEAM-NOR 2016 v.1.2. Formålet med Ene 04 er å redusere klimagassutslipp ved å oppmuntre til bruk av lokal energiproduksjon fra fornybare kilder som skal dekke en betydelig del av energibehovet. Foranalysen er utført av en energispesialist og er gjennomført i reguleringsfasen.

Det er gjort vurderinger av ulike energiforsyningsløsninger for byggeprosjektet. En rekke alternativer er vurdert som uaktuelle, mens to varmepumpe-løsninger og bioenergi er vurdert i mer detalj.

Solceller kan installeres for å dekke deler av det el-spesifikke forbruket. Det bør gjøres en skissestudie for solceller dersom en ønsker å vurdere dette grundigere og optimalisere anlegget til behovet.

Den anbefalte klimavennlige energiforsyningsløsning for Eineåsen ungdomsskole er bergvarmepumpe. Løsningen har laveste resulterende energipris. Utslipp av klimagasser fra denne løsningen ligger mellom tilsvarende fra en bioenergiløsning og en luft- til vann varmepumpe. Løsningen har de høyeste investeringskostnadene, men de laveste driftskostnadene. Samtidig er det en løsning som kommunen har god kjennskap til og ikke minst gode erfaringer med fra naboskolen. Da bergvarmeløsningen med varmepumpe og elkjel krever minst energi levert til bygget, vil dette valget i tillegg gjøre det lettere å samle BREEAM-poeng som tildeles i Ene 01 Energieffektivitet.

01	15.05.2020	Dokumentasjon iht. Ene 04	STJ	JAA	ELM
00	02.04.2020	Dokumentasjon iht. Ene 04	STJ	JAA	ELM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse.....	2
1 Bakgrunn.....	3
2 Områdebeskrivelse	3
2.1 Energibehov	4
3 Lokale planleggingskriterier.....	5
4 Termisk energiforsyning	5
4.1 Bruk eller eksport av spillvarme	6
4.2 Varmepumpe	6
4.2.1 Luft til vann varmpumpe	6
4.2.2 Væske til vann varmpumpe med energibrønner.....	7
4.2.3 Sammenligning av alternative varmpumpeløsninger.....	9
4.3 Fjernvarme.....	9
4.4 Lokal varme produksjon med fast biobrensel	9
4.5 Lokal produksjon med flytende biobrensel	9
4.6 Lokal produksjon av solvarme	10
4.7 Tilskuddsordninger	10
5 Lokal kraftproduksjon.....	11
5.1 Solceller	11
5.2 Andre alternativer for lokal kraftproduksjon	11
5.3 Tilskuddsordninger	11
6 Vurdering av alternativer.....	12
6.1 Sammenligning aktuelle termiske varmeløsninger	12
6.1.1 Forutsetninger for lønnsomhetsberegning	12
6.1.2 Forutsetninger for CO ₂ - beregning fra årlig varmeproduksjon	13
7 Konklusjon Ene 04.....	13

Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp

beregningene av netto energibehov samt investeringsbehov og behovet for levert energi og klimagassutslipp forbundet med de ulike energiforsyningsløsningene.

Bygget skal sertifiseres etter BREEAM-NOR og Multiconsult Norge AS er engasjert til å gjennomføre en foranalyse knyttet til emnet *Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp*. For å oppnå ett poeng under Ene 04 må det gjennomføres en foranalyse av aktuelle energiforsyningsløsninger for utbyggingen. Målet for emnet er å redusere klimagassutslipp ved å oppmuntre til bruk av lokal energiproduksjon fra fornybare kilder. Dette notatet inkluderer ikke full livssyklusanalyse av alternativene, og dekker dermed ikke dokumentasjonskravet for et andre poeng under Ene 04.

2.1 Energibehov

Det er i de følgende beregningene lagt til grunn et energimål på linje med passivhusstandard² og kravene som må tilfredsstilles for å bli BREEAM-sertifisert i nivå Very Good.

