

Fåset skole

Teknisk beskrivelse – Varmepumpe

Utgave: 1

Dato:09-12-2016

## DOKUMENTINFORMASJON

---

Oppdragsgiver: Tynset kommune  
Rapporttittel: **Teknisk beskrivelse – Varmepumpe**  
Utgave/dato: 1/  
Filnavn: Beskrivelse Fåset.docx  
Arkiv ID  
Oppdrag: 600532-03–Tynset kommune – VP Fåset Skole  
Oppdragsleder: Dagfinn Bell  
Avdeling:  
Fag: VVS  
Skrevet av: Trym Rogne og Mari Helen Riise  
Kvalitetskontroll: Kurt Eide / Randi Kalskin Ramstad og Henrik Holmberg  
Asplan Viak AS [www.asplanviak.no](http://www.asplanviak.no)

---

## FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Tynset kommune for å prosjektere energibrønner og varmpumpe på Fåset skole. Leif Ivar Østgårdstrøen har vært Tynset kommune sin kontaktperson for oppdraget.

Den tekniske beskrivelsen er utarbeidet av Mari Helen Riise og Trym Rogne. Randi Kalskin Ramstad, Henrik Holmberg og Kurt Eide har kvalitetssikret den tekniske beskrivelsen.

Dagfinn Bell har vært oppdragsleder for Asplan Viak.

Trondheim, 09.12.2016

Dagfinn Bell

Oppdragsleder

Randi Kalskin Ramstad og Henrik Holmberg / Kurt Eide

Kvalitetskontroll

# Innholdsfortegnelse

1	Orientering om prosjektet .....	5
1.1	Generelt .....	5
1.2	Beskrivelse av varmeanlegget ved Fåset skole .....	5
1.3	Grunnlag for dimensjonering av energibrønner .....	5
1.3.1	Estimert varmebehov .....	5
1.3.2	Dimensjonering av energibrønner i Earth Energy Designer .....	6
1.3.3	Plassering av energibrønner .....	9
2	Energibrønner utomhus.....	10
2.1.1	Energibrønner – antall, dybde og plassering .....	10
2.1.2	Drift og reetablering av området .....	11
2.1.3	Kollektorrør og beskyttelse av brønntopper i 10 stk. energibrønner.....	12
2.1.4	Kollektorrør mellom 10 stk. energibrønner og 1 samleikum.....	15
2.1.5	Samleikum .....	15
2.1.6	Rørledninger mellom samleikum og teknisk rom .....	16
2.1.7	Fylling, trykktesting, lufting og innregulering .....	16
2.1.8	Grave- og grøftarbeider .....	16
2.1.9	Temperaturmålinger i energibrønnene etter boring.....	17
3	Energiforsyning .....	18
3.1.1	Varmepumpe.....	18
3.1.2	El.kjel og oljekjel.....	19
3.1.3	Varmebærerledning i varmesentral .....	19
3.1.4	Tilkobling i eksisterende varmesentral.....	19
3.1.5	Tilpasning av eksisterende radiatorer .....	19
3.1.6	Oppvarming av forbruksvann .....	19
3.1.7	Armaturer/ utstyr .....	20
3.1.8	Isolering .....	22
3.1.9	Reguleringsutrustning .....	22
4	Ferdigstilling av systemet .....	23
4.1.1	Innregulering og prøving .....	23
4.1.2	Maling .....	23
4.1.3	Merking .....	23
4.1.4	Drifts- og vedlikeholdsinstruks, opplæring og anleggsdokumentasjon .....	24
4.1.5	Overtakelse.....	24
4.1.6	Prøvedriftsperiode.....	24
4.1.7	Garantiperiode .....	24
5	Referanser .....	25

Vedlegg 1 EED-beregning.....	26
Vedlegg 2 systemskjema VM 01 .....	28
Vedlegg 3 systemskjema VM 02 .....	29
Vedlegg 4 eksisterende systemskjema.....	30

# 1 ORIENTERING OM PROSJEKTET

## 1.1 Generelt

Det skal installeres varmpumpe basert på energibrønner som oppvarmingsløsning for Fåset skole. Varmepumpen skal plasseres i eksisterende varmesentral og tilknyttes eksisterende oppvarmingskilde basert på olje- og el.kjel.

Denne rapporten er en teknisk beskrivelse av innomhus- og utomhusdelen energibrønner og varmpumpe. Beskrivelsen er utformet som en rapport med funksjonsbeskrivelser uten mengder og NS-koder. Øvrig innhold i beskrivelsen er:

- Systemskjema for varmesentral og varmpumpe
- Enkle skisser som viser plassering av brønnpark

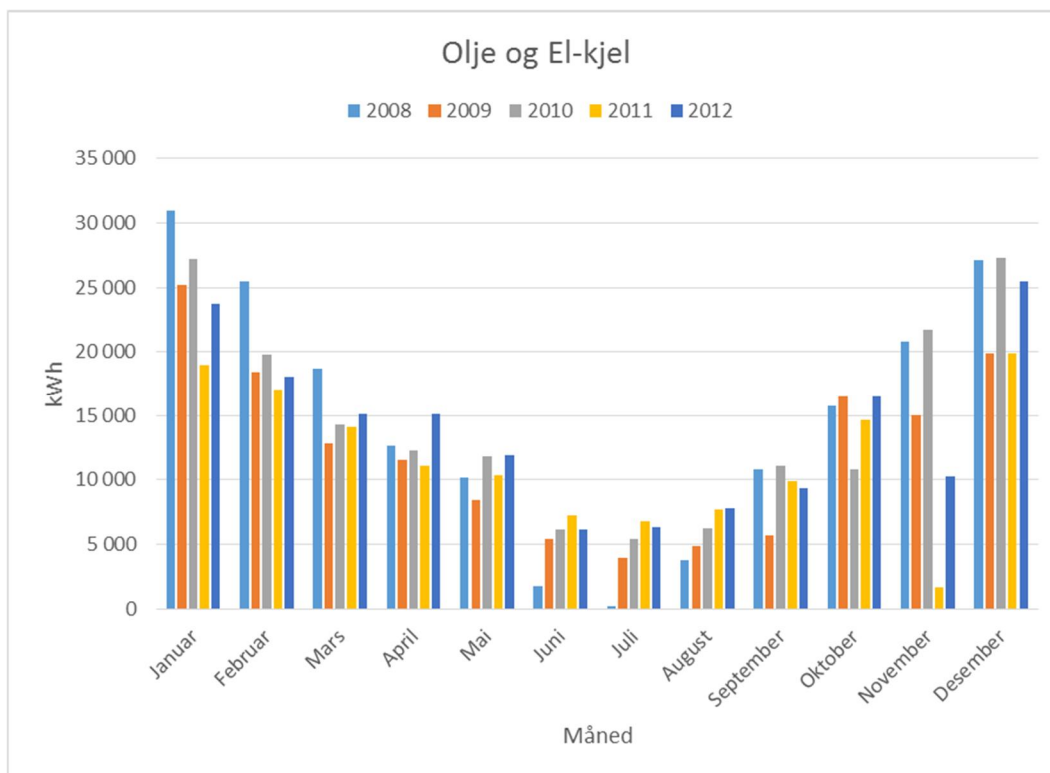
## 1.2 Beskrivelse av varmeanlegget ved Fåset skole

Varmeanlegget ved Fåset skole er basert på vannbåren varme. Vannet blir varmet opp primært ved bruk av en oljekjel og en elektrokjel. Oljekjelen har en effekt på 180 kW. Elektrokjelen har en effekt på 135 kW. Anlegget er et 80/60 anlegg dimensjonert for en turtemperatur på 80 °C og en returtemperatur på 60 °C ved dimensjonerende utetemperatur. Varmesentralen er plassert i kjelleren.

