



Askim kommune

Mulighetsstudie -

Utfasing av oljekjeler – Fase 2



 **REJLERS**

Mulighetsstudie, Utfasing av oljekjeler i kommunale bygg

Oppdragsgiver:

Askim kommune
Pb 2003
1802 Askim

Rådgiver:


 Rejlers Consulting AS
 Energidivisjonen
 Postboks 614 Lundsiden
 4606 Kristiansand

Oppdragsgivers kontaktperson:

Marianne Carlsen
Tlf: 402 86 798
E-post: marianne.carlsen@askim.kommune.no

Prosjektleder:

André Dalene
Tlf: 992 46 123
E-post: andre.dalene@rejlers.no

Prosjektnummer:

301698

Dokumentnr:

1

Utarbeidet av:

André Dalene

Revisjon:

A

Dato:

19.12.14

Kontrollert av:

André Dalene

Antall sider, antall vedlegg:

sider

Godkjent av:

Arild Olsbu

Revisjon
Dato
Beskrivelse
Utarbeidet
Fagkontrollert
Godkjent

A

19.12.2014

Rapport

André Dalene

André Dalene

Arild Olsbu

Sammendrag:

Mulighetsstudie – Utfasing av oljekjeler fase 2 tar for seg varmeanlegg i 5 kommunale bygg i Askim kommune. Andre fasen av prosjektet beskriver varme- og effektbehov og systemløsninger for alternative energikilder med lønnsomhetsberegning.

Følgende 2 bygg presenteres i denne omgang

- Askimbyen skole – Gymsal
- Moen skole

Mens de 3 resterende byggene (Askim u-skole/sykehjem, Korsgård skole og Rom skole og barnehage) presenteres i januar 2015.

1. ASKIMBYEN SKOLE - GYMSAL	4
1.1. ENERGIBEHOV OG DIMENSJONERENDE EFFEKT (BEREGNET)	4
1.2. SYSTEMLØSNING	4
1.3. INVESTERINGSKOSTNAD	6
1.4. ÅRLIGE DRIFT- OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER	6
1.5. LØNNSOMHETSBEREGNING	6
2. MOEN SKOLE	7
2.1. DIMENSIONERANDE EFFEKTBEHOV	7
2.2. SYSTEMALTERNATIVER	9
2.3. ANBEFALING	18
2.4. NOTATER	18
3. STØTTEORDNINGER – ENOVA	19

1. Askimbyen skole - Gymsal

1.1. Energibehov og dimensjonerende effekt (Beregnet)

Energipost	Energibudsjett	
	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	3643 kWh	14,0 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5458 kWh	21,0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	13105 kWh	50,4 kWh/m ²
3a Vifter	3068 kWh	11,8 kWh/m ²
3b Pumper	188 kWh	0,7 kWh/m ²
4 Belysning	5746 kWh	22,1 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	2298 kWh	8,8 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	33507 kWh	128,9 kWh/m ²

Beskrivelse	Dimensjonerende verdier	
	Verdi	Tidspunkt
Maks. samtidig effekt varmebatterier:	6353 W / 24,4 W/m ²	07:00
Totalt installert effekt varmebatterier	6500 W / 25,0 W/m ²	07:00
Maks. samtidig effekt romoppvarming:	5037 W / 19,4 W/m ²	07:00
Totalt installert effekt romoppvarming	5200 W / 20,0 W/m ²	07:00
Min. romlufttemperatur:	17,0 °C	07:00
Min. operativ temperatur:	17,2 °C	07:00
Maksimal CO2 konsentrasjon (Gymsal + garderobes)	677 PPM	13:15

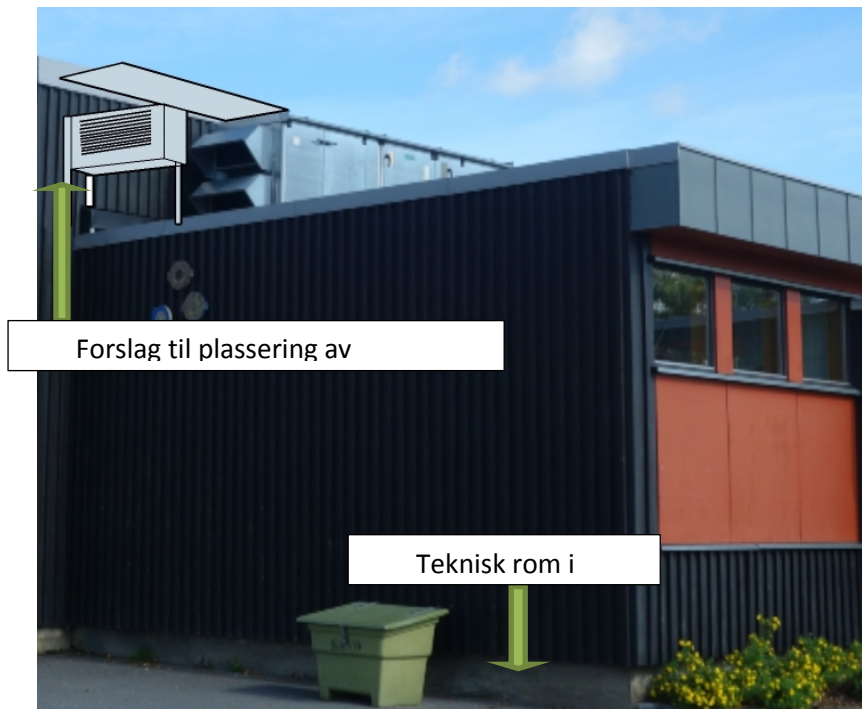
Fra simuleringen (se tabellene over) (Har ikke målinger av energibruken for gymsalen)

- Beregnet energibehov for romoppvarming, varmebatterier ventilasjon og varmt tappevann: ca 22 200 kWh/år
- Dimensjonerende effektbehov: ca 11,5 kW (oppv.) + 2,5 kW (gj.snittelig forbruk tappevann)

1.2. Systemløsning

- Luft-vann varmepumpe: 7-8 kW
- Akkumulatortank og el.element: 15 kW
- Hva må gjøres med eksisterende fyrrom/teknisk rom?
 - Beholde dagens varmtvannsberedere: 3 stk av 550 l med 3 x 5 kW el.elementer i hver.
 - Koble ifra rørrnett til kulturhuset og installasjon av innedelen av varmepumpa (fysisk størrelse typisk HxWxD: 1,15x0,40x0,65 m), der hvor rørstussene blir kuttet av fra rørrettet.
 - Eventuelt å kombinere nye akkumulatortanker (f.eks dobbelmantlet) til romoppvarming og varmt tappevann. Dette innebærer at eksisterende varmtvannsberedere må skiftes ut, da de i dag kun leverer til varmt tappevann og det er begrenset plass i teknisk rom.

- Plassering av kompressoren (utedelen av luft-vann varmepumpa)
 - Mulig plassering av utedel på taket ved siden av ventilasjonsanlegget ved utblåsningen av avtrekkslufta fra ventilasjonsanlegget (se figur). Dra nytte av den noe tempererte lufta som kan bidra til å bedre årsvarmefaktoren. Kompressoren kan festes på veggen/taket og det kan evt oppføres tak for å beskytte kompressoren for vær og vind.



Figur 0.1 Forslag til plassering av kompressor



Figur 0.2 Teknisk rom i kjeller

1.3. Investeringskostnad

- Luft-vann varmepumpe: 7-8 kW og ca 15 kW elektrokjel, inkl installasjon (*Basert på veiledende priser og erfaringskostnader*)
 - Kr 130 000, eks mva

1.4. Årlige drift- og vedlikeholdskostnader

Ca kr 1000 i årlige drift- og vedlikeholdskostnader

1.5. Lønnsomhetsberegning

Grunnlagstall:

El.pris (inkl. avgifter osv, eks mva)	80 øre/kWh
Brenselkostnad varmepumpe*(inkl spisslast)	43 øre/kWh
Oljepris, eks mva	90 øre/kWh
Kalkulasjonsrente	5 %
Økonomisk levetid	15 år

*Brenselkostnaden er basert på årsvarmefaktor for luft-vann varmepumpe på 2,7 og at varmebehovet dekkes med 75 % varmepumpe og 25 % spisslast/backup (Kilde Enova). Virkningsgrad el.kjel 98 %.

Resulterende energipris:

Investering	56 øre/kWh
Brenselkostnad	43 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	05 øre /kWh
Resulterende energipris – Luft/vann varmepumpe	1,04 øre/kWh

Resulterende energipris, inkl Enova-støtte:

Investering	52 øre/kWh
Brenselkostnad	43 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	18 øre /kWh
Resulterende energipris – Luft/vann varmepumpe	1,00 øre/kWh

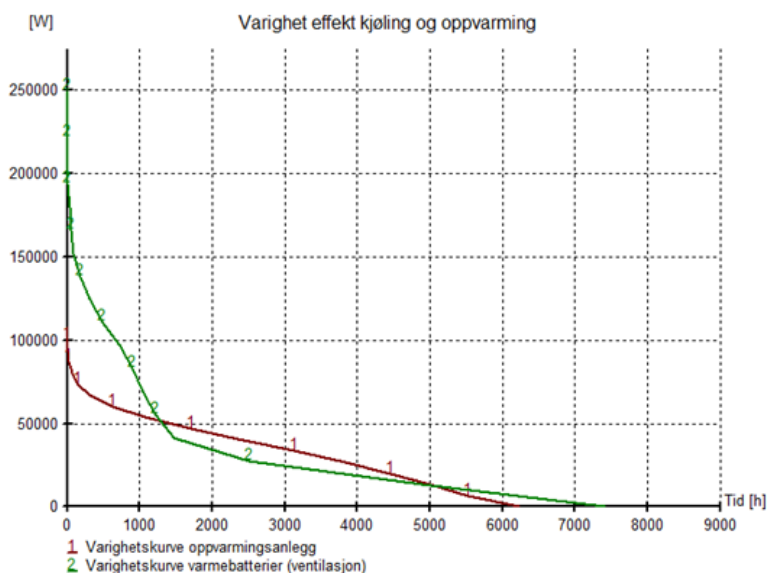
Inklusiv Enova-støtte gir denne løsningen en negativ nåverdi på ca kr 15 000 og internrente på 3 %. Det er fortsatt noe ulønnsomt med Enova-støtte. En av usikkerheten i beregningen er hva varmebehovet er, som vil påvirke lønnsomhetsresultatet. Hvis varmebehovet er 26 000 kWh/år og ikke som beregnet på 22 000 kWh/år blir det lønnsomhet i prosjektet.

2. Moen skole

Efter gjennomgang av forstudien i fas 1 følger härmed en spesifikasjon genom fas 2.

2.1. Dimensionerende effektbehov

Det dimensionerende effektbehovet for varme avläses ifrån varighetskurvan i *Figur 1* och verifieras ifrån simulering i *Figur 2 och 3* och sätts till 300 kW. Det är den effekt som krävs in till bygget för att kunna täcka hela värmebehovet.



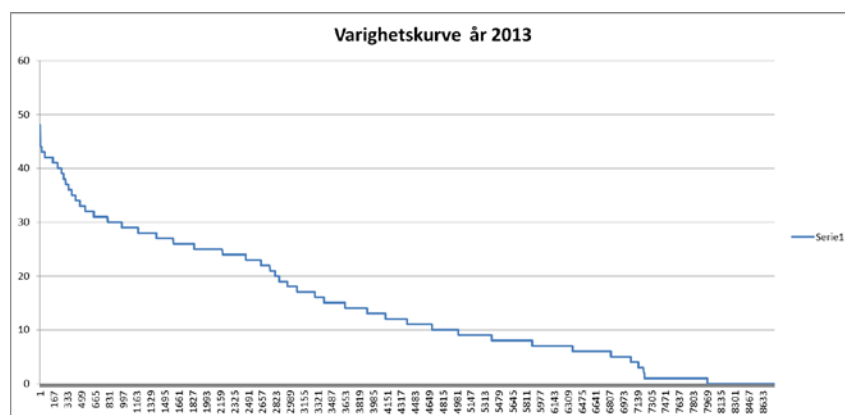
Figur 3 Varighetskurva effekt till oppvärmning og varmebatterier.

Energipost	Energibudsjett	
	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	210182 kWh	74,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	239296 kWh	84,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	37635 kWh	13,3 kWh/m ²
3a Vifter	137226 kWh	48,4 kWh/m ²
3b Pumper	3142 kWh	1,1 kWh/m ²
4 Belysning	62720 kWh	22,1 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	37632 kWh	13,3 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	727834 kWh	256,5 kWh/m²

Figur 2 Simulerad energibudgett

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	481735 kWh	169,7 kWh/m ²
1b El. Varmepumpe	0 kWh	0,0 kWh/m ²
1c El. solenergi	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	376739 kWh	132,7 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-6	858475 kWh	302,5 kWh/m²

Figur 3 Simulering levert energi



Figur 4 Varighetskurva elektrisk effekt in till varmepumpen

Värmebehov

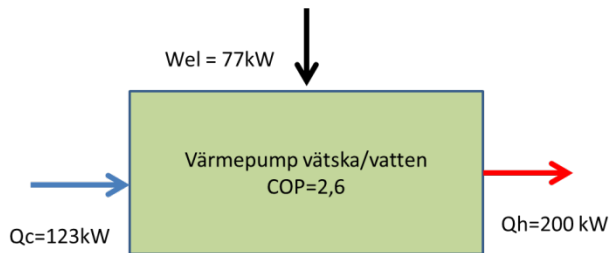
Det totale varmebehovet på Moen skole var i fas 1 bestemt till 550 000 kWh/år. Etter noggrann gjennomgang har den siffran korrigerats ner till 500 000 kWh/år. Det er baserat dels på osikkerhet angående elbehovet till varmepumpen samt erfarenhetstal och simulert og beraknat varmebehov for skolan, enligt figur 2 och 3.

Existerande varmepump 200 kW. Antaget COP: 2,6.

Den eksisterande varmepumpen er dimensjonert etter ett effektuttag på 200 kW varme till varmesystemet. Dess verkningsgrad mæts i COP¹ och antas ett värde på 2,6. Det elektriske effektbehovet in till pumpen er derfor 77 kW el (200/2,6) och 123 kW varme (200-77 kW) från energibrunnarna, se Figur 5. Under 2013 levererades varmepumpen en betydligt lægre effekt. Från EOS går att læsa ett elektrisk effektuttag in till varmepumpen på 48 kW, se Figur 4. Den siffran stammer inte riktig då det skulle innebæra ett betydligt høgre energiuttag än vad som er mōjlig fra de eksisterande energibrunnarna. Antagligen består siffran 48kW inte bara av effekten till varmepumpen utan også av andra laster såsom eksempelvis sirkulationspumper. I analysen har vi derfor gjort en bedømming utifrån den informasjon vi fått for att konkludere faktisk varmförbrukning. Det diskuteres mer senere i rapporten.

¹ Coefficient Of Performance.

<http://www.enova.no/finansiering/naring/programtekster/tilleggstekster/om-cop/709/1790/>



Figur 5 Energiflöde varmepump 200kW

Qc:	Värmeenergi ut från brunnarna
Qh:	Levererad värmeenergi från varmepumpen
Wel:	El till varmepumpen
COP:	Coefficiency Of Performance (verkningsgrad)
Relation:	$Q_c = Q_h - W_{el}$

Energibrunnar

Enligt borrhålsprotokollet finns 10 energibrunnar på ett djup mellom 49-100 meter, et antatt totala snittdjup är på 750 meter.

Elkjele

Tidigare har oljekjelen verkat som back-up for varmesystemet, men nu anbefalles en elkjele som backup som kan ta hela lasten. En elkjele har god verkningsgrad även vid låga laster varfor den också kan verka som spetslast. Storleken på elkjelen bestäms utifrån det dimensionerande effektbehovet som här är 300 kW. Det anbefalles en elkjele på 350 kW for att säkra behovet och for att kostnaden for en större elkjele inte är mycket högre än for en mindre.

2.2. Systemalternativer

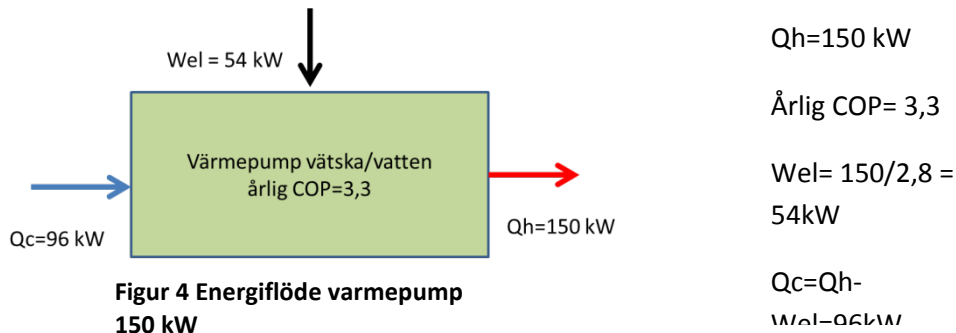
Tre alternativ till systemløsninger for Moen skola är framtaget. Alternativ 1 består av en ny væske/vann varmepump med oppgradering av eksisterande energibrunnar. Den eksisterande varmepumpen har verkat under ofördelaktige omstændigheter under lang tid og har inte fungerat som den ska. I tillegg har den lang livslængd. Derfor anbefalles en ny væske/vann varmepump. Alternativ 2 utgår också den från en ny væske/vann varmepump og oppgradering av eksisterande energibrunnar samt med solvarmefångare i kombination. Solvarmefångare är ett bra komplement till varmesystemet, det är en enkel installation med lang driftskostnad. Fornybar energi støttes också av Enova vilket kan ge ett tilskott till investeringen. Att installere fornybar energi på en skola bidrar också till utvekligen mot miljø og hållbarhet og ska inte underskattas. Alternativ 3 togs fram om det visar sig att grundforhållanden for energibrunnar inte är fördelaktige og en luft/vann varmepump er en aktuell løsning for å undgå energibrunnar. De tre alternativene beskrives nærmere nedan.

Alternativ 1: Ny væske/vann varmepumpe + oppgradering/tillæg till eksisterande borehull

Varmepump

En varmepump dimensioneres normal efter 45-75% av maxeffekten på ett bygg, det medfor ungefär 85-90 % av energibehovet. Resterande behov spetsas med elkjelen. Varmesystemet på Moen skola är ganske gammalt og effektiviteten på gjenvinner og batterier är lang. Den foreslagna storleken på

värmepump på Moen skole er 150 kW vilket motsvarar 50% av maxeffekt. Maxeffekt här likställs det dimensionerande effektbehovet.



Systemvirkningsgraden sätts till 2,8 och värmeflödet för den anbefallna varmepumpen ses i Figur 6.

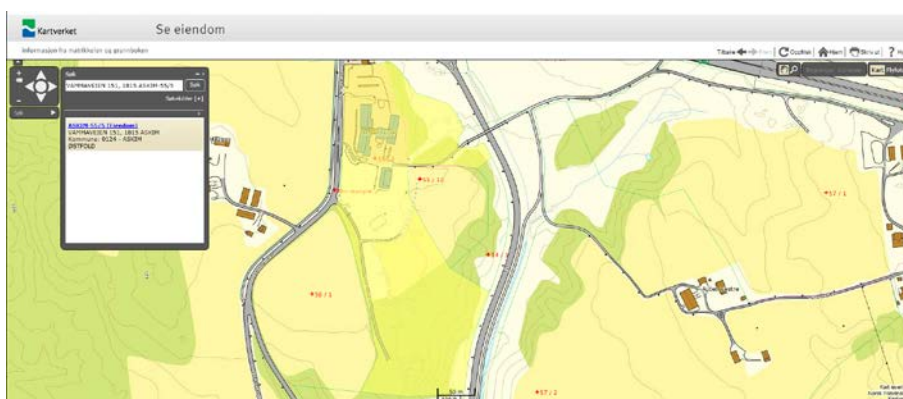
Behov av fler energibrunnar

Från simulering beräknades ett behov av 3688 meter borrhål för att täcka värmebehovet på Moen skole. Antal borrhål beror på grundförhållanden och kan variera.

Enligt borrhprotokollen på de befintliga energibrunnarna är det idag i snitt sammanlagt 750 meter borrhål. Det krävs alltså $3688 \text{ m} - 750 \text{ m} = 2938$ extra meter borrhål. Enligt borrhföretaget blir det billigare att borra ett antal nya hål än att uppgradera de existerande. Då undgås merkostnader som kapning av rör och slangar. Problem med grundförhållanden vid den första borrhningen bör tas i beaktning vid borrhning av nya hål. Dock är utstyr för borrhning bättre idag än för 15 år sedan och klarar därför tuffare förhållanden. Undersökningar får visa om det är lönsamt att gå vidare med alternativ 1.

Systemlösning

En ny väske/vann varmepump och en elkjele placeras i teknisk rum. De nya borrhålen borrar omkring Moen skole men planeras av borrhsselskap.



Investeringskostnad

Väske/vann varmepumpe 150kW inkl installation och givet att det finns ström och spänningsanslutning: 1.138.500,- *

Boring energibrunnar inkl installation: 369 kr/m (erfaringstal inkl 10% uforutsett) => $369 \text{ kr/m} * 2938 \text{ m} = 1.082.653 *$

Elkjele 350 kW inkl intallation: 160.960,- *

Akkumulatortank inkl installation: 73.425 ,- *

Total investeringskostnad: 2.455.539 kr exl mva

* MVA 25% tillkommer

Årlige drift- og vedlikeholdkostnad

3000 NOK/år i årlige drift- og vedlikeholdskostnader

Lønnsomhetsberegning

Grunnlagstall Alternativ 1 (væske-vann vp + el.kjel+energibrunnar):

El.pris (inkl.avgifter osv, eks mva)	80 øre/kWh
Brenselkostnad varmpumpe*(inkl spisslast)	37 øre/kWh
Oljepris , eks mva	90 øre/kWh
Kalkulasjonsrente	5 %
Økonomisk levetid	15 år

*Brenselkostnaden er basert på systemvirkningsgrad for væske/vann varmpumpe på 2,8 og at varmebehovet dekkes med 85 % varmpumpe og 15 % spisslast/backup (Kilde Enova). Virkningsgrad el.kjel 98 %.

Resulterende energipris:

Investering	47 øre/kWh
Brenselkostnad	37 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	1 øre /kWh
Resulterende energipris	85 øre/kWh

Man har sparat kr 498.141 över 15 år og en kalkylerat internränte till 8%. Resulterande energipris blir 85 øre/kWh. Det beräknade energipriset kan sammenliknes med dagens brenselkostnad for skolan som är olje. Oljepriset ligger ca på 90 øre/kWh eks mva. Det gir lønnsomhet i alternativ 1, også uten enovastøtte.

Lønnsomhetsberegning med Enovastøtte 200.000,-

Total investeringskostnad med enovastøtte er 2.255.539 kr exl mva. Med en diskonteringsrenta på 5% og økonomisk levetid på 15 år har man sparat 688.617,- over 15 år. Internrentan beräknas till 9,4%. Det beräknade energipriset blir här 81 øre/kWh eks mva.

Resulterende energipris, inkl Enova-støtte:

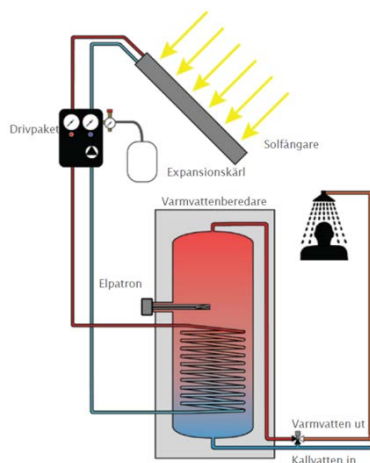
Investering	43 øre/kWh
Brenselkostnad	37 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	1 øre /kWh
Resulterende energipris	81 øre/kWh

Alternativ 2: Ny væske/vann varmepumpe + Solfångare + oppgradering/tilllegg till eksisterende borehull

Alternativ 2 består av samme typ varmepump som i alt. 1 men her kompletterer vi med ett solfångarsystem.

Hur fungerer solvärmefångare?

Solfångare omvandlar solens instrålning till värmeenergi. Till skillnad från solceller så producerar solfångaren ingen elektricitet. Det finns olika typer av solfångare, de vanligaste är plana solfångare och vakuumsolfångare. Plana solfångare används bäst för behov av vann runt 30-80 grader. Vakuumsolfångare används för vann runt 50-150 grader. Den sistnämnda är något dyrare i inköp men har sen en högre verkningsgrad. En solfångare består vanligtvis av en tunn metallplate som absorberar värmen och leder värmen till vätskefyllda rör. Vätskan består vanligtvis av 70% vatten och 30% glykol och är ett slutet system som växlar värmen över till en ackumulatortank.



Systemløsning

Solfångarpaneler plasseres på taket og leder värmen till en ackumulatortank så länge ackumulatoren ikke oppnått ønskværd temperatur. Når ønskværd temperatur oppnått leds värmen från solfångarpanelerna istället ner till energibrunnarna og fyller på dessa med värme. Värmepumpen arbeitar for å høja temperaturen från energibrunnarna till ackumulatortanken

når solfångaren ikke klarer å varme den på egen hånd. Ved tilfelle då heller ikke varmepumpen klarer å levere ønsket temperatur inntil akkumulatortanken går eljekjen på. Eljekjen plasseres etter akkumulatortanken og ettervarmer til ønsket temperatur inntil den transporteres ut i varmesystemet. På så vis forhindrar man at eljekjen varmer hela volumet i akkumulatortanken, vilket ikke alltid er nødvendig. Optimal solfångarareal for Moen skole er 100 m² aktiv yta. Avstandet mellom panelerna bør vara minst 3 meter for å forhindre skuggning. Med systemet beskrevet blir varmebidraget frå de ulike energislagen 76% frå varmepumpen, 15% frå eljekjen og 9% frå solen.



Figur 5 Placering solfångarpaneler og teknisk rum

Figur 8 ovan visar Moen skole. Där den blå markören med nummer 1 är placerad finner man existerande tekniskt rum og det är där varmepumpen og eljekjen bör plasseres. Solfångare ska plasseres mot sydläge og i vinkel mot taket om 60 grader. Takarealen som är markerad i blått visar flatt takareal og är lämplig placering for solgångarpanelerna. Panelerna fästs i korrekt vinkel og i rader av paneler. Näst intill hela den flata takarealen kommer att behövas for panelerna. Här bör tas i åtanke eventuell skuggning frå det högre liggande skråtaket.

Investeringskostnad

Væske/vann varmepumpe 150kW inkl installation og givet att det finns strøm og spenningsanslutning: kr 1.138.500,-

Boring energibrunnar inkl installation: 369 kr/m (erfaringstal inkl 10% usikkerhetsmargin) => 369 kr/m*2938m= kr 1.082.653,-

Elkejele 350 kW inkl intallation: kr 160.960,-

Akkumulatortank inkl installation: kr 127.875,-

Solfångarsystem 40 paneler, produktbeskrivning nedan inkluderar de flesta . Inkl installation:
898.326,-

Total investeringskostnad: kr 3.408.315,- eks mva

Produktnr	Beskrivelse	Antall	Nettopris	Beløp
	Solfangere			
	C250V solfangere			0,00
401100016502	C250V solpanel for vertikal montasje (ER240)	40	7 935,00	317 400,00
401100016506	C250 hydraulisk tilkoblingsett for solfelt (ER245)	4	1 175,00	4 700,00
401100016507	C250 hydraulisk kobling mellom 2 solpaneler (ER246)	36	395,00	14 220,00
401100016509	C250V takstativ for vertikal montasje basis (ER250)	4	3 016,00	12 064,00
401100016510	C250V takstativ for vertikal montasje utvidelse (ER251)	36	1 570,00	56 520,00
201007215400	S 300 Reflex 10 bar trykktank for solvarme	1	5 824,00	5 824,00
311077808	Oventrop Optibal kuleventil m/ avtapping 1" DN25	1	354,00	354,00
4136096760	Solstasjon SolexMaxi HZ <100 m2	1	31 980,00	31 980,00
212263115300	Sikkerhetsventil 3/4" x 3/4" -3.0 Bar NRF:5625043	1	312,00	312,00
	Akkumulatortank			
851AKV5000E3	Akvaterm Rund 5000 liter isolert uten spiral - 3 bar	1	77 500,00	77 500,00
851AKVALK450	Akvaterm LK45 tappevannspirale	2	4 888,00	9 776,00
	Ekspansjon varmeanlegg (max 10 mvs)			
	N 800 ekspansjonskar med tilbehør			0,00
201207218500	N 800 Reflex 6 Bar ekspansjonskar. NRF nr: 8400548	1	11 648,00	11 648,00
311077808	Oventrop Optibal kuleventil m/ avtapping 1" DN25	1	354,00	354,00
212265577040	Manometer Ø 80 X 3/8" 0-4 Bar NRFnr:8400865	1	312,00	312,00
212265306300	Sikkerhetsventil 1" x 1 1/4" - 3.0 Bar NRF: 5625063	2	738,00	1 476,00
	El-kjele			
422264302400	Sempa Termo Max elkjele TM- 300, 400V	1	97 552,00	97 552,00

Årlige drift- og vedlikeholdskostnad

3000 NOK/år i årlige drift- og vedlikeholdskostnader

Lønnsomhetsberegning

I lønnsomhetskalkylen antas produsert varmeenergi fra solfångarna att vara 450kWh/m2/år i Østfold. Med en diskonteringsrenta på 5% och ekonomisk levetid på 15 år har man sparat 282.167,- över 15 år. Internrentan beräknas till 3,7%.

Man har sparat kr 282.167,- över 15 år og en kalkylerat internrente till 3,7%. Resultierende energipris blir 101 øre/kWh. Det beräknade energipriset kan sammenliknes med dagens brenselkostnad för skolan som är olja. Oljepriset ligger ca på 90 øre/kWh eks mva.

Grunnlagstall Alternativ 2 (væske-vann vp + el.kjel+energibrunnar+solfångare):

El.pris (inkl.avgifter osv, eks mva)	80 øre/kWh
Brenselkostnad varmpumpe*(inkl spisslast)	34 øre/kWh
Oljepris, eks mva	90 øre/kWh
Kalkulasjonsrente	5 %
Økonomisk levetid	15 år

*Brenselkostnaden er basert på årsvarmefaktor for væske-vann varmepumpe på 2,8 og at varmebehovet dekkes med 76 % varmepumpe, 9% solfångare og 15 % spisslast/backup (Kilde Enova). Virkningsgrad el.kjel 98 %.

Resulterende energipris:

Investering	66 øre/kWh
Brenselkostnad	34 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	1 øre /kWh
Resulterende energipris	101 øre/kWh

Lønnsomhetsberegning med Enovastøtte 200.000,-

Man har sparat kr 91.691 över 15 år og en kalkylerat internränte till 4,6%. Resulterende energipris blir 97 øre/kWh. Det beräknade energipriset kan sammenliknes med dagens brenselkostnad för skolan som är olja. Oljepriset ligger ca på 90 øre/kWh eks mva.

Resulterende energipris, inkl Enova-støtte:

Investering	62 øre/kWh
Brenselkostnad	34 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	1 øre /kWh
Resulterende energipris	97 øre/kWh

Systemverkningsgraden kan bli något bättre om man väljer ett system där varmpumpen levererar överskott av solvärmens ner till borrhålen. Men den siffran blir allt för osäker att ta fram här så vi räknar inte med den i kalkylerna ovan.

Resultatet från lönsamhetsberäkningen med solanlegget är inte lika lönsamt som utan solfångare men alternativet bör ändå vurderas, och i åtanke att investeringen efter 15 år varken går plus eller minus.

Alternativ 3: Luft/vann varmepump

Alternativ 3 består av en luftvarmepump som tar energi från utomhusluften. I tillegg behövs en elkjele för back-up och spetslast samt en akkumulatortank.

Systemløsning

Luft/vann varmepumpen plasseres i teknisk rum. Det kreves en åpning for varmeveksling med uteluften. Teknisk rum ligger i den sødra delen där den blå markören med nummer 1 er utsatt på kartan over. Rummet består av en ytterfasad og det er där montering av utomhusdelen for luftvarmepumpen bør plasseres.



Investeringskostnad

Luft/vann varmepumpe 150kW inkl installation og givet att det finns strøm og spenningsanslutning: 1.584.000,- *

Elkjele 350 kW inkl intallation: 160.960,- *

Akkumulatortank inkl installation: 73.425,- *

Total investeringskostnad: kr 1.818.386,- *

* MVA 25% tillkommer

Årlige drift- og vedlikeholdkostnad

3000 NOK/år i årlige drift- og vedlikeholdskostnader

Lønnsomhetsberegning

Man har sparat kr 707.578 over 15 år og en kalkylerat internrente till 19,6%. Resulterende energipris blir 78 øre/kWh. Det beråknade energipriset kan sammenliknes med dagens brenselkostnad for skolan som er olje. Oljepriset ligger ca på 90 øre/kWh eks mva.

Grunnlagstall Alternativ 3 (luft-vann vp + el.kjel):

El.pris (inkl.avgifter osv, eks mva)	80 øre/kWh
Brenselkostnad varmepumpe*(inkl spisslast)	43 øre/kWh
Oljepris, eks mva	90 øre/kWh
Kalkulasjonsrente	5 %
Økonomisk levetid	15 år

*Brenselkostnaden er basert på årsvarmefaktor for luft-vann varmepumpe på 2,7 og at varmebehovet dekkes med 75 % varmepumpe og 25 % spisslast/backup (Kilde Enova). Virkningsgrad el.kjel 98 %.

Resulterende energipris:

Investering	35 øre/kWh
Brenselkostnad	43 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	1 øre /kWh
Resulterende energipris	78 øre/kWh

Lønnsomhetsberegning med Enovastøtte 165.000;-

Man har sparat kr 864.721 över 15 år og en kalkylerat internränte till 12,3%. Resulterande energipris blir 75 øre/kWh. Det beräknade energipriset kan sammenliknes med dagens brenselkostnad för skolan som är olja. Oljepriset ligger ca på 90 øre/kWh eks mva.

Resulterende energipris, inkl Enova-støtte:

Investering	32 øre/kWh
Brenselkostnad	43 øre/kWh
Drift- og vedlikehold	1 øre /kWh
Resulterende energipris	75 øre/kWh

2.3. Anbefaling

Från resultatberäkningarna som visas ovan för de olika alternativene så er alternativ 3 med luftvarmepumpen det alternativ som ger lágst resulterande energipris, även utan enovastøtte. Dock er energidekkningen lágre än for en væske-vannvarmepump vilket medfor at elkonsumtionen her blir hógre än for de andra alternativene og dermed også hógre brånslekostnad.

Alternativet med væske-vannvarmepumpe ger en något hógre resulterande energipris men en lágre enn dagens oljepris. Den initiala investeringen blir en del hógre då kostnad for boring av energibrunnar tillkommer. Som næmnte ovan finns osåkerheter kring grundforhållandene for brunnar og det måste undersokas mer ingående om man går for dette alternativet.

Alternativ 2 med solfångere er, inte helt overraskende, det dyraste alternativet både sett till investering og till resulterande energipris. Dock bidrar solen med 9 % av behovet, og eftersom det er gratis energi så har det her alternativet lágst brånslekostnad. Dremot så går investeringen inte i minus utan er en investering som bør vurderas lika mycket som de andra alternativene. På 15 år har man i princip gått plus minus noll og man har då bidragit till de nasjonella målene gállende utbyggnad av fornybar energi, men framforallt till reduksjon av vaxthusutslåpp.

2.4. Notater

Potential for frikyla

Når man installerer en væske/vann varmepump med energibrunnar som varmekålla så har man mógjlighet at utnyttja sig av frikyla. Man utnyttjar varmen fra ventilasjonsavtrekk og varmevårlar den med det kallare flódet i energibrunnarna. Då varmer man opp energibrunnarna samtidigt som man får billig kyla till ventilasjonen. I snitt kan man ta ut 7kW per 200 meter borrhål till kylning. Vurderas vid projektering.

Rått sak først

Moen skole består av två bygg fra 1998 og 1990. Ventilasjonssystemet består av motstróms/batterigjenvinner med dålig verkningsgrad og konsumerer derfor mer energi än de nyare modellene med roterande gjenvinner. Varmepumpen, elkjelen, solfångaranlegget og energibrunnarna er i den her rapporten dimensionerade efter dagens behov. Det innebår at dessa komponenter blir overdimensionerade om det i framtiden utfors renovering av ventilasjonssystemet. Det bør overvågas at utfora en renovering innan investering av nytt varmesystem. Investeringskostnaden på dessa komponenter, og i synnerhet varmepumpen, ókar avsevårt med storleken (installerad effekt).

Energiuppfóljningssystem

Erfarenhetsmåssigt sparer man mellom 5-20% energi genom aktivt bruk av energiuppfóljningssystem. Allt av varme, elektrisitet, vann, avfall etc kan målas og foras noggrann statistikk over. På så såt får man overblikk over aktuell forbrukning og man kan undvika onódig konstanter genom låckage og energitjuvar i bygget. Det anbefalles ett båttere energisystem for Moen skole.

3. Støtteordninger – Enova

(Kilde: www.enova.no)

Enova har to ulike støtteprogrammer for varmesentraler.

- Programmet **Varmesentral forenklet** er beregnet på de mindre varmesentralene, og har en enklere søknadsprosess og forslag til tiltak med støttesatser.
- Programmet **Varmesentral utvidet** er beregnet på de større varmesentralene, og kan i større grad skreddersys opp mot det enkelte prosjekt.

Varmesentral forenklet retter seg mot byggeiere og industriselskaper som ønsker å installere enkeltstående varmesentraler til bygningsoppvarming og produksjonsformål i egne bygg. Støtten tildeles som bagatellmessig støtte. Støttebeløpet blir beregnet med predefinerte støttesatser. Satsene er definert ut fra installert effekt på biokjel eller varmepumpe. I søknaden skal kun installert effekt på grunnlastkilden inkluderes. For solfangere brukes en predefinert støttesats pr. m² solvarmekollektor som installeres. Maksimal støtte er 200 000 NOK per prosjekt.

For varmesentraler i **eksisterende bygg** gjelder følgende støttesatser:

Maksimalt støttenivå	
Flis	1700 kr/kW
Briketter	1700 kr/kW
Pellets	1700 kr/kW
Varmepumpe med energimåling (luft-vann)	1100 kr/kW
Varmepumpe med energimåling (væske-vann)	1600 kr/kW
Solfanger	201 kr/m ²

For varmesentraler i bygg omfattet av **bygningsteknisk forskrift 2010 (TEK 10)** gjelder følgende støttesatser:

Maksimalt støttenivå	
Flis	600 kr/kW
Briketter	600 kr/kW
Pellets	600 kr/kW
Varmepumpe med energimåling (væske-vann)	500 kr/kW
Solfanger	201 kr/m ²

Investeringsstøtten begrenses oppad til 40 % av dokumenterte kostnader for varmepumpe, biokjel eller solfangeranlegg. Kostnader til energimåling kan inkluderes i dette kostnadsgrunnlaget. For grunnvarmepumper kan kostnader for boring inkluderes.

Varmepumpeanlegg skal ha strøm- og varmemåler, eller være knyttet til et energioppfølgingsystem. I tilfeller der varmepumpen leverer til flere formål skal alle energistrømmer måles. Måledata må være enkelt tilgjengelig for verifisering av varmepumpens ytelse over dens levetid. Det skal legges ved faktura for varmepumpeanlegget som oppgir hvilken varmepumpemodell som er valgt, og at kravet til måling er oppfylt. For varmepumper som ikke har integrert måleutstyr, må det også dokumenteres at eksternt måleutstyr er installert.