Tabell 1 viser beregnet netto energibehov for bygget fordelt etter energiposter. Dette er normerte beregninger forutsatt passivhusstandard. Totalt årlig netto energibehov til rom-, ventilasjons- og tappevannsoppvarming er ca. 227 MWh. Foreløpige energiberegninger er basert på gjeldende areal og normerte verdier fra NS:3031, og gjennomført i henhold til TEK-krav og premisser gitt av byggherre, som at bygget skal være et «nesten nullenergibygg». Beregningene er foreløpige og grove og det er blant annet ikke beregnet ventilasjonsluftmengder. Beregninger basert på normerte verdier gir ofte lavere behov enn reelt forbruk.

Estimert brutto effektbehov for rom- og ventilasjonsoppvarming er 225 kW. Estimert er basert på erfaringsverdier for spesifikt effektbehov.

Det presiseres at beregningen ikke kan regnes som en reell energiberegning eller effektdimensjonering for bygget. Beregningen vurderes likevel som tilfredsstillende for foreliggende vurdering da formålet er å sammenligne ulike energiforsyningsløsninger.

Tabell 1: Beregnet netto effekt- og energibehov

	Totalt energibehov [kWh]	Totalt effektbehov [kW]
Romoppvarming og ventilasjonsvarme	150 750	225
Tappevann	75 750	15,0
Vifter	67 500	7,7
Pumper	18 750	2,1
Belysning	74 250	13,8
Teknisk utstyr	66 000	32,5
Ventilasjonkjøling	37 500	75
Total beregnet behov	490 500	371

Tabell 2: Netto varmebehov og effektbehov til varme over året

Netto energi og effektbehov til varme	
Areal (BRA)	7 500 m ²
Netto varmebehov over året	226 500 kWh/år
Netto maksimalt effektbehov til varme	240 kW

² <https://www.baerum.kommune.no/om-barum-kommune/organisasjon/om-eiendom-i-baerum-kommune/prosjekter-eiendom/eineasen-ungdomsskole/>

Inkludert beregnet distribusjonstap og reguleringstap i bygget blir forventet varmebehov inkludert tap som vist i tabellen under:

Tabell 3: Varmebehov inkludert tap tilsvarende netto energibehov pluss distribusjonstap og reguleringstap

Varme	
Behov tappevann inkluder tap i bygg	75 750 kWh
+ Netto varmebehov romoppvarming og ventilasjonsvarme	150 750 kWh
+ Distribusjonstap og reguleringstap i bygget	25 483 kWh
= Varmebehov inkl tap	251 983 kWh

3 Lokale planleggingskriterier

Det er ikke utbygget fjernvarme i området og planvedtak om tilknytningsplikt er ikke aktuelt.

En individuell varmepumpe-løsning for bygget kan vurderes. Siden det er et nybygg, er det tilgjengelige arealer for energibrønner under grunnflaten av bygget, og det er ikke avdekket begrensninger i forhold til boring av energibrønner. Luft til vann varmepumpe er også et aktuelt alternativ. Ingen lokale planleggingskriterier bortsett fra eventuelle støykrav, som normalt sett skal kunne tilfredsstilles med kjente løsninger, påvirker disse løsningene.

For vurdering av solceller er det takarealer tilgjengelig på bygget. Det er ikke identifisert begrensende planleggingskriterier knyttet til et slikt anlegg.

Det er ingen øvrige vesentlige lokale planleggingskriterier som vil påvirke valg av energiforsyningsløsning.

4 Termisk energiforsyning

Følgende kapittel oppsummerer mulige løsninger for termisk energiforsyning og hvorvidt de vurderes som reelle muligheter. Det er kun utført analyser av lønnsomhet for løsningene som vurderes som egnede og gjennomførbare. Analysen er videre begrenset til et anlegg som kun dekker denne skolen.

