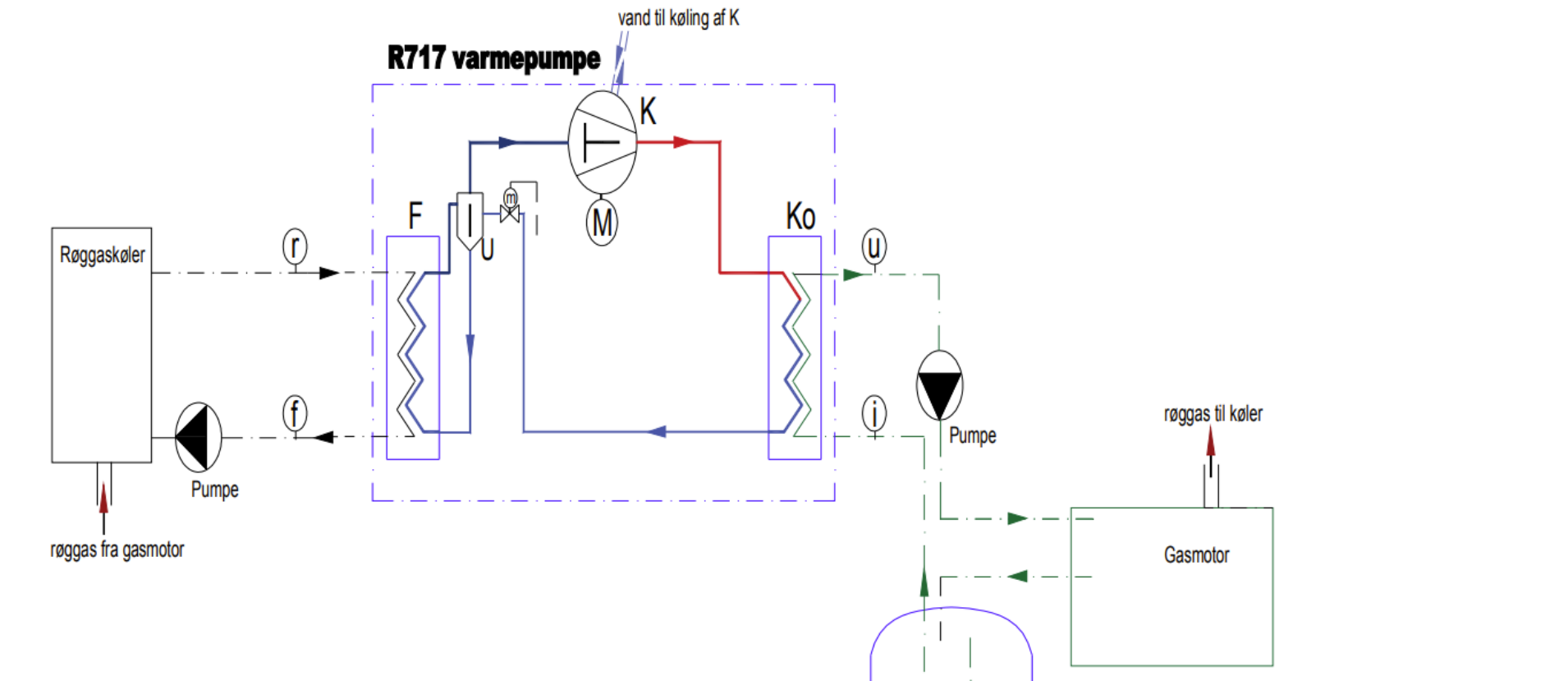


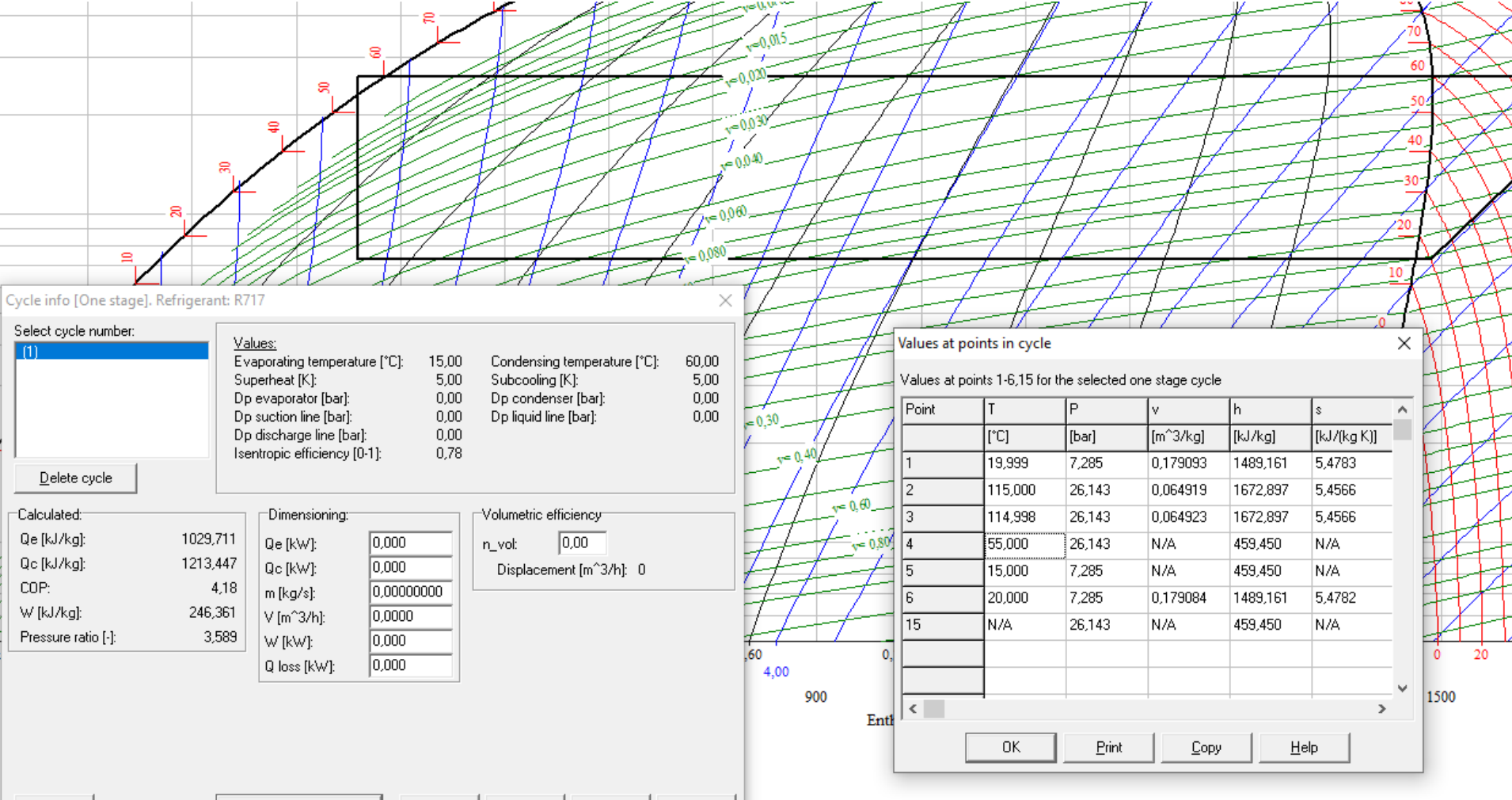
Dimensionering af en varmepumpe til kraftvarmeværk



