

Oppdragsnavn: Ene 04 – Os prosjektet, skole og idrettshall
Oppdragsnummer: 628777-01
Utarbeidet av: Andreas Mørkved
Kvalitetssikring: Vidar Lind Yttersian
Dato: 02.10.2020
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT BREEAM Ene 04 Energiforsyning - Os prosjektet, skole og idrettshall

1. INNLEDNING	3
2. KRAV GITT I BYGGEREGLENE OG BREEAM-NOR	4
3. ENERGI- OG EFFEKTBEHOV	5
3.1. Netto energibehov	5
3.2. Effektbehov	6
4. ENERGI-FORSYNINGSLØSNINGER FOR VURDERING	7
4.1. Avgrensninger for analysen.....	7
4.1.1. Fjernvarme	7
4.2. Vurderte løsninger	7
4.3. Dimensjonering av installasjonene	7
5. LEVERT ENERGI	9
6. LØNNSOMHETSBEREGNINGER	10
6.1. Inndata investeringer	10
6.2. Inndata energipriser.....	11
6.2.1. Elektrisitetspris.....	11
6.3. Beregninger og resultater	12
6.3.1. Levetid, kalkulasjonsperiode og kalkulasjonsrente.....	12
6.3.2. Varmeproduksjon.....	13
6.3.3. Solceller	15
7. OPPSUMMERING OG VURDERING.....	16
8. ANBEFALING	17
9. VEDLEGG.....	18
A. Aktuelle typer energiforsyninger	18
A.1. Oppvarming.....	18
A.3. Kjøling.....	19
A.2. Lokal el-produksjon	20

A.3. Kogenereringsanlegg (CHP)21
A.4. Oppsummering.....22
B. Tilskuddsordninger.....25

1. INNLEDNING

Halden kommune skal rehabilitere Os barneskole samt bygge en idrettshall/arena, videre omtalt som «Os prosjektet» i dette notatet. Os barneskole (ny og gammel) har et estimert bruksareal (BRA) på ca. 5 200 m² og idrettshallen har et bruksareal på ca. 9 250 m².

Det er mulig at bygningsmassen, bestående av skole og idrettsbygg, skal miljøsertifiseres etter BREEAM-NOR (2016). I den forbindelse er det gjennomført en foranalyse av energiforsyningen, jfr. krav i BREEAM-NOR-manualens kriterium ENE 04. Formålet med kriteriet er å redusere utslipp av klimagasser ved å oppmuntre til lokal energiproduksjon fra fornybare kilder, som skal dekke en betydelig del av energibehovet.

Foranalysen er laget med de opplysninger som finnes på nåværende tidspunkt om energipriser, investeringskostnader og byggets energibehov.

Prosjektet har satt mål om å oppnå 1 av 2 poeng under BREEAM emnet ENE 04. Det innebærer at det er utført en vurdering av potensielle klimavennlige energiforsyningsløsninger på grunnlag av egnethet samt gjennom en kostnadsanalyse.

2. KRAV GITT I BYGGEREGLENE OG BREEAM-NOR

Tabell 2.1 angir de tema som i henhold til BREEAM-NOR-manualen skal være omtalt i foranalysen og henviser til hvilket kapittel i foranalysen som omtaler/vurderer temaet.

Tabell 2.1 Oversikt over minimumskrav til innhold i en ENE 04-analyse og hvor dette kan finnes i rapporten

Krav i vurderingskriterium 1 i BREEAM-NOR-manualen	Hvor kravet er omtalt
a. levert energi fra den klimavennlige energikilden(e) per år	Kap. 5
b. en lønnsomhetsberegning for den potensielle spesifikasjonen	Kap. 6
c. eventuelle lokale planleggingskriterier som kan finnes i regionen, herunder kriterier for arealbruk og støy	Kap. 4 og Vedlegg A
d. mulighet til å eksportere varme/elektrisitet fra systemet	Vedlegg A
e. eventuelle tilgjengelige subsidier	Vedlegg B
f. eventuelle teknologier som er hensiktsmessige for tomten og byggets energibehov	Kap. 4
g. grunner til å utelukke andre teknologier	Kap. 4.1.1 og Vedlegg A
h. dersom det er relevant for bygningskategorien, potensialet for å knytte det foreslåtte bygget til et eksisterende kraftvarmesystem eller en kilde til overskuddsvarme eller energi i nærmiljøet ELLER <ul style="list-style-type: none"> spesifisere et kraftvarmesystem eller en kilde til overskuddsvarme eller energi for bygget/tomten med potensial for å eksportere varme- eller energioverskuddet via et energisystem i nærmiljøet 	Vedlegg A

Denne forstudien er utarbeidet i løpet av steg 3 i henhold til fasenormen.

3. ENERGI- OG EFFEKTBEHOV

3.1. Netto energibehov

Som utgangspunkt for beregninger av energibehov er det tatt utgangspunkt i energirammer for hhv. TEK10, TEK17 og Passivhus som er utført for både skole- og idrettshalls del av bygningsmassen. Ambisjoner fra Halden kommune setter strenge krav til klimaskallet til nybyggene og dermed de termiske energibehovene (Tabell 3.1). Resultatet av beregningene av energibehovene er vist i Tabell 3.2 og Tabell 3.3.

Tabell 3.1 - Forskriftsnivå på energiambisjoner for de ulike byggene.