Energiforsyning fra varmepumpe, fjernvarme eller lokal bioenergi krever i praksis vannbåren varme. For alle alternativer må det inkluderes et teknisk rom, hvor varmepumpe eller biokjel plasseres. Varmen forutsettes her distribuert fra teknisk rom i fire rør, tur-retur for varmefordeling til oppvarming og ledning for varmt tappevann og varmtvanns sirkulasjonsledning.

Det antas en temperatur ut på det lokale varmedistribusjonsnettet på maksimalt 60 °C. I detaljeringsfasen vil en kunne vurdere lavere driftstemperaturer for å gi en ytterligere bedret systemvirkningsgrad på et varmepumpesystem. Oppnådd systemvirkningsgrad for en varmepumpe vil variere avhengig av små variasjoner i tur/retur-temperatur.

For tappevannet må temperaturen ut ligge på 60 °C.

Kostnad for internt varmedistribusjonssystem og sanitæranlegg er likt for alle vannbårene alternativer og er ikke inkludert i investeringskostnaden og lønnsomhetsanalysen.

4.1 Bruk eller eksport av spillvarme

Iht. BREEAM-manualen skal foreliggende analyse se på muligheten for at bygget kan tilknyttes et lokalt kombinert kraft- og varmeanlegg (CHP-anlegg) eller en annen kilde for spillvarme, eller om det er produksjon av varme i bygget som kan utnyttes. Bygningstypene i området indikerer ingen spillvarmekilder av betydning i området.

Det vil ikke være prosesser i bygget som produserer større mengder spillvarme, og eksport av spillvarme er derfor ikke aktuelt.

4.2 Varmepumpe

En varmpumpe dimensjoneres normalt til 40- 50 % av maksimalt effektbehov, og kan da dekke rundt 80 til 90 % av energien. Det legges her til grunn at spisslast og reserve dekkes av elkjel.

Basert på energi- og effektbehov anbefales omtrentlig installasjon i den lokale varmesentralen som vist i tabell under. Anbefalt dimensjonering bør optimaliseres i et forprosjekt.

Tabell 4: Installasjoner lokal varmesentral

Lokal varmesentral	Effekt
Varmepumpe (luft til vann eller væske til vann)	100 kW
Elkjel	240 kW

En væske-vann varmpumpe er erfaringsmessig antatt å kunne dekke 85 % av totalt varmebehov til romoppvarming og ventilasjonsvarme, en luft-vann varmpumpe kan normalt dekke omtrent 80 %.

Til tappevann spisses temperaturen fra i underkant av 50 °C ut fra varmpumpe til 60 °C ved hjelp av elkjelen. Det antas at 2/3 av tappevannet kan dekkes av varmpumpen over året, mens 1/3 må dekkes av elkjel for å oppnå 60 °C levert til bygget.

Temperaturstyring, utnyttelse av overoppheter og utnyttelse av hvilekapasitet for varmpumpen til produksjon av varme bør detaljeres for anlegget.

Når det etableres en ny skolebygning med betydelig avvikende behov for elektrisitet enn tidligere bygningsmasse, det er naturlig at det kan bli behov for ny transformator kapasitet. Det er ikke gjort vurderinger av totalt kapasitetsbehov og i hvilken grad kostanden påvirkes av valg av varmforsyning. Det er derfor ikke inkludert eventuelle merkostnader for anleggsbidrag for tilknytning til elektrisk anlegg. Optimalisering av kapasitet på eventuelle planlagte varmpumper og tilgjengelig effekt på trafostasjonene må vurderes grundigere i et forprosjekt.

4.2.1 Luft til vann varmpumpe

En luft til vann varmpumpe henter omgivelsesvarme fra uteluften. Luft til vann er en relativt rimelig løsning som ofte benyttes og kan vurderes i dette prosjektet. Propan R90 og andre klimavennlige kjølemedier kan være egnet for denne typen varmpumpe.