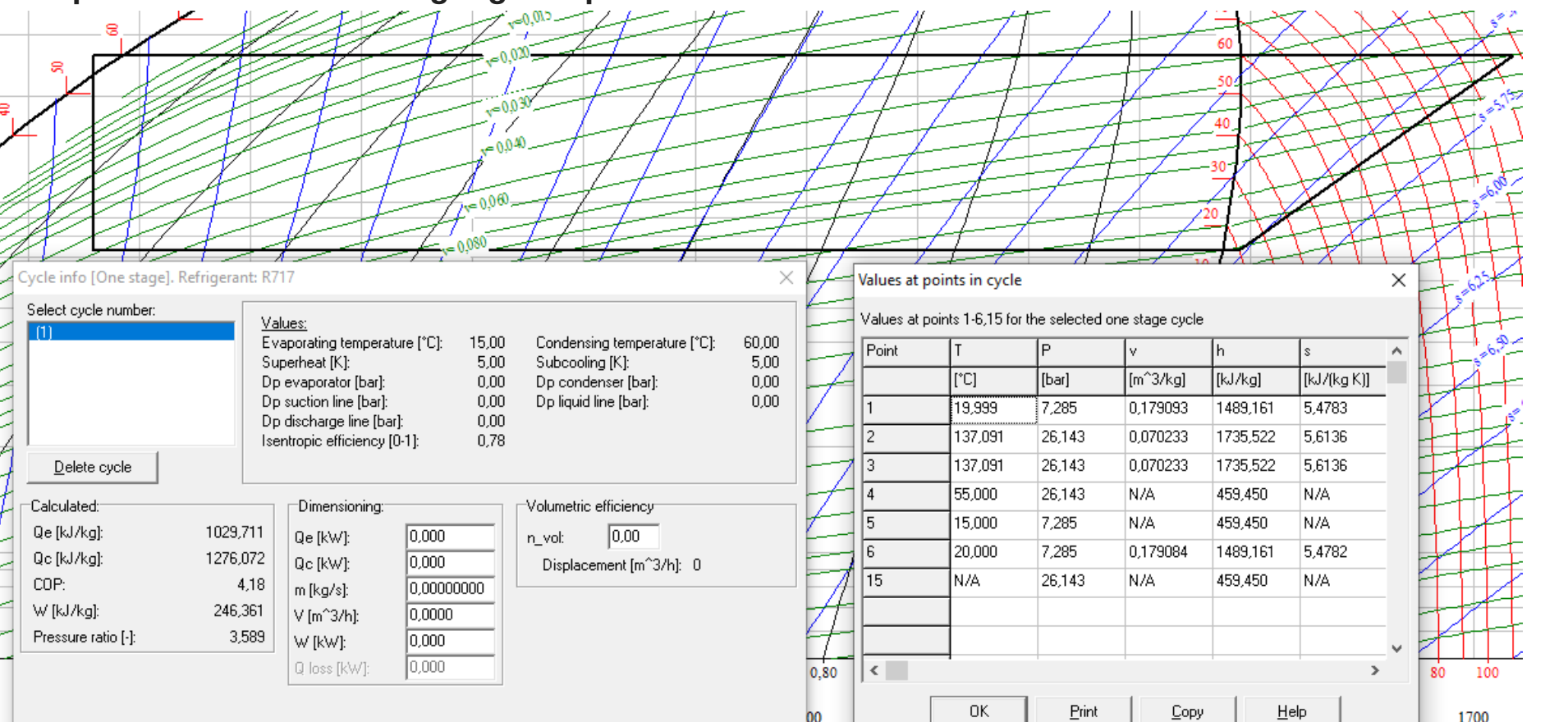
Følgende data foreligger:

<b>Reggaskøleren</b>	
Vandstrøm	78 m³/h
Vandtemperatur, tilstand i	20 °C
Vandtemperatur, tilstand f	15 °C
<b>Kondensatoren</b>	
Vandtemperatur, tilstand u	54 °C
Vandtemperatur, tilstand i	40 °C
<b>Kompressoren</b>	
Trykgastemperatur, anslået	115 °C
Isoentropisk 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 <Caes>-)	

