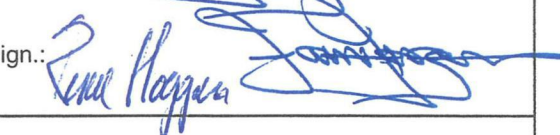


Rapport

Oppdragsgiver:	Verran kommune	
Oppdrag:	Energi - Forprosjekt	
Emne:	Gruvevarme	
Dato:	15. november 2007	
Rev. - Dato		
Oppdrag- / Rapportnr.	412408 - 1	
Oppdragsleder:	Jann Jørgensen	Sign.: 
Saksbehandler:	Rune L. Hoggen/Jann Jørgensen	Sign.: 
Kontaktperson hos Oppdragsgiver:	Jakob Br. Almlid / Bjørn Holder	

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
1.1	Fjernvarme	3
1.2	Hva er fjernvarmeanlegg?	3
2.	Fjernvarme Malm	4
2.1	Varmpumpe Malm gruve, teknisk løsning	4
2.2	Direkte bruk av vann fra gruva	4
2.3	Indirekte bruk av vann i gruva	5
2.4	Fordeler og ulemper	5
2.5	Miljø	6
3.	Overslagskostnader	6
3.1	Driftskostnader	6
3.2	Klimagevinst	6
4.	Hvilke muligheter gir et fjernvarmenett i Malm?	7
4.1	Bygningsmessige konsekvenser	7
4.2	Usikkerheter	7
4.3	Framdrift	8
4.4	Konklusjon	8

Vedlegg

Vedlegg A:	Hva er ei varmpumpe?
Vedlegg B:	Definisjoner
Vedlegg C:	Hva er fjernvarme?
Vedlegg D:	Fjernvarme trasé

Grunnlagsdata for prosjektvurdering

Innverdier	
Søkt støtte fra Enova	3 000 000 kr
Pris energisalg/reduisert energibruk	50 øre/kWh
Prosjektets levelid	20 år
Startår (bruk 1 eller årstall)	1

Sumtall for kolonnene	
Investering	26 250 000
Energi produksjon/ redusert	160 000 000
Inntekt fra energi	80 000 000
Andre inntekter	0
Tilskudd fra Enova	2 999 999 999
Sum inntekter inkl tilskudd	82 989 999 999
Energi- drifts- og vedlikehold	34 000 000
Kontantstrøm med tilskudd f	22 749 999 999
Kontantstrøm uten tilskudd f	19 750 000

Fyll inn tall i rubrikken "Innverdier", fyll inn tall for de enkelte år i de hvite kolonnene for investering osv.

Alle innverdier skal oppgis i faste priser

Innverdier oppgis eks mva. Kun i de tilfeller der bedriften ikke har refusjon for mva skal innverdier oppgis inkl mva

Tilskudd er fordelt som investeringene.

Kalkyleark version 3.0

År	Investering i kr	Energi produksjon/ reduisert energibruk	Inntekt fra energi i kr	Andre inntekter i kr	Tilskudd fra Enova i kr	Sum inntekter inkl tilskudd i kr	Energi- drifts- og vedlikeholdsko- stnader	Kontantstrøm med tilskudd fra Enova i kr	Kontantstrøm uten tilskudd fra Enova
		i kWh/år					i kr		i kr
1	25 000 000	0	0	0	2 857 142	2 857 142	0	(22 142 858)	(25 000 000)
2	0	5 000 000	2 500 000	0	0	2 500 000	1 100 000	1 400 000	1 400 000
3	0	5 000 000	2 500 000	0	0	2 500 000	1 100 000	1 400 000	1 400 000
4	0	5 000 000	2 500 000	0	0	2 500 000	1 100 000	1 400 000	1 400 000
5	0	5 000 000	2 500 000	0	0	2 500 000	1 100 000	1 400 000	1 400 000
6	0	5 000 000	2 500 000	0	0	2 500 000	1 100 000	1 400 000	1 400 000
7	500 000	7 000 000	3 500 000	0	57 142	3 557 142	1 500 000	1 557 142	1 500 000
8	0	7 000 000	3 500 000	0	0	3 500 000	1 500 000	2 000 000	2 000 000
9	0	7 000 000	3 500 000	0	0	3 500 000	1 500 000	2 000 000	2 000 000
10	0	7 000 000	3 500 000	0	0	3 500 000	1 500 000	2 000 000	2 000 000
11	0	7 000 000	3 500 000	0	0	3 500 000	1 500 000	2 000 000	2 000 000
12	750 000	10 000 000	5 000 000	0	85 714	5 085 714	2 100 000	2 235 714	2 150 000
13	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
14	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
15	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
16	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
17	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
18	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
19	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
20	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
21	0	10 000 000	5 000 000	0	0	5 000 000	2 100 000	2 900 000	2 900 000
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Definisjoner

Energi:

Energi må til for å få noe til å skje. Alt som skjer er avhengig av energi. Når noe skjer ved hjelp av energi forsvinner ikke energien, den bare går over til en annen form. Energi i form av elektrisitet går over til varme og lys når strømmen går igjennom ei lyspære. Kjemisk energi går over til bevegelsesenergi i en bilmotor, og videre over til varme, lyd og lys (forutsatt at lysene er på) når bilen kjører. Måleenhet for energi er Joule (J). Men når det er snakk om strøm brukes vanligvis kilowattimer (kWh). For at det skal gi noen mening må det oppgis over hvilket tidsrom energien er omformet. Elektrisitetsbehovet til en vanlig enebolig vil være i størrelsesorden 25.000 kWh i året.