Virkningsgraden til en luft til vann varmpumpe varierer betydelig avhengig av utetemperatur fra under 2 til maksimalt opp mot 5 ved 5 til 10 plussgrader. Gjennomsnittlig over året vil en oppnå en årsvirkningsgrad (SCOP) fra 2,2 til 3,5 avhengig av kvaliteten til varmpumpen og temperaturer. Det er her tatt utgangspunkt i en SCOP på 3,0.

En luft til vann varmpumpe har stor plasseringsfrihet, men krever rikelig tilgang til uteluft, som for eksempel ute på et tak, og må plasseres slik at støyplager unngås.

Selve varmpumpen inkludert luftinntaket vil være i størrelsesorden 2 x 1 meter. Et areal ute på 5 til 10 m² er normalt tilstrekkelig. I tillegg kreves et innvendig teknisk rom, som normalt vil kreve 30

Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp

til 40 m². Selve varmepumpen kan evt. stå inne i bygget med en tørrkjøler ute på tak. Dette krever en sekundær væskekreft med lake mellom inne- og utedelen, noe som øker kostnadene noe.



Figur 2: Utvendig luft til væske varmepumpe med luftinntak og varmepumpe plassert på tak

Nødvendige tilpasninger av varmepumpen til å levere kjøling om sommeren er inkludert i investeringskostnadene for dette alternativet.

4.2.2 Væske til vann varmepumpe med energibrønner

Et aktuelt alternativ er en varmepumpe som henter varme fra grunnvannet ved hjelp av et antall brønner. Grunnvannet varmer opp en brineløsning som sirkulerer i en sluttet rørkrets mellom brønnene og varmepumpen. Et slikt anlegg kan også levere frikjøling om sommeren.

Propan eller andre klimavennlige kjølemedier er aktuelle for denne typen varmepumper. Bruk av naturlige kuldemedier vil også kunne score poeng under andre emner i BREEAM-manualen.



Figur 3: Brønndata på brønner i området, blå prikker indikerer brønner (Kilde: NGU, <http://geo.ngu.no/kart/granada/>)

Energibrønnene borres i fjell og ned til fjellet installeres det føringsrør for å sikre brønnen. Meterne med føringsrør er betydelig mer kostbare og kan ikke regnes som aktive meter i forhold til varmeoverføring. NGU har oversikt over de fleste borede brønner, og deres kart viser at det er et antall energibrønner i nærheten av skolen. Kartdatabasen viser at dybden til fjell for de nærmeste

Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp

brønnene varierer mellom 1 og 2 meter. Befaring og gjennomgang av eksisterende konstruksjonstegninger av RIG har avdekket berg i dagen i og rundt mesteparten av planområdet, samt at eksisterende skole er fundamentert direkte på berg. Figur 3 viser Eineåsen skole avdeling Gommerud innsirklet til høyre og Rykkinn Skole (navn i kart er Berger skole) med en brønnpark sentralt. Vi har i forbindelse med denne analysen innhentet driftserfaringer per telefon fra anlegget ved Rykkinn skole. Selv om erfaringene vi fikk meddelt hadde relativt kort historie, er det svært positivt at de viser at anlegget etter noen års drift er gode. Det opplyses at dette ikke minst skyldes jevnlig og grundig oppfølging fra leverandør av varmepumpene.

I følge berggrunnsdatabase til Norges geologiske undersøkelser består berggrunnen i området av sandstein, fin- til middelskornet, med steddannede, konglomerater, sandstein og siltstein med karbonatknoller og steddannede konglomerater. I følge NGU³ er Ringerikssandstein, som her, har gode egenskaper i forhold til bergvarmeanlegg, som god varmeledningsevne.

Systemvirkningsgraden til en væske til vann varmepumpe med energibrønner avhenger av grunnforhold, temperaturer og kvalitet på varmepumpen, i tillegg til små variasjoner i tur-returtemperaturer på varmeanlegget. Gjennomsnittlig over året vil en oppnå en årsvirkningsgrad fra 3 til 5 avhengig av kvaliteten til varmepumpen og temperaturer. Det er her tatt utgangspunkt i en SCOP på 3,5.

