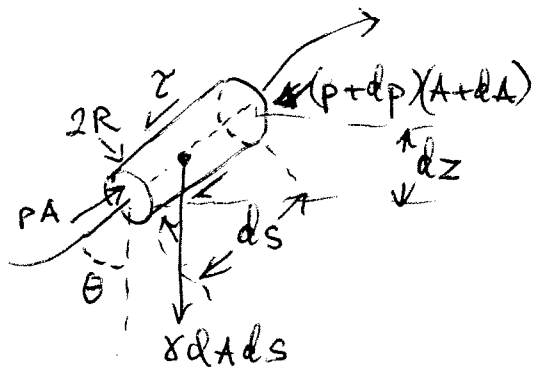


5.2/5.3 LIGNING FOR STASJONÆR BEVEGELSE LANGS EN STRØMLINJE, IDEELL & REELL FLUID

Anvend Newtons 2. lov på et element av et strømør:



Netto trykkraft:

$$pA + \underbrace{(p + \frac{1}{2}dp)dA}_{\text{pga. "konisk" form}} - \underbrace{(p + dp)(A + dA)}_{\text{også pga. "konisk" form}}$$

$$= -dpA - \frac{1}{2}dp dA$$

rest pga. høyere orden!

Tyngdekraftkomponent i bevegelsesretningen:

$$-\rho g ds A \underbrace{\cos \theta}_{dz/ds} = -\rho g A dz$$

Skjerkraft ved strømørlets vegg:

$$-\tau 2\pi R ds = -\tau \frac{2}{R} A ds$$

Newtons 2. lov for fluidmassen i strømørret:

$$\underbrace{-dpA - \rho g A dz - \tau \frac{2}{R} A ds}_{\text{lagt i bevegelsesretning}} = \underbrace{\rho ds A}_{\text{masse}} \cdot \underbrace{V \frac{dV}{ds}}_{\text{KONVEKTIV AKSELERASJON LANGS STRØMLINJEN!}}$$

Divider med faktor $(-\rho g A)$:

$$\frac{dp}{\rho g} + dz + \frac{1}{g} \underbrace{V \frac{dV}{ds}}_{\frac{1}{2}d(V^2)} ds = -\frac{2\tau}{\rho g R} ds$$

Eller:

$$d\left(\frac{p}{\rho g} + z + \frac{1}{2g} V^2\right) = -\frac{2\tau}{\rho g R} ds$$

Her kan τ erstattes med τ_0 , veggfriksjonsspenningen, hvis strømørret erstattes med et virkelig rør.

For en kompressibel fluid må $\rho = \rho(T, p)$ være kjent, vi tar det inkompressible tilfellet.

i)

hvis $\tau = 0$:

Integrer mellom et punkt s_1 og et punkt s_2 på strømninga, og få:

$$\boxed{\frac{p}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g} = \text{konstant langs strømninga}}$$

Dette er Bernoullis teorem!

Det gjelder for en friksjonsløs inkompressibel fluid og er en integrert form av Newtons 2. lov.

ii)

hvis $\tau = \tau_0 \neq 0$:

Integrer som før mellom to punkter på strømninga med avstand

$$s_2 - s_1 = L$$

og få:

$$\boxed{\left(\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right) - h_f = \left(\frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \right)}$$

Der

$$\boxed{h_f = \frac{2 \tau_0 L}{\rho g R} = \frac{4 \tau_0 L}{\rho g D}}$$

er head-tapet i rørstrøm pga. friksjon.

Uttrykket for head-tap skal vi bruke i kapittel 8, ved beregning av friksjonsfaktoren for en inkompressibel fluid som strømmer i et rør med sylindriske trekkhull.

Eksempel 5.2

(glyