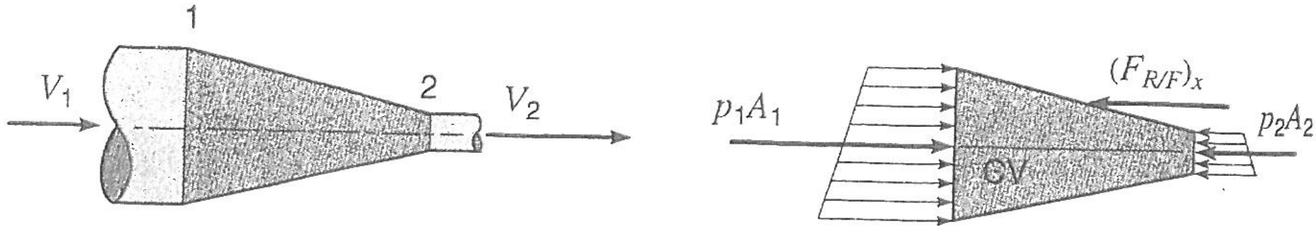
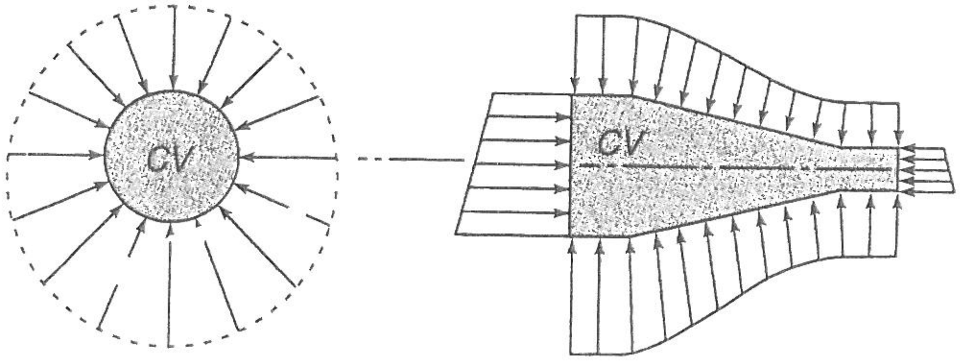
6.5 KREFTER PÅ "TRYKKFØRINGER"

Ta som eksempel en "trykkreduser":



Trykkskjema med gaugetrykk brukt:



Bruk av <u>absolutt</u> trykk ville øke alle krefter på godset, men dette ville bli <u>utbalansert</u> av økningen av <u>motsatt</u> rettede krefter pga. atmosfæretrykket på utsiden.

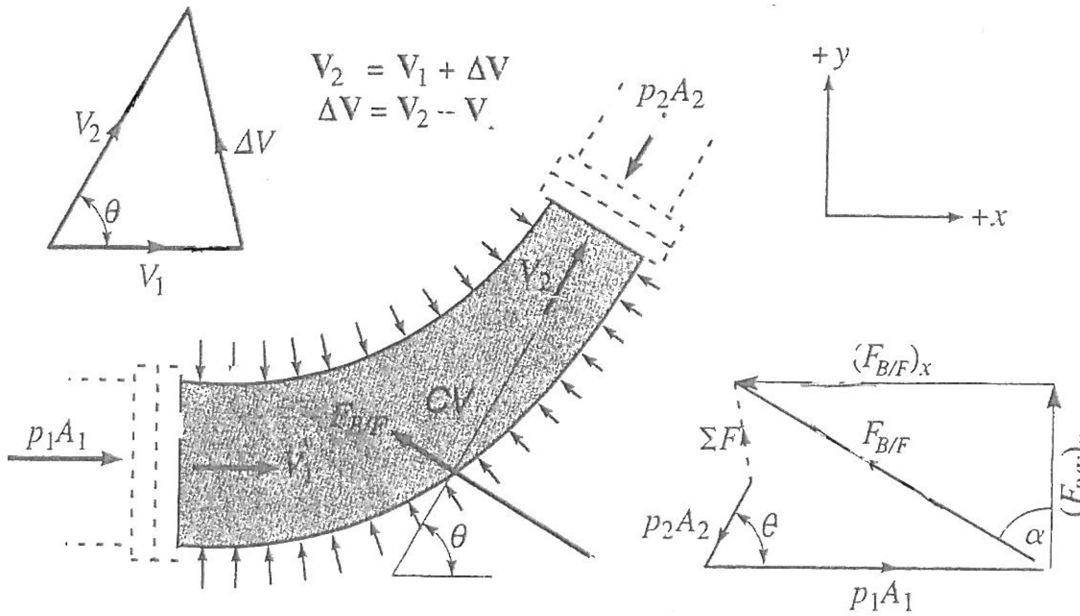
Det er derfor vanligvis nyttig å regne med gaugetrykk i impulssatsen.