Grunnvannsgjennomstrømningen påvirker hvordan varmedriften kjøres og hvor store varmeeffekter det er mulig å ta ut. Avhengig av grunnforholdene kan varmedriften for et borehull ligge mellom 25 -40 Watt per meter aktivt borehull. Ved en effekt på 30 W/meter brønn, vil det for dette prosjektet kreves 2300 meter brønn, tilsvarende 11 brønner.

Dette må imidlertid utredes nærmere da lokale forskjeller kan være store. I enkelte tilfeller bores det en prøvebrønn som analyseres, og det gjøres en termisk responstest før man bestemmer antall brønner og dybde. Prøvebrønnen vil da kunne brukes som en av det antallet som fastslås.



Figur 4: Boring av energibrønn

Avstanden mellom brønnene kan bli beregnet ut fra prøvebrønnen, men man bør ikke regne med noe mindre avstand enn 15 meter. Det optimale er en «L» formasjon eller en rekke. Det gjør at avstanden antagelig kan reduseres og energioptaket blir bedre.

Her antas et arealbehov på 165 m² for brønnparken og at det med stor sannsynlighet er tilstrekkelig tilgjengelig areal på tomten for denne.

³ Grunnvarmekartlegging i Asker og Bærum

http://www.ngu.no/upload/publikasjoner/rapporter/2004/2004_013.pdf

4.2.3 Sammenligning av alternative varmepumpeløsninger

	Luft-vann varmepumpe	Væske-vann varmepumpe med energibrønner
Arealbehov varmepumpe og luftinntak	5-10 m ²	-
Meter energibrønner (med energiuttak)	0	2300 m
Antall energibrønner	-	11
Arealbehov energibrønner	-	165 m ²
Arealbehov teknisk rom	30 - 40 m ²	30 - 40 m ²
SCOP	3	3,5
Levetid varmepumpe [år]	15 år	20 år
Energidekningsgrad rom- og ventilasjonsvarme	80 %	85 %
Energidekningsgrad tappevann	70 %	70 %
Behov levert elektrisitet varme	123000 kWh	107000 kWh
Effektdekningsgrad VP	40 %	40 %

Figur 5: Nøkkeltall for alternative varmepumpeløsninger for Eineåsen ungdomsskole

4.3 Fjernvarme

Det er ikke etablert fjernvarme, eller planer om fjernvarme i området. En stor andel av byggene i området er enten for små til å kunne inngå i et felles varmesystem av økonomiske årsaker, har ikke vannbåren varme, eller har relativt nylig etablert egne varmeløsninger. Fjernvarme anses ikke som et realistisk alternativ og er ikke behandlet videre i denne analysen.

4.4 Lokal varme produksjon med fast biobrensel

Fast biobrensel er tilgjengelig i form av flis, briketter eller pellets. På grunn av anleggets relativt begrensede effektbehov anses biopellets som mest aktuelt av de faste brenslene. Pellets kan på transporteres over større avstander grunnet av høyest energitetthet. Pellets er også en handelsvare med standardiserte egenskaper og flere solide leverandører.

Lokalt lager/silo kan etableres integrert i bygning eller frittstående tett på energisentralen.

Løsningen gir noe lokalt utslipp av støv og NOx. Anlegget er imidlertid av en slik størrelse at det ikke omfattes av utslippstillatelse og vil ha begrenset påvirkning av lokalmiljøet. I tillegg til forbrenning vil alternativet medføre noe transport av brensel.

Spiss- og reservelast kan løses på flere måter der elkjel eller forbrenning av flytende eller gassformig brensel som biodiesel eller biogass er mulig. I denne analysen forutsetter vi at elkjel vil være det mest aktuelle alternativet.