Bygg	Oppvarming/kjøling Standard	Elektrisk/tappevann Standard
Skole (gammel)	TEK10	TEK10
Skole (ny)	Passivhus	TEK17
Idrettshall	Passivhus	TEK17

Tabell 3.2 Netto energibehov for skoledeler, idrettshall del og totalt

[kWh/år]	Skole (ny)	Skole (rehabilitert)	Idrettshall	Totalt
Romoppvarming	35 000	139 400	185 000	359 000
Ventilasjonsvarme	0	48 800	0	49 000
Varmtvann	17 000	34 900	463 000	515 000
Vifter	31 000	83 600	148 000	263 000
Pumper	0	0	0	0
Belysning	31 000	76 700	157 000	265 000
Teknisk utstyr	23 000	45 300	28 000	96 000
Romkjøling	9 000	0	56 000	64 000
Ventilasjonskjøling	0	0	0	0
Totalt	146 000	428 700	1 037 00	1 611 000

Tabell 3.3 Netto energibehov aggregert for skoledeler, idrettshall og totalt

[kWh/år]	Skole (ny)	Skole (rehabiliteret)	Idrettshall	Totalt
Oppvarming	52 000	223 100	648 000	923 000
Kjøling	9 000	0	56 000	64 000
Direkte el	85 000	205 600	333 000	624 000
Totalt	146 000	428 700	1 037 000	1 611 000

3.2. Effektbehov

Estimat på effektbehovet er basert på rapporten «Hensiktsmessige varme- og kjøleløsninger i bygninger» (Enova, mars 2013). Dette estimatet kan sees i Tabell 3.4. Da bygget har et kjølebehov på kun 64 000 kWh/år, som utgjør under 7 % av det totale energibehovet er det ikke valgt å dimensjonere noe kjøleløsning, men heller drøfte dette kvalitativt for ulike energiforsyningsløsninger. Dette kan sees i vedlegg A.

Tabell 3.4 Dimensjonerende effektbehov. Kjøling drøftet i vedlegg A.

	Spisslast [kW]	Grunnlast [kW]
Oppvarming	540	127
Kjøling	-	-

4. ENERGIFORSYNINGSLØSNINGER FOR VURDERING

Denne foranalysen tar for seg relevante typer fornybar energiteknologi mht. ytelse, lokale rammebetingelser, arealbehov, støy og mulighet for å forsyne eksterne med energi. I utgangspunktet skal alternativer der bygget forsynes med energi fra ulike varmepumpeanlegg, solenergi og bioenergi vurderes. I dette tilfellet er det gjort avgrensninger når det gjelder vurderte alternativer. En forklaring og drøfting av ulike løsninger for varme, kjøling og el er gjort i Vedlegg A.

4.1. Avgrensninger for analysen

4.1.1. Fjernvarme

Det er per i dag ikke fjernvarme tilgjengelig for området for det aktuelle prosjektet. Av denne grunn representerer ikke dette et alternativ for energiforsyning for Os prosjektet.

Ytterligere avgrensninger av alternativer er omtalt i vedlegg A.

4.2. Vurderte løsninger

Foranalysen tar for seg de følgende alternativene:

0. El-kjel
1. Varmepumpe væske til vann (grunnvarme) med el-kjel som spisslast
2. Varmepumpe luft til vann (l/v) med el-kjel som spisslast

For dekning av spisslast er det forutsatt el-kjel for alle alternativer. I tillegg vurderes også solceller til produksjon av elektrisitet.

4.3. Dimensjonering av installasjonene

El-kjel

Iht. bygningsforskriftene er det tillatt å benytte el-kjel til å dekke varmebehovet. El-kjel er derfor lagt inn i analysen som et null-alternativ for å sammenligne de andre alternativene opp mot dette. El-kjel/el-patron er dimensjonert for å dekke dimensjonerende effektbehov, og all oppvarming. El-kjelen er dermed dimensjonert til å kunne gi **520 kW**.

Varmepumpeanlegg basert på grunnvarme

Varmepumpeanlegget er forutsatt å dekke 85 % av det årlige varmebehovet. Det er anslått at en væske/vann-varmepumpe på **312 kW** vil greie dette (ca. 60 % av maksimal effekt). El-kjel/el-patron er dimensjonert for å dekke dimensjonerende effektbehov. For å oppnå energidekningsgrad som er satt, forutsetter det at varmepumpen kan varme varmtvann opp mot 50-55 °C, og at tappevann og romoppvarming styres på en slik måte at de ikke får samtidige effekttopper. El-kjel/el-patron er dimensjonert for å dekke dimensjonerende effektbehov.

Størrelsen på varmepumpen er atskillig større enn indikert grunnlast. Varmepumpen er satt høyere for å kunne dekke større andel av det totale varmebehovet. I en reell dimensjonering vil et varighetsdiagram over varme- og kjølebehov bestemme en hensiktsmessig størrelse for varmepumpekapasiteten. Benyttet varmepumpekapasitet er et nøkternt anslag.

Varmepumpeanlegg basert på luft til vann

Varmepumpeanlegget er forutsatt å dekke 80 % av det årlige varmebehovet (tappevann, romoppvarming og ventilasjon). Det er anslått at en luft/vann-varmepumpe på om lag **312 kW** vil greie dette (ca. 60 % av maksimal effekt). Disse vurderingene tar høyde for de begrensningene en får i effektfaktor når en benytter luft/vann i stedet for vann/vann. El-kjel/el-patron er dimensjonert for å dekke dimensjonerende effektbehov. For å oppnå energidekningsgrad som er satt, forutsetter det at varmepumpen kan forvarme varmtvann opp mot 45-50 °C.

I Tabell 4.1 kan en oppsummering av de ulike alternativenes dekningsgrad av varmebehovet sees.

Tabell 4.1 Dekningsgrad for varme for de forskjellige alternativene

	Grunnlast	Spisslast
El-kjel	100 %	0 %
Varmepumpe grunnvarme	85 %	15 %
Varmepumpe luft-vann	80%	20 %

Solceller

Det er utarbeidet et eget notat for utnyttelse av solceller (se avsnitt 6.3.3).

5. LEVERT ENERGI

Som grunnlag for beregning av lønnsomhet er det gjort noen generelle antakelser ut ifra tilgjengelig informasjon og erfaringer fra andre prosjekter. Det vil med stor sannsynlighet være avvik fra disse tallene i det endelige prosjektet, men beregningene vil gi en antydning av forskjellene.

For å beregne byggets behov for levert energi, er det forutsatt virkningsgrader/effektfaktor som angitt i Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Systemvirkningsgrader for romoppvarming fra lokal energiproduksjon i henhold til NS3031:2016

	Produksjons- virknings- grad/-effekt- faktor	Distri- busjons- virknings- grad	Rom- virknings- grad	System- virknings- grad/- system- effektfaktor (romopp- varming)	System- virknings- grad ventil- asjons- oppvarming	System- virknings- grad tappevanns- oppvarming
VP grunn- varme	3,00	0,98	0,90	2,65	2,76	3,00
VP luft til luft	2,40	0,98	0,90	2,12	2,21	2,40
El-kjel	0,97	0,98	0,90	0,86	0,89	0,97

Termisk og elektrisk energibehov for de ulike alternativene fordelt på kilde kan sees i Tabell 5.2.

Tabell 5.2 Beregnet behov for levert energi i de ulike alternativene, avrundede verdier.

Termisk og elektrisk energi, (innfyrte energimengder) [kWh/år]	El levert til El- kjel	El levert til VP (grunnvarme)	El levert til VP (luft-vann)
El-kjel	1 005 000	151 000	201 000
VP grunnvarme	-	276 000	-
VP luft til vann	-	-	325 000
Sum termisk energi	1 005 000	427 000	526 000
Direkte elektrisitet	624 000	624 000	624 000

6. LØNNSOMHETSBEREGNINGER

Under vises en gjennomgang av kostnader basert på investeringer og utgifter til energi og drift.

6.1. Inndata investeringer

I Tabell 6.1 oppsummeres investeringskostnader som må gjøres for de ulike energiforsyningsløsningene. Disse kostnadstallene er basert på «Kostnader i energisektoren, Kraft, varme og effektivisering, rapport 2, 2015» utarbeidet av NVE. Kostnadene er justert i henhold til konsumprisindeksen fra SSB, som har en 13,8 % økning fra februar 2015 til august 2020.

Tabell 6.1 Kostnader for ulike energiforsyningsalternativ

	Enhetskostnad		Levetid [år]
VP væske-vann	7 509	NOK/kW	25
Energibrønner	9 064	NOK/kW	60
VP luft til vann	11 719	NOK/kW	25
El-kjel	3 348	NOK/kW	25

I Tabell 6.2, Tabell 6.3 og Tabell 6.4 kan den totale investeringskostnaden for hvert av de tre alternativene for oppvarming finnes.

Alternativ med El-kjel

Tabell 6.2 Investeringskostnad for alternativ med el-kjel

	Mengde		Total investeringskostnad [NOK]
El-kjel	540	kW	2 080 000
Sum			2 080 000

Alternativ med Grunnvarmepumpe

Tabell 6.3 Investeringskostnad for alternativ med grunnvarmepumpe

	Mengde		Total investeringskostnad [NOK]
VP grunnvarme	312	kW	2 800 000
Energibrønner		-	3 375 000
El-kjel	540	kW	2 080 000
Sum			8 255 000

Alternativ med Luft-vann-varmepumpe

Tabell 6.4 Investeringskostnad for alternativ med luft til vann varmepumpe

	Mengde		Total investeringskostnad [NOK]
VP luft til vann	312	kW	4 365 000
El-kjel	540	kW	2 080 000
Sum			6 445 000

6.2. Inndata energipriser

Denne analysen er gjort ut fra det en antar om framtidens energipriser, og det er hva markedet selv forventer fram mot 2022 (iht. forwardmarkedet). Alle priser nedenfor er angitt eks. MVA.

6.2.1. Elektrisitetspris

Totalprisen som betales for levert elektrisitet består av tre ledd; selve elektrisitetsprisen (man står fritt til valg av tilbyder), nettleie (fra lokal nettleverandør) og el-avgift.

Strømpris: Det er benyttet el-pris for terminmarkedet som et gjennomsnitt av OMX (NASDAQ/NordPool) og EEX (The European Energy Exchange), for 2022 per uke 34-2019 (41,0 øre/kWh) påslag strømselger (antatt 3 øre/kWh inkl. påslag knyttet til elsertifikater). El-avgiften (forbruksavgift) er på 16 øre/kWh i henhold til statsbudsjettet for 2020.

Nettleie: Det er benyttet Hafslunds såkalte energitariff for små bedrifter/større privatkunder. Denne brukes normalt for små næringskunder uten behov for effektavregning. Denne tariffen er i utgangspunktet ikke aktuell for drift av en varmesentral der man vil ha en tariff med effektavregning. Den benyttes allikevel som en forenkling i denne overslagsmessige beregningen. I 2019 er denne tariffen 21,5 øre/kWh.

I de tilfeller der det brukes el-kjel kun som spisslast, vil effektleddet bli betydelig høyere enn angitt ovenfor. Dette vil i stor grad avhenge av hvor ofte el-kjelen vil være i bruk, og hvor stor effekt den vil levere når den er i bruk. Det anses som sannsynlig at nettleia i disse tilfellene vil bli minimum dobbelt så høy som den som er angitt over, altså 43,0 øre/kWh.

