

ALVER KOMMUNE

MANGER BRANNSTASJON

FORSTUDIE ENERGIFORSYNINGSLØSNINGER

ADRESSE COWI AS
Postboks 2422
5824 Bergen
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INNHold

1	Innledning	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Energikrav fra myndigheter og byggherre	3
1.3	Energimerkeforskriften	4
1.4	Støtteordninger	4
2	Planlagt energiløsning Manger Brannstasjon	5
2.1	Planlagt varmeløsning	5
2.2	Grovt estimat energibehov og inndata opsjoner	5
3	Vurderte energiforsyningsløsninger	6
3.1	Oppvarmingsløsninger	6
3.2	Elektrisitetsproduksjon	12
3.3	Andre	15
4	Diskusjon	16
5	Lønnsomhetsanalyse varmesentral	20
5.1	Effekt- og energigrunnlag varmesentral	20
5.2	Inndata lønnsomhetsanalyse	21
5.3	Sammenligning – årskostnader uten støtte	22
5.4	Sammenligning – årskostnader med støtte	24
6	Konklusjon og anbefalinger	25
7	Kilder og viktige linker	26

OPPDRAGSNR.

A245017

DOKUMENTNR.

01

VERSJON

A

UTGIVELSESDATO

27.01.2023

BESKRIVELSE

Forstudie
energiforsyningsløsning

UTARBEIDET

reaa

KONTROLLERT

adro

GODKJENT

adro

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Forum arkitekter med COWI AS og Smedsvig Landskapsarkitekter AS har på vegne av Alver kommune utredet to konsepter (opsjoner) for Manger brannstasjon gjennom et skisseprosjekt. Skisseprosjektet ble levert desember 2022, og i den forbindelse er det parallelt utarbeidet det en forstudie der ulike energiforsyningsløsninger vurderes opp mot hverandre.

De to konseptene består av å oppgradere eksisterende brannstasjon i Prestmarkvegen 1C, eller å bygge en ny brannstasjon på Solendmyra:

- > **Opsjon 1 – Ombygning Meieriet**
Brannstasjonen er lokalisert i et flerbruksbygg. I tillegg til brannstasjon og teknisk drift huser også bygget tjenester som velferdssenteret, hjemmesykepleie og matservice. Areal brannstasjon og teknisk drift er planlagt til 815 m² i plan 1 og 360 m² i plan 2. Totalt ca 1170 m². Vaskehall bygges separat på egen tomt, ca 100 m².
- > **Opsjon 2 – Nybygg Solendmyra**
Nytt regulert område på Solendmyra tilrettelagt ny brannstasjonstomt. Areal brannstasjon og teknisk drift er planlagt til 650 m² i plan 1 og 290 m² i plan 2. Totalt ca 940 m², inkludert en ny vaskehall på ca 100 m².

På bakgrunn av ovennevnte har dette notatet til formål å vurdere energiforsyningsløsninger for Manger Brannstasjon. Analysen inneholder en vurdering av hensiktsmessige teknologier i forhold til energisentralens lokalisering og energibehov, samt vurdering av de teknologienes lønnsomhet.

I skissefasen ble det som utgangspunkt besluttet at det skal legges opp til følgende energiforsyning for bygget, uavhengig av opsjon:

- > Oppvarmingssystem: vannbåren varme
- > Oppvarming, grunnlast: luft/vann-varmepumpe
- > Oppvarming, spisslast: elkjel
- > Oppvarming, tappevann: forvarming via varmepumpe + elektriske beredere
- > Kjøling: Ikke medtatt. Antas lufting via vinduer ved behov.
- > El-spesifikt behov: kjøpt elektrisitet fra nett

Studien som er gjennomført utfordrer det ovennevnte prinsippet og det er vurdert hvorvidt det kan være aktuelt eller hensiktsmessig å benytte seg av andre energiforsyningsløsninger.

Forstudiet er gjort med de opplysninger som finnes på nåværende tidspunkt om energipriser, investeringskostnader og byggets energibehov. Kostnader og dekningsgrader er basert på erfaringer for tilsvarende prosjekter og løsninger, samt erfaringstall fra Norsk prisbok og Norsk vassdrags- og energidirektorat.

1.2 Energikrav fra myndigheter og byggherre

Bygget skal tilfredsstillende gjeldende myndighetskrav, blant annet følgende krav:

1.2.1 Krav til energieffektivitet (TEK17 § 14-2)

Totalt netto energibehov skal ikke overstige rammeverdi for de respektive bygningskategoriene angitt i TEK17 §14-2 første ledd. Brannstasjon er en kombinasjon av kontorer og lett industri/verksted. Energirammen for de ulike sonene blir på 115 og 140 kWh/m² oppvarmet BRA pr. år.

Bygg med solceller som produserer minst 20 kWh/m² oppvarmet BRA vil ha lavere krav til energieffektivitet. Ifølge § 14-5, Unntak og krav til særskilte tiltak, kan energirammen økes med inntil 10 kWh/m² oppvarmet BRA per år.

For yrkesbygninger skal det i tillegg til kontrollberegning beregnes et energibudsjett med reelle verdier, iht. TEK17 §14-2 femte ledd.

1.2.2 Krav til energiforsyning (TEK17 § 14-4)

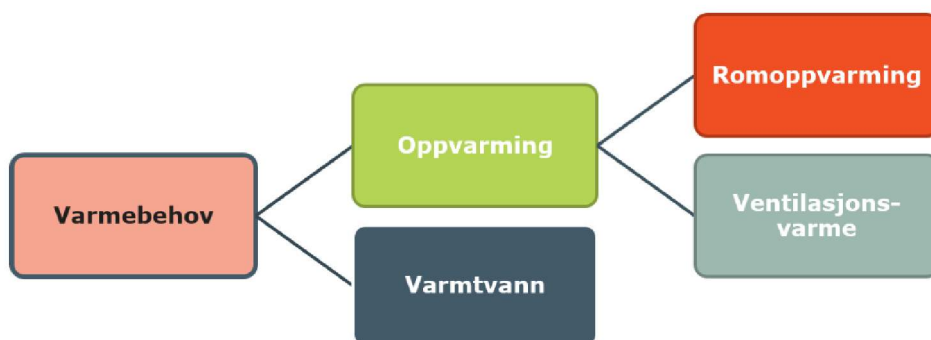
Bygget skal tilfredsstillende gjeldende myndighetskrav, blant annet kravene i TEK17 §14-4 som gjelder for løsning til energiforsyning. Paragrafen sier følgende:

(1) Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel

(2) Bygning > 1.000 m² BRA skal

- a. ha energifleksible varmesystemer
- b. tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger (<60 °C)
- c. ha felles energisentral

Videre vises det til preaksepterte ytelser gjengitt i veiledning til 2. ledd, som sier at 60 % av årlig energibehov til romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og varmtvannsberedning skal dekkes av et energifleksibelt varmesystem. Definisjon av varmebehov er visualisert i figur 1.



Figur 1 - Netto varmebehov i en bygning iht. definisjon i TEK17.

Preaksepterte ytelser i veiledning til 2. ledd gir også følgende krav:
Minimumsareal avsatt til varmesentral skal beregnes etter formelen: $10 \text{ m}^2 + 1$ prosent av oppvarmet BRA, opptil 100 m^2 .