Kjølebehov vil med dette alternativet dekkes med kjølemaskin som dumper varme mot uteluft.

4.5 Lokal produksjon med flytende biobrensel

Bioolje kommer i ulike kvaliteter. På sikt vil fornybarandelen i biooljen forbedres, med nye kilder og redusert transportbehov. Med dagens kvalitet, pris og leveringssikkerhet anses flytende biobrensel ikke som aktuelt som hovedbidragsyter i en lokal varmesentral. Som for fast biobrensel vil det være behov for skorstein og reservelastkjeler.

Kjølebehov vil med et slikt alternativ måtte dekkes med kjølemaskin som dumper varme mot uteluft.

Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp

Bruk av flytende biobrensel vurderes følgelig ikke som en egnet oppvarmingsløsning for prosjektet og er ikke vurdert videre.

4.6 Lokal produksjon av solvarme

Solfangere omdanner energiinnstrålingen fra solen til ren varmeenergi som kan benyttes til varmtvannsproduksjon. Produksjonen er størst sommerstid, og lavere produksjon på vinteren gjør solvarme lite aktuelt som hovedoppvarmingskilde. Bruk av solfangere for å dekke deler av varmtvannsbehovet kan vurderes som et supplement til øvrig oppvarming, men det er oftest mer lønnsomt å dimensjonere en varmepumpe- eller bioenergiløsning med tilhørende spisslast til å dekke hele behovet.

Skolebygg av denne typen har ikke et betydelig tappevannsbehov samt at behovet er minst når tilgangen på sol er best. Solfangere er ikke undersøkt videre i dette notatet.

4.7 Tilskuddsordninger

Tilskudd til termisk energiforsyning for denne type bygg tildeles i hovedsak gjennom støtteprogrammene til Enova. Enovas støtteprogram *Varmesentrales* er aktuelt for prosjekter som benytter fast biobrensel, væske-vann varmepumpe og/eller solfangere.

5 Lokal kraftproduksjon

Bygget vil bli koblet til Hafslund Nett/Elvias distribusjonsnett på vanlig måte.

5.1 Solceller

Installasjon av solceller for egen produksjon av strøm er teknisk mulig i prosjektet, og en eventuell installasjon vil ikke påvirke valg av varmeløsning eller kapasitetsbehov fra nettselskapet Elvia.

Solceller omdanner solenergien til elektrisk energi som transporteres til forbruker via strømmettet eller den kan lagres i batterier. Avhengig av type solcellepanel kan effektiviteten forventes å ligge mellom 10 – 20 %. Solcellepanelene vil ha størst produksjon i sommerhalvåret. Dersom det oppstår et overskudd i produksjon av strøm vil man gjennom plusskundeordningen kunne overføre overskuddsenergien inn på strømmettet.

Dersom skolen etableres i tre etasjer antas det å bli etablert ca. 2000- 2500 m² tak mot det fri. Noe av det frie takarealet vil kunne være tilgjengelig for solceller. Det antas ikke å være tilgjengelige arealer utenom taket for solceller.

For et anlegg på Rykkinn, vil typisk årlig produksjon for et optimalt dimensjonert solcelleanlegg med retning mot sør ligge på rundt 150 kWh per kvadratmeter solcellepanel.

Det er gjort estimater for et tenkt solcelleanlegg med 780 m² solcellepaneler. Dette gir en produksjon i størrelsesorden 112 000 kWh/år. Egenprodusert elektrisitet vil da over året tilsvare ca. 50 % av el-spesifikt internt behov, men med manglende sammenfall av produksjon og forbruk må deler av produksjonen eksporteres.

Investeringskostnaden for et slikt anlegg kan ligge på omtrent 1,4 millioner NOK, og det forventes drift- og vedlikeholdskostnader på 1-2 % av investeringen. Dette gir en energikostnad i størrelsesorden 1,2 kr/kWh som er noe over energikostnad på kraft levert fra nettet.