Total elektrisitetspris blir følgelig:

El til el-kjel: $0,41 + 0,03 + 0,430 + 0,16 \approx 1,03 \text{ kr/kWh}$

El for øvrig: $0,41 + 0,03 + 0,215 + 0,16 \approx 0,815 \text{ kr/kWh}$

Ved elektrisitetsproduksjon fra solceller der noe av produksjonen eksporteres ut på nettet gjelder en annen elektrisitetspris enn de nevnt ovenfor. For eksport av elektrisitet i denne analysen er en pris på 0,34 NOK/kWh forutsatt. Dette tilsvarer spotprisen for månedene mars til september for 2019 fordi det er de månedene solcellene produserer mest strøm.

6.3. Beregninger og resultater

6.3.1. Levetid, kalkulasjonsperiode og kalkulasjonsrente

Det er gjort investeringsanalyse med en kalkulasjonsperiode på 25 år. Kalkulasjonsrenten er satt til 4 %. Det er benyttet to ulike levetider i beregningene:

- Teknisk utstyr (VP, kjeler mm): 25 år, jfr. ISO 15686-1.
- Borehull: 60 år jfr. ISO 15686-1 for vanskelig tilgjengelige bygningskomponenter.

Restverdien er beregnet iht. annuitetsprinsippet. Det betyr at det er forutsatt at objektets verdi reduseres med annuiteten av investeringen hvert år.

I praksis betyr det at restverdien for det tekniske utstyret er null ved slutten av analyseperioden, mens borehullene har en restverdi på ca. 31 % av investeringskostnaden når den diskonteres til investeringsåret (år 0). Dette inkluderes i beregningen ved at den opprinnelige investeringen multipliseres med en restverdikorreksjonsfaktor på 0,691.

Et alternativ kunne være en lineær avskrivning, der det årlige verditapet ville være det samme alle årene i analyseperioden. Men vi oppfatter at en slik betraktning stemmer dårligere overens med annuitetsprinsippet som benyttes i analysen.

6.3.2. Varmeproduksjon

I Tabell 6.5 og Tabell 6.6 vises en oppsummering av investeringsanalysen som er utført for alle alternativene som er sammenlignet. Disse er og illustrert i Figur 6.1 og Figur 6.2.

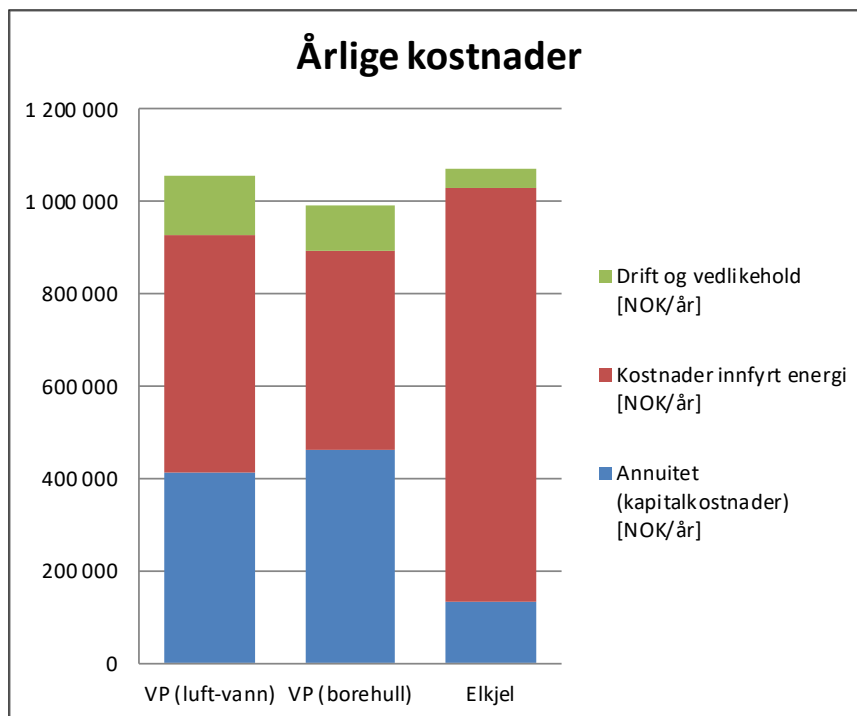
Tabell 6.5 Oppsummering investeringsanalyse

	Alt. 0 El-kjel	Alt. 1 Grunnvarme- pumpe	Alt. 2 Luft til vann varmepumpe
Investering år 0 [NOK]	2 080 000	8 255 000	6 445 000
Annuitet (kapitalkostnader) [NOK/år]	133 145	461 560	412 557
Kostnader innfyrt energi [NOK/år]	898 429	432 676	513 485
Drift og vedlikehold [NOK/år]¹	41 600	97 600	128 900
Totale årlige kostnader [NOK/år]	1 073 174	991 835	1 054 942
Sammenlignet med referanse [NOK/år]	0	- 81 338	- 18 232
Prosentvis reduksjon i kostnad sammenlignet med referansen	0 %	-8 %	-2%
Ekv. energikostnad [kr/kWh]	1,09	1,00	1,07

