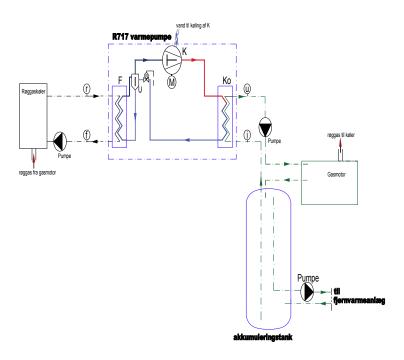
## Case B: "Dimensionering af varmepumpeanlæg til kraftvarmeværk"



Figur 1: Systemdiagram for varmepumpeanlæg

Et mindre kraftvarmeværk udnytter et biogasanlæg til at producere el og varme til en mindre provinsby med ca. 2000 indbyggere, svarende til 775 forbrugere.

Biogassen forbrændes i en gasmotor som leverer strøm til byen og nettet. Kølevandet fra motoren strømmer til en akkumuleringstank.

For at udnytte spildvarmen i den varme røggas fra motoren, har værket fået tilbud fra en virksomhed der producerer og levere varmepumpeanlæg på at installere en varmepumpe der køler røggassen og leverer varme til fjernvarmeanlægget.

Anlægget, som er tilbudt, er opbygget som vist på systemdiagrammet i figur 1.

### Beskrivelse af varmepumpen

Varmepumpen arbejder med ammoniak, R717, som kølemiddel.

**Fordamperen**, F, køler en vandstrøm fra røggaskøleren, tilstand r til f. På kølemiddelsiden fordamper R717. Væskestrømmen (R717) til fordamperen reguleres ved hjælp af væskestanden i kondensatoren, således at den varme gas der strømmer fra fordamperen har mætningstilstand. Ventilen før fordamperen, m, får signal fra en niveauregulering i kondensatoren. Fordamperen er tilbudt som en "Plate and Shell"-varmeveksler.

U er en slags opsamlingsbeholder som er placeret i fordamperen og skal sikre at der ikke strømmer væskedråber videre til kompressoren.

**Kompressoren**, K, er en såkaldt åben stempelkompressor, med adskilt elmotor og kompressorhus. Kompressoren kan omdrejningsreguleres. For at køle kompressoren er der installeret vandkøling af topdæksler og sidedæksler på kompressorhuset.

**Kondensatoren**, Ko, opvarmer en vandstrøm fra akkumuleringstanken, tilstand i. Fra Kondensatoren strømmer vand af tilstand u til gasmotoren hvor det så opvarmes yderligere inden det strømmer tilbage til akkumuleringstanken. Kondensatoren er tilbudt som en "Plate and Shell"- varmeveksler, der er opdelt i tre dele, en overhedningsfjerner, en kondensator og en underkøler. Se figur 2.

Din/jeres opgave bliver nu at detailprojektere varmepumpen ud fra det tilbud der er givet til kraftvarmeværket. Du/l skal levere:

- et datablad med nøgletal for anlægget
- et dokument med formidling af de gennemførte beregninger og valg af temperaturer mm.

Nøgletallene skal fx indeholde følgende hovedtal og oplysninger:

- ydelser (varmestrømme) for fordamper og kondensator
- valg af fordampnings- og kondenseringstemperatur
- valg af underkøling på kondensatoren
- kompressorstørrelse, givet ved slagvolumenstrømmen og type, se bilag
- varmestrøm der køles bort fra kompressoren og et bud på vandstrømmen
- rørdimensioner på sugeledning, trykledning og væskeledning
- energiforbruget pr. døgn, ved en driftstid på 24 timer i døgnet
- anlægsvirkningsgraden (COP).
- en vurdering af ydelsen af hver af de tre dele af kondensatoren.

Som grundlag for arbejdet gives her de data der i tilbuddet og som er nødvendige for arbejdet.