5.2 Andre alternativer for lokal kraftproduksjon

Utnyttelse av vindenergi vurderes som lite hensiktsmessig for dette prosjektet. Det finnes få plasseringer egnet for vindturbiner, og det vil medføre problematikk med sikkerhet, støy og vibrasjoner.

Verken småskala vannkraft, tidevannskraft eller bølgekraft vurderes som aktuelt for bygget på grunn av byggets beliggenhet og manglende moden teknologi for småskala kraftproduksjon til å dekke enkeltbygg.

I kraftvarmeverk genereres varme og elektrisitet i én prosess. Kraftvarmeverk kan kjøre på brensel som biobrensel eller naturgass og valg av brensel må sees i sammenheng med forskriftskrav om fornybare energikilder i bygg. Småskala kraftvarmeanlegg er svært lite utbredt internasjonalt, og nasjonalt forhandlernettsverk og servicekompetanse mangler. Løsningen er forbundet med svært høye investerings-, drift- og vedlikeholdskostnader sammenlignet med produsert energi.

5.3 Tilskuddsordninger

Det avdekkes ingen støtteordninger som direkte vil gi støtte til aktuelle systemer for lokal kraftproduksjon. Enova har den siste tiden gått bort fra å gi støtte til solcelleanlegg, dette hovedsakelig fordi anleggene i større grad er lønnsomme uten støtte. Enova vil derimot kunne gi støtte til innovative energisystemer.

6 Vurdering av alternativer

6.1 Sammenligning aktuelle termiske varmeløsninger

Tre aktuelle termiske varmeløsninger er vurdert.

1. Væske-vann varmepumpe fra energibrønner
2. Luft-vann varmepumpe
3. Bioenergi

Tabellen under gir nøkkeltall for de tre aktuelle varmeløsningene.

Tabell 5: Nøkkeltall for de fire vurderte termiske varme- og kjøleløsningene

	Alternativ 1: Luft til vann varmepumpe	Alternativ 2: Væske til vann varmepumpe	Alternativ 3: Bioenergi
Levert energi til varme	138 000 kWh	112 000 kWh	296 393 kWh
Investering	1 423 636 kr	2 293 636 kr	1 803 582 kr
Kapitalkostnader	128 043 kr/år	148 310 kr/år	132 711 kr/år
Drift og vedlikehold	56 945 kr/år	47 745 kr/år	90 179 kr/år
Kostnader til energikjøp	167 000 kr/år	136 000 kr/år	166 000 kr/år
Energikostnad varme	1,22 kr/kWh	1,15 kr/kWh	1,34 kr/kWh
CO ₂ utslipp fra varmeproduksjon	18,2 tonn/år	14,8 tonn/år	10,4 tonn/år

Lønnsomhetsvurderingen viser at alternativet med væske til vann varmepumpe med propan som kuldemedium gir lavest totale energikostnad.

Vurderingen viser videre at forskjellene i årlig energikostnad er relativt små for alternativene. Usikkerheten i anslagene gjør dermed at det er vanskelig å peke på en løsning som den mest lønnsomme. Dersom reelt varmebehov er større enn kalkulert, vil væske-vann-alternativet styrke sin konkurranseposisjon.

Muligheten til å borre energibrønner anses som god da erfaringene fra nabobygget, Rykkinn skole, er gode.

En luft til vann varmepumpe kan gi utfordringer med tanke på støy, særlig for eksisterende boliger i nærheten. Det kan være utfordrende å finne en god plassering av luftinntaket og varmepumpen som ikke går på bekostning av felles utearealer, men dette er ikke vurdert grundigere.

Bioenergi har relativt lave investeringskostnader, men har noe høyere behov for kjøpt energi. Klimagassutslippet til bioenergi er svært lavt, men løsningen krever noe elektrisitet til spisslast samt kjøling.