Bakgrunnen for å kreve et minimumsareal for byggets varmesentral, er å gi reell fleksibilitet i byggets livsløp. Arealet avsatt til varmesentralen skal ikke være så lite at for eksempel kun el-kjel(er) har tilstrekkelig plass.

1.3 Energimerkeforskriften

Energimerket viser bygningens energistandard og beregnes uavhengig av hvordan de som eier/leier bruker bygningen. Energimerking er obligatorisk for alle bygg ved salg eller utleie. I tillegg skal yrkesbygg over 1000 m^2 alltid ha en gyldig energiattest. Se www.energimerking.no for mer informasjon.

1.4 Støtteordninger

ENOVA har ulike støtteordninger knyttet til energibruk og energiproduksjon. Det skjer stadig endringer i støtteprogrammene. Per 2023 er følgende ordninger i ENOVAs programmer relevante for prosjektet:

- > Støtte til energisentraler
- > Støtte til mulighetsstudie for ombruk og fleksibilitet
- > Støtte til prosjektering for ombruk

For programmet "varmesentraler" gis støtten til varmeanlegg basert på flis, briketter, pellets, varmepumpe med væske-vann eller solfangeranlegg. Varmekilder basert på luft støttes ikke. Støtten kan gis til både nybygg og eksisterende bygg, og søker må være et registrert foretak.

Støtten dekker inntil 45 prosent av dokumentert merkostnad for varmesentral, med maksgrense på 2 millioner kroner per prosjekt. Investeringsstøtten skal bidra til at prosjektet blir gjennomført. Væske-vann-varmepumpe får 1600 kr/kW og flis/pellets får 1700 kr/kW installert effekt. For grunnvarmepumper kan også merkostnaden med borehull inkluderes. For solfangere gis 201 kr/m^2 .

Enova har støtte for solcelleanlegg og smart strømstyring, men per 2023 er dette kun for private husholdninger og til fritidsboliger.

For programmene tilknyttet "ombruk" kreves det at det utføres mulighetsstudie eller prosjektering med fokus på ombruk og økt ressursfleksibilitet. Opp mot 50 % av utredningskostnadene kan dekkes. Målet til Enova er å tilgjengeliggjøre ombruksmaterialer og øke kunnskapen og kompetansen på temaet.

2 Planlagt energiløsning Manger Brannstasjon

2.1 Planlagt varmeløsning

Det skal etableres vannbåren lavtemperatur varmesystem på Manger Brannstasjon. Dette regnes som et energifleksibelt varmesystem da det kan benyttes flere ulike energikilder til å forsyne varmesystemet med energi. Fossilt brensel som energikilde er ikke aktuelt for prosjektet.

Energisentral må i de to opsjonene være ca 20 m². Høyde i rom skal være minimum 2,5 meter og fri bredde for inntransport på minimum 1 meter.

2.2 Grovt estimat energibehov og inndata opsjoner

Oversikten i tabell 1 viser grove estimater av arealer, volumer, energibehov totalt og til oppvarming, samt forskjeller mellom opsjonene, som vil påvirke energiforbruket. Forskjellene mellom de to opsjonene utgjør lite for valgt energianbefaling, da forhold som klima, beliggenhet, tilkomst og infrastruktur stor sett er likt. Utforming bygg og energibehov utgjør de største forskjellene.

Verdiene er målt ut fra foreløpige tegningsunderlag og inndata energi er basert på normtall. Beregninger med reelle verdier for klima, temperaturer og driftsforhold må utføres i detaljeringsfase, med program beregnet for formålet.

Tabell 1 Forhold som påvirker energibehov på de to opsjonene

Opsjon	Meieriet	Solendmyra
Oppvarmet areal	1170 m ²	940 m ²
Vaskehall	100 m ² egen tomt	105 m ² inkludert, vegg-i-vegg
Oppvarmet volum	6750 m ³	3970 m ³
Takareal	1000 m ² + 40 m ² tilbygg	645 m ²
Energibehov totalt	175 000 kWh/m ² år	130 000 kWh/m ² år
Andel til varme	40-50 %	30-40 %
Energikrav	Oppgradering eksisterende bygningsmasse. Avvik fra TEK17 kan forekomme.	Nybygg Minimum TEK17
Utforming	Skråtak. Store volumer loft	Kompakt bygningskropp
Plassering	Sentrumsnært. Deler bygg med andre aktører.	Mindre bebyggelse. Industri og skog.

3 Vurderte energiforsyningsløsninger

De påfølgende kapitlene beskriver aktuelle teknologier for energiforsyning. De ulike teknologiene er vurdert spesifikt for prosjektet, og inkluderer oppvarmingsløsninger og elektrisitetsproduksjon. I kapittel 4 er det ytterligere vurderinger oppsummert og samlet gjengitt i forenklet form i figur 11.

3.1 Oppvarmingsløsninger

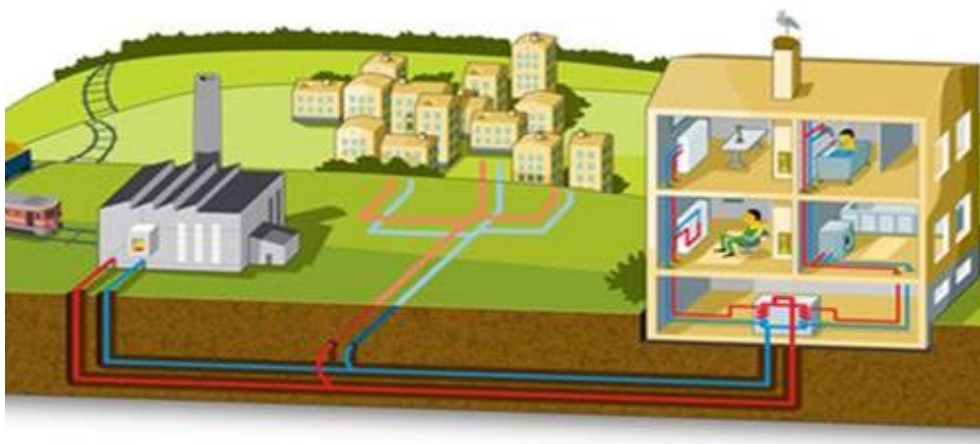
3.1.1 Fjernvarme

Et fjernvarmeanlegg er i praksis et sentralvarmeanlegg som forsyner ett eller flere områder og bygg med energi til varmt tappevann og oppvarming. Anlegget benytter ulike energikilder, slik som spillvarme fra industri, spillvarme fra avfallsforbrenning, varmepumper, bioenergi mm. til oppvarming av vann. Fjernvarme frigjør elektrisk energi som kan benyttes i andre sektorer.

Fjernvarme kan dekke 100 % av energibehov til oppvarming og tappevann. Installeringskostnadene og behov for oppfølging ved drift av kundeinstallasjoner er relativt små. Til gjengjeld følger energiprisene gjerne strømprisene.

Det eksisterer ikke fjernvarmenett i nærheten av Manger, og teknologien er derfor uaktuell for prosjektet.