Effekt:

Effekt er energi per sekund. Måleenhet for effekt er altså watt (W). I en lyspære på 60 W blir 60 Joule elektrisitet omgjort til lys og varme hvert sekund. En panelovn på 1000 W omformer 1000 J elektrisitet til varme hvert sekund. Hvis denne ovnen står på en time har den omformet en energimengde lik $3.600.000 \text{ Joule} = 1000 \text{ wattimer} = 1 \text{ kWh}$.

Når et varmeanlegg skal planlegges må man først finne ut hvor stort effektbehovet er. Det vil si hvor mye effekt må være tilgjengelig på verst tenkelige tidspunkt, altså den dagen i året det er kaldest. Effektbehovet til oppvarming av en vanlig enebolig vil være mellom 5 og 10 kW på en kald dag, avhengig av størrelse på huset og hvor i landet det ligger. Det vil si at huset bør ha panelovner, vedovner eller en annen varmeinstallasjon på mellom 5 og 10 kW. Behovet for full effekt vil inntreffe ganske sjelden, men det er viktig å kunne dekke det når det kommer en kald dag.

VARMEPUMPER

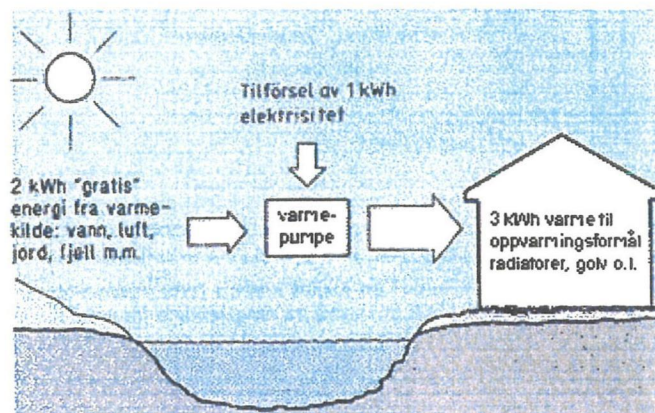


Fig 11

Oppvarming med varmepumpe.

En varmepumpe kan pumpe varme fra omgivelsene til oppvarmingsformål i bygninger.

01 Innhold

Bladet gir en innføring i virkemåte, bruk og dimensjonering av varmepumper beregnet på oppvarming og kombinert klimakjøling og oppvarming. Videre angis hvordan man kan regne ut lønnsomheten etter årskostnadsmetoden. Når det gjelder installasjon, drift og vedlikehold samt valg av kuldemedium, blir det henvist til Norsk Kuldenorm.

02 Bakgrunn

Varmepumper kan bidra til å redusere avhengigheten av høyverdig energi og stabilisere utslippet av gasser som CO₂ Og SO₂.

03 Forutsetninger

Sammenliknet med tradisjonelle oppvarmingssystemer, spesielt direkte elektrisk oppvarming, er en varmepumpe dyr å anskaffe og vedlikeholde. Varmepumper kan konkurrere i lønnsomhet fordi driftskostnadene er langt lavere enn for de andre systemene.

Erfaringer hittil viser at lønnsomheten for varmepumper i små anlegg (eneboliger, småhus o.l.) er begrenset. Mellomstore og store varmepumpeanlegg kan imidlertid gi god lønnsomhet, avhengig av systemvalg og driftsbetingelser.

04 Henvisninger

Norsk Kuldenorm, Norsk Kjøleteknisk Forening

Norsk Standard:

NS 3031 Beregning av bygningers energi- og effektbehov

1 Generelt om varmepumper

11 Definisjoner

Varmepumpen er en termisk maskin som ved tilførsel av primærenergi (elektrisitet, olje, gass) «pumper varme» fra et lavt til et høyere temperaturnivå. Prinsippet er vist i fig. 11.

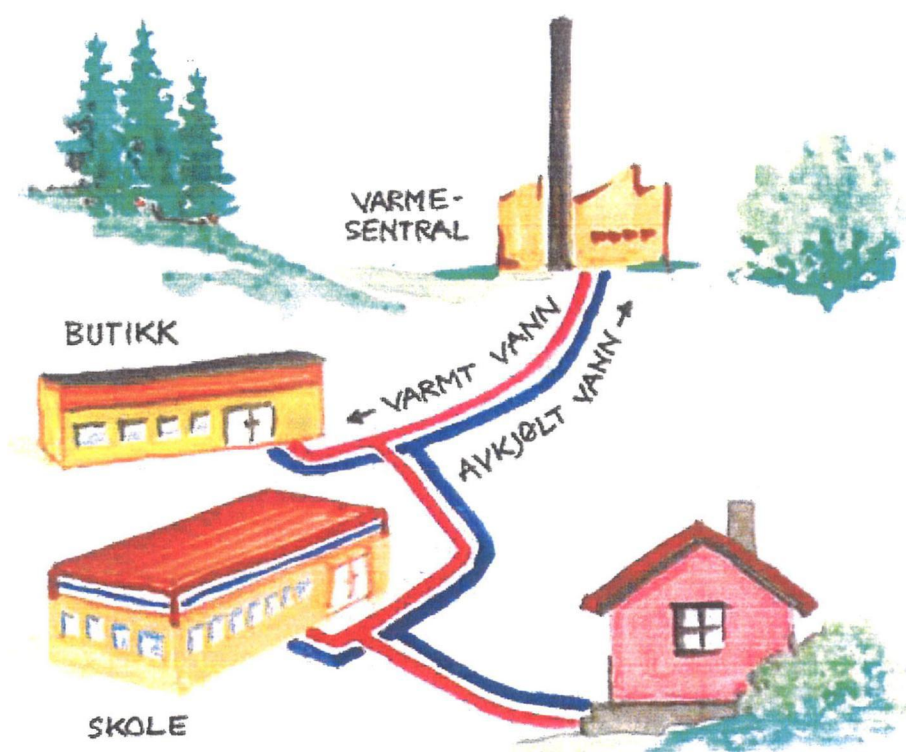
Varmepumpeaggregatet består i hovedsak av kompressor, kondensator, fordampere og strupeventil. Disse er forbundet med rørledninger som vist i prinsipp på fig. 12.