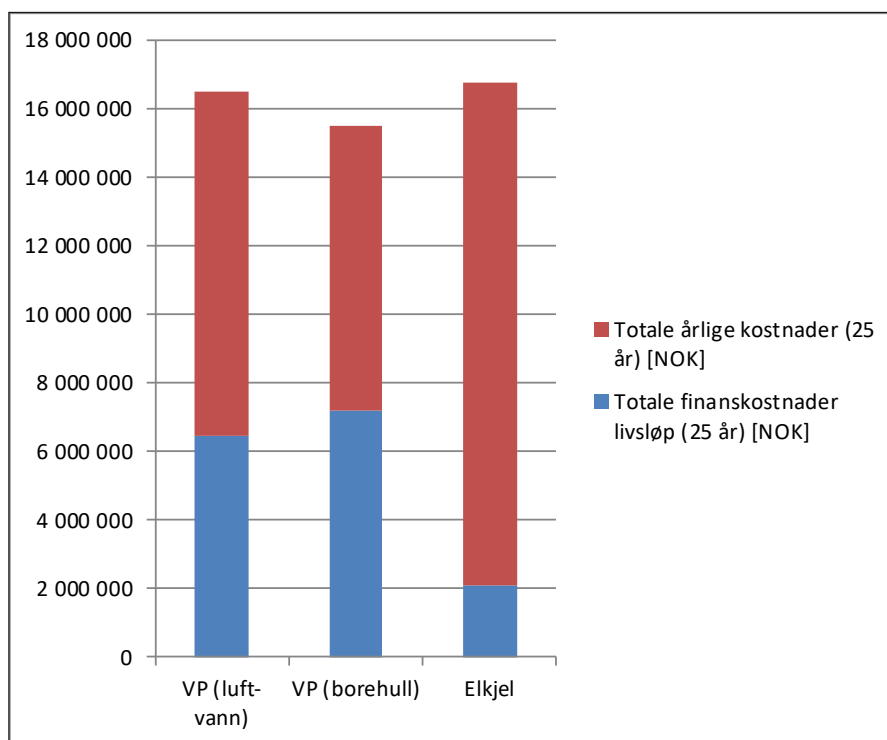
Tabell 6.6 Aggregert oppsummering investeringsanalyse

	Alt 0 El-kjel	Alt 1 Grunnvarme- pumpe	Alt 2 Luft til vann varmepumpe
Totale finanskostnader livsløp (25 år) [NOK]	2 080 000	7 210 000	6 445 000
Totale årlige kostnader (25 år) [NOK]	14 685 000	8 284 000	10 035 000
Totale kostnader livsløp (25 år) [NOK]	16 765 000	15 494 000	16 480 000

¹ Drift og vedlikeholdskostnader er basert på 2% av investeringskostnadene.



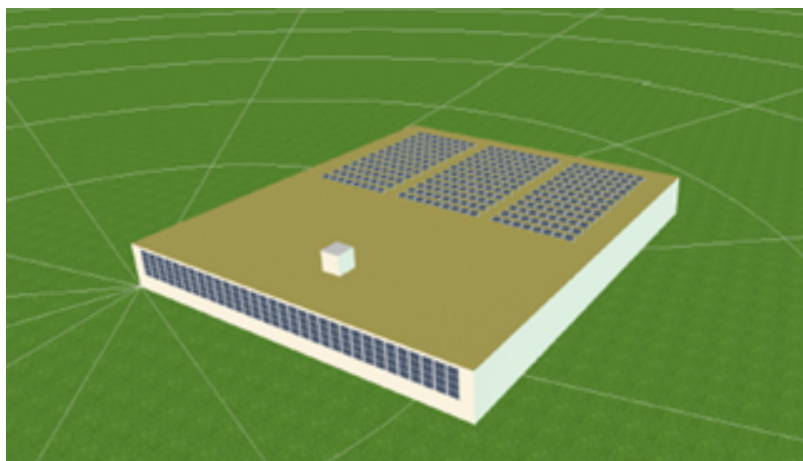
Figur 6.1 Årlige kostnader for de ulike energiforsyningsløsningene



Figur 6.2 Totale kostnader for de ulike energiforsyningskostnadene

6.3.3. Solceller

Det er utarbeidet et eget notat² for solceller i Os prosjektet, hvor bl.a. maksimal og optimale solcelleløsninger vurderes. Notatet anbefaler å installere et solcelleanlegg med 20° helning mot sør på taket av arenaen. Installert effekt vil være på ca. 90 kWp. I tillegg installeres et fasadeintegrert solcelleanlegg med merkeeffekt på ca. 36 kWp i sørfasaden av arenaen. Det er estimert en LCOE (Levelized Cost Of Energy) på om lag 0,7 kr/kWh. Årlig produksjon av solstrøm er beregnet til ca. 100 000 kWh.



Figur 6.3 - Fra eget notat om solceller. Mulig plassering av anbefalt solcelleinstallasjon - tak og integrert i fasade.

² «Notat solcelleanlegg – Os skole og idrettsarena», Asplan Viak v/Peter Bernhard, 29/09-2020.

7. OPPSUMMERING OG VURDERING

Analysen viser at det ikke er veldig store forskjeller i levetidskostnader mellom de ulike alternativene, men at grunnvarmepumpe har den laveste kostnaden (8 % lavere total kostnad enn nullalternativet med kun el-kjel). Det ligger noe usikkerhet inne i beregningene som kan endre konklusjonene. Dersom el-prisene øker mer enn forutsatt i analysen, vil en varmepumpeløsning komme enda bedre ut sammenlignet med elkjel-løsning. Videre er det valgt konservative effektfaktorer for varmepumpeløsningene. Det finnes mange varmepumper på markedet som har bedre effektfaktor enn det som er lagt til grunn i analysen, og dersom disse installeres, vil varmepumpealternativene komme enda bedre ut enn det som framkommer av den utførte analysen.

Løsningen med grunnvarmepumpe har en høyere investeringskostnad enn luft-vann varmepumpen, men pga. en høyere systemeffektfaktor tjenes dette inn igjen gjennom en lavere kostnad for energi. En luft-vann-varmepumpe vil og støye mer, og har en antatt lavere levetid enn en grunnvarmepumpe. Den antas også dekke en lavere andel av varmebehov grunnet behov for avising av fordamperdelen under varmedrift vinterstid.

Det er ikke sett kvantitativt på kjøleløsninger da kjølebehovet er relativt lite. Likevel vil grunnvarmepumpe løsningen være den mest gunstige med tanke på ekstra installasjon- og driftskostnader relatert til kjølekapasitet. Dette er fordi en væske-vann varmepumpe vil kunne driftes i enten varmepumpe eller kjølemaskin modus. Dermed vil ekstra investering for dette alternative kreve atskillig lavere installasjonskostnader enn for elkjel eller luft-vann varmepumpe løsningene.