Kompressorudgang sat til 115C



Kompressorens faktiske udgangstemperatur



```
clc; clear;
u = symunit;
```

```
%------%
%----- Reggaskøleren ------%
%------%
Q_V = 78 * u.m^3/u.h;
rho_V = 999.1 * u.kg/u.m^3;
cp_V = 4182 * u.J/(u.kg*u.K);

t_r = 20*u.K;
t_f = 15*u.K;

% Vores Phi0
phi_RK = q_V*rho_V*cp_V*(t_r - t_f);
phi_RK = vpa(unitConvert(phi_RK, u.kW), 6)

phi_RK = 452.642 kW
```

```
% Entalpier
% Kompressorudgang sat til 115C
h1 = 1489.161 *u.kJ/u.kg;
h2 = 1672.9*u.kJ/u.kg;
h3 = 459.45*u.kJ/u.kg;
h4 = h3;

% Kompressorudgangstemperatur ikke specificeret - fra det "faktiske"
% biliede
h5 = 1735.522*u.kJ/u.kg; % ikke kølet kompressor

% Kondenseringspunkter, til udregning af kondensatorens 3 faser
super = 1491.49*u.kJ/u.kg;
konding = 485.03*u.kJ/u.kg;
subbing = 459.19*u.kJ/u.kg;

Phi0 = phi_RK;

% Massestrøm
q_mr = Phi0/(h1 - h4);
q_mr = vpa(unitConvert(q_mr, "SI"), 3)

q_mr =
0.44  $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$ 
```

```
% El-effekt
Pe1 = q_mr*(h5-h1);
Pe1 = vpa(unitConvert(Pe1, u.kW), 6)

Pe1 = 108.296 kW

vpa(Pe1*24*u.h, 3)

ans = 2600.0 h kW
```

```
% COP
COP = vpa(phi_RK/Pe1, 3)

COP = 4.18
```

```
% Køling på kompressoren - 137C til 115C
phi_komp_cool = q_mr*(h5-h2);
phi_komp_cool = vpa(unitConvert(phi_komp_cool, u.kW),5)

phi_komp_cool = 27.527 kW
```

```
% Vandstrøm omkring kompressor. Antagede ind og ud værdier
T_v_ind_komp = 18*u.K; % Det skal bruges til fjernvarme og skulle gerne være samme temp som det der kommer ned i akk. tanken
syms qV_vand

rho_V = 999.1 * u.kg/u.m^3;
cp_V = 4182 * u.J/(u.kg*u.K);

eq = phi_komp_cool == qV_vand*rho_V*cp_V*(T_v_ud_komp - T_v_ind_komp);

qV_vand = solve(eq, qV_vand);
qV_vand = vpa(unitConvert(qV_vand, u.m^3/u.h),6)

qV_vand =
0.456113  $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ 
```

```
%------%
%----- Effekter ------%
%------%
% Høver kompressor
kompressor = vpa(unitConvert(q_mr*(h1-h2), u.kW), 4)

kompressor = -80.77 kW
```

```
% Høver kondensator
kondensator = vpa(unitConvert(q_mr*(h2-h3), u.kW), 6)

kondensator = 533.411 kW
```

```
kond_desuper = vpa(unitConvert(q_mr*(h2-super), u.kW), 6)

kond_desuper = 79.7445 kW
```

```
kond_konding = vpa(unitConvert(q_mr*(super-konding), u.kW), 6)

kond_konding = 442.422 kW
```

```
kond_subbing = vpa(unitConvert(q_mr*(konding - subbing), u.kW), 6)

kond_subbing = 11.3588 kW
```

```
kond_total = vpa(kond_desuper+kond_konding+kond_subbing, 6)

kond_total = 533.525 kW
```

```
% Ekspansionsventil
epv = vpa(unitConvert(q_mr*(h3-h4), u.kW), 4)

epv = 0.0
```

```
% Fordamper
% Det ses det stemmer overens med den indledende beregning af Phi0
fordamper = vpa(unitConvert(q_mr*(h4-h1), u.kW), 4)

fordamper = -452.6 kW
```

```
% Beregning af nødvendig slagvolumen, til dimensionering af varmepumpe
t_nh3_ind = 115*u.K;
t_nh3_ud = 60*u.K;

cp_NH3 = 2.881 * u.kJ/(u.kg*u.K);
rho_NH3 = 15.47 * u.kg/u.m^3;

eta_v = 0.84;
%q_Vs_komp = 2000 * u.m^3/u.h; % Valgt ud fra casen
syms q_Vs_komp

qV_NH3 = eta_v * q_Vs_komp;
qV_NH3 = vpa(unitConvert(qV_NH3, u.m^3/u.h), 3);

eq = kondensator == qV_NH3 * rho_NH3 * cp_NH3 * (t_nh3_ind - t_nh3_ud);

q_Vs_komp = solve(eq, q_Vs_komp);
q_Vs_komp = vpa(unitConvert(q_Vs_komp, u.m^3/u.h), 3)

q_Vs_komp =
933.0  $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ 
```

```
% Volumenstrøm af vand i kondensator
t_kond_vi = 40 * u.K;
t_kond_vu = 54 * u.K;

syms qV_vand_kond
phi_kond_vand = qV_vand_kond*rho_V*cp_V*(t_kond_vu - t_kond_vi);

eq = kondensator == phi_kond_vand;

qV_vand_kond = solve(eq, qV_vand_kond);
qV_vand_kond = vpa(unitConvert(qV_vand_kond, u.m^3/u.h), 3)

qV_vand_kond =
32.8  $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ 
```