### Følgende data foreligger:

#### Røggaskøleren

Vandstrøm	/8 m <sup>-</sup> /r
Vandtemperatur, tilstand r	20 ° C
Vandtemperatur, tilstand f	15 ° C
Kondensatoren	

Vandtemperatur, tilstand u 54 ° C Vandtemperatur, tilstand i 40 ° C

Kompressoren

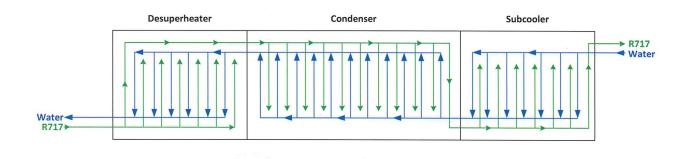
Trykgastemperatur, anslået 115 ° C Isentropisk virkningsgrad 0,78 El-motorens virkningsgrad 0,96 Volumetrisk virkningsgrad 0,84

(Se i øvrigt oversigt over Sabroes produktprogram i folder (pdf-fil) som ligger i mappen <Cases>.)

#### Hint!

Benyt erfaringsmæssige hastigheder i rørene, se bilag, tabel 5.1 fra "Køleteknik". Data for køleprocessen kan med fordel findes i *Coolpack* eller *EES*. Aflevér også diagrammet og evt. *EES* kode med løsningen.

## **Bilag**



Figur 2: Principskitse af opbygningen af kondensatoren i tre separate dele

Anvendelsesområd e	Kølemiddel	Strømningshastighed, c 2) [m/s]	
Sugeledninger	NH₃ (tør/våd) R134a R404A	15 - 20 /8 - 15 5 - 10 <sup>1)</sup> 7 - 12 <sup>1)</sup>	(< 20) (< 20) (20 - 22)
Varmgasledninger	NH₃ R134a R404A	15 - 25 7 - 12 <sup>1)</sup> 8 - 15 <sup>1)</sup>	
Væskeledninger (fra kondensator)	NH₃ R134a R404A	0,5 - 2 0,4 - 1 0,4 - 1	
Brine Vand		0,3 - 1,5 0,5 - 2	

Tabel 5.1: Anbefalede strømningshastigheder i forskellige typer rørledninger i kompressionskøleanlæg.

Tabel for erfaringsmæssige hastigheder i rør i kompressionskøleanlæg.

Fra "Køleteknik", fra Nyt Teknisk Forlag

<sup>&</sup>lt;sup>1)</sup> I små anlæg anvendes lavere hastigheder.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Tallene i parentes gælder store anlæg.



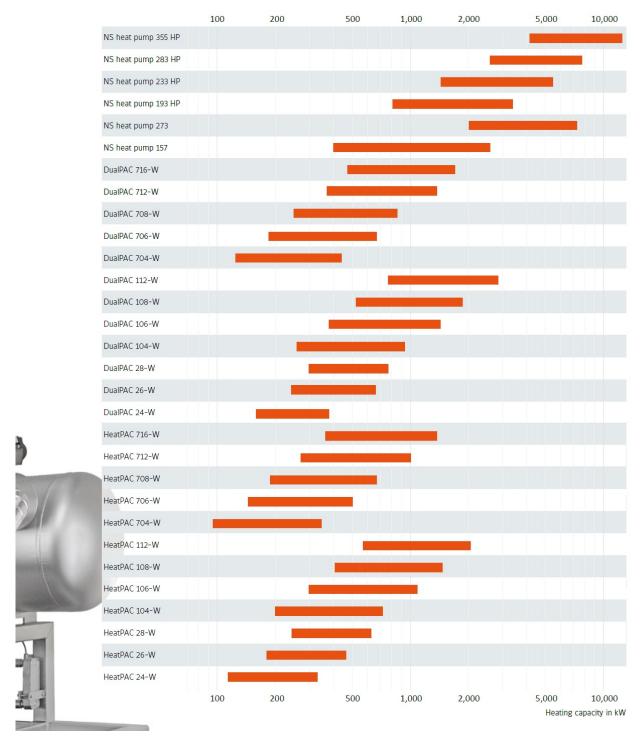
Figur 3: Billede af HeatPAC varmepumpe som den der er valgt i tilbuddet

# **SABROE®** compressor programme



Figur 4: Oversigt over kompressorer, fabrikat Sabroe. (Swept volume betyder slagvolumenstrøm)

# SABROE® heat pump programme



Figur 5: Oversigt over varmepumper, fabrikat Sabroe.