Solcelleberegninger utført i ekstern rapport (avsnitt 6.3.3) viser at solcellene kan både ha en relativt lav tilbakebetalingstid sammenlignet med levetiden deres, og en positiv nåverdi. En LCOE på ca. 70 øre per kWh er ca. 30% lavere enn hva kostnaden for kjøpt strøm fra nettet ligger på, og dermed vil en solcelleløsning lønne seg utfra en økonomisk betraktning. Det er derimot viktig å ikke overdimensjonere solcelleanlegget da prisen man får for solgt strøm tilbake til nettet er relativt lav.

8. ANBEFALING

Løsningene med væske-vann varmpumpe basert på grunnvarme anbefales. Grunnvarmepumpen er lagt opp til å dekke ca. 85 % av oppvarmingsbehovet.

Det anbefales videre at det etableres et solcelleanlegg på taket, dette grunnet lave utslipp forbundet med solceller og positive nåverdier ved de aller fleste størrelser. Anbefalt størrelse på solcelleanlegget er på 126 kW_p fordelt på takmonterte og fasadeintegrerte solceller.

9. VEDLEGG

A. Aktuelle typer energiforsyninger

A.1. Oppvarming

Bygningsmassen, bestående av ny skole, rehabilitert skole og ny idrettsarena, har et netto oppvarmingsbehov (romoppvarming, ventilasjonsoppvarming og tappevann) på ca. 923 000 kWh/år og et dimensjonerende effektbehov for oppvarming på 540 kW.

Fjernvarme

Som nevnt i kapittel 4.1. er det ikke noe fjernvarmetilknytning i området, og det er dermed ikke sett på muligheten for å benytte seg av fjernvarme til oppvarming.

Varmepumpe

Installasjon av varmpumpe har noe økt arealbehov sammenlignet med kun elkjel. Med varmpumpe vil energikostnadene gå ned, men lokal varmeinstallasjon gir noe økt drift- og vedlikeholdsbehov, sammenlignet med bruk av elkjel.

Varmepumpe basert på grunnvarme eller sjøvann vil ha forholdsvis høye investeringskostnader, men vil være et driftssikkert alternativ med høy systemvirkningsgrad (COP 2,5-4). Denne typen installasjon har lavt støynivå til omgivelsene.

Om grunnforholdene tillater det, kan grunnvarmebaserte varmpumper gi mulighet for å lagre varme om sommeren og ta dette opp om vinteren. Det gir lenger levetid og høyere effekt i brønnparken, slik at man sparer energi og kan redusere antall borehull. I tillegg kan avstanden mellom borehullene reduseres.

Luftbaserte varmpumper har ulemper mht. støy, lavere systemvirkningsgrad (COP 2-3) og kortere levetid enn væske-vann varmpumper.

Et varmpumpesystem kan også gjenvinne overskuddsvarme fra kjøle- og fryseprosesser, eventuelt data- og serverarealer.

Sjøvannsvarmepumpe ansees ikke relevant for prosjektet, grunnet for stor avstand til sjøen. Alternativet med sjøvannsvarmepumpe er av ovennevnt grunn ikke utredet videre.

Solvarme

Solfangere utnytter varme fra sola til oppvarming av sirkulerende vann. Solfangerne plasseres vanligvis på tak eller fasade og har lavt støynivå til omgivelsene. Utfordringen er at solfangerne produserer mest varme om sommeren, dvs. når det er minst behov for varmeleveranser. Ofte benytter man seg av døgnakkumulering for å kunne lagre varme produsert på dagtid til bruk på natta (når det er kaldere ute).

Et solfangeranlegg kan kombineres både med varmpumpeanlegg og pelletskjel. Solfangeren er også godt egnet i kombinasjon med fjernvarmetilkobling, dersom man skulle velge å koble seg til dette. I alle tilfeller vil systemet settes opp slik at mest mulig av varme-behovet dekkes av nesten gratis solvarme (marginalkostnad er svært lav når investeringen er gjort).

Solfangere og solceller kjemper om det samme arealet, og det anbefales å bruke solceller fremfor solfangere om man kun går for en av disse løsningene. Dette fordi solfangere har et mer komplekst system enn solceller, i tillegg til at strøm er mer anvendelig og fleksibelt enn varme.

Overskuddsstrøm kan i en mye større grad eksporteres ut enn det overskuddsvarme kan. Strøm kan også brukes til å forsyne varmepumper til oppvarming.

Det er dog mulig å benytte både solceller og solfangere sammen, men det fører til en mer kompleks løsning.

Bioenergi

Bioenergi er i utgangspunktet et godt alternativ for fornybar varmeproduksjon. Løsningen er imidlertid ikke helt CO₂-fri, fordi det trengs noe energi både til produksjon og transport av brenselet. Ulemper med løsningen er at det trengs skorstein og man får lokale utslipp av NO_x mm. Bioolje og biogass krever noe mindre plass enn fast brensel (både kjeler og brenselager er mindre). Driften krever kompetent personell. Det forekommer noe støy, både fra selve produksjonen og i tilknytning til transport av brensel (trailere/traktor). Bioenergi har erfaringsmessig vist seg å være noe uforutsigbart med tanke på brenselleveranser. Bruk av biokjeler i bymessige strøk er ofte ikke ønsket, pga. lokale utslipp som påvirker luftkvaliteten, og behovet for brenseltransport i allerede pressede veinett.

På grunn av de ovennevnte grunnene anses ikke bioenergi som en aktuell løsning for prosjektet.