Rørdimensioner

Anvendelsesområde	Kølemiddel	Strømningshastighed, c <sup>2</sup> [m/s]
Sugeledninger	NH <sub>3</sub> (tør/våd)	15 – 20 / 8 – 15
	R134a	5 – 10 <sup>II</sup>
Varmgasledninger	R404A	7 – 12 <sup>II</sup>
	NH <sub>3</sub>	15 – 25
	R134a	7 – 12 <sup>II</sup>
	R404A	8 – 15 <sup>II</sup>
Væskeledninger (fra kondensator)	NH <sub>3</sub>	0.5 – 2
	R134a	0.4 – 1
	R404A	0.4 – 1
Brine		0.3 – 1.5
Vand		0.5 – 2

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

<sup>II</sup> I små anlæg anvendes lavere hastigheder.

<sup>II</sup> Tallene i parentes gælder store anlæg.

```
% Sugeledninger til kondensator
c1 = 17.5 * u.m/u.s;
NH3_ind = q_Vs_komp;
```

```
A1 = NH3_ind/c1;
A1 = vpa(unitConvert(A1, "SI"), 3);
A1 = vpa(unitConvert(A1, u.cm^2), 3)
```

```
A1 = 148.0 cm²
```

```
cA1 = vpa(sqrt(A1/p1)*2, 3)
```

```
cA1 = 13.7 cm
```

```
%A = (D/2)^2*pi
%D = sqrt(A/pi)*2
```

```
% Varmgasledninger
c2 = 20 * u.m/u.s;
NH3_ind = q_Vs_komp;
```

```
A2 = NH3_ind/c2;
A2 = vpa(unitConvert(A2, "SI"), 3);
A2 = vpa(unitConvert(A2, u.cm^2), 3)
```

```
A2 = 130.0 cm²
```

```
cA2 = vpa(sqrt(A2/p1)*2, 3)
```

```
cA2 = 12.8 cm
```

```
% Væskeledninger fra kondensator efter EPV
c3 = 1.25 * u.m/u.s;
```

```
NH3_ind = q_Vs_komp;

A3 = NH3_ind/c3;
A3 = vpa(unitConvert(A3, "SI"), 3);
A3 = vpa(unitConvert(A3, u.cm^2), 3)
```

```
A3 = 2070.0 cm²
```

```
cA3 = vpa(sqrt(A3/p1)*2, 3)
```

```
cA3 = 51.4 cm
```