6.1.1 Forutsetninger for lønnsomhetsberegning

Det er utført en lønnsomhetsberegning i henhold til kravene i teknisk manual for BREEAM-NOR for de mest aktuelle varmeløsningene.

Følgende forutsetninger ligger til grunn for lønnsomhetsberegningen:

Levetider:

- 15 år for luft til vann varmepumpe,
- 20 år for væske til vann varmepumpe,
- 50 år for energibrønner,
- 20 år for bionergianlegget

Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp

Kalkulasjonsrente: 4 %

Energikostnader: Elektrisitet: 1,21 kr/kWh, basert på forwardkontrakter på Nordpool og Hafslunds nettleie til varmepumpe og elkjel
Biopellets: 0,42 kr/kWh levert til skolen (relativt lite behov og betydelige transportkostnader inkludert)

Investeringskostnader:

Investeringskostnader er basert på erfaringstall fra leverandører, kostnadsdata fra NVE.

For alle varmepumpeløsninger er det lagt til grunn kostnader for installasjon av elkjel for spisslast. Det er ikke tatt høyde for at kapasitetsbehov til elkjel kan utløse økte investeringer i kraftforsyningen som vil lastes over på prosjektet.

Prosjekteringskostnad og kostnad for fordeling av varme via vannbårent oppvarmingssystem er forutsatt å være uavhengig av valgt løsning, og kostnader for dette er ikke inkludert.

6.1.2 Forutsetninger for CO₂-beregning fra årlig varmeproduksjon

Det er gjennomført CO₂-utslippsberegninger for driften av anlegget over året. Det understrekes at dette ikke er LCA-beregninger, men kun beregninger av utslipp fra produksjonen av varme, og er ikke tilstrekkelig for å dokumentere Ene04, punkt 4 til 6.

Følgende forutsetninger legger til grunn for CO₂-beregningene i henhold til verdier gitt i teknisk manual for BREEAM-NOR:

CO₂ utslippsfaktorer:

Elektrisitet fra nettet: 132 gCO₂/kWh, i henhold til teknisk manual for BREEAM-NOR

Standardverdier for biobrensel i BREEAM-NOR manualen for bruk i LCA-analyser er 14 gCO₂/kWh levert energi til bygget.

7 Konklusjon Ene 04

Formålet med denne utredningen, *Ene 04 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp*, er å identifisere de mest klimavennlige realistiske alternativene for energiforsyning.

Bergvarmeanlegg vurderes som den løsningen som gir best lønnsomhet over livsløpet og med klimagassutslipp mellom de to andre løsningene. Det er en for kommunen kjent teknisk løsning med god leveringssikkerhet dersom anlegget følges godt opp. Det er imidlertid noe usikkerhet i forhold til investeringsnivå, drift- og vedlikeholdskostnader.

Luft- til vann varmepumpeløsningen har lavest investeringskostnad, men høy energikostnad over livsløpet og høyest klimagassutslipp av de tre alternativene.

Bioenergiløsningen med elkjel til spisslast gir lavest klimagassutslipp, men høyest kostnader.

Det er ikke store forskjeller i resulterende energikostnad for de tre vurderte alternativene, og når bygget blir detaljert i senere faser kan forholdet mellom de tre endres noe. Vår anbefaling heller likevel i retning bergvarmeanlegg av to årsaker, (1) den beregnede relativt lave livsløpskostnaden, og (2) de gode erfaringene med bergvarmeløsningen på naboskolen.

Bygget kobles til distribusjonsnettet for elektrisitet på vanlig måte. Lokal produksjon av elektrisitet anses kun som realistisk ved bruk av solceller som kan installeres for å dekke deler av det el-spesifikke forbruket. Et solcelleanlegg spiller ikke inn på målet om passivhus og er ikke nødvendig for å oppnå BREEAM Very Good, men vil bidra til å redusere klimagassutslipp. En eventuell installasjon må basere seg på en mer detaljert studie for å sikre økonomisk optimal størrelse.