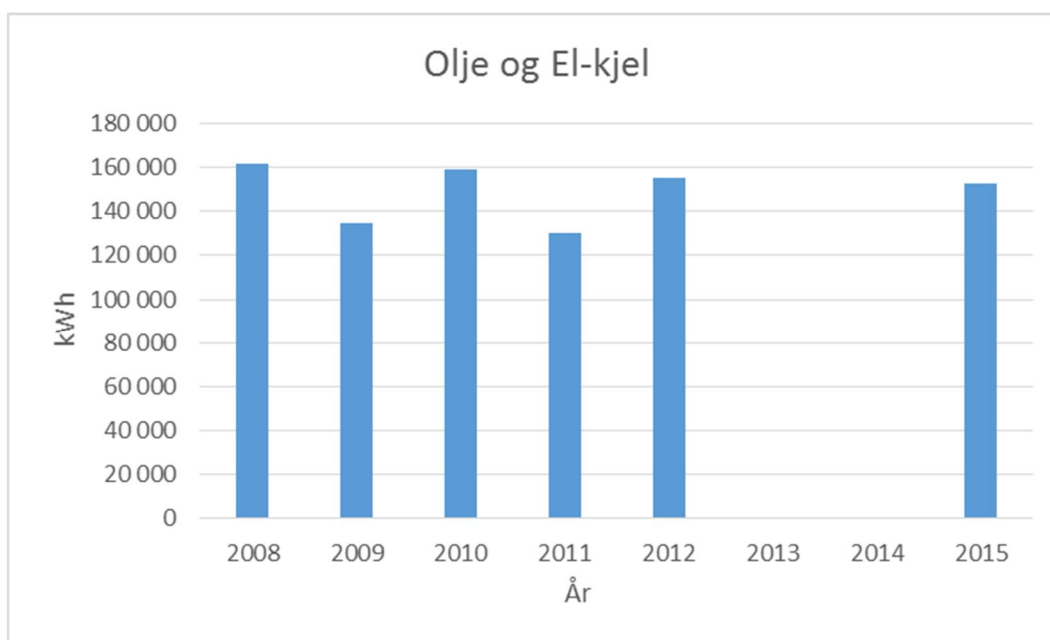
## 1.3 Grunnlag for dimensjonering av energibrønner

### 1.3.1 Estimert varmebehov

Tilsendt historiske data for energiforbruk ved Fåset skole er gjengitt i figurene under. Gjennomsnittlig årsforbruk i årene 2008-2015 er ca. 150 000 kWh. Ved dimensjonering av energibrønnene er det tatt utgangspunkt i et årsforbruk på 200 000 kWh, ettersom kommunen selv ønsker dette.



Figur 1. Olje og El-kjel forbruk i årene 2008-2012 fordelt per måned.



Figur 2. Totalt årsforbruk av olje og El-kjel. Data mangler for 2012 og 2013.

### 1.3.2 Dimensjonering av energibrønner i Earth Energy Designer

Kjernen ved dimensjonering av grunnvarmeanlegg er å komme fram til et harmonert forhold mellom antall brønner, total aktiv borelengde og brønnmønster på den ene siden, og varmekildens temperatur på den andre siden. Earth Energy Designer (EED) er en av de vanligste programvarene for dimensjonering av energibrønner i et grunnvarmeanlegg, og er brukt til overslagsberegningene for anlegget til Fåset skole.

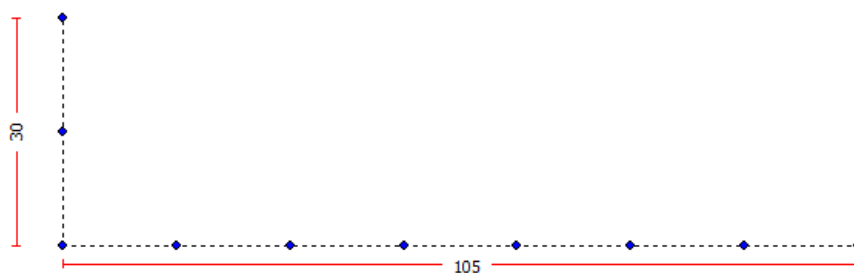
Inngangsverdier benyttet i EED-beregningene er vist i tabell 1, og grunnlagt for valg av parameterne er gjengitt under:

- Effektiv varmeledningsevne er summen av berggrunnens varmeledningsevne og eventuelt bidrag fra grunnvann i bevegelse. Berggrunnen i det aktuelle området er kartlagt av Norges geologiske undersøkelse som metasandstein og glimmerskifer, med feltspatførende kvartsitt, kvartsskifer og helleskifer. Verdien for effektiv varmeledningsevne er valgt på grunnlag av erfaringsdata for lignende bergartstyper fra Ramstad et al (2014).
- Grunnens overflatetemperatur er estimert ut i fra årsmiddeltemperaturen (luft) i Tynset, som er 0,8 °C (Byggforskserien 2012), og antall dager med snødekke. Det er vanlig å legge til mellom 1-1,5 °C per 100 dager med snødekke, og ut i fra dette estimeres bakkens temperatur til å være ca. 3 °C.
- Øvrige parametere er valgt ut i fra erfaring fra lignende prosjekter, oppgitt varmebehov og oppgitt størrelse på varmepumpa.

Det er tatt utgangspunkt i at brønnene skal stå i en «L-formasjon» med 15 m mellom hver brønn slik som vist i figur 3. To av brønnene bores skrått mot øst for å oppnå stor nok avstand mellom de.

Tabell 1. Faste inngangsverdier benyttet i EED-beregningene.

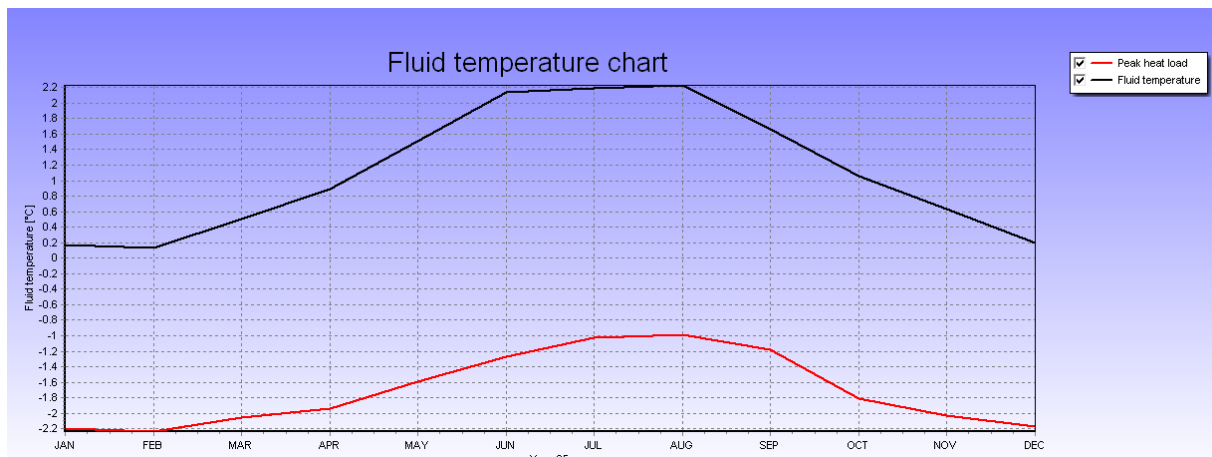
Parameter	Verdi
Antall energibrønner	10
Effektiv varmeledningsevne (W/m·K)	4
Termisk borehullsmotstand ved oppvarming (m·K)/W	0,1
Grunnens overflatetemperatur	3
Antatt årsvarmefaktor (SPF) for varmepumpen i beregningene	3 (dvs. 66,7 % av levert varme fra energibrønnene)
Antatt dybde energibrønner – aktiv boreddybde (m)	240
Sirkulasjonshastighet kollektorvæske (liter/sekund)	0,5
Diameter kollektor, enkel U-rør, turbo (mm) SDR 17, PN 10 (mm)	40
Diameter energibrønn (mm).	115
Kollektorvæske	HXi35
Simuleringstid (år)	25
Innbyrdes avstand mellom energibrønnene for kun uttak av varme (m)	15
Konfigurasjon / brønnmønster	Linje (se figur 3)
Levert effekt varmepumpe (kW)	80



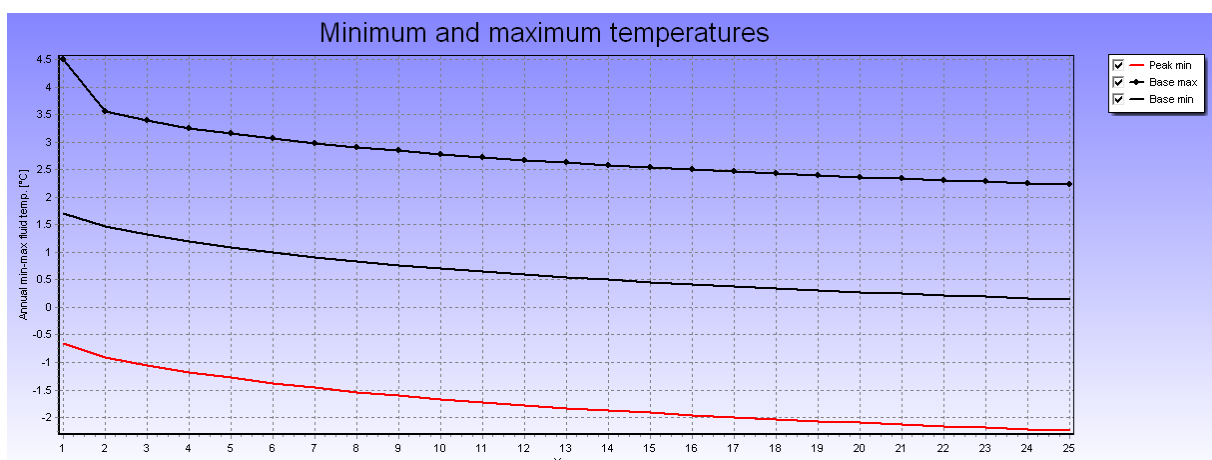
Figur 3. Brønnmønsteret brukt i EED-beregningen.



Resultatene fra EED-beregningen er presentert i figur 4 og figur 5. Øvrige detaljer fra EED-beregningen kan sees i sin helhet i vedlegg 1. De røde kurvene viser gjennomsnittlig kollektorvæsketemperatur når varmepumpen leverer maksimal effekt på 80 kW. I løpet av 25 års drift synker gjennomsnittlig kollektorvæsketemperatur med ca. 1,5 °C, noe som er vanlig for energibrønner med kun uttak av varme. Den svarte kurven i figur 4 viser lavest mulig dellast i driftsår 25. Her er energiuttaket jevnt fordelt over hele måneden. I praksis vil gjennomsnittlig kollektorvæsketemperatur befinne seg mellom rød og svart kurve, det vil si mellom -2,24 og 2,23 °C i driftsår 25. Dette er akseptable verdier, og viser dermed at 10 brønner á 240 m effektiv dybde og en 80 kW varmepumpe er tilstrekkelig for å dekke et energibehov på 200 000 kWh/år.



Figur 4. Gjennomsnittlig kollektorvæsketemperatur  $(T_{inn}+T_{ut})/2$  per måned i driftsår 25.



Figur 5. Minimums og maksimumstemperaturer i driftsårene 1-25 i form av gjennomsnittlig kollektorvæsketemperatur.

Det er flere usikkerheter i EED-beregningene som gjør at anlegget kan få både bedre og dårligere driftsforhold enn det resultatene fra EED-beregningene tilsier. Disse er:

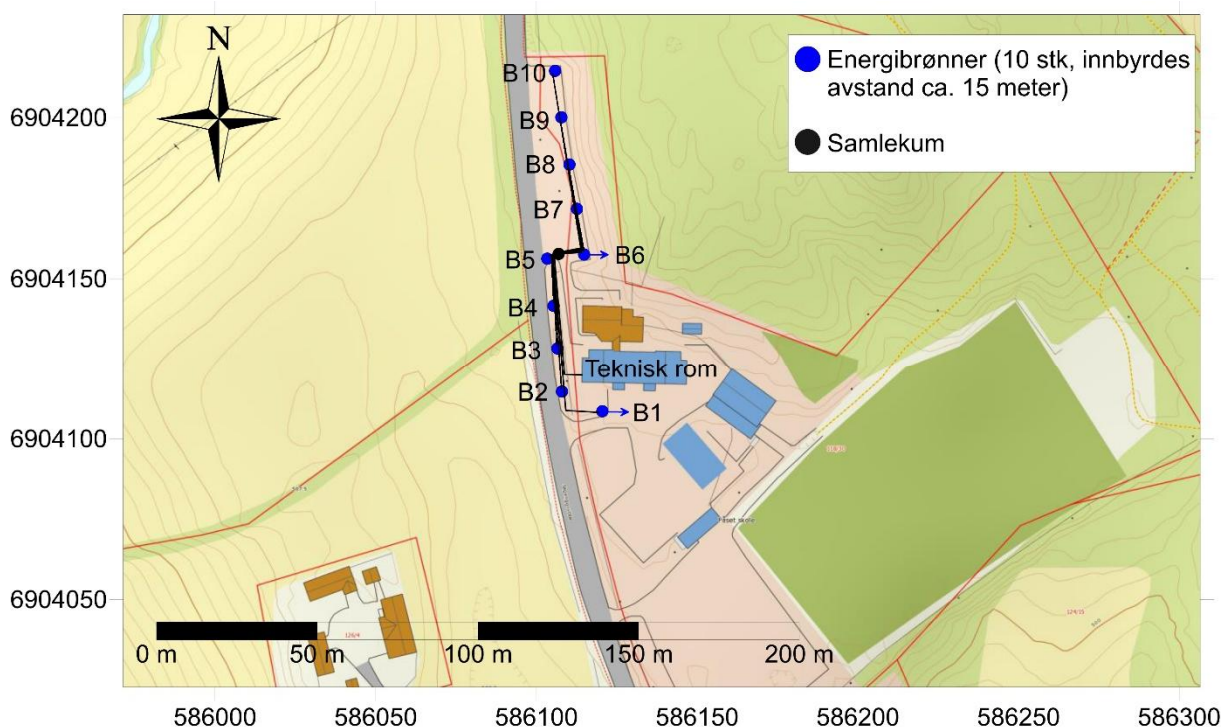
- Byggets energi- og effektforbruk. Dersom det virkelige varmebehovet avviker fra det antatte varmebehov på 200 000 kWh/år, vil de gjennomsnittlige kollektorvæsketemperaturene beregnet ovenfor avvike.
- Antatt fordeling og samtidighet av byggenes varmebehov.

- Verken grunnens overflatetemperatur eller berggrunnens termiske egenskaper er målt, men er i stedet basert på erfaringsdata fra henholdsvis lufttemperatur/snødekke og lignende berggrunn. Dette er dermed en stor usikkerhet i dimensjoneringen. Variasjoner i varmeledningsevne og uforstyrret temperatur kan påvirke energibrønnenes ytelse.

Poenget med denne opplistingen av usikkerheter knyttet til forutsetningene som ligger til grunn for beregningene i EED er å illustrere **viktigheten av en detaljert oppfølging av energibrønnenes og varmepumpens ytelser i hele driftsperioden**. Hvis en eller flere av forutsetningene som ligger til grunn for beregningene avviker, vil det påvirke anleggets ytelser enten i positiv eller negativ retning. Eneste måten å oppdage avvik og etterfølgende tiltak for å korrigere avvikene, er god oppfølging, innjustering, optimalisert og lønnsom drift.

### 1.3.3 Plassering av energibrønner

Forslag til plassering av energibrønnene er vist i figur 6. Brønnene plasseres med 15 m mellom hver brønn. To av brønnene skal skråbores mot øst med 5-10° fra loddlinjen. Ved valg av plassering er det lagt vekt på å ha kortest mulig avstand til teknisk rom slik at det blir minst mulig grøft og lavest mulig trykkfall. Hver energibrønn kobles til én felles samlelum, som går inn til teknisk rom. Samlekummen skal etableres med plass til 4 ekstra brønner, det vil si til sammen 14 uttak. Dette for eventuell fremtidig utvidelse av anlegget.



Figur 6. Forslag til brønnplassering (blå sirkler). To av brønnene bores 5-10° fra loddlinjen mot øst (se blå piler).

## 2 ENERGIBRØNNER UTOMHUS

### 2.1.1 Energibrønner – antall, dybde og plassering

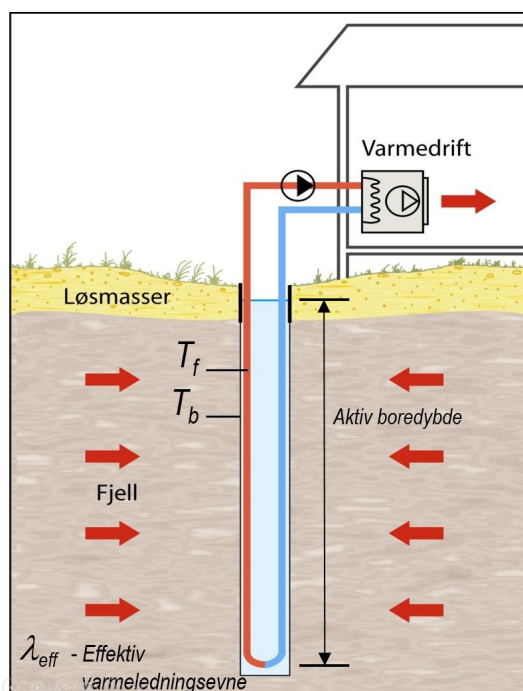
Brønnparken skal bestå av totalt 10 energibrønner i fjell. Hver brønn skal være 260 m dype, dvs. total brønnlengde 2600 m. 8 av brønnene skal bores loddrett, mens 2 brønner skal skråbores 5-10° fra loddlinjen. Det skal være 15 m mellom energibrønnene. Brønnmønsteret er vist i figur 6. De to brønnene som skal skråbores er angitt med pil i boreretning på figuren. Borediameter skal være 115 mm eller 140 mm.

Brønnene skal ha innstøpt føringsrør som passerer løsmassedekket, dagfjellsonen og minst 3 m inn i fast fjell. Overgangen mellom føringsrør og brønnevegg i berg tettes med godkjent tettemasse.

Dybde til fjell i de angitte borepunktene i figur 6, og derav behovet for føringsrør er usikkert. Det er fjell i dagen i skråningen bak Fåset skole, men fjelltopografien forventes å variere slik at dybden til fjell for noen av de foreslåtte borepunktene i figur 6 kan være betydelig, dvs. sannsynligvis flere titalls-meter.

Dybde fra terreng ned til grunnvannsspeilet er usikkert, men antas å være opp mot 15-20 m. Aktiv boreddybde er den vannfylte delen av kollektorslangen som er montert i energibrønneren (se figur 7). Aktiv boreddybde skal minimum være 240 m i hver brønn, totalt 2400 m. Dersom det under boring viser seg at total aktiv boreddybde ikke oppnås, vil det være nødvendig å bore en eller flere energibrønner slik at den totale aktive brønnlengden på 2400 meter opprettholdes.

En alternativ måte å oppnå total aktiv brønnlengde på 2400 meter er å fylle borehullene med Thermoseal eller lignende fyllmateriale fra grunnvannsnivået og til toppen av borehullene (terreng). På denne måten utnyttes hele brønnlengden til varmeutveksling og tilsvarer energibrønnerens «aktive boreddybde».



Figur 7. Prinsippskisse av en energibrønn i fjell med lukket kollektorslange. Angivelse av aktiv boreddybde, effektiv varmeledningsevne ( $\lambda_{eff}$ ), temperatur i henholdsvis kolektorvæsken ( $T_f$ ) og borehullsveggen ( $T_b$ ). Modifisert etter NGU ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

## 2.1.2 Drift og reetablering av området

### Strøm, tilkoblinger etc.

Entreprenøren må selv fremskaffe nødvendig eksternt utstyr og strøm og vann som han har behov for, for å kunne utføre boringene. Kostnadene for dette skal innkalkuleres i riggposten.

### Støy fra borearbeidene/hensyn til omgivelsene

Entreprenøren skal under arbeidet utvise varsomhet og ta hensyn slik at naboer ikke sjeneres unødvendig. Entreprenøren skal sørge for tilfredsstillende fremkommelighet og sikkerhet for alle trafikantgrupper som berøres. Hele anleggsområdet skal gjerdes inn. Arbeidene skal skje iht. støykrav fra myndighetene/kommuneoverlegen.

### Stikningsarbeider

Entreprenørens ansvar omfatter utførelse av all nivellering og innmåling.

### Opprydding og reetablering av området

Etter fullført arbeid skal byggeplassen snarest mulig ryddes for alle materialer og alt utstyr, og terrenget skal planeres slik at spor etter rigg blir minimale. Detaljer om reetablering av området avklares med ansvarlig for landskapsarbeidene.

Borevann / borkaks skal deponeres på avtalt deponi. Vann fra boring kan eventuelt vurderes sluppet ut i det kommunale avløpsnettets hvis kommunen aksepterer dette. Det forutsettes i så fall at partikler etc. sedimenteres i egen konteiner. Entreprenør må sørge for tillatelser til dette.

## Rapportering

Brønnskjemaene skal fylles ut detaljert og rapporteres til NGU med kopi til oppdragsgiver. Det skal legges spesielt vekt på utfylling av postene totalt dyp av brønn, dyp til fjell, stabil vannstand etter boring, nøyaktig borelogg med registrering av vanninnslag (dybde og mengde), og kapasitet målt ved avsluttet boring. Merknader noteres ved behov.

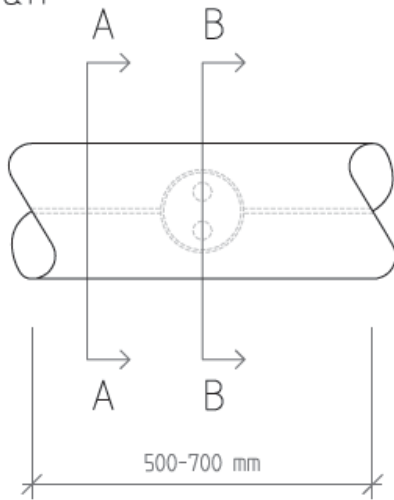
## Tap av boreutstyr

Eventuelt tap av boreutstyr vil ikke bli dekket.

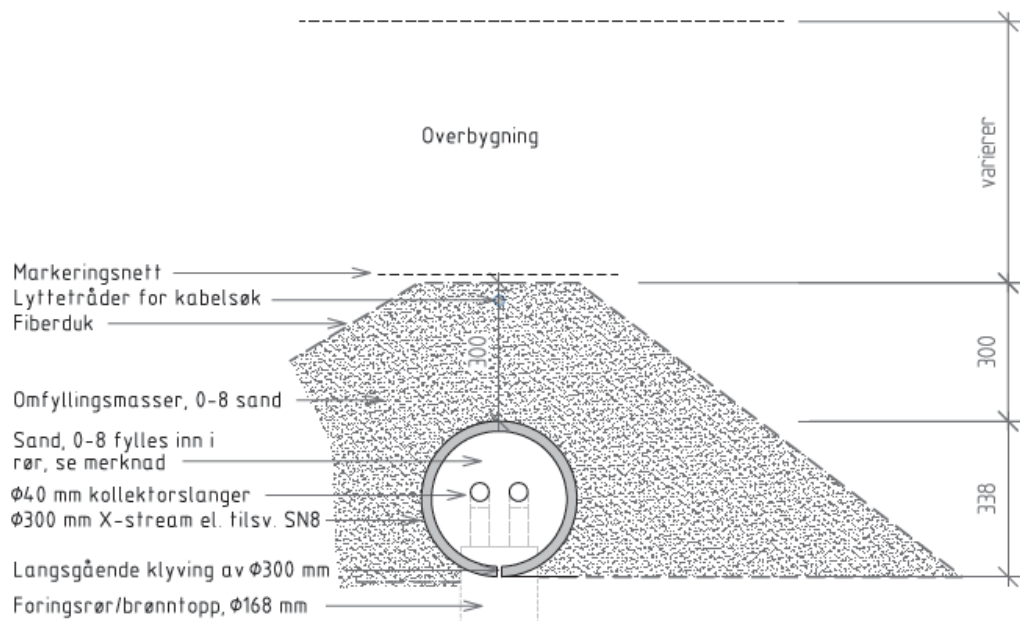
### 2.1.3 Kollektorrør og beskyttelse av brønntopper i 10 stk. energibrønner

- Kollektor skal være av type enkel U-turbokollektor 2\*260 m PE Ø40\*2,4 PN10 PE100 SDR17 (uisolert).
- Kollektorer og tilkoblingsrør til samlestock skal leveres ferdig oppfylt med HXi35 kollektorvæske
- Kollektor skal leveres ferdig nedsenket i energibrønn, og i brønnen skal kollektoren være helsveiset.
- Kollektoren skal monteres i brønnen umiddelbart etter boring for å unngå faren med sammenrasing av brønnen.
- Brønnen avsluttes i topp med tett brønnlokk og tilkobles samlestock. Brønntoppen skal beskytte brønnen mot inntrengning av vann fra overflaten og eventuelt vann under trykk i selve brønnen (artesisisk). Kollektorslangen skal være festet i brønnlokket slik at bevegelse unngås.
- Brønntoppen skal beskyttes av en rørende, slik som plan- og snitt-tegningene i figur 8 og figur 9 viser. Det skal benyttes Ø300mm X-stream rør SN8 eller tilsvarende. Det kjernebores et hull på Ø140 eller Ø168mm (tilsvarende føringsrørets diameter) for brønntoppen (iht. snitt B-B i figur 9). For å få tredd røret over brønntopp og kollektorslangene kløyves røret på langs. Når røret er montert over brønntoppen/kollektorslangene skal det fylles 0-8 mm sand inne i tomrommet i røret. Sanden skal fylle hele rørtverrsnittet, og det må komprimeres godt rundt nedre halvdel av røret. Omfyllingen skal dekke minimum 30 cm over topp rør før komprimering med vibroplate.
- Overdekning og utforming/beskyttelse av brønntopp skal være tilstrekkelig for å tåle last med lastebil.
- Kollektorslangene skal være trykktestet på fabrikk samt etter sammenkobling i brønnene og til teknisk rom.
- NB. Hvis fare for frost etter at rørene er trykkprøvd skal de tømmes for vann eller sikres på annen måte mot frostskafer inntil anlegget påsettes varme.
- Maks. vanntemperatur +10 °C.
- Maks. vanntrykk 10 bar
- Kollektorrør skal forsegles etter installasjon.

# Beskyttelse av brønntopp Plan

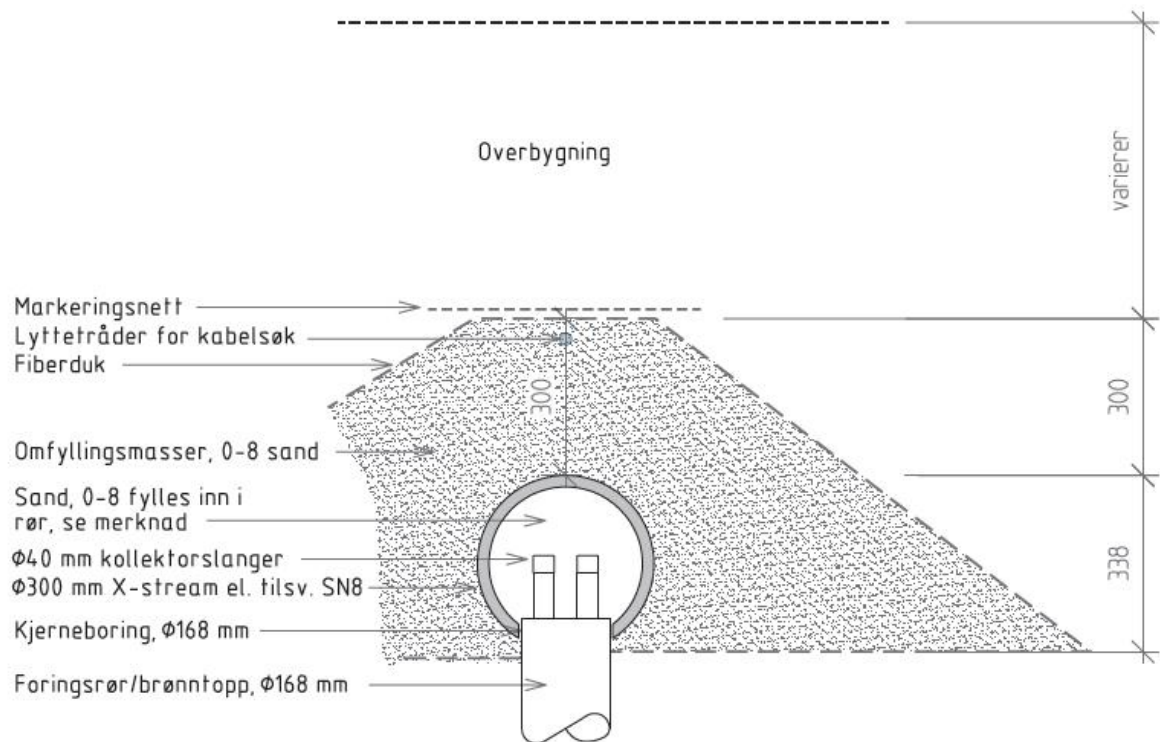


## Snitt A-A



Figur 8. Tegning og beskrivelse for beskyttelse av brønntopp. Se også figur 9.

## Snitt B-B



### MERKNAD

Brønntoppene beskyttes av en rørende, slik plan- og snittegning over viser og slik bilde til høyre illustrerer. Bildet viser situasjonen før omfylling med 0-8 mm sand (rundt og over) og inne i røret.



- Det skal benyttes Ø300 X-stream rør SN8 eller tilsvarende. Det kjernebores et hull på Ø168 mm for brønntoppen, ihht snitt B-B. For å få tredd røret over brønntopp og kollektorlangerne klyves røret på langs slik plan og snitt A-A illustrerer.
- Når røret er montert over brønntoppen/kollektorlangerne skal det fylles 0-8 mm sand inn i tomrommet i røret. Sanden skal fylle hele rørtverrsnittet.
- Som omfylling rundt røret skal det benyttes 0-8 mm sand. Det er spesielt viktig at sanden omslutter hele røret og at det komprimeres godt rundt nedre halvdel av røret. Omfyllingen skal dekke min. 30 cm over topp rør før komprimering med vibroplate.

Figur 9. Fortsettelse: Tegning og beskrivelse for beskyttelse av brønntopp. Se også figur 8.

#### 2.1.4 Kollektorrør mellom 10 stk. energibrønner og 1 samleikum

- Kollektorene fra hver energibrønn kobles sammen med preisolerte rør Ø40mm og kobles sammen med resten av brønnene i samleikumen.
- Kollektorrørene skal være PE Ø40mm×2,4mm med korrugert ytterkappe/mantling fra energibrønnene til samleikumen. Det skal være minimum 20 mm EPE-isolasjon. Mediarør skal være PE Ø40 PN10 SDR17.
- Rørene legges hele fra kveil og skal ikke skjøtes/sveises.
- Rørene legges i grøft.
- Ledningene skal leveres komplette og inkludere rørdeler fram til utstyr.
  - Det skal medtas endetettinger tilpasset preisolerte rør PE Ø40mm×2,4mm. Endetettingene skal hindre vanninntrenging i isolasjonen mellom mediarøret og den korrugerte ytterkappen.
  - Det skal medtas 90 graders el-sveisebend Ø40mm for montering mellom kollektorendene fra energibrønnene og kollektorrørene i grøft.
  - Det skal medtas alle nødvendige deler Ø40mm (evt. el-sveisemuffer, mm) for komplett sammenkobling/-sveising av rør (kollektor i energibrønn og kollektorrør i grøft) og bend, samt sammenkobling av kollektorrør til rørender i samleikum.
- For enkel utlufting, må rørene legges med fall fra samleikum og ut til hver enkelt energibrønn.
- Det må ikke være høydesvanker på rørledningen.
- Overdekning og utforming av grøftene og samleikumen skal være tilstrekkelig for å tåle last med lastebil.
- Rørene skal legges nøyaktig iht. leverandørens leggeanvisninger og trykkprøves før overdekning. NB! Hvis fare for frost etter at rørene er trykkprøvd skal de tømmes for vann eller sikres på annen måte mot frostskafer inntil anlegget påsettes varme.
- Skjøtemetode i grøft: Elektromuffesveis
- Kollektorrør skal forsegles etter installasjon.

#### 2.1.5 Samleikum

- Anlegget skal bestå av 1 samleikum med dimensjon DN1200 og uttak til tur og retur for 14 energibrønner.
- Samleikumen skal utrustes med kjørestert lokk. Lokket monteres i høyde med omliggende terreng.
- Hvert uttak Ø40 mm til energibrønnene skal utstyres med egnet stengeventil og innreguleringsventil med flowindikator. Avstengningsventilene monteres på turledningene.
- Det skal være lufteventiler på samlestockene i alle kummene, både på tur- og returledningen.
- Uttak til energibrønner som ikke benyttes skal blendes.
- Hvert uttak til energibrønnene skal nummereres iht. nummereringen av energibrønnene i figur med brønnplassering (figur 6).
- Rør til energibrønner fra samleikum skal ligge med jevnt fall (minimum 1 %) mot energibrønnene.
- Det må ikke være høydesvanker på rørledningen.
- Terrengkote for rørintak i samleikum bestemmes ut fra krav til overdekning tilsvarende kjørestyrke for lastebil.
- Samleikumen skal være tilgjengelig for inspeksjon.



### 2.1.6 Rørledninger mellom samleikum og teknisk rom

- Rørledningen fra samleikum til teknisk rom skal være av typen PE 100 SDR 17 varmbærerør i dimensjon Ø125x7,4 mm, preisolert med polyuretanskum og tett yttermantel av sort PEHD.
- Det ligger eksisterende varerør inn til fyrrom like under terreng, disse benyttes for å legge rør inn til varmesentral.
- Det må ikke være høydesvanker på rørledningen.
- Sveising av rørskjøter utføres med elektromuffer. Sveisemetoder og sveiseutstyr skal være godkjent av rørleverandøren. Det må ikke under noen omstendigheter sveises på fuktige rør. Sveisingen dokumenteres ved:
  - Merking på brønnplan.
  - Plassering (antall meter fra samleikum i grøft).
  - Dato og signatur for utførelse.
  - Annen relevant informasjon.

### 2.1.7 Fylling, trykktesting, lufting og innregulering

- Alle rør i grøfter, inklusive samleikummer og komponenter frem til energibrønnene (som allerede er oppfylt), skal fylles med HXi35 kollektorvæske.
- Anlegget skal leveres ferdig luftet.
- Alle rørene skal trykkprøves før overdekking.
- Kollektorslangene skal være trykktestet på fabrikk, samt etter sammenkobling i brønner, med samlestocker og med teknisk rom.
- Prøveprotokoll skal utarbeides og denne skal spesifisere prøvetrykk, holdetid og rørstrekk som trykkprøves. Posten tas med som FDV-dokumentasjon.
- Brønnkurser skal trykkberegnes og innreguleres for å oppnå riktig vannmengdefordeling, Hver energibrønn skal ha en volumstrøm på 0,5 l/ s. Protokoll skal foreligge minst to dager før ferdig-befaring. Måleventiler innstilles og rattstilling låses av.

### 2.1.8 Grave- og grøftarbeider

- Gravearbeider og opparbeidelser av grøfter og legging av rør gjøres nøyaktig iht. leverandørens leggeanvisninger.
- I grøft med flere rør ved siden av hverandre, skal avstanden mellom rørene være tilstrekkelig for å oppnå nødvendig sidestøtte for rørene.
- Fundamenteringsmasser, omfyllingsmasser og overdekningsmasser for alle grøfter samt samleikammen skal være iht. spesifisering fra leverandør. Massene skal ikke skade rørene eller samleikammen.
- Det skal legges markeringsnett i grøftene.
- Det skal gjøres en nøyaktig innmåling (cm-nøyaktighet) av energibrønnene, samleikammen og grøftetraseene. Resultatene tegnes på kart, og punktene angis med nummer, koordinater og kartreferanse. Posten tas med som FDV-dokumentasjon.
- Overdekning og utforming av energibrønner, grøfter og samleikammen skal være tilstrekkelig for å tåle last med lastebil i områder som kan trafikkeres.
- Entreprenør er ansvarlig for å påvise all nedgravd og planlagt nedgravd infrastruktur før boring og graving startes opp. Entreprenør er ansvarlig for å kontakte netteier og for at alt arbeid utføres etter netteiers anvisninger.

### 2.1.9 Temperaturmålinger i energibrønnene etter boring

Det skal gjøres en måling av temperaturprofil og stabilt grunnvannsnivå i alle energibrønnene som bores. Målingen skal gjøres tidligst én uke etter at boringen er avsluttet.

Temperaturmålingen gjøres ved å føre målesonden ned i det ene kollektorrøret (figur 10). Temperaturverdier for hver 5. meter skal skrives ned og oversendes rådgiver sammen med brønnskjema. Temperaturverdien må være stabil før den leses av. Hensikten med målingen er å dokumentere at dimensjoneringen av antall energibrønner, hulldyp og plassering er ok. Det må ikke foregå boring i nærheten mens målingen gjøres da dette kan påvirke måleresultatene. Ta evt. kontakt med rådgiver for detaljer knyttet til gjennomføringen av temperaturprofilmålinger.

Dersom temperaturen avviker vesentlig fra antatt verdi for uforstyrret temperatur, må det utføres nye EED-beregninger og eventuelt bores supplerende brønner. Plassering av supplerende brønner avtales nærmere dersom det blir aktuelt.

Temperaturprofilmålinger sammen med godt utfylte brønnskjema for hver energibrønn er viktig dokumentasjon på brønnenes tilstand før oppstart av grunnvarmeanlegget, og er en del av FDV-dokumentasjonen.



Figur 10. Temperaturprofilmåling der målesonden føres ned i det ene kollektorrøret.

## 3 ENERGIFORSYNING

Det etableres varmepumpe som skal tilknyttes eksisterende varmesentral bestående av en el.kjel og en oljekjel.

Væske/vann VP dimensjoneres for å dekke byggets grunnlastbehov, mens eksisterende olje- og el.kjel benyttes som spisslast og backup.

Strømforsyningen til skolen er 230 volt. Motorer med mer som leveres for annen spenningsystem enn 230 volt, må leveres med overgangstransformator.

### 3.1.1 Varmepumpe

Det skal installeres en væske/vann varmepumpe (VP) og akkumulatortank LA01 i eksisterende varmesentral. VP skal forsynes med varme fra brønnpark. VP baseres på kuldemedium R-134a, med en øvre temperaturbegrensning på 60 °C i varmekrets ut fra kondensator.

VP skal levere en kondensatoreffekt på ca. 80 kW. Den skal kunne levere en temperatur på 60 °C ved inngående væsketemperatur på fordampere på 0 grader.

VP skal ha et innebygd kontrollsystem som kan regulere kompressorytelsen slik at utgående vanntemperatur tilpasses utetemperatur-kompenseringskurve. VP skal også kunne kommunisere med SD-undersentral (kontroller beskrevet i seksjon 3.1.9)

VP skal ha lydisolerende utførelse på justerbare lyd og vibrasjonsdempende maskinføtter. Det skal være med komplett automatikk for styring av varmepumpene inkludert nødvendige ventiler og pumper, utstyr, etc. kfr. vedlagt systemskjemategninger. Leverandøren skal foreta igangkjøring av varmepumpa.

VP er foreslått til ca. 80 kW, tilsvarende ca. 40 % av dimensjonerende effekt til ventilasjonsvarme, transmisjon/infiltrasjon og forvarming av tappevann.

COP skal oppgis ved valg av varmepumpe. Minimum årsmiddel for COP skal være 3.0, dette skal dokumenteres i løpet av prøvedriftsperioden.

VP monteres med nødvendig utstyr som filter på retur varm og kald side, kompensatorer osv. VP leveres med integrert hydraulisk modul på både fordampere og kondensatorside (frekvensstyrt pumpe, filter m.m.).

VP skal gi start- og stoppsignal til brønnpumpe og sirkulasjonspumper.

VP skal ha integrert kontrollpanel med minimum følgende funksjoner:

- Kontroll av utgående vanntemperatur fra kondensator med mulighet for utekompenseringskurve
- Adaptiv sikring mot for hyppig start og stopp
- Avlesning av inngående og utgående temperaturer
- Avlesning av effektpådrag
- Feilmeldinger

Varmepumpen skal være CE-merket og utformet i henhold til Norsk Kuldenorm siste utgave.

### **3.1.2 El.kjel og oljekjel**

Eksisterende el.kjel og oljekjel beholdes.

Elektrokjelens effekt er 135 kW. Oljekjelens effekt er 180kW. Kjelene benyttes som spisslast og det skal manuelt kunne velges hvilken av kjelene som benyttes gjennom SD-anlegget.

Kjelene skal også kunne kommunisere med SD-anlegget via undersentral (kontroller beskrevet i seksjon 3.1.9)

### **3.1.3 Varmebærerledning i varmesentral**

Varmepumpen skal tilkobles eksisterende fordelerstokk via akkumuleringstank LA01 i varmesentralen med varmbærerledning (DN50) for tur og retur av varmt vann. Total lengde på nye varmbærerledninger er ca. 15 m.

### **3.1.4 Tilkobling i eksisterende varmesentral**

Systemskjema VM 00 001 viser anbefalt systemløsning for integrering av varmepumpe mot eksisterende varmesentral.

Systemløsningen forutsetter at olje- eller el.kjel blir brukt som spisslast. El.kjelen/oljekjelen skal startes når toveisventil AA40/AA41 stenger og det er behov for bidrag fra el.kjel/oljekjel. AA40/ AA41 skal stenge når turtemperatur til hovedfordelingen målt av TF40 faller under temperaturen gitt av utetemperatur-kompenseringskurve i henhold til målt utetemperatur i TF00.

### **3.1.5 Tilpasning av eksisterende radiatorer**

På kalde dager skal El.kjel/oljekjel øke pådrag slik at tur-temperatur blir 80°C. Dette for å oppnå de dimensjonerende forhold radiatorene er tatt ut for.

Settpunkt for overgang må settes manuelt ut ifra erfaringsverdi.

### **3.1.6 Oppvarming av forbruksvann**

De eksisterende berederene er tilpasset 80/60 varmesystem. For å kunne benytte varmepumpen til oppvarming av forbruksvann, må eksisterende varmtvannsberedere kompletteres. Det installeres en el-kassett i tur-rør på kurs til beredere på 25kW.

Det installeres en ny veksler på 20kW på kurs til beredere. Eksisterende sirkulasjonspumpe styres mot ny TF44 der pumpe stopper ved temperatur på 80°C. Dette for å oppnå så lav returtemperatur som mulig.

### 3.1.7 Armaturer/ utstyr

#### Temperaturføler:

Det skal installeres temperaturføler på tur- og retur ledninger på kald og varm side av varmpumpen samt i akkumulatortank og på turledning etter spisslast. Som regel skal det brukes PT100 element, som skal kalibreres til en målenøyaktighet på  $\pm 0,1$  K. Kalibrering skal utføres etter montering i anlegget.

Tabell 2. Liste med navn på, beskrivelse av og temperaturområde for temperaturfølerne.

Navn	Beskrivelse	Temperaturnivå
TF40	Temperatur turledning	20 °C til 80 °C
TF41	Temperatur returledning	20 °C til 80 °C
TF42	Temperatur ut fra el-kjel	20 °C til 80 °C
TF43	Temperatur ut fra oljekjel	20 °C til 80 °C
TF44	Temperatur til beredere	20 °C til 80 °C
TF45	Temperatur ut fra kondensator på varmpumpen	20 °C til 80 °C
TF46	Temperatur inn til kondensator på varmpumpen	20 °C til 80 °C
TF62	Temperatur fra energibrønner	-5 °C til 10 °C
TF63	Turtemperatur til energibrønner	-5 °C til 10 °C
TF00	Utetemperatur	-40 - +30

#### Trykkføler:

PF40 og PF41 måler trykkdifferansen over hovedfordelingen (før og etter hovedsirkulasjonspumpen).

Tabell 3. Liste med navn på trykkfølerne.

Navn	Beskrivelse
PF40	Trykk på turledning hovedfordeling
PF41	Trykk på returledning hovedfordeling
PF42	Trykk på ekspansjon hovedfordeling
PF60	Trykk på ekspansjon sekundærside varmpumpe

#### Energimåler:

##### WM01

Det skal monteres en stykk energimåler for levert termisk effekt og energi fra varmpumpe. Energimåleren skal være av type Kamstrup Multical 402 eller tilsvarende. Volumstrømmåler, samt temperaturføler skal installeres iht. produsentens anvisninger. WM01 skal kunne kommunisere med kontroller (beskrevet i seksjon 3.1.9)

##### EM01

Det skal monteres en stykk vekselstrømmåler for levert effekt og energi til varmpumpa, inkl. integrator/display med kommunikasjonsmulighet samt måletransformator. Vekselstrømmåleren skal installeres iht. produsentens anvisninger. EM01 skal kunne kommunisere med kontroller (beskrevet i seksjon 3.1.9)

#### *Ventiler:*

Avstengningsventiler skal installeres iht. systemskjema.

Det skal installeres reguleringsventiler på retur til varmepumpen, på kald og varm side, samt på tilførsel til akkumulatortankene. Reguleringsventilene skal være av type TA STAF-ventiler el. tilsvarende.

#### *Filter:*

Det skal installeres komplett filterhus med utskiftbar filterinnsats og trykkuttak på retur til varmepumpen på varm og på kald side. Filteret skal være av type Armatec AT 4028A el. Tilsvarende.

#### *Sikkerhetsventiler:*

2 stykk sikkerhetsventiler på sekundærside av varmepumpen (glykolkrets) tilpasset en varmeeffekt på 60 kW.

#### *Motorstyrt ventil:*

Det skal installeres 2 stykk toveisventiler iht. systemskjema VM 00 001. Komponentnavn: AA40 og AA41.

Ventilene skal kunne kommunisere med kontroller (beskrevet i seksjon 3.1.9)

#### *Akkumulatortank*

Det skal installeres akkumulatortank for varmepumpen med totalt volum ca. 1000l. Tanken skal plasseres i forbindelse til varmesentralen.

#### *Ekspansjonskar*

Det skal installeres et ekspansjonskar på sekundær side av varmepumpen (glykolkrets) tilpasset sekundærkretsens systemvolum. Ekspansjonskaret skal være et lukket ekspansjonskar av type Reflex eller tilsvarende.

#### *Renseanlegg*

Det skal installeres et komplett prefabrikkert renseanlegg på varm side av anlegget. Renseanlegget skal være av type Enwamatic eller tilsvarende. Renseanlegget skal tilpasses varmeanleggets systemvolum.

#### *Pumper*

Tabell 4. Navn, beskrivelse av, regulering, samt strømningshastighet og trykknivå for pumpene.

Navn	Beskrivelse	Regulering	Strømningshastighet og trykknivå
MF01	Hovedpumpe i varmesentralen. Eksisterende pumpe kan evt. gjenbrukes.	Frekvensreguleres	2,3 l/s
MD01	Sirkulasjon mellom fordampere og energibrønner	Frekvensreguleres	7,4 l/s, 180 kPa

### 3.1.8 Isolering

#### *Kald side varmpumpe*

Samtlige varmebærerledninger samt rørstrekk og armaturer på kald side av varmpumpen skal isoleres mot kondens med selvklebende slanger type AF-4 / Armaflex N el. tilsvarende.

#### *Varm side varmpumpe*

Samtlige varmebærerledninger samt rørstrekk og armaturer på varm side av varmpumpen skal isoleres med 20 mm mineralull-rørskåler eller cellegummi av godkjent kvalitet for varmerør.

### 3.1.9 Reguleringsutrustning

Det skal installeres en kontroller som skal kunne kommunisere med eksisterende SD-anlegg.

Kontroller skal ha kapasitet for å:

- Regulere frekvensstyrte sirkulasjonspumper
- Regulere elektronisk styrte ventiler
- Avlese, logge og lagre data over flere år fra temperatur- og trykkløler samt måler for termisk energi, måler for tilført strøm, og mengdemåler for energibrønner.
- Kommunisere med varmpumpe
- Kommunisere med elektrokjel og oljekjel

Kontroller skal tilkobles det lokale nettverket på skolen, kontroller skal ha et Web-basert grensesnitt slik at det er mulig å få grafisk visning av driftsparametere, samt å endre relevante parametere i anlegget. Det skal være mulig å visualisere historiske verdier samt reelle verdier via det Web-baserte grensesnittet, det skal også være mulig å laste ned samtlige verdier via internett.

Tabell 5. Kontroller skal som et minimum tilknyttes:

Enhet	Komponentnavn
Varmepumpe	JE01
Temperaturføler	TF40, TF41, TF42, TF43, TF44, TF45, TF62, TF62, TF00
Måler for termisk energi:	WM01
Måler for tilført strøm:	EM01
Elektronisk styrt ventil:	AA40, AA41
Elektrokjel (eksisterende)	KA01
Oljekjel (eksisterende)	KB01
Trykktransmitter	PF40, PF41, PF42, PF60
Pumper	MD01, MF01 (eksisterende)

Kontroller skal kunne styre utvidelsen av eksisterende varmeanlegg.

## 4 FERDIGSTILLELSE AV SYSTEMET

### 4.1.1 Innregulering og prøving

Anlegget skal innreguleres og klargjøres før overlevering. Maksimalt nominelt avvik er -10/+10% inklusive sannsynlig målefeil. Det skal utarbeides en innreguleringsrapport som inneholder:

- Skjema for innregulerte strupeventiler med endelig innstilling og vannmengde
- Tegninger påført prosjekterte og målte vannmengder
- Referansetilstand ved innregulering
- Målemetode, instrumenttype og kalibreringsbevis
- Trykkprøving

Trykkprøving og innregulering av varmeanlegg skal utføres av entreprenøren iht. NS 3420-U:2016.

Alt utstyr/armatur som ikke tåler testtrykket skal kobles ut eller demonteres før ledningene trykkprøves.

Trykkprøvinger skal kontrolleres og protokolleres av byggeleder.

Rapport som skal godkjennes av byggherren, utarbeides av entreprenøren og skal inneholde rørstrekk som er trykkprøvd, beregningstrykk, prøvetrykk, iakttagelser under prøving og dato.

### 4.1.2 Maling

Alt utstyr, stålfundamenter, rør, flenser, rammer etc. som ikke ferdigbehandles fra fabrikk, skal være varmgalvanisert eller eventuelt stålborstet, påsmurt 1 strøk Rustoleum og overmalt med 2 dekkstrøk. Før isolering skal alle rør avfettes og overflatebehandles med primer.

Maling påføres med:

- grunningsstrøk min. 50 my
- dekkstrøk min. 50 my

Alle rør på kald side av varmepumpe skal være rustbehandlet og malt før de isoleres.

### 4.1.3 Merking

Alle kurser og komponenter som ventiler, pumper, etc. skal merkes iht. standard merkesystem for eksempel Flo Code.

Utstyr skal merkes med graverte skilt som angir komponenttype og anleggsnummer.

Rørledninger skal merkes med strømningsretning, anleggstype og anleggsnummer.

Merking skal korrespondere med annen dokumentasjon som tegninger, systemskjemaer etc.

Merkeplan for anlegget skal utarbeides av entreprenør og forelegges byggherren for godkjenning før utførelse.



#### **4.1.4 Drifts- og vedlikeholdsinstruks, opplæring og anleggsdokumentasjon**

Utarbeidelse av instruks for drift og vedlikehold (FDV-instruks) i 4 eksemplarer, i samsvar med "FDV-NORM FOR BYGNINGER" utarbeidet av RIF – siste utgave. FDV-instruks skal også leveres elektronisk på minnepinne.

Instruksen skal være spesifikk og kun omhandle levert utstyr. Leverandørens samlebrosjyrer godkjennes ikke som dokumentasjon.

#### **4.1.5 Overtakelse**

Før ferdigbefaring skal entreprenøren skriftlig ferdigmelde anlegget til byggeleder.

Ferdigmeldingen skal inneholde:

- Oppstartsprotokoll.
- Innreguleringsrapport.
- Rapport fra tetthetsprøving.
- Rapport fra funksjonskontroll.
- Komplette FDV-manual som er kontrollert av RIV.

Byggherren foretar kontroll av anlegget. Kontrollen vil bli utført som en stikkprøve og med evt. full kontroll om dette er nødvendig.

Kontrollen utføres sammen med entreprenøren og denne skal stille minst 1 kvalifisert person med måleutstyr tilgjengelig for gjennomføringen.

Ved ikke godkjent anlegg vil ny befaring belastes entreprenør direkte.

Etter at kontrollprosedyren er gjennomført og godkjent vil overtakelse finne sted.

Overtakelse finner ikke sted før alle protokoller er godkjent og de påpekte feil og mangler er rettet.

#### **4.1.6 Prøvedriftsperiode**

Det legges opp til prøvedriftsperiode på 1 år der entreprenøren har ansvar for hele driften/innregulering.

#### **4.1.7 Garantiperiode**

I garantitiden som er 5 år, skal entreprenøren utføre service på anlegget, kontrollere at instruksene følges, og foreta etterjusteringer.

Garantibefaringene skal varsles på forhånd slik at kommunen kan stille med en representant.

Det regnes med to besøk det første året (sommer/vinterforhold) og en gang pr. år de fire

neste årene. Entreprenøren skal da foreta kontroll av anlegget og sende rapport til

byggherren. Denne rapporten skal inneholde alle opplysninger om anlegget og de rettelser

som måtte være foretatt. Ved utløpet av garantitiden foretas nye vannmengdemålinger som

sammenholdes med de opprinnelige. Ved avvik må årsak finnes og utbedres.

Entreprenøren utarbeider protokoll for test av anleggene før garantibefaringen.

## 5 REFERANSER

Ramstad, R.K., Midttømme, K., Liebel, H.T., Frøngstad, B. og Wissing, B.W. (2014): Thermal conductivity map of the Oslo region based on thermal diffusivity measurements of rock core samples. Bulletin of Engineering Geology Environment, Volume 74, Issue 4, pp 1275-1286.

SINTEF (2012) *Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring. Byggeforskserien 451.021. Byggedetaljer – mai 2012*. Oslo: SINTEF/Meteorologisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://bks.byggeforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=204&sectionId=2> (hentet 23.05.2016).

# VEDLEGG 1 EED-BEREGNING

EED 3.21 - www.buildingphysics.com - license for  
RandiK.Ramstad@asplanviak.no

Input  
file:\\trondheim\oppdrag\600532\03\08\_Beregning\EED\_  
Fåset.dat

This output file: EED\_FåSET.OUT Date: 5/23/2016  
Time: 3:10:44 PM

## MEMORY NOTES FOR PROJECT

[]

## QUICK FACTS

Cost -  
Number of boreholes 10  
Borehole depth 240 m  
Total borehole length 2400 m

## DESIGN DATA

=====

### GROUND

Ground thermal conductivity 4 W/(m·K)  
Ground heat capacity 2.16 MJ/(m<sup>3</sup>·K)  
Ground surface temperature 3 °C  
Geothermal heat flux 0.05 W/m<sup>2</sup>

### BOREHOLE

Configuration: 35 ("10 : 3 x 8 L-configuration")  
Borehole depth 240 m  
Borehole spacing 15 m  
Borehole installation Single-U  
Borehole diameter 115 mm  
U-pipe diameter 40 mm  
U-pipe thickness 2.4 mm  
U-pipe thermal conductivity 0.42 W/(m·K)  
U-pipe shank spacing 70 mm  
Filling thermal conductivity 0.6 W/(m·K)  
Contact resistance pipe/filling 0 (m·K)/W

### THERMAL RESISTANCES

Borehole therm. res. fluid/ground 0.09 (m·K)/W  
Borehole therm. res. internal 0.5 (m·K)/W  
Internal heat transfer between upward and downward  
channel(s) is considered.

### HEAT CARRIER FLUID

Thermal conductivity 0.44 W/(m·K)  
Specific heat capacity 4250 J/(Kg·K)  
Density 960 Kg/m<sup>3</sup>  
Viscosity 0.0076 Kg/(m·s)  
Freezing point -15 °C  
Flow rate per borehole 0.5 l/s

## BASE LOAD

Annual DHW load 0 MWh  
Annual heating load (DHW excluded) 200 MWh  
Annual cooling load 0 MWh

Seasonal performance factor (DHW) 3  
Seasonal performance factor (heating) 3  
Seasonal performance factor (cooling) 3

## Monthly energy profile [MWh]

Month	Factor	Heat load	Factor	Cool load	Ground load
JAN	0.13	26	0	0	17.33
FEB	0.13	26	0	0	17.33
MAR	0.11	22	0	0	14.67
APR	0.09	18	0	0	12
MAY	0.06	12	0	0	8
JUN	0.03	6	0	0	4
JUL	0.03	6	0	0	4
AUG	0.03	6	0	0	4
SEP	0.06	12	0	0	8
OCT	0.09	18	0	0	12
NOV	0.11	22	0	0	14.67
DEC	0.13	26	0	0	17.33
Total	1	200	0	0	133.3

## PEAK LOAD

### Monthly peak powers [kW]

Month	Peak heat	Duration	Peak cool	Duration [h]
JAN	80	24	0	0
FEB	80	24	0	0
MAR	80	16	0	0
APR	80	16	0	0
MAY	80	10	0	0
JUN	80	8	0	0
JUL	80	5	0	0
AUG	80	5	0	0
SEP	80	5	0	0
OCT	80	18	0	0
NOV	80	24	0	0
DEC	80	24	0	0

Number of simulation years 25  
First month of operation SEP

## CALCULATED VALUES

=====

Total borehole length 2400 m

### THERMAL RESISTANCES

Effective borehole thermal res. 0.09923 (m·K)/W

SPECIFIC HEAT EXTRACTION RATE [W/m]

Month	Base load	Peak heat	Peak cool
JAN	9.89	22.22	0
FEB	9.89	22.22	0
MAR	8.37	22.22	0
APR	6.85	22.22	0
MAY	4.57	22.22	0
JUN	2.28	22.22	0
JUL	2.28	22.22	0
AUG	2.28	22.22	0
SEP	4.57	22.22	0
OCT	6.85	22.22	0
NOV	8.37	22.22	0
DEC	9.89	22.22	0

BASE LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month) [°C]

Year	1	2	5	10	25
JAN	4.5	1.64	1.14	0.75	0.17
FEB	4.5	1.58	1.09	0.71	0.14
MAR	4.5	1.93	1.46	1.07	0.51
APR	4.5	2.3	1.84	1.46	0.9
MAY	4.5	2.89	2.44	2.06	1.5
JUN	4.5	3.5	3.07	2.69	2.14
JUL	4.5	3.54	3.12	2.74	2.19
AUG	4.5	3.56	3.15	2.78	2.23
SEP	3.31	2.97	2.58	2.21	1.66
OCT	2.65	2.36	1.97	1.61	1.06
NOV	2.18	1.91	1.54	1.18	0.64
DEC	1.71	1.47	1.09	0.74	0.2

BASE LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 0.14 °C at end of FEB  
 Maximum mean fluid temperature 2.23 °C at end of AUG

PEAK HEAT LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month) [°C]

Year	1	2	5	10	25
JAN	4.5	-0.74	-1.24	-1.63	-2.2
FEB	4.5	-0.79	-1.28	-1.67	-2.24
MAR	4.5	-0.63	-1.1	-1.48	-2.05
APR	4.5	-0.53	-0.99	-1.38	-1.94
MAY	4.5	-0.2	-0.65	-1.03	-1.59
JUN	4.5	0.1	-0.33	-0.71	-1.27
JUL	4.5	0.32	-0.096	-0.47	-1.03
AUG	4.5	0.34	-0.064	-0.44	-0.99
SEP	0.46	0.13	-0.27	-0.64	-1.18
OCT	-0.22	-0.52	-0.9	-1.26	-1.81
NOV	-0.49	-0.75	-1.13	-1.49	-2.03
DEC	-0.66	-0.91	-1.28	-1.64	-2.17

PEAK HEAT LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature -2.24 °C at end of FEB  
 Maximum mean fluid temperature -0.99 °C at end of AUG

PEAK COOL LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month) [°C]

Year	1	2	5	10	25
JAN	4.5	1.64	1.14	0.75	0.17
FEB	4.5	1.58	1.09	0.71	0.14
MAR	4.5	1.93	1.46	1.07	0.51
APR	4.5	2.3	1.84	1.46	0.9
MAY	4.5	2.89	2.44	2.06	1.5
JUN	4.5	3.5	3.07	2.69	2.14
JUL	4.5	3.54	3.12	2.74	2.19
AUG	4.5	3.56	3.15	2.78	2.23
SEP	3.31	2.97	2.58	2.21	1.66
OCT	2.65	2.36	1.97	1.61	1.06
NOV	2.18	1.91	1.54	1.18	0.64
DEC	1.71	1.47	1.09	0.74	0.2

PEAK COOL LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 0.14 °C at end of FEB  
 Maximum mean fluid temperature 2.23 °C at end of AUG

## **VEDLEGG 2 SYSTEMSKJEMA VM 01**

## **VEDLEGG 3 SYSTEMSKJEMA VM 02**

## **VEDLEGG 4 EKSISTERENDE SYSTEMSKJEMA**