Vurdert videre: NEI



Figur 2 Illustrasjon av fjernvarme. Hentet fra statkraft.no.

3.1.2 Varmepumpe

Med varmepumper kan en gjøre nytte av en rekke lavtemperatur energikilder, som omgivelsesvarme i uteluft, sjøvann, grunnvann/ berggrunn og jordvarme eller overskuddsvarme (spillvarme) fra ventilasjonsluft, gråvann og kjølevann fra industri. Varmepumpen hever temperaturen til varmekildene slik at de kan nyttiggjøres til oppvarmingsformål (varme og tappevann). Varmepumper brukes også til kjøling, frysing og produksjon av prosessdamp og varme for industri.

Forholdet mellom avgitt energi og tilført energi til varmepumpen kalles for effektfaktoren og avhenger av både temperaturløftet og egenskapene til varmepumpen. For hver grad redusert temperaturløft regner man med 2-3 % høyere effektfaktor. Årlig varmeleveranse fra varmepumper dividert med årlig energi brukt for drift av kompressorer, pumper og vifter, kalles årsvarmefaktor.

Varmepumpe er en godt utviklet og kommersiell teknologi. Forbedringspotensialet ligger i videreutvikling av komponenter, smarte kontrollsystemer for å optimere drift under varierende last, bedre samspill med energistyresystem i bygninger og "smart energy grids", samt integrasjon med andre energiteknologier (lagring, termisk sol, spisslaster).

Bergvarmepumpe

En bergvarmepumpe utnytter energien som er lagret i jord eller berg gjennom borehull i bakken og distribuerer varmen i bygget via vannbåren varme. Et varmepumpesystem dimensjoneres ofte for å dekke grunnlasten i et varmeanlegg, som regel rundt 50% av effektbehovet. Man regner da at anlegget kan dekke 80-90% av det årlige energibehovet til oppvarming. Frikjøling kan også utnyttes fra varmepumpeanlegget til klimakjøling i bygget.

Temperaturen til en bergvarmepumpe varierer med bergtype og er som regel mellom -3 og +8 °C over året. Dybden for borehull er avhengig av temperatur, avstand til berg og effekt. Varmeeffektuttaket varierer fra 20 til 40 W/m avhengig av bergtype, temperatur og grunnvannsgjennomstrømning.

Bergvarmepumpe ansees som en gunstig løsning for Manger Brannstasjon mht. byggets plassering og nærhet til fjell. Teknologien er moden og har lang levetid. Ved Manger kirke viser kart fra NGU seks borehull på 220 meter dybde tilknyttet energianlegg. Borehullene er fra 2019 og viser kort avstand til fjell og høy vannstand i hullene. Mer informasjon er gitt under *kapittel 4 Diskusjon*.

Vurdert videre: JA



Figur 3 - Illustrasjon av bergvarmepumpe. Hentet fra enova.no.

Sjøvannsvarmepumpe

En sjøvannsvarmepumpe fungerer etter samme prinsipp som en bergvarmepumpe, men den henter energi fra sjøvann eller innsjøer.

Med sjøledning tilknyttet energianlegg anbefales inntak på ca 100 meters vanndybde for å unngå gjengroing. Det bygges en pumpestasjon i sjøkanten, gjerne nedsenket under havnivå, med en sjøvannsbestandig varmeveksler som henter ut energi. En egen vannkrets sirkulerer frem til varmesentralene i det aktuell bygget/ byggene. Fordelen med sjøvann som varmekilde er stabile temperaturer over året og at anlegget også kan benyttes til friskjøling.

I Manger er det kort vei til sjø og dypt få hundre meter utenfor Mangerneset. Planlagte brannstasjoner ligger tilbaketrukket i sentrum og har tett bebyggelse mot sjøgrensen. Avstanden på land blir stor. Kostnadene for investering og vedlikehold, også av sjøvannsledning, i forhold til størrelsen på aktuelt anlegg vurderes som uforholdsmessig høyt. Teknologien er derfor ikke vurdert videre.

Vurdert videre: NEI

Luft til vann varmepumpe

Uteluft er den mest vanlige varmekilden for boligvarmepumper i Norge på grunn av lave investeringskostnader. Samtidig er tilgjengelig varme i motfase med varmebehov. Varmepumpene har kraftig redusert effektfaktor og ytelse ved lave utetemperaturer. Uteluft som varmekilde for varmepumper er mest aktuelt på Sørlandet og i kystklima med milde vintre.

Luft til vann varmepumper varmer opp vann som kan brukes til romoppvarming eller oppvarming av tappevann. Investeringskostnadene er noe høyere enn for luft-luft varmepumper, men luft-vann varmepumper kan gi energifleksibilitet, bedre varmefordeling og høyere komfort i bygget.

Luftvarmepumpe ansees kun som fornybar teknologi når de utelukkende benyttes til oppvarming.

Vurdert videre: JA



Figur 4 Illustrasjon av luft til vann varmepumpe. Hentet fra enova.no.

3.1.3 Biobrenselanlegg

Biovarme er en felles betegnelse for bruk av biobrensel til fremstilling av varmeenergi. Det er to muligheter for anvendelse av biovarme: Oppvarming av vann i form av vannbåren varme med akkumuleringstank, vannbåren radiator og gulvvarme, eller luftoppvarming i bygg/oppholdsrom basert på varmeenergi direkte fra en vedovn eller pelletskarbin.

Brensel som produseres fra biologisk materiale kalles biobrensel. Biobrensel regnes som CO₂ nøytralt så lenge forbruket er mindre enn tilveksten av biomasse. Biobrensel kan utnyttes i følgende faser:

- > Fast – Ved, flis og foredlet biobrensel som for eksempel pellets
- > Gass; biogass benyttes til varme- og kraftproduksjon eller som drivstoff
- > Flytende – Biodrivstoff og biologisk fyringsolje

Pelletskjel

Pellets er et miljøvennlig foredlet biobrensel laget av treflis presset sammen under trykk. Pellets er et homogent brensel med stabile egenskaper og høyere energitetthet enn flis. Brenselet kan håndteres og fraktes i lukkede systemer. Høy energitetthet og volumvekt gir bedre lagringsegenskaper, og er spesielt aktuelle for små og mellomstore anlegg.

Varmeenergien som utvikles i brennkammeret blir gjenvunnet i kjelsystemet, ved en varmeveksling i røykgasskjel fylt med vann. Oppvarmet vann blir deretter sendt ut på varmeanlegget.

Bruksprofilen til varmen er en viktig faktor ved dimensjonering av en biokjel. Reguleringsområdet for en biobrenselkjel er mellom 20 % og 100 %. Energilagring i form av akkumulatortank anbefales for å dekke lavlast og topplast med varmt vann, som gir bedre reguleringsmuligheter. Fyringsanleggene har i dag høy grad av automatisering med regulering av luftmengder og brensel, og automatisk feiring, rensing og askeuttak.



Figur 5 Eksempel på fyrrom og innvendig bulklager i rom/bod

Varmeproduksjon ved hjelp av biokjel er en moden teknologi. Pelletskjel innebærer noe transportbehov for leveranse av pellets. Pelletslager kan være

innvendig i eget rom, ute nedgravd eller i utvendig silotanker. Pellets degraderes ikke og størrelse på lageret kan tilpasses priser og ønsket påfyllingsintervall.

Anlegget leveres med O₂-regulering, etterforbrenningskammer, resirkulering av røykgass, og gode varslings- og overvåkningssystemer. Det må påregnes lokale utslipp av avgass. Manger ligger ved kysten og med god utskiftning av luften.

Vurdert videre: JA

Biooljekjel

Konstruksjon og drift av biooljeanlegg er avhengig av kvalitet på den valgte biooljen. Forskjell i viskositet, brennverdi og askeinnhold stiller forskjellige krav til oppvarmingsbehov for tank. Noen typer bioolje kan være aggressive mot enkelte legeringer og pakninger. Dette må det tas hensyn til ved valg av materialer. Mindre anlegg opp til noen hundre kW fyres som regel med raffinerte oljer som har jevnere kvalitet. Dette gjør drift av anlegget lettere. Mye aske og partikler i noen typer bioolje stiller krav til filter og rensing av røykgass.

Hvorvidt teknologien ansees som fornybar avhenger av hvilken bioolje som benyttes. Det var tidligere et problem med dekomponering (råtning) av biofyringsolje etter en viss tids lagring, men leverandører garanterer nå minimum 4 års lagringstid. Mange lette biooljer vil stivne ved temperaturer under 10 °C og det må derfor tilføres varme i tanken dersom den står utendørs.

Vurdert videre: NEI

Biogass

Som alternativ til biofyringsolje kan det også fyres med biogass. Selve kjelinstallasjonen blir lik et anlegg for biofyringsolje. Det er planlagt flere store produksjonsanlegg av biogass i tiden fremover, også på Vestlandet. De siste årene har Enova gitt støtte til nye biogass-produksjonsanlegg, blant annet i Hardanger og på Stord.

Per nå ansees bioanlegg med pellets som mer egnet ut for Manger Brannstasjon, da dette ikke påvirkes i like stor grad av temperaturer på lagringsplass og lagringstiden. Det er mulig biogass vil bli med aktuelt i årene fremover.

Vurdert videre: NEI



Figur 6 Illustrasjon av biokjel. Hentet fra enova.no.

3.1.4 Solfangere

Solfangere omdanner solstråling til varme. Det finnes ulike typer solfangere, der de vanligste er plane solfangere og vakuumrørsolfangere. Virkningsgraden for solfangere vil normalt variere fra 50% opptil 90% i korte tidsrom.

Et solfangeranlegg består grovt sett av solfanger, rørføring, varmelager i form av akkumulatortank og styringssystem med pumpe. I likhet med solceller kan solfangere integreres i bygningsfasaden og taket, eller plasseres utenpå tak, yttervegger eller på mark.

I Norge har termiske solfangere først og fremst blitt benyttet til oppvarming av tappevann. Om sommeren vil solfangerne kunne dekke en stor andel av energibehovet til oppvarming av tappevann, mens det midt på vinteren og ved lite solinnstråling vil være lite varmeproduksjon. Solfangere er derfor en grunnlastkilde, og må kombineres av en annen energikilde som spisslast (eks. elektrisk eller biovarme). Varmeproduksjonen fra solfangere avhenger av den lokale solinnstrålingen, og panelenes samlede areal og orientering.

Vurdert videre: JA



Figur 7 Illustrasjon av solfangeranlegg der solvarme benyttes til forvarming av vannbåren varme. Hentet fra enova.no.

3.1.5 Elkjel

Elkjeler er den enkleste form for varmeproduksjon, med svært lave investeringskostnader, men der produksjonskostnadene følger elpriser og nettariffene direkte. Elektriske varmeelement kan integreres sammen med varmepumper, oljekjel, biobrenselkjel som spiss- eller reservelast. Rene elektrokjeler kan inndeles i tre kategorier: elementkjel, elektrodekjel og induksjonskjel eller trafokjel. Hvorvidt en elkjel kan regnes som fornybar avhenger av hvordan elektrisiteten er produsert.

Vurdert videre: JA

3.2 Elektrisitetsproduksjon

Produksjon av egen energi er gunstig både for miljøet og forutsigbarhet, samt for driftsutgifter. Alver ligger i strømområdet NO5 som dekker Vest-Norge. NO5 betegnes som et eksportområde for energi. NVE estimerer at forbruket vil øke grunnet elektrifisering av transport og petroleumsnæringen, samt ny industri.

3.2.1 Solceller

Solceller er unike i måten de konverterer solens innkommende lys direkte til elektrisitet uten støy og forurensning under drift. Et solkraftanlegg bestående av ikke-bevegelige deler gjør systemet robust, reduserer behovet for vedlikehold og minimerer risikoen for kritiske feil og nedetid.



Figur 8 Solcelleanlegg på skråtak (COWI, 2022).

Strøm-, spenning- og effektkarakteristikken, samt effektiviteten til en modul er avhengig av design, temperatur, helningsvinkel og mengde innstrålt sollys. Installert effekt er oppgitt i watt peak, Wp. Effektivitet, forholdstallet mellom innkommende sollys og produsert energi, er oppgitt i prosent.

Montasjesystem tilpasses hvert enkelt prosjekt for å passe med utforming av bygg eller terreng. Ved skråtak monteres normalt solcellemodulene rett på taket. På flate tak finnes det hovedsakelig to installasjonsmetoder; én vinkling mot sør og én vinkling med kombinasjon av moduler vendt mot øst og vest.

Når modulenes helningsvinkel og lokasjon er bestemt, kan en beregne systemets spesifikke ytelse. Spesifikk ytelse betegner mengde energi, i kWh, systemet produserer per installert effekt, i kWp, i løpet av ett år. Verdien er i stor grad lokasjons- og helningsvinkelavhengig, en bør derfor forsøke å optimalisere denne for høyest mulig energiproduksjon.

Solcelleanlegget kobles som regel direkte i en fordelingstavle bak måleren til bygget. Dette fører til at forbruk prioriteres fra solcelleanlegget og eventuell overskuddsenergi eksporteres på kraftnettet.

Vurdert videre: JA

3.2.2 Småskala vindenergi

En vindturbin omdanner bevegelsesenergien i vinden til elektrisk energi. Hovedkomponentene i en moderne vindturbin består av en rotor med tre blader som driver en generator som leverer elektrisitet.

En vindturbins årlige energiproduksjon er sterkt avhengig av den årlige middelvindhastigheten og fordelingen av høye og lave vindhastigheter over året. Best for utnyttelse av vindressursene til energiproduksjon er områder med høye middelvindhastigheter (over 6 m/s) samt jevne vindforhold over året.

Dagens vindturbiner har reduserte støynivåer og økt effektivitet i forhold til størrelse, slik at de er aktuelle å integrere i boligområder. Vindturbiner grupperes i hvorvidt de har horisontal eller vertikal aksel. For urbane områder er det tre konsepter som benyttes: bygningsmonterte, bygningsintegreerte og bygningsaugmenterte vindturbiner.

Bygningsmonterte er som oftest på taket. Bygnings integreerte er vindturbiner som utgjør en del av bygningskroppen, f.eks. felt inn i tak eller vegg. Her kan de utnytte vinden, naturlige luftstrømmer i bygget ved f.eks en eventuell «flushing» av passivhus eller som en naturlig del av ventilasjonsløsningen.

Bygningsaugmenterte er vindturbiner som også er montert på eller i bygninger, men hvor bygget, byggene rundt og området er designet for å gi optimale vindforhold til vindmøller og for å redusere turbulens.



Figur 9 Illustrasjon av ulike metoder for å utnytte vindenergi på bygg. Hentet fra xxxx.

Vindturbiner operer med cut-inn og cut-out vindområde, som sier noe hvor mye vindhastighet som er nødvendig for å produsere elektrisitet. Dagens mindre vindturbiner har gjerne et cut-inn område på rundt 3 m/s. I tillegg vil virkningsgraden for vindmøller ha et ulineært forhold til vindhastighet. Effekten øker raskt med økt vindhastighet.



BMWT



BIWT (Strata SE1 London)



BAWT



Kombinert vindturbiner, solceller og belysning.

Vindkart for Norge på www.nve.no viser årsmiddelvinden i 80 meters høyde over bakken. På Manger ligger årsmiddelvinden 7-8 m/s og en del høyere enn områdene lengre øst i Alver og kommuner innenfor. Verdiene kan ikke sammenlignes med bakkenivå, men viser at det er et potensiale i Manger i forhold andre mer skjermete steder.

Vindkraft krever større investeringer i forbindelse med innkjøp av vindturbiner og utbygging av anlegget, og har relativt lave drifts- og vedlikeholdskostnader over levetiden av et prosjekt.

Mindre anlegg for utnyttelse av vindenergi, enten integrert på bygget eller i form av infrastruktur langs nyetablert vei, kan være aktuelt. Dette gjelder spesielt for opsjon 2, med et nybygg mer avskjernet fra sentrum.

Vurdert videre: JA

3.3 Andre

3.3.1 PVT-paneler

PVT-paneler ("photovoltaic thermal hybrid") er hybridpaneler, en kombinasjon av solceller og -fangere, som produserer både varmtvann og elektrisitet i samme enhet. Når temperaturen på en fotovoltaisk (PV) solcelle stiger, synker virkningsgraden. Ved å fjerne denne varmen og utnytte den til å dekke varmebehov, vil virkningsgraden for den elektriske solcellen kunne øke.

Temperaturnivået på solvarmen vil ha stor betydning for virkningsgraden til solcellene. Et PVT solfangeranlegg som benyttes til oppvarming av varmt tappevann med vanntemperaturer på 60-70 °C ut fra solfangeren, vil ha redusert virkningsgrad for solcellene. Dersom solfangeren i stedet utnyttes til termisk lading av en brønnpark for en bergvarmepumpe, vil temperaturnivået **inn på** solfangeren være så lav at solcellens virkningsgrad vil bli øke betydelig.

Det første storskala solenergianlegget med en hybrid mellom solceller og termiske solfangere (PVT) ble installert ved rehabilitering av Varden skole i Bergen. Grunnlasten til oppvarming skal dekkes av en bergvarmebasert varmepumpe, og solvarmen skal brukes til termisk lading av energibrønnene.

Vurdert videre: JA



Figur 10 Illustrasjon av et PVT-panel. Figur fra solar2power.pt.

4 Diskusjon

I skisseprosjektet av Manger Brannstasjon er det som utgangspunkt besluttet energiforsyning basert på luft-vann-varmepumpe som grunnlast med elkjel som spisslast/reserve. Varmepumper anses som en fornybar energikilde og er en moden teknologi. Hvorvidt en elkjel kan regnes som fornybar energiløsning avhenger av elektrisitetens opphav. Kombinasjonen av disse to teknologiene er godt utprøvd og anses i utgangspunktet som en god løsning.

Luft-vann-varmepumpe har noen ulemper, da det kreves noe uteareal på tak eller i en bakgård. Det kan også genereres noe støy. Om vinteren når oppvarmingsbehovet er størst vil den ha størst temperaturløft og dårligst virkningsgrad (effektfaktor). Det kreves også avriming av utedel. Dette fører til en dårligere energidekning, typisk 80 %, som gjenspeiles i videre beregninger.

Underveis i skissefasen ble COWI utfordret av Alver kommune til å se på alternative løsninger for energiforsyning, med fokus på fornybare/klimavennlige energikilder. Fra de innledende vurderingene er følgende energikilder identifisert som aktuelle til å erstatte eller supplere den opprinnelige løsningen:

- > Væske til vann varmepumpe
- > Biobrenselanlegg
- > Solfangere
- > Solceller
- > Småskala vindkraft
- > PVT-paneler

Væske til vann varmepumpe

Et anlegg basert på væske til vann varmepumpe har høyere investeringskostnad enn et basert på luft. Dette skyldes at det må bores en brønnpark og lages en frostsikker vannkrets som veksler mot fjellet i grunnen. En brønnpark vil normalt kunne utnyttes til frikjøling, som gir en god gevinst i sommerhalvåret.

En annen fordel med borehull og grunnvarme som varmekilde er at effektfaktor til varmepumpe er høyere og jevnere grunnet stabile temperaturer på varmekilden, fremfor varierende temperaturløft som følge av temperatursvingninger i utelufttemperaturen. Dette gir en høyere energidekning fra varmepumpen, typisk 90-95 % av varmebehovet.

Normalt sett vil bergvarmepumpe regnes som en bedre løsning enn luft til vann, spesielt i et område med gode arealer for borehull. Det er en gunstig å spre med minimum 10 meters avstand. Likevel er det to andre forhold som kan være med å påvirke lønnsomhetsberegningen og anbefalingen;

- > På Manger Brannstasjon er det ikke identifisert et behov for kjøling. Uten kjøling i prosjektet, vil fordelene ha liten betydning.
- > Berggrunnet på Manger er monzonitt (Larvikitt), med varmeledningsevne på ca 2,4 W/mK, som er noe lavt i forhold til de beste bergartene. Variasjonsområdet er gjerne 2 - 4 W/mK. Dette vil dermed kreve flere meter energibrønner som vil utgjøre noe høyere investeringskostnad.

- > Brannstasjonen skal ikke ha helårsdrift og er kun periodevis bemannet. Dette kan gi en høy installert effekt som dimensjoneres for kalde vinterdager, opp mot et mindre energibruk/mengdebelastning på anlegget over tid. Dette innebærer dyr investeringskostnad for begrenset bruk.

Biobrenselanlegg

Et biobrenselanlegg har normalt vært dimensjonert for å dekke grunnlastbehovet i et varmeanlegg, som regel 30 til 50% av maksimalt effektbehov. Bioenergianlegget vil da kunne dekke 80 til 90% av det årlige varmebehovet. I de senere år har egenskapene for biobrenselanlegg blitt bedre, og mange anlegg dimensjoneres for 100 % av effektbehovet. Så lenge anlegget går vil det da kunne dekke hele det årlige energibehovet.

Ofte blir varmeanlegget da utstyrt med en stor akkumuleringstank for å begrense AV/PÅ-drift ved lav delast. For å ha sikkerhet mot varmebortfall ved evt. driftsstans må det vurderes en reserve, som elkjel eller annen varmekilde.

Biobrensel er vurdert som primær energikilde på linje med varmepumper, og det er ikke vurdert som tilsatsvarmekilde til varmepumpeanleggene. I økonomi-vurderingene er det her sett på et biobrenselanlegg som dimensjoneres for å kunne dekke mesteparten av varmebehovet ved Manger brannstasjon.

Andre forhold som kan være med å påvirke lønnsomhetsberegningen og anbefalingen for biovarmeanlegg;

- > På Manger Brannstasjon er det ikke identifisert et kjølebehov. Uten kjøling i prosjektet, vil fordelene ved bruk av kjeler uten kjøleløsning bli større.
- > Beliggenheten utenfor urbane områder, med jevn vind og god utskifting av luften, gir gode muligheter for et anlegg med pipe. Bioanleggene er i dag rentbrennende, men det vil bli noe avgass/røykgass.
- > Periodevis redusert drift på bygget, som gjør at silo for lager ikke trenger å være like store som ved stor daglig drift. Store lagerrom tilgjengelig på Meieriet og mulighet for utvendig silo på tomt på Solendsmyra.
- > Kombinert med for eksempel en elkjel som spisslast eller reservelast, vil en ha god energifleksibilitet og utnytte ulike energipriser i markedet.
- > Bygget er brannstasjon med feievesen og brannpersonell. Selv om de fleste brennerne er automatisert og selvrensende, er det personell på bygget som vil kunne holde jevnlig tilsyn med pipe og rens.

Solfangere

Manger Brannstasjon har vil ha et moderat energibehov til forvarming av tappevann. Det er garderobe, treningsrom, garasje-, verkstedsanlegg og vaskehall som vil være større forbrukere.

For Meieriet er det vaskehallen på egen tomt og vil ikke være tilknyttet varmesentralen på Meieriet. Vaskehallen må ha et separat varme- og

tappevannsanlegg. Vekt- og plassbegrensning på eksisterende tak, samt oppdeling på to separate bygg, er med å gjøre dette løsningen mindre aktuell.

For nybygg på Solend er alt av oppvarmingsbehov og tappevannsforbruk samlet. Her kan taket dimensjoneres for økt laster tilknyttet solanlegg. Solfangeranlegg er å foretrekke der det er store varmtvannsbehov. Det er også aktuelt å benytte solvarmen fra et solfangeranlegg til å lade energibrønner, spesielt på bygg som ikke har kjølebehov og ikke tilbakefører noe varme i grunnen via frikjøling.

Solceller

Både meieribygget og nybygget på Solend er undersøkt og beskrevet mer detaljert med skisser og produksjonsprofil i eget notat *Solanalyse på Manger brannstasjon*. Solceller sees på som en aktuell løsning. Da elektrisitet må installeres på byggene, uavhengig av valgt energiforsyning og varmeløsning, så er denne vurderingen og lønnsomhetsvurderingen holdt utenfor i eget notat.

Meieribygget har et sørvendt skråtak som egner seg meget godt for solceller som gir høy produksjon. Nybygget på Solend har et stort flatt tak som gir muligheter for et øst- og vestvendt anlegg. Dette gir mindre produksjon, men gir et produksjonsmønster som er jevnere fra tidligere på morgenen og til senere på kvelden. Solcellenes energipris kommer på 60 og 70 øre/kWh.

På Meieribygget vil det være andre forhold må tas med i betraktning. Eksisterende bygningskropp er ikke beregnet for ekstra last på taket, slik at forsterkning av takets bæreevne må vurderes og mulig utbedres. Brannstasjon på Solend er nybygg, hvor lastene kan regnes inn i prosjekteringsfasene.

Småskala vindkraft

Vindkraft krever større investeringer i forbindelse med innkjøp av vindturbiner og utbygging av anlegget, og har relativt lave drifts- og vedlikeholdskostnader over levetiden av et prosjekt. Vindkraft vil kreve tak eller områder på bygget som konkurrerer med andre energiløsninger, som luft-vann-varmepumpe og solcelleanlegg. Urbane løsninger for vindkraft plassert på bygg er mindre utprøvd i Norge. Selv integrerte løsninger i bygg vil kunne skape noe uenighet omkring støy og visuelt uttrykk. Vår vurdering, på bakgrunn av dette, er at et solcelleanlegg er å foretrekke fremfor lokal produksjon basert på vindkraft.

PVT-paneler

PVT-anlegg er en lite utprøvd teknologi i Norge. En fordel ved et PVT-anlegg er at høyere effektivitet på solcellene i panelene kan oppnås som følge av kjølingen fra de bakenforliggende solvarmesløyfene. Ved etablering av et PVT-anlegg anbefales det fortrinnsvis at overskuddsenergien (varme, samt elektrisitet som ikke benyttes direkte) lagres i form av varme til forvarming av tappevann eller lading av energibrønner.

Solalternativer på taket:

Solfangere og PVT-paneler kombinert med borehull og lading en dyr investering. Dette er solfangerløsninger som er inkludert i støtte-programmet til Enova. Per nå er solceller sett på som enkleste og utprøvd teknologi. Dersom brannstasjonen blir bygget på Solendmyra bør solfangeranlegg vurderes. Dette må gjøres i samsvar med mer detaljerte tappevannsberegninger for bygget.

Manger Brannstasjon - Alternative energiforsyningsløsninger, Oppsummering					Gunstig	Litt gunstig	Litt ugunstig	Svært ugunstig
	Leverert energi	Dekningsgrad	Lønnsomhet	Arealbehov	Støy	Eksport	Lokalisering/ rammer	Annet
Luft/vann varmepumpe	Moderat Formybar	Litt lavere enn andre løsninger	Høy invest. Lav drift	Krever areal til utedel	Utfordrende	-	Utfordrende mht. bæring på tak	Plass utedel kan konkurere med solceller
Bergvarmepumpe	Moderat Formybar	Høy	Høy invest. Lav drift	Moderat	Lite	-	Tomt er nær berg	Bergart har lavere varmeledningsevne
Sjøvarmvarmepumpe	Moderat Formybar	Høy	Høy ivenst. Moderat drift	Moderat	Lite	-	Lengre avstander til sjø. Bebygget område	
Direkte el.	Høy Ikke formybar ¹	Høy	Lav invest. Høy drift	Lavt	Lite	-	Krever kapasitet i strømmett vinter	Ikke kjølebehov på bygget
Pelletsanlegg	Høy Formybar	Høy	Moderat ivenst. Moderat drift	Moderat	Lite	-	Krever transport og noe lagringsplass	Ikke kjølebehov på bygget
Bioolje- /gassanlegg	Høy Formybar ²	Høy	Moderat ivenst. Moderat drift	Moderat	Lite	-	Utfordrende mht. utslipp og transport	Ikke kjølebehov på bygget
Solfangere	Lav Formybar	Tilskudd	Moderat invest. Lav drift	Krever takareal	Lite	-	Moderat belastning på tak. Bør kombineres med lagring tappevann eller energibrønn.	Tappevannsforbruk i vaskeshall avskilt i opsjon 1.
Solceller	Lav Formybar	Tilskudd	Høy invest. Lav drift	Krever takareal	Lite	Mulig	Moderat belastning på tak	
Småskala vindkraft	Moderat Formybar	Tilskudd	Høy invest. Lav drift	Moderat	Moderat	Mulig	Bedre vindforhold	Visuell verdi. Politisk omstridt.
Kombinert solcelle- og solfangerpanel (PVT)	Lav Formybar	Tilskudd	Høy invest. Lav drift	Krever takareal	Lite	Mulig	Moderat belastning på tak. Bør kombineres med lagring tappevann eller energibrønn.	Færre leverandører og mindre erfaring

Figur 11 Oversikt vurdering alternative energiforsyningsløsninger

5 Lønnsomhetsanalyse varmesentral

5.1 Effekt- og energigrunnlag varmesentral

Oppvarmingsbehovet kan beregnes av grunnflater på grunnlag av oppvarmet areal, normalt 30-100 W/m² grunnflate. Typiske verdier kan være:

Nyere kontorbygg 25- 30 W/m²
Verksted, vaskehall mm. 50-100 W/m²
Brannstasjoner 50-80 W/m²

Ved å benytte et snitt på ca 60 W/m² for hele bygningen, blir totalt effektbehov for oppvarming av brannstasjonen 60-70 kW. Det antas da TEK17-krav på bygningskropp og varmebesparende løsninger som vannbårne luftporter foran garasjedører, slik at ikke varmetapet ikke blir unødvendig høyt. Oppvarming av tappevann kommer utenom. I videre beregninger benyttes 70 kW.

Opsjon	Meieriet	Solendmyra
Oppvarmet areal	1170 m ²	940 m ² inkl vaskehall
Oppvarmet volum	6750 m ³	3970 m ³
Energibehov totalt	175 000 kWh/ år	130 000 kWh/ år
Andel til varme	40-50 %	30-40 %
Energibehov varme	80 000 kWh/ år	50 000 kWh/år

I videre vurderinger er årlig anslag av varmebehov, 80 000 kWh/år og 50 000 kWh/år, benyttet. Dette er gitt ut av normtall hentet fra TEK17.

Varmepumper dimensjoneres typisk for 40-60 % av total varmeeffekt, avhengig av type energikilde. En luft-vann-varmepumpe vil typisk være 60 % av maksimal effekt. Forutsatt at varmepumpen kan dekke varmebehov ned til DUT = -12°C, vil luftvarmepumpen kunne oppnå en energidekningsgrad på ca. 80%.

En væske/vann-varmepumpe med borehull 50 %. Elkjeler og fjernvarme dimensjoneres for hele effektbehovet. Bioanlegg dimensjoneres gjerne opp mot 100 % energidekning, men har gjerne to kjeler slik at reserve er ivaretatt. Ved en spisslast i tillegg dimensjoneres mindre mellomstore bioanlegg <60 kW gjerne til 50-70 % av effektbehov.

5.2 Inndata lønnsomhetsanalyse

Følgende forutsetninger er brukt i lønnsomhetsberegningene i denne rapporten:

Element	Benyttet inndata	Kommentar
Investeringskostnader	Erfaringstall fra Norsk prisbok og leverandørpriser	Enkelte priser er erfaringstall fra leverandør og antatte verdier. Norsk prisbok oppgir kostnader for enkelte energikilder. Eks. Varmepumpe væske-vann, mellomstore anlegg, 25-100kW, oppgis kr/kW.
Enova-støtte "varmesentral"	Hentet fra Enova	Væske-vann-varmepumpe 1600 kr/kW. Flis/pellets 1700 kr/kW installert effekt. Maks 45 % av investeringskostnaden.
Drifts- og vedlikeholdskostnader	Erfaringstall fra NVE Rapport kostnader i energisektoren 2017	Se punkt ovenfor. NVE utgir erfaringstall for kostnader i energisektoren for et gitt antall teknologier. Tall fra 2017 er indeksjustert til 2023 basert på inflasjonstall fra SSB.
Installert totalt effekt	70 kW	Totalt effektbehov, benyttes for anlegg for full dimensjonering som spisslast og reservelast. Eks elkjel. Ekstern vaskehall ikke inkludert.
Effektdekning grunnlast	50-80 %	Avhengig av energikilde: Luft/vann-varmepumpe 60 % Væske/vann-varmepumpe 50 % Bioanlegg 80 %
Energidekning	80-95 %	Luft/vann-varmepumpe 80 % Væske/vann-varmepumpe 90 % Bioanlegg 95 %
Økonomisk levetid	15- 20 år 30 år 50 år	Varmepumper har økonomisk levetid på 15 til 20 år, avhengig av type varmepumpe. Luft/vann-varmepumpe 15 år Væske/vann-varmepumpe 20 år Pelletsanlegg 20 år Elkjel 30 år Borehull 50 år
Strømpris	1,5 kr/kWh 3 kr/kWh	Antatt strømpris for kjøpt strøm, inkl. nettleie. Inkludert strømstøtteordning. For spisslast er det satt en høyere strømpris da denne benyttes i kaldere vinterperioder.
Pris pellets	0,75 kr/kWh	EnergiAktuelt AS utgir Energirapporten med oppdaterte energipriser 36 ganger årlig. Nr 2 2023 viser gjennomsnittspriser på ca 40 øre/kWh de siste årene. Januar 2023 er prisen

		54 øre/kWh. Det er lagt på et påslag for transport, samt korreksjon for virkningsgrad. Ifølge data kan ca 20 % av kostnaden til pellets utgjøre transport.
Kalkulasjonsrente	4,00 %	Anslag basert på forventet renteendring i kommende år.
Analyseperiode	30 år	Analyseperiode satt lik økonomisk levetid.

5.3 Sammenligning – årskostnader uten støtte

Tre alternativer settes opp mot hverandre. Alle alternativene inneholder akkumulatortank for primær- og/eller sekundærside:

Alternativ 1 luft-vann varmepumpe + elkjel:

Grunnlast Varmepumpe 42 kW
 Energidekning 80 %
 Effektfaktor 4
 Elkjel 70 kW
 Systemvirkningsgrad 2,5

Anslått anskaffelseskostnad: kr 470 000

Alternativ 2 væske-vann varmepumpe + elkjel:

Grunnlast Varmepumpe 35 kW
 Energidekning 90 %
 Effektfaktor 5
 Elkjel 70 kW
 Systemvirkningsgrad 3,6

Anslått anskaffelseskostnad: kr 1 100 000

Alternativ 3 pelletsanlegg + elkjel:

Grunnlast: Pelletsanlegg 60 kW
 Energidekning 90 %
 Effektfaktor 0,98
 Elkjel 70 kW
 Systemvirkningsgrad 0,98

Anslått anskaffelseskostnad: kr 460 000

Meieriet:

Alternativ 1 luft-vann varmpumpe + elkjel:	Dekning VP	80 000 kWh/ år * 80 %	64 000 kWh/år
	EL VP	64 000 kWh/ år /4	16 000 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 20 %	16 000 kWh/år
Alternativ 2 væske-vann varmpumpe + elkjel:	Dekning VP	80 000 kWh/ år * 90 %	72 000 kWh/år
	EL VP	72 000 kWh/ år /5	14 400 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 10 %	8 000 kWh/år
Alternativ 3 Pelletsanlegg + elkjel:	Pellets	80 000 kWh/ år * 90 %	72 000 kWh/år
	Pellets	72 000 kWh/ år /0,98	73 500 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 10 %	8 000 kWh/år

Alternativ	ÅK
Alt. 1 - Luft-vann varmpumpe	kr 116 077
Alt. 2 - Væske-Vann varmpumpe	kr 133 201
Alt. 3 - Pelletsanlegg + elkjel	kr 125 865

Solendmyra:

Alternativ 1 luft-vann varmpumpe + elkjel:	Dekning VP	50 000 kWh/ år * 80 %	40 000 kWh/år
	EL VP	40 000 kWh/ år /4	10 000 kWh/år
	El Elkjel	50 000 kWh/ år * 20 %	12 500 kWh/år
Alternativ 2 væske-vann varmpumpe + elkjel:	Dekning VP	50 000 kWh/ år * 90 %	45 000 kWh/år
	EL VP	45 000 kWh/ år /5	9 000 kWh/år
	El Elkjel	50 000 kWh/ år * 10 %	5 000 kWh/år
Alternativ 3 Pelletsanlegg + elkjel:	Pellets	50 000 kWh/ år * 90 %	45 000 kWh/år
	Pellets	45 000 kWh/ år /0,98	46 000 kWh/år
	El Elkjel	50 000 kWh/ år * 10 %	5 000 kWh/år

Alternativ	ÅK
Alt. 1 - Luft-vann varmpumpe	kr 100 400
Alt. 2 - Væske-Vann varmpumpe	kr 119 101
Alt. 3 - Pelletsanlegg + elkjel	kr 99 240

5.4 Sammenligning – årskostnader med støtte

Meieriet:

Alternativ 1 luft-vann varmpumpe + elkjel:	EL VP	64 000 kWh/ år /4	16 000 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 20 %	16 000 kWh/år
	Ingen støtte		
Alternativ 2 væske-vann varmpumpe + elkjel:	EL VP	72 000 kWh/ år /5	14 400 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 10 %	8 000 kWh/år
	Enovastøtte 1600 kr/kW → ca kr 112 000		
Alternativ 3 Pelletsanlegg + elkjel:	Pellets	72 000 kWh/ år /0,98	73 500 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 10 %	8 000 kWh/år
	Enovastøtte 1700 kr/kW → ca kr 102 000		

Alternativ	ÅK
Alt. 1 - Luft-vann varmpumpe	kr 116 366
Alt. 2 - Væske-Vann varmpumpe	kr 124 766
Alt. 3 - Pelletsanlegg + elkjel	kr 118 184

Solendmyra:

Alternativ 1 luft-vann varmpumpe + elkjel:	EL VP	64 000 kWh/ år /4	10 000 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 20 %	12 500 kWh/år
	Ingen støtte		
Alternativ 2 væske-vann varmpumpe + elkjel:	EL VP	72 000 kWh/ år /5	9 000 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 10 %	5 000 kWh/år
	Enovastøtte 1600 kr/kW → ca kr 112 000		
Alternativ 3 Pelletsanlegg + elkjel:	Pellets	72 000 kWh/ år /0,98	46 000 kWh/år
	El Elkjel	80 000 kWh/ år * 10 %	5 000 kWh/år
	Enovastøtte 1700 kr/kW → ca kr 102 000		

Alternativ	ÅK
Alt. 1 - Luft-vann varmpumpe	kr 100 400
Alt. 2 - Væske-Vann varmpumpe	kr 110 666
Alt. 3 - Pelletsanlegg + elkjel	kr 91 559

6 Konklusjon og anbefalinger

Normalt sett vil væske/vann-varmepumper komme godt ut i en LCC-beregning da borehullene har en anslått levetid på 50 år og vannbaserte varmepumper normalt regnes å både ha bedre virkningsgrad, jevnere varmeleveranse og lengre anslått levetid.

Dette er ikke tilfellet for Manger Brannstasjon og skyldes blant annet at det ikke er identifisert et kjølebehov på bygget. Kjøling vil være en måte å tilbakeføre energi til borehullene, slik at faren for permafrost/gjenfrysning unngås. Når det ikke er kjølelaster på bygget, fører dette til at brønnparken må "overdimensjoneres", dimensjoneres stor nok til å kun hente ut varme over sin levetid. Da det også er noe lavere varmeledningsevne i fjellet, i forhold til optimale verdier, er det lagt på litt sikkerhet på investering til brønnpark. Dette slår dårlig ut på lønnsomhetsberegninger, i forhold til andre energiløsninger.

Endelig varmeuttak i grunnen påvirkes av grunnvannet og kan fastsettes med en termisk responstest. Dette må gjøres i hvert enkelt prosjekt på ønsket tomt.

Når det gjelder luft/varmepumpe kombinert med elkjel, som er utgangspunktet for prosjektet, kommer denne best ut på Meieritomten, med en lavest anslått årskostnad fordelt over 30 års analyseperiode. Selv om det ikke gis støtte fra Enova til denne energisentralen kommer alternativet godt ut med antatte strømpriser. Andre ulemper som plassbehov til utedel på tak, eller i dette tilfellet utvendig på parkeringsplass, samt noe støy til omgivelser er ikke medtatt.

Når det gjelder energialternativet med pellets-kjel og elkjel som spisslast kommer dette ut som mest økonomiske løsningen for Solendmyra. Med tanke på utforming av et lager, innmating og pipe er det også lettere å implementere dette i et nybygg. Tomten er også mer avskjermet fra bebyggelse med tanke på inntransport og forbrenning.

Solcelleanlegg kommer godt ut i begge tilfeller. Så lenge energiprisene er over 0,8 kr/kWh er dette regnet som lønnsomme alternativer. Det må hensyntas eventuelle forstreking av konstruksjon på Meieriet. Et alternativ kan være å benytte vaskehallen til et mindre solanlegg.

Ettersom byggene hovedsakelig har oppvarmingsbehov og tappevannskrevende installasjoner som garderober, garasje, treningsanlegg, mm, kan løsninger for solvarme vurderes, enten i form av PVT- eller solfangere. Spesielt om det velges en løsning med borehull, der disse også kan lades om sommeren.

7 Kilder og viktige linker

Tema	Kilder
TEK 17 og energimerking	§ 14-4. Krav til løsninger for energiforsyning - Direktoratet for byggkvalitet (dibk.no) www.energimerking.no
Enova	Støtte til varmesentraler for bygg og eiendom Enova Prosjektering for ombruk Enova Enova
NGU	Kart på nett Norges geologiske undersøkelse (ngu.no)
Solenergi	Solfangere — Norsk solenergiforening Solenergi Free Energy (free-energy.com)
Bioanlegg	Veien til biovarme.indd (nobio.no) Biogass til oppvarming – Gasnor
Vindenergi	https://www.nve.no/media/2462/vind_80m_kartbok1a_4140.pdf
LCC	LCC verktøy for alternativsvurderinger Anskaffelser.no
Energipriser	EnergiRapporten (tekniskenyheter.no)