Varmepumpeanlegget er sammensatt av varmepumpeaggregat, varmeopptakssystem, tilsatsvarme- og varmefordelingssystem. Eksempel på et varmepumpeanlegg er vist i fig. 24.

Kombinert klimakjøle- og varmepumpeanlegg er et klimakjøleanlegg som også benyttes til varmepumpedrift, eller et varmepumpeanlegg som også benyttes til klimakjøling (jf. pkt. 5).

Hva er fjernvarme?

Når varmen lages ett sted, og husene som trenger varme ligger et annet sted, kaller vi det fjernvarme. Et eksempel på det motsatte kan være når du tenner opp i ovnen i stua. Rør som er gravd ned i bakken leverer varmt vann til huset. Det at det heter fjernvarme, handler altså om at varmen produseres et annet sted enn i der brukeren er. Varmen lages i en varmesentral, og det er ofte mange hus som får varme derfra. Både bolighus og andre bygninger kan bruke fjernvarme.



På Malm vil varmesentralen bestå av en varmepumpeinstallasjon på toppen av gruvesjakta. Derfra blir det lagt rør som leder varmt vann ut til brukerne. I hver bygning som vil knytte seg til fjernvarmenettet må det installeres en abonnentsentral. Abonnentsentralen består blant annet av en varmeveksler som overfører varmen fra vannet i fjernvarmenettet til et lokalt vannbårent varmenett i bygget. Abonnentsentralen har også en energimåler som registrerer hvor mye varme som taes ut av nettet i den enkelte bygning.

1. Innledning

Multiconsult AS har på oppdrag fra Verran kommune og Verran Utbyggingsselskap AS utført et forprosjekt i forbindelse med utnyttelse av jordvarme fra gruvesjakt i Malm.

1.1 Fjernvarme

Det vurderes å utbygge fjernvarme i to sentra i Verran kommune.

I Follafooss er det aktuelt å bruke spillvarme fra Sødre Cell til å varme opp skole, svømmehall og samfunnshus.

I Malm vurderes bruk av varme fra gruva til oppvarming av skoler, kirke, helsebygg, adm.bygg og industri. Se egen rapport.

1.2 Hva er fjernvarmeanlegg?

Et fjernvarmeanlegg er i praksis et sentralvarmeanlegg som forsyner et eller flere bygg med energi til varmt tappevann og oppvarming.

Anlegget benytter ulike energikilder, alt fra spillvarme, avfallsforbrenning, varmepumper, bioenergi og gass til oppvarming av vann.

Distribusjon

Vannet distribueres til næringsbygg, offentlige bygg og boliger gjennom isolerte rør. Rørene legges i grøfter, ofte sammen med annen infrastruktur som vann- og kloakk, telelinjer og strømkabler, og har et gjennomsnittlig varmetap på fem til ti prosent.

Infrastruktur hos kunden

Hos kunden er det installert en kundesentral med varmevekslere hvor energien overføres fra fjernvarmevannet til kundens varmeanlegg.

Kundene har et vannbasert oppvarmingssystem med radiatorer, gulvvarme eller ventilasjonsanlegg med vannbasert luftoppvarming.

Kundene styrer varmen med termostater og forbruket registreres med energimålere. Dette er like enkelt som ved bruk av elektrisitet.

Stort potensial

I 2006 var produksjonen av fjernvarme i Norge på vel 3 TWh, og over 40 prosent av dette kom fra energigjenvinning.

Mer info om fjernvarme, se vedlegg C.

2. Fjernvarme Malm

I Malm ligger ei nedlagt gruve. Gruva er over 1000 m dyp og ved bunnen holder den en temperatur på 27°C.

I områdene rundt gruva ligger det kommunale bygninger, industri og private boliger. En del av disse bygningene har allerede et vannbårent varmesystem og vil kunne ta i bruk fjernvarme uten omfattende installasjoner.

De private boligene har ikke vannbåren varme i dag, men mange av dem vil bli enten totalrenovert eller revet i løpet av de neste 5-10 årene. Dermed vil også disse kunne være aktuelle kunder til et fjernvarmenett.

I dag vil det være et effektbehov på om lag 1.500 kW som kan dekkes av et nytt fjernvarmenett. Årlig levert energi med dagens potensielle kunder er antatt til om lag 5 GWh.

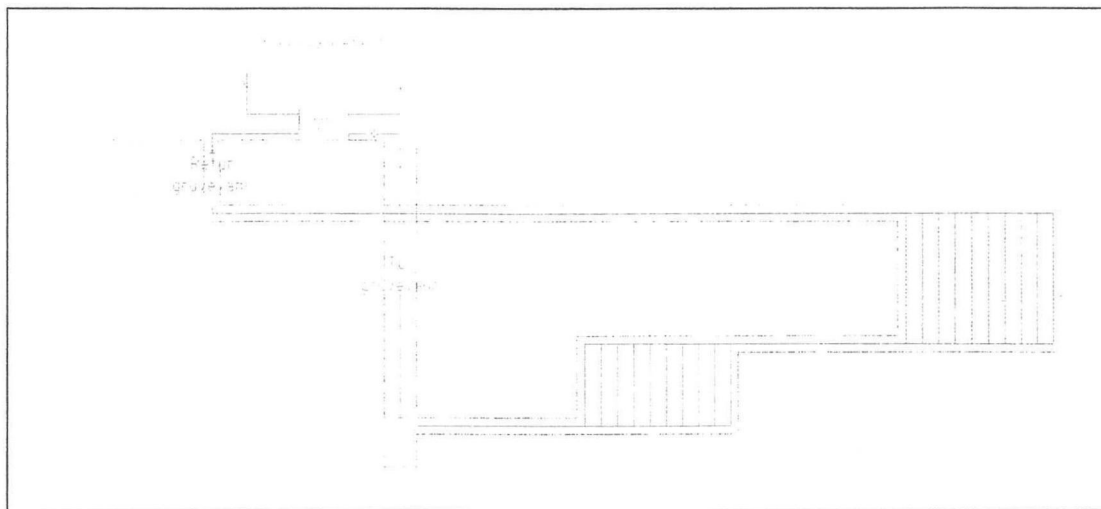
2.1 Varmepumpe Malm gruve, teknisk løsning

Gruvevann oppvarmet av jordvarme fra bunnen av gruvesjakt på Malm skal brukes som varmekilde for ei varmpumpe som skal levere varme til offentlige og private bygg i Malm. Gruvesjakt er over 1000 meter dyp og de nederste 300 meter er fylt med vann. Dette vannet holder en temperatur på 27°C.

To alternative løsninger for opphenting av varmt vann er diskutert.

2.2 Direkte bruk av vann fra gruva

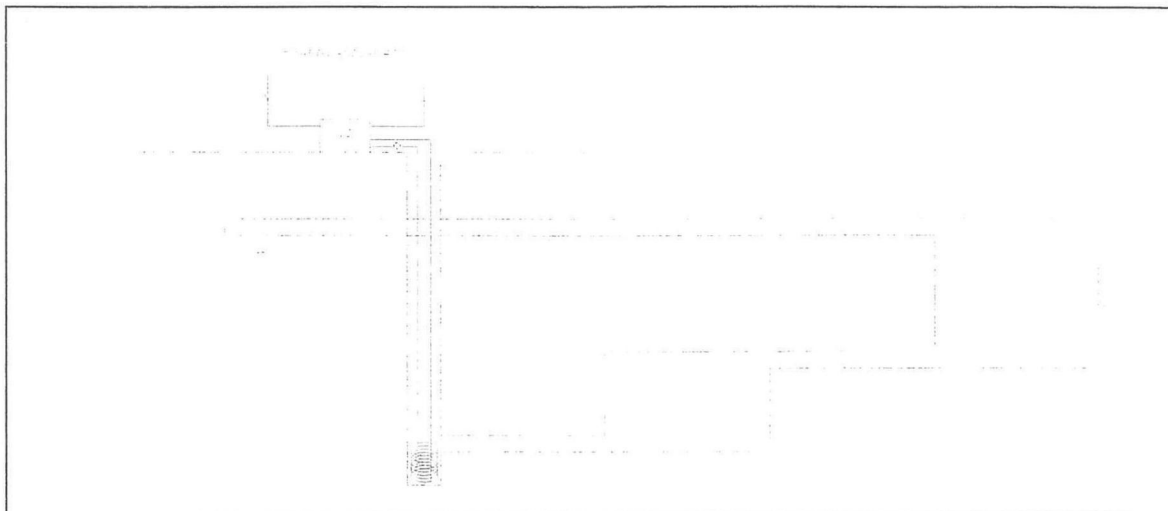
Et stigerør senkes ned til om lag 1000 meters dybde. På toppen av gruva monteres ei pumpe som suger opp vann fra bunnen av gruva. Vannet drives/pumpes igjennom fordamperen (se vedlegg A) på varmpumpa og videre til returen ned i gruva. Dette vil bli utført som et lukket system, og pumpa må derfor kun overvinne friksjonstapet i røret. Se figur 1.



Figur 1

2.3 Indirekte bruk av vann i gruva

En rørkveil senkes ned til bunnen av gruva og vil fungere som en varmeveksler der varme overføres fra vannet som ligger i bunnen av gruva til vannet som strømmer igjennom rørkveilen. Dette vannet blir så pumpet opp til overflaten og igjennom fordamperen på varmepumpa. Vannet blir så ført ned igjen til kveilen. Her også er det snakk om en lukket krets. Se figur 2.



Figur 2

2.4 Fordeler og ulemper

Fordelen med alternativet i pkt 2.2 er at vannet ikke trenger å varmeveksles før det går inn på fordamperen, og dermed blir temperaturtapet så lavt som mulig. Varmeveksling medfører alltid tap av temperatur. Det vil ikke være praktisk mulig å få like høy temperatur på vannet i rørkveilen som på vannet i bunnen av gruva, og derfor må varmepumpa jobbe med en lavere temperatur i fordamperen/varmeveksleren, noe som fører til lavere virkningsgrad. Problemet er at vannet i gruva kan være svært korrosivt og dermed ødelegge fordamperen. Hvis denne løsningen skal vurderes videre, bør det taes prøver av vannet.

Fordelen med alternativet i pkt 2.3 er at vannet i gruva ikke sendes direkte inn på fordamperen. Problemet her vil være nedsenking av rørkveilen til bunnen av gruva. Det er ukjent hvilke hindringer en slik rørkveil vil møte på vei ned i sjakta. Derfor bør sjakta inspiseres ved hjelp av videokamera.

Uansett alternativ må gruva fylles med vann før nedsenking av rør. Vann fra elva ledes inn til gruvesjakt. Estimert oppfyllingstid er 2 år.

Varmepumpa varmer opp vann til ca. 60°C. Vannet sendes i fjernvarmerør til forbrukerne. Rørtraséen går blant annet igjennom gamle gruveganger til Tjuin industriområde. Hver kunde kobles til nettet via en standard abonnentsentral for fjernvarme, som blant annet består av en varmeveksler og en energimåler.

2.5 Miljø

En slik varmepumpeløsning vil være en fornybar, miljøvennlig og stabil varmekilde. Den er fornybar fordi fjellet til evig tid vil avgi varme til vannet i gruva. Den er miljøvennlig fordi det er knyttet veldig små mengder utslipp til varmeleveransen, via elektrisiteten som kreves av varmepumpa og sirkulasjonspumpa som trekker vannet opp fra gruva. I forhold til oppvarming med elektrisitet direkte eller olje er utslippene marginale.

3. Overslagskostnader

Kostnadene er basert på erfaringer og ikke konkrete tilbud.

1. Felleskostnader	kr 2 000 000,00
32 Pumpe + sugeledning	kr 600 000,00
32.1 Varmepumper	kr 1 500 000,00
32.2 Returrør	kr 100 000,00
32.3 Varmesentral	kr 300 000,00
73 Grøft + fjervarmerør	kr 16 000 000,00
Entreprisekostnad	kr 20 500 000,00
8 Generelle kostnader	kr 1 500 000,00
Byggekostnad	kr 22 000 000,00
9 Spesielle kostnader	kr 5 500 000,00
Grunnkalkyle	kr 27 500 000,00
0.1 Reserve/forventede tillegg	kr 2 300 000,00
Forventet prosjektkostnad	kr 29 800 000,00
0.2 Sikkerhetsmargin	kr 200 000,00
Rammekostnad	kr 25 000 000,00

Årsaken til at prisen er betydelig høyere enn det Interconsult har estimert i sin rapport fra 2003, er at det her foreslås å legge fjernvarmerør ut til forbrukere istedenfor et plastrør med lavere vanntemperatur. Det vil være mye mer attraktivt for forbrukere å koble seg til et fjernvarmenett, enn å koble seg til en leverandør av 25°C vann og så installere ei varmepumpe selv. Dessuten vil temperaturen i plastrøret etter 2 km være betydelig lavere siden røret ikke er isolert.

3.1 Driftskostnader

Varmepumpeinstallasjonen antas å ha en levetid på 20 år. I løpet av denne perioden må investeringskostnaden bli dekket opp av inntektene ved salget av varmen. I tillegg må de samme inntektene dekke andre drifts- og vedlikeholdsutgifter. Med en levetid på varmepumpeinstallasjonen på 20 år og 30 år på rørarrangement må energiprisen være om lag 80 øre/kWh for å dekke de årlige kostnadene pluss investeringen. Renten er her satt til 7%. Til sammenligning er prisen på strøm, inkludert nettleie og faste kostnader ca 100 øre/kWh.

3.2 Klimagevinst

Ei varmepumpe som bruker vann på 27°C som varmekilde vil kunne levere om lag 4 ganger så mye varme som den bruker av elektrisitet. Det vil si at utslippene av klimagasser som er

forbundet med elektrisitetsproduksjon reduseres til ¼ av det som vil være situasjonen om all varmen leveres med elektrisitet direkte.

Brukes oljekjeler til oppvarming av vann til radiatorer, vil klimagevinsten være enda høyere ved å gå over til en varmepumpeløsning.

4. Hvilke muligheter gir et fjernvarmenett i Malm?

Fjernvarmenettet vil først og fremst gjøre det mulig å varme opp bygninger på en rimeligere måte enn tidligere.

Hvis alternativet er elektrisk oppvarming med panelovner, vil fjernvarmenettet samtidig tilby en mer inneklimavennlig form for oppvarming. Lavere temperatur på overflatene som avgir varme gir mindre svidd støv og dermed et bedre inneklima. I tillegg er faren for å brenne seg ved berøring av varmeplaten mindre.

Fjernvarmen kan også brukes til andre formål. Snøsmelting i gater og fortau er et mulig bruksområde. Å holde gater og fortau fritt for snø og is uten bruk av brøytebiler og salting/strøing har også en miljømessig fordel.

4.1 Bygningsmessige konsekvenser

Dersom et bygg skal bruke fjernvarme som hovedoppvarming må det ombygges noe. Hva som skal gjøres avhenger av det eksisterende varmeanlegget.

I de fleste offentlige bygg vil det allerede være installert et vannbårent varmeanlegg med en oljekjel som varmekilde. Oljekjelen erstattes med en abonnentsentral som mottar fjernvarmen og sørger for fordeling til bygget. Fra abonnentsentralen går varmen ut til radiatorene. For hvert enkelt bygg der fjernvarme skal erstatte et eksisterende kjelanlegg må det utføres en tilstandsanalyse av eksisterende varmedistribusjonssystem og radiatorer. I noen tilfeller vil det være mulig å benytte eksisterende røranlegg, men på grunn av lavere temperatur vil det være nødvendig å skifte radiatorene til noen med større heteflate. Det betyr ikke at ytre mål på radiatoren blir så mye større. Dagens radiatorer kan avgir mer varme i forhold til størrelsen enn de gamle radiatorene.

For eneboliger uten vannbåren varme vil det være en stor installasjon å skifte til fjernvarme. Det må legges opp et vannbårent varmedistribusjonssystem i huset og dermed legges rør rundt til hvert enkelt rom. Hvis bygget skal gjennomgå en større renovasjon kan dette være aktuelt. (Et typisk eksempel er at huset skal få nytt gulvbelegg i flere rom. Da kan det være aktuelt å legge vannbåren gulvvarme i laget under det nye gulvbelegget. Det kan være en fornuftig investering.)

4.2 Usikkerheter

Energiprisen som kundene må betale er svært avhengig av mengden energi som selges over året. Dette fordi denne inntekten skal dekke investeringskostnaden til anlegget. Dersom flere kunder skulle ønske å knytte seg til fjernvarmenettet vil energiprisen kunne settes ned fordi investeringen som må til for å koble til nye kunder er liten når fjernvarmenettet er etablert. Drift- og vedlikeholdskostnadene er avhengige av strømprisen fordi den største andelen går med til å dekke strømutgiftene til varmepumpa. Det er tatt høyde for en strømpris på 100 øre/kWh, men skulle denne endre seg vil også drift- og vedlikeholdskostnadene endre seg.

4.3 Framdrift

Før gruva fylles med vann er det nødvendig å inspisere nedre del av gruvesjakt. Det er uvisst hva som ligger i nedre del av sjakta og som kan være i veien for nedsenking av rør. Øvre del er sjekket og funnet i orden.

Det er viktig å avklare forholdene i sjakta før den fylles med vann.

Fylling av gruva tar om lag 2 år. I den tidsperioden kan fjernvarmerørene legges og varmpumpeinstallasjonen klargjøres. I det gruva er full bør det tas en prøve av vannet for å sjekke hvor korrosivt vannet er, og på bakgrunn av den prøven bestemme type varmeveksler som gruvevannet skal føres igjennom.

Det vil med andre ord være mulig å etablere et lokalt fjernvarmenett innenfor en tidsramme på 3 år etter at oppfylling av gruva starter.

4.4 Konklusjon

Utbygging av fjernvarme basert på varmpumpe ved gruva i Malm vil være et fornuftig og lønnsomt tiltak for kommunen. Energiprisen er beregnet uten hensyn til eventuell støtte fra ENOVA, og eventuelle nye kunder. Fjernvarme framført til industriområdet på Tjuin vil kunne gjøre dette enda mer attraktivt for nye bedrifter å etablere seg her, og dermed også føre til enda bedre lønnsomhet i prosjektet.

Vi ønsker å tillegge at både Enova og vi mener at en markedsføring av energimulighetene bør skje før søknad om offentlige midler blir sent. Dette fordi størrelsen på støtten fra ENOVA er avhengig av energimengde. Det er i dag muligheter for å benytte ca 5 GWh av totalt ca 20 GWh som vil være tilgjengelig. Med dette som grunnlag vil stønad fra ENOVA være ca kr 3 millioner. Se vedlegg E som viser et eksempel på grunnlagsdata for søknad.

Vi tillater oss å ta med en definisjon på GWh. GWh er forkortelse for gigawatt-timer.

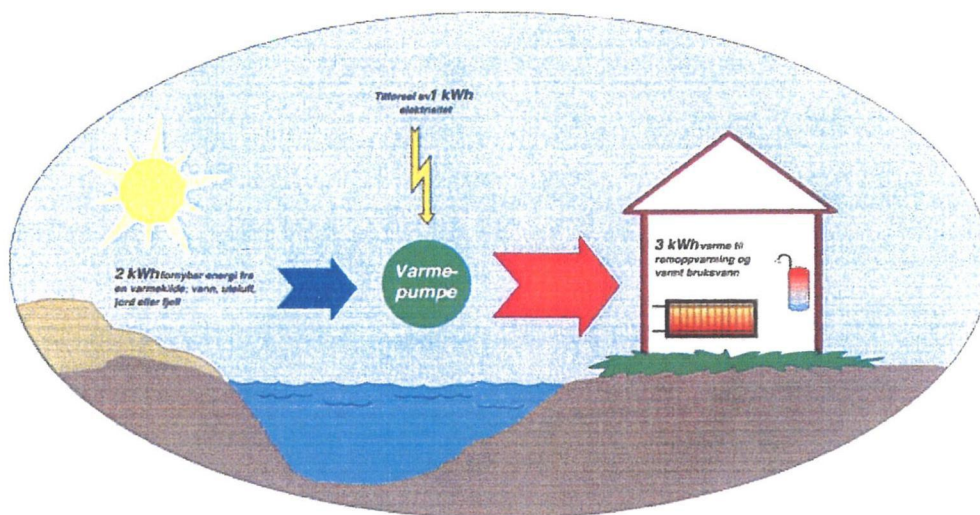
1 gigawatt-time = 1000 MWh (megawatt-timer) = 1 000 000 kWh (kilowatt-timer)

En gigawatttime tilsvarer omtrent det årlige forbruket for 50 norske husholdninger.