Eksport av varme

For Os prosjektet (idrettshall og skole) synes det ikke å ligge spesielt gunstige omstendigheter for eksport av varme. Dette delvis på grunn av mye eldre bebyggelse og eksisterende infrastruktur omkring tomten. Merkostnaden av å dimensjonere anlegget for eksport i tillegg til intern forsyning virker ikke økonomisk hensiktsmessig. En ytterligere faktor for denne vurderingen er at det i fremtiden er planer for etablering av fjernvarme fra Østfold Energi.

A.3. Kjøling

Bygget har et kjølebehov på ca. 64 000 kWh/ år som utgjør under 7 % av det totale energibehovet. Det er dermed valgt å se kvalitativt og ikke kvantitativt på løsninger.

Fjernkjøling

Som med fjernvarme, er det ingen tilbydere av fjernkjøling i området, og det er dermed ikke sett videre på i denne analysen.

Varmepumper

Varmepumper kan også benyttes til kjøling, og gir mulighet for reduksjon i kjølemaskiner, tilsvarende installert varmepumpeeffekt. Dette gir fordeler som mindre plassbehov til teknisk utstyr på tak og mindre viftestøy til omgivelsene, sammenlignet med tørrkjølere. Det er også en fordel at man i varmepumpene kan produsere varme og kjøling samtidig. Dette er nyttig fordi man vil ha et

varmebehov til tappevann hele året, og et kjølebehov til kjøling av servere/andre prosesser det meste av året.

Både sjøvannsinntak og energibrønner (borehull) vil også kunne benyttes til frikjøling. Frikjøling krever kun energi til sirkulasjon av kjølevæsken ned i grunnen eller til/fra sjøvannsinntaket, uten at det benyttes en kjøleprosess. Bruk av frikjøling innebærer følgelig en betydelig reduksjon i energibruken, sammenlignet med bruk av varmepumpene som kjølemaskiner.

Tørrkjølere

Kjøling kan etableres med bruk av tørrkjølere plassert på tak og isvannsmaskin i teknisk rom. Som følge av den lave utetemperaturen også på sommeren, er det vurdert at det kan nås en relativt bra COP (effektfaktor) med en standard kjølemaskin. Tørrkjølere har utfordringer knyttet til støy, og krever plass på tak som kan gå på bekostning av for eksempel solceller. Ved alle de aktuelle energiforsyningsløsningene vil tørrkjøler være aktuelt, i størst grad for alternativet med elkjel og luft/vann varmepumpe. Disse vil også kreve en ekstra isvannsmaskin. Grunnvarmeløsningen vil ved et beskjedent kjølebehov (både mtp. energi og effekt) kunne forsyne kjøling uten installasjon av hverken tørrkjøler eller isvannsmaskin. I et slikt tilfelle vil all kjøling være dekt via frikjøling fra energibrønner.

A.2. Lokal el-produksjon

Avhengig av energieffektiviteten til utstyret og løsning for varme- og kjøleforsyning vil det være et elektrisitetsbehov på om lag 624 000 kWh for bygningsmassen (forutsatt standard driftsbetingelser fra NS 3031/NS 3701). Nedenfor følger en vurdering av muligheten for å dekke opp noe av dette med lokal el-produksjon. Hafslund Nett har konsesjon for el-nettet på området. Det ansees som mulig å eksportere egenprodusert strøm til energinettet, da Hafslund Nett har slike avtaler med andre kunder. Dette må for øvrig avklares før en evt. investeringsbeslutning omkring lokal el-produksjon tas.

Vindkraft

Ved bruk av vindturbin på tak må det tas hensyn til arkitektoniske utfordringer og støy. Det er viktig å legge til grunn støykrav ved valg av installasjon.

En installasjon på 4 kW (4.6 m x 3 m rotor) kan gi et bidrag på i størrelsesorden 5 000 kWh/år, koster ca. 200 000 kr, og har utgifter til drift og vedlikehold på i størrelsesorden 1-2 % av investeringskostnadene. Med tanke på arealbehov vil det ikke være mulig med mange installasjoner.

Bruk av små, desentraliserte vindkraftanlegg i norske byer/tettsteder, ansees som lite lønnsomt, og løsningen er derfor ikke vurdert ytterligere.

Vannkraft

Det er ikke tilgjengelige ressurser for utnyttelse av vannkraft i området.

Solceller

Sol til el-produksjon kan i østlandsområdet gi rundt 50-150 kWh/m² år solcelleflate, avhengig av helningsvinkel på solcellene, skyggeforhold, med mer. Solceller har ingen støy til omgivelsene og meget lang levetid. Det anses som mest aktuelt å plassere solceller på taket på bygget.

Sammenlignet med solfanger vil solceller i utgangspunktet gi lavere totalt energibidrag for samme arealbruk på tak. Fordelen med solceller i forhold til solfangere er imidlertid at man vil ha et høyt el-behov året rundt, i motsetning til varmebehovet til bygget som er lavest når produksjonen er på sitt høyeste. Spesielt i kombinasjon med varmeproduksjon i varmepumpeanlegg kommer solcelleanlegg gunstig ut.

Solcelleanlegg krever også vesentlig mindre drift og vedlikehold enn solfangere. Det har de siste årene vært en enorm utvikling i solcellemarkedet, og med dagens priser begynner solceller å være konkurransedyktig med kjøp av strøm fra nettet. Dersom framtidige el-priser stiger, slik man forventer, vil solceller kunne vise seg å være en god investering.

A.3. Kogenereringsanlegg (CHP)

Et kogenereringsanlegg, eller CHP (Combined Heat and Power) system, vil kunne produsere både elektrisk kraft og varme fra samme energikilde. Energikilden er gjerne en form av naturgass eller syntesegass (f.eks. basert på bioenergi). Totalvirkningsgraden på slike anlegg kan være opp mot 85-90 %.

