TSM2450 Oblig 2

- Student: Jonas (267431@usn.no)
- Emne: Termo- og fluidmekanikk
- Tid: Vår 2025 USN Porsgrunn
- Repo: https://github.com/Arxcis/TSM2450-termo-og-fluid/oblig2

Oppgave 1

1.1 Mål

Finne hvilket trykk, volumstrøm og effekt pumpen må ha, for tre dyser med ulike dysestrømningsfaktorer (K_dysestrømning) og konstant overtrykk.

1.2 Forutsetninger:

- K_dysestrømning: 17, 56, 107
- Ønsket overtrykk ved dyse: 7.0 bar
- Diameter på alle rør: 50mm
- Ruheten på alle rør: 0.50mm
- Lengde på alle rør: 50 meter
- Rørstrekket inneholder 4 albuer og 1 seteventil
  - K-faktor albue: 0.9 (fra tabell 10.2)
  - K-faktor seteventil: 10 (fra tabell 10.2)
- Trykket på toppen av tanken: 1atm eller 0 overtrykk
- Høydeforskjell mellom toppen av tank og dyse: 13 meter

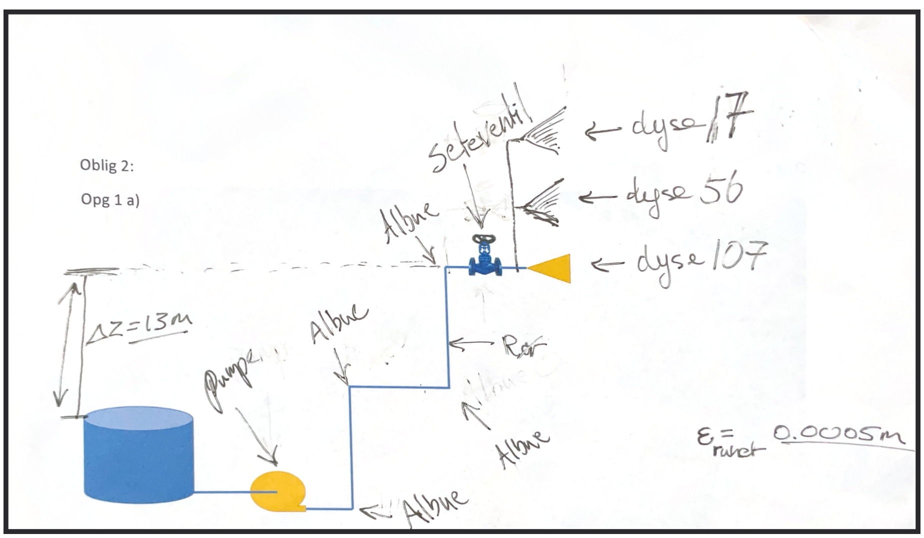

Figure 1: image

1.3 Metode

1. Finner først volumstrømmen for en dyse med en gitt dysefaktor og gitt overtrykk.

$$Q[dm3/min] = K_{dyestr\varnothing mning=17,56,107} \cdot \sqrt{7.0[bar]}$$

$$Q[m^3/s] = \frac{Q[dm^3/min]}{1000 \cdot 60}$$

2. Finner deretter gjennomsnittshastigheten på vannet i røret.

$$v_{snitt}[m/s] = \frac{Q[m^3/s]}{A_{r\varnothing rtverrsnitt}[m^2]} = \frac{Q[m^3/s]}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_{r\varnothing r}[m])^2}$$

3. hdyn regnes ut.

$$h_{dyn} = \frac{v_{snitt}^2}{2 \cdot g}$$

5. hf regnes ut for røret.

$$hf_{r\varnothing r} = f_{r\varnothing r} \cdot \frac{L_{r\varnothing r}}{D_{r\varnothing r}} \cdot h_{dyn}$$

7. h0 regnes ut for albue.

$$h0_{albue} = 0.9 \cdot h_{dyn}$$

8. h0 regnes ut for seteventil.

$$h0_{sete} = 10 \cdot h_{dyn}$$

9. Endelig brukes bernouli for å finne pumpehøyden (hp).

$$hp = \Delta Z + \Delta h_{statisk} + \Delta h_{dynamisk} + hf_{r\varnothing r} + h0_{sete} + 4 \cdot h0_{albue}$$

```
hp_pumpemeter = Z_forskjellmeter\
              + hstat_statiskmeter\
              + hdyn_dynamiskmeter\
              + hf_rørtapmeter\
              + h0_setetapmeter\
              + h0_albuetapmeter * antall_albuer
```

10. Til slutt regnes effekten til pumpa som en funksjon av pumpehøyde (hp) og volumstrømmen (Q).

$$P = \rho g Q h_{pumpe}$$

1.4 Resultat

```
oppg1.py  oppg2.py  README.md
(.venv) jonas@pop-os:~/git/TSM2450-termo-og-fluid/oblig2$ python oppg1.py
dysefaktor:  [ 17  56 107]
volumstrøm:  [0.00239338 0.00788408 0.01506423 0.005     ] [m3/sekund]
volumstrøm:  [143.60297516 473.04509465 903.85402013 300.        ] [l/min]
pumpetrykk:  [8.27656552 8.28711457 8.31655435 8.28027217] [Bar]
effekt:  [ 1980.89905577  6533.63149159 12528.25180008  4140.13608357] [Watt]
```

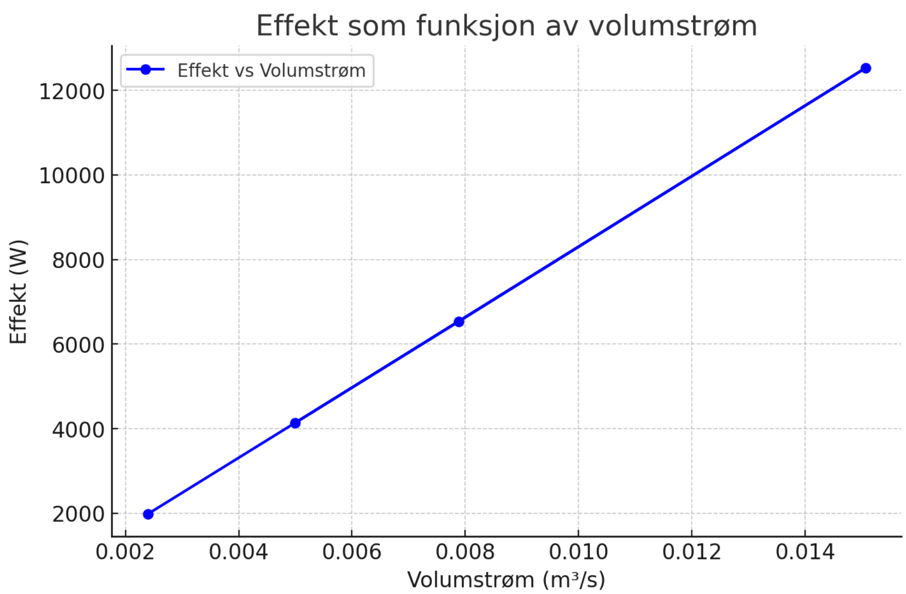

Figure 2: Plot av volumstrøm mot effekt

1.5 Diskusjon oppg 1a)

Resultatet viser en tydelig lineær kobling mellom ønsket volumstrøm og påkrevd pumpeeffekt. Ved den minste volumstrømmen holder det med en pumpe som kan levere 2000 watt for å opprettholde 7 bar ved dyse. Under den høyeste volumstrømmen kreves en pumpe godt over 12 000 watt (!). Med andre ord, vil en 6-dobling i dysefaktor føre til en 6-dobling i volumstrømmen, som igjen vil føre til en 6-dobling i effektbehovet.

	min	max	max/min
dysefaktor	17	107	6.3x
Q [l/min]	144	904	6.3x
P [W]	1981	12 528	6.3x

1.6 Diskusjon oppg 1b)

I oppg1b) foreslår RMG-engineering en pumpe med volumstrøm på 0.005 [m3/s] og en pumpeeffekt på 3800 [Watt]. Om en plotter ønsket volumstrøm på den lineære modellen fra resultatet til oppg1a), ser man at pumpen ikke vil fungere da den er for svak. Q = 0.005 vil nemlig kreve over 4000 [Watt] fra pumpa for å kunne opprettholde ønsket trykk på 7.0bar ved dyse.

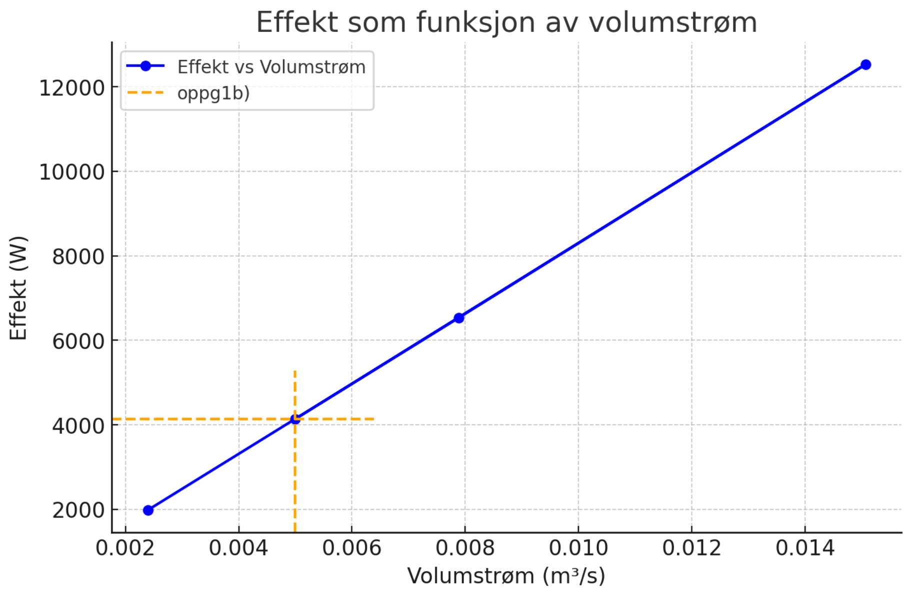

Figure 3: Plot av volumstrøm mot effekt

Oppg2

2.1 Mål

Beregn kreftene på et kompressorbend som er en del av utløpet til en fontene.

Figure 4: kompressorbend

2.2 Forutsetninger

- Ovetrykk inn (p_inn): 0.2 bar overtrykk
- Volumstrøm (Q): 0.4 liter per minutt.
- Rørdiameter inn (D_inn): 10mm
- Rørdiameter ut (D_ut): 3mm

2.3 Metode

```
#
# Forutsetninger
#
rho_vann = 1000
Q_volumstrøm_dm3_min = 4.0
Q_volumstrøm = Q_volumstrøm_dm3_min / (1000*60)
p_inn = 0.2e5
D_inn = 10e-3
D_ut  = 3e-3

#
# Beregninger
#
from math import pi
A_inn = (pi/4)*D_inn**2
```

```
A_ut  = (pi/4)*D_ut**2

v_inn = Q_volumstrøm/A_inn
v_ut  = Q_volumstrøm/A_ut


# Bernouli / energiloven
"""
p_ut + p_dynamisk_ut = p_inn + p_dynamisk_inn
p_ut = p_inn + p_dynamisk_inn - p_dynamisk_ut
p_ut = p_inn + (rho/2)(v_inn^2 - v_ut^2)
"""
p_ut = p_inn + (rho_vann/2) * (v_inn**2 - v_ut**2)

# Newtons 2. og 3. lov
"""
sum(F) = m * a
       = kg * m/(s*s)
       = kg/s * m/s
       = kg/m3 * m3/s * m/s
       = rho   * Q    * v
sum(F) = F - Fmotkraft = m * a
    -p_inn*A_inn + Rx = rho * Q * (-v_inn)
    -p_ut*A_ut + Ry = rho * Q * (v_ut)
"""
Rx = rho_vann*Q_volumstrøm*(-v_inn) + p_inn*A_inn
Ry = rho_vann*Q_volumstrøm*(+v_ut) + p_ut*A_ut

from math import atan
alpha = (atan(Ry/Rx)/pi) * 180
```

2.4 Resultater

```
$ python oppg2.py

        Q_liter          4 liter/min,
        v_inn        0.849 m/s,
        v_ut          9.43 m/s,
        p_inn        2e+04 Pa,
        p_ut     -2.41e+04 Pa,
        Rx            1.51 N,
        Ry           0.458 N,
        alpha         16.8 °,
```

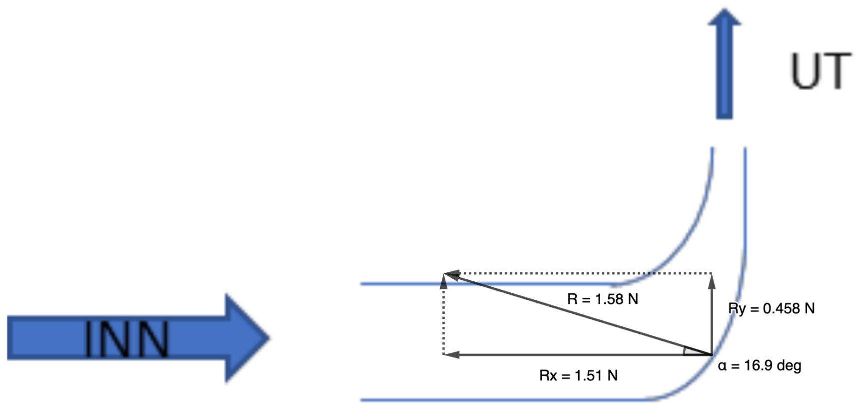

Figure 5: kompressorbend-resultat

2.5 Diskusjon

Trykket blir lavere ved utgangen enn ved inngangen til bendet. Det blir rett og slett et undertrykk på 0.24 Bar, eller -0.24 bar overtrykk. Dette undertrykket sørger for å redusere kraftbehovet som trengs i y-retning, fordi undertrykket skaper en sugekraft på resten av bendet som peker oppover.

Utløpshastigheten (9.43m/s) er over 10 ganger høyere enn inn-hastigheten (0.849m/s) og fontenespruten vil stå 4.5 meter opp i lufta.

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{9.43^2}{2(9.81)} \approx 4.5m$$

Det er kanskje i høyeste laget for en fontene i et nøkternt nabolag.