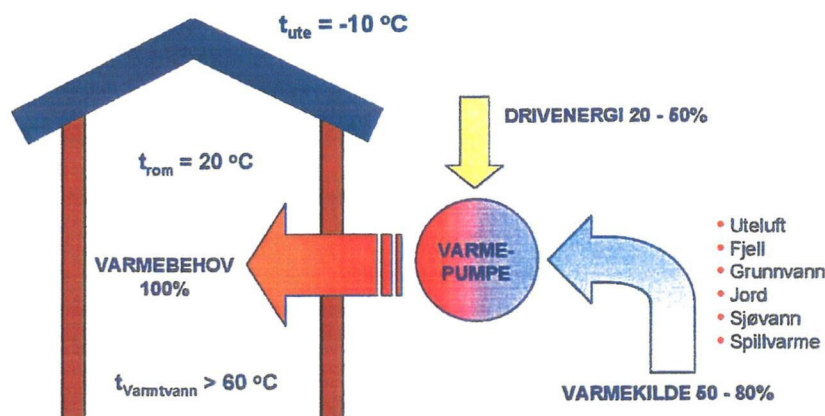
Vedlegg A

Hva er ei varmepumpe?

Ei varmepumpe er en maskin som henter energi i form av varme fra omgivelsene og leverer varmen til brukeren. Varmen som hentes i omgivelsene fra for eksempel luft, jord, vann eller fjell har lav temperatur. Varmepumpa trenger strøm for å øke temperaturen på denne varmen så den kan brukes til å varme opp for eksempel bolighus.



Varmepumpa trenger en varmekilde som kan avlevere store mengder energi ved lav, men fortrinnsvis stabil temperatur. Uteluft er blitt en veldig populær varmekilde for varmepumper fordi den er lett tilgjengelig og fordi den inneholder en tilnærmet uendelig mengde varme. Problemet med uteluften er temperaturstabiliteten. Når temperaturen på varmepumpas kilde synker, reduseres også virkningsgraden til varmepumpa, og det er når utelufta er kaldest at behovet for varme i bygget er størst. For større varmepumpeanlegg er derfor andre og mer stabile kilder å foretrekke. Grunnvarme og varme fra innsjø eller hav har stabile temperaturer også når det blir kaldt i lufta, men gir en vesentlig høyere investeringskostnad. Hvilken kilde som burde velges må vurderes i hvert enkelt tilfelle, med varmepumpas totalkostnad over levetiden som parameter.



Hvordan virker varmepumpa?

Ei varmepumpe består av fire hovedkomponenter og et medium som går i en lukket krets mellom disse komponentene. De fire hovedkomponentene er en kompressor, to varmevekslere og en trykkreduksjonsventil. En kompressor er en maskin som krever energi i form av en roterende aksling fra en elektromotor. Kompressoren bruker denne energien til å øke trykket på en gass. Når trykket øker, stiger også temperaturen. En varmeveksler er en boks der varme overføres fra et medium (for eksempel vann) til et annet medium (for eksempel arbeidsmediet i varmepumpa). Et annet eksempel på en varmeveksler er radiatoren i bilen der kjølevannet avgir varme til luft. En trykkreduksjonsventil er en ventil som reduserer trykket til det mediet som strømmer igjennom ventilen. For varmepumper er det snakk om arbeidsmediet som strømmer igjennom ventilen, og trykket blir altså redusert. Arbeidsmedier som brukes i ulike varmepumpende installasjoner er for eksempel ammoniakk, CO_2 , propan og en rekke blandinger av hydrokarboner med og uten klor og fluor. En del av disse stoffene er nå i ferd med å fases ut fordi de ødelegger ozonlaget eller øker drivhuseffekten.

Varmepumpas hjerte er kompressoren. Denne sørger for at mediet går rundt i kretsen, og at trykket holdes lavt på den ene siden av kretsen, mens det er høyt på den andre siden av kretsen. Når kompressoren øker trykket på mediet øker også temperaturen. Det er kompressoren som krever energi i form av elektrisitet.

■ Kompressor

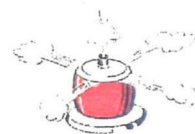
- Kompressoren øker trykket på arbeidsmediet → temperaturen øker



Den ene varmeveksleren kalles fordamperen. Fordamperen er plassert på den siden av kretsen der trykket er lavt. I fordamperen overføres varme fra varmepumpas varmekilde (luft, vann, fjell) til mediet. Dette fører til at mediet koker. Ulike stoffer koker ved ulike temperaturer. Vann koker ved 100°C ved normalt trykk, ammoniakk koker ved -33°C ved normalt trykk. Men når trykket reduseres synker også kokepunktstemperaturen til et stoff. Normalt trykk er omtrent 1 bar, og da koker vann ved 100°C , men hvis trykket reduseres til 0,07 bar, så koker vannet allerede ved 38°C . Når mediet koker fordamper det, og derfor kalles denne varmeveksleren for fordamperen. Kompressoren sørger for å holde trykket lavt i fordamperen, så lavt at temperaturen er lavere enn i omgivelsene slik at varme kan overføres fra omgivelsene til mediet. Når mediet får tilført varme koker det.

■ Fordamper

- Arbeidsmediet fordamper (koker) og tar opp varme ved lavt trykk → lav temperatur



Den andre varmeveksleren kalles kondensatoren. Kondensatoren er plassert på den siden av kretsen der trykket er høyt. I kondensatoren overføres varme fra mediet til brukeren av varmen (bolighus, fjernvarmenett osv.) Dette fører til at mediet kondenserer, altså går fra å være en gass til å bli væske, og da avgis store mengder varme ved høy temperatur.

■ Kondensator

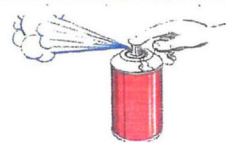
- Arbeidsmediet kondenserer og avgir varme ved høyt trykk → høy temperatur



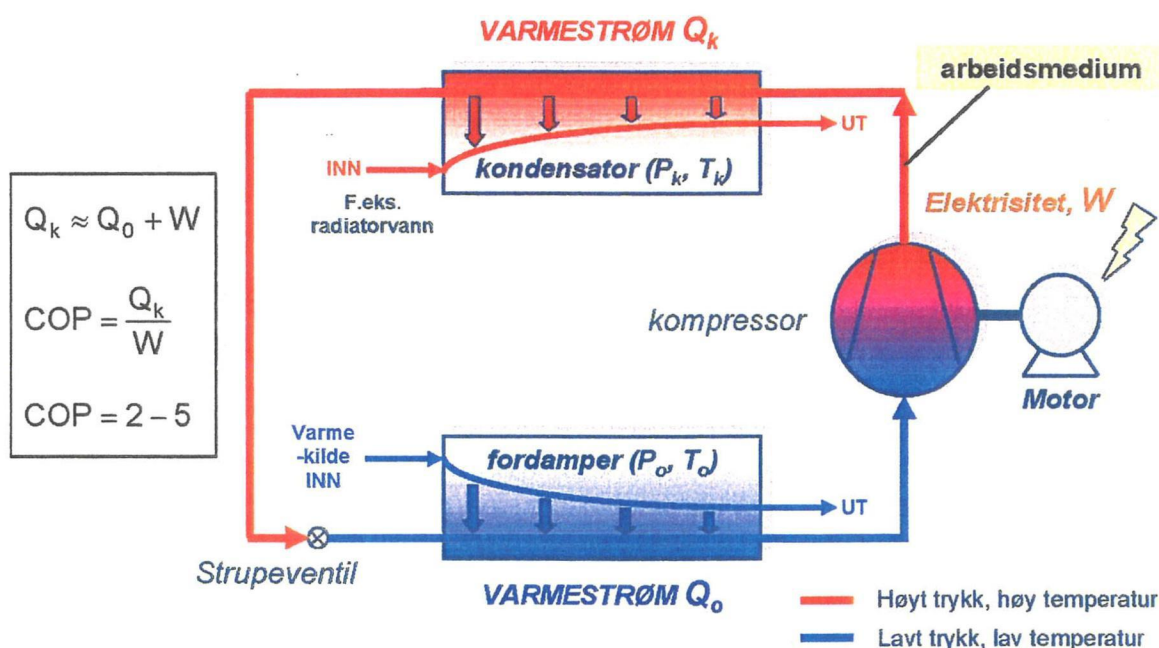
Den siste hovedkomponenten i varmepumpa er trykkreduksjonsventilen også kalt strupeventilen. Her reduseres trykket og temperaturen før mediet går inn i fordamperen.

■ Strupeventil

- Strupeventilen reduserer trykket på arbeidsmediet → temperaturen avtar



Når komponentene settes sammen til en lukket krets vil det skjematisk se slik ut:



På figuren er det satt opp noen enkle formler. Den øverste sier at varmen som avgis i kondensatoren og som kan brukes til for eksempel boligoppvarming er tilnærmet lik den varmemengden som taes opp fra omgivelsene i fordamperen pluss det som tilføres av elektrisitet til kompressoren.

Den neste formelen sier noe om virkningsgraden til ei varmepumpe. Virkningsgraden, eller COP (Coefficient of Performance) er forholdet mellom avgitt varme og energien tilført kompressoren i form av elektrisitet. Den nederste formelen sier at COP varierer i området mellom 2 og 5, avhengig av temperturnivåene. Hvis temperaturdifferansen er stor mellom varmekilden og brukeren blir COP lav, hvis temperaturdifferansen er liten blir COP høy. Høy COP indikerer at en større del av varmen taes fra omgivelsene, og det er en fordel siden denne energien er gratis og fornybar! Det er derfor ønskelig med så liten temperaturdifferanse som mulig mellom omgivelse og bruker. Et eksempel på lav differanse vil være hvis ei varmepumpe leverer varme til et gulvvarmeanlegg, og henter varme fra omgivelsene i form av en innsjø. Vannet i innsjøen holder kanskje en temperatur på rundt 8°C og temperaturkravet i et vannbårent gulvvarmesystem er rundt 35°C. Temperaturdifferansen blir da 27°C. Et eksempel på ei varmepumpe som må jobbe med en høyere temperaturdifferanse er ei varmepumpe som leverer varme til et fjernvarmenett på 80°C og som henter varmen fra omgivelsene i form av uteluft. På vinterstid vil det bli en enorm temperaturdifferanse og derfor lav COP og et dårlig system.