Kraften på vannet fra godset, $(F_{R/F})_x$, fremkommer hovedsakelig som resultanten i x-retning av <u>normal</u>trykkene. Bidrag fra friksjonen er oftest av sekundær betydning.

Hvis også <u>retnings</u>endring:

Ta et "reduserende kne" som eksempel.

Anta stasjonær strøm av ideell fluid (som gjerne kan være kompressibel).



Spesifikasjon:

Avbøyningsvinkel θ
Tverrsnittsreduksjon, $A_1 \to A_2$
Kraft på fluid fra kne $(\vec{F}_{B/F})$
" " kne " fluid $(\vec{F}_{F/B})$ $\Big\}\ \vec{F}_{B/F} = -\vec{F}_{F/B}$

Anta strøm i horisontalt plan, dvs. ingen komponent av tyngdekrafta i dette planet.

Regn komponentvis, og få direkte:

$$\sum F_x = p_1A_1 - p_2A_2\cos\theta - (\vec{F}_{B/F})_x = \rho Q(V_2\cos\theta - V_1)$$

$$\sum F_y = 0 - p_2A_2\sin\theta + (\vec{F}_{B/F})_y = \rho Q(V_2\sin\theta - 0)$$

Disse likningene kan løses mhp. $(\vec{F}_{B/F})_x$ og $(\vec{F}_{B/F})_y$.
Fortegnene foran komponentene refererer til den antatte retninga for $\vec{F}_{B/F}$, som er vist i figuren.

Merk!

- Foreleserens tips: $\boxed{\text{REGN ALGEBRAISK!}}$
  Prøv ~~i stedet~~ å ta komponentene alltid være positive i positiv x- og y-retning; dvs. tegn dem "på skrå oppover mot høyre".

- "Statisk" tyngdekomponent neglisjert:
  Hvis bøyen hadde ligget i vertikalplanet, måtte tyngdekraften ha ~~vært~~ tatt med.

- $\vec{F}_{F/B} = -\vec{F}_{B/F}$. Motkrafta prøver å flytte rørkneet, som derfor må spennes fast.

- Skjærkrefter kunne ha vært inkludert, men er vanligvis små, forholdsmessig.

- Resultatene ovenfor gjelder også for en dyse ($\theta = 0$).

- Bernoullis likning kan brukes til å relatere hastigheter og trykk.
  For kompressibel fluid trengs dessuten en tilstandslikning. (For inkompressibel fluid: ρ = konstant er tilstandslikning!)

Ved rørforgrening:

Bruk

$$\sum \vec{F} = \sum(\rho Q V)_{ut} - \sum(\rho Q V)_{inn}$$

Eksempel 6.2

Rørforgrening for dyse o/o

Hvorfor kan man tilnærmet anta $V_2 = V_3$?
ρ_e til slutt!

Sample Problem 6.2 Determine the magnitude and direction of the resultant force exerted on this double nozzle by water flowing through it as shown in Fig. S6.2. Both nozzle jets have a velocity of 12 m/s. The axes of the pipe and both nozzles lie in a horizontal plane. $\gamma = 9.81\ \text{kN/m}^3$. Neglect friction

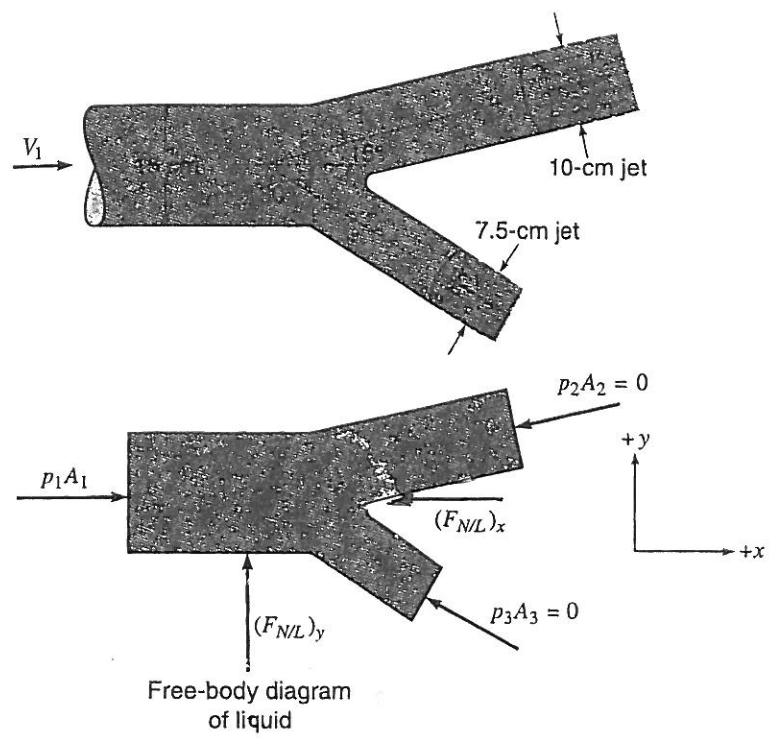


Figure S6.2

Solution

Continuity:
$$A_1V_1 = A_2V_2 + A_3V_3$$
$$15^2V_1 = 10^2(12) + 7.5^2(12), \qquad V_1 = 8.33\ \text{m/s}$$

$$Q_1 = \frac{\pi}{4}(0.15)^2 8.33 = 0.1473\ \text{m}^3/\text{s}, \qquad Q_2 = 0.0942\ \text{m}^3/\text{s}, \qquad Q_3 = 0.0530\ \text{m}^3/\text{s}$$

Jets 2 and 3 are "free," i.e., in the atmosphere, so $p_2 = p_3 = 0$.

Energy equation:
$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{8.33^2}{2(9.81)} = 0 + \frac{12^2}{2(9.81)}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} = 3.80\ \text{m}, \qquad p_1 = 37.3\ \text{kN/m}^2, \qquad p_1A_1 = 0.659\ \text{kN}$$

Bernoulli ga p_1. Deretter kan man sette rett inn i impulssatsen og finne $(\vec{F}_{N/L})_{x,y}$:

x-komponent impulssats:

$$\sum F_x = p_1 A_1 - (F_{N/L})_x = (\rho Q_2 V_{2x} + \rho Q_3 V_{3x}) - \rho Q_1 V_{1x}$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{9.81 \text{ kN/m}^3}{9.81 \text{ m/s}^2} = 1.0 \frac{\text{kN}\cdot\text{s}^2}{\text{m}^4} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{2x} = V_2 \cos 15° = 12(0.966) = 11.6 \text{ m/s}$$

$$V_{3x} = V_3 \cos 30° = 12(0.866) = 10.4 \text{ m/s}, \quad V_{1x} = V_1 = 8.33 \text{ m/s}$$

$$0.659 - (F_{N/L})_x = 10^3(0.0942)(11.6) + 10^3(0.0530)(10.4) - 10^3(0.1473)8.33$$
$$= 0.417 \text{ kN}$$

$$\boxed{(F_{N/L})_x = 0.659 - 0.417 = 0.242 \text{ kN} \leftarrow}$$

y-komponent impulssats:

$$\sum F_y = (F_{N/L})_y = (\rho Q_2 V_{2y} + \rho Q_3 V_{3y}) - \rho Q_1 V_{1y}$$

$$V_{2y} = V_2 \sin 15° = 12(0.259) = 3.11 \text{ m/s}$$

$$V_{3y} = -V_3 \sin 30° = -12(0.50) = -6.00 \text{ m/s}, \quad V_{1y} = 0$$

$$(F_{N/L})_y = 10^3(0.0942)(3.11) + 10^3(0.0530)(-6.00) - 10^3(0.1473)(0)$$
$$= 0.291 - 0.318 - 0 = -0.027 \text{ kN} \uparrow = 0.027 \text{ kN} \downarrow$$

The minus sign indicates that the assumed direction of $(F_{N/L})_y$ was wrong. Therefore $(F_{N/L})_y$ acts in the negative y direction. $F_{L/N}$ is equal and opposite to $F_{N/L}$.

$$(F_{L/N})_x = 0.242 \text{ kN} \rightarrow \quad \text{(in the positive } x \text{ direction)}$$
$$(F_{L/N})_y = 0.027 \text{ kN} \uparrow \quad \text{(in the positive } y \text{ direction)}$$
$$\boxed{F_{L/N} = 0.243 \text{ kN at } 5.90° \quad \textit{ANS}}$$

Hvorfor kunne man anta $V_2 = V_3$?! (i praksis *tilnærmet*)

Hvis man antar ideell & tapsfri fluid, ville man ha et flatt hastighetsprofil.

Man kan trekke ei strømlinje fra hver dyse og innover, inntil et tverrsnitt oppstrøms for forgreningen hvor hastighetene blir like, samt også trykkene, hvis statisk trykk-variasjon over tverrsnittet neglisjeres.

Bernoulli $\Rightarrow$ de to utstrømshastighetene må være like!