På bakgrunn av begrenset størrelse på varme og elektrisitetsbehov, samt uegnede, kommersielle størrelser på CHP enheter (> 30-40 kW el), vil ikke etablering av et CHP være hensiktsmessig. Slike anlegg krever høy driftstid (> 5000 fullasttimer) og ville dermed være helt avhengig av å kunne eksportere varme til omkringliggende bygg.

A.4. Oppsummering

I Tabell 9.1, Tabell 9.2 og Tabell 9.3 er det presentert en sammenligning av de forskjellige alternativene for oppvarming, kjøling og strømproduksjon.

Tabell 9.1 Sammenligning av de ulike alternativene for oppvarming

Oppvarming	Utslipp	Arealbehov	Lokale rammebetingelser	Støy	Eksportmulighet	Dekningsgrad	Annet
Fjernvarme	Avhenger av produksjonsmåte hos FV-leverandør.	Lavt	Ingen fjernvarme i området	Lav	Ikke relevant	100 %	Krever lite innsats fra driftspersonell.
Varmepumpe basert på sjøvann	Forholdsvis lavt, men avhenger av VPs effektfaktor	Noe	Ikke tilgang på sjøvann i umiddelbar nærhet	Lav	Ja	Høy	Gir noe mulighet for frikjøling.
Varmepumpe med grunnvarme	Forholdsvis lavt, men avhenger av VPs effektfaktor	Noe (selve VP-enheten tar lite plass, men det trengs også plass til borehullene)	Gode forhold	Lav	Ja	Høy	Brønnparken kan også utnyttes til frikjøling og varmelagring
Varmepumpe basert på uteluft	Forholdsvis lavt, men avhenger av VPs effektfaktor	Middels, avhenger av utvendige installasjoner		Høy	Ja	Høy	Gir noe mulighet for frikjøling. Kortere levetid.
Solfangere	Svært lavt	Plasskrevende, monteres på tak/vegger.	En del takareal tilgjengelig. Går i så fall på bekostning av solceller	Lav	Ja	Tilskudd	Ulempe med at de produserer mest varme på sommeren når behovet for er på det laveste
Bioenergi	Svært lavt	Betydelig arealbehov. Krever lagringsplass for brensel, fyrkjel og skorstein	Lokale utslipp og et betydelig transportbehov for brensel	Høy	Ja	Høy	Ansees som arbeidskrevende og arealkrevende, og kan i utgangspunktet ikke dekke kjølebehov. Lokal forurensning i sentrumsstrøk

Tabell 9.2 Sammenligning av de ulike alternativene for kjøling

Kjøling	Utslipp	Arealbehov	Lokale rammebetingelser	Støy	Eksportmulighet	Dekningsgrad	Annet
Fjernkjøling	Avhenger av produksjonsmåte hos evt. FK-leverandør	Lavt	Ingen kjente tilbydere i området	Lav	Ikke relevant		
Varmepumpe med grunnvarme	Forholdsvis lavt, men avhenger av VPs effektfaktor	Beskjeden økning i forhold til VP for oppvarming.	Gode forhold	Lavt	Det vil være gunstig å balansere varmeuttaket ved å dekke kjølebehovet hos nabobygg.	Høy	Vil kunne kreve konv. kjøling i tillegg.
Varmepumpe basert på sjøvann	Forholdsvis lavt, men avhenger av VPs effektfaktor	Beskjeden økning i forhold til VP for oppvarming.	Ikke tilgang på sjøvann i umiddelbar nærhet	Høy	Nei		Vil kunne kreve konv. kjøling i tillegg.
Konvensjonell kjøling (tørrkjølere)	Forholdsvis lavt, men avhenger av kjølemaskinens effektfaktor	Krever noe areal i teknisk rom og areal på tak eller lignende	Ingenting spesielt å bemerke	Høy	Kan i praksis selge overskuddskjøling til nabobygg, men dette gjøres sjelden	100 %	

Tabell 9.3 Sammenligning av de ulike alternative for å levere strøm

El-spesifikt	Utslipp	Arealbehov	Lokale rammebetingelser	Støy	Eksportmulighet	Dekningsgrad	Annet
Vindturbin	Svært lavt	Krever fritt areal rundt turbiner.	Potensialet for Os prosjektet ansees beskjedent	Ja	Ja	Lav	Lav mulig energileveranse, høye inv., lav lønnsomhet, støy. Følgelig er dette alternativet ekskludert i den videre analysen.
Solceller	Svært lavt	Stort, på tak og fasader.	Det er mulig å plassere solcellepaneler på tak og fasade. En solcelleinstallasjon vil gå på bekostning av areal anvendbart for solfangere.	Nei	Ja	Tilskudd	Få store skyggekilder
Vannkraft	Svært lavt	Krever plass der vannkraften produseres.	Det er ikke tilgjengelige ressurser for utnyttelse av vannkraft i området.	Nei	Ja	Avhengig av størrelse	

B. Tilskuddsordninger

Kommunen

Det er ikke funnet noen aktuelle støtte- eller tilskuddsordninger fra Halden kommune.

Enova

Enova har fokus på å støtte bruk og testing av ny teknologi i bygg og områder. Denne innovasjonen må innebære et vesentlig sprang i forhold til etablert praksis eller standard, og bidra til markedsendring for å oppnå målsettingen om et lavutslippssamfunn. De løsningene som er beskrevet i dette notatet som aktuelle faller høyst sannsynlig utenfor med tanke på mulige tilskudd.

Om det velges å se på nye innovative løsninger for eksempel hvor energi- eller effektløsninger som inkluderer området rundt, vil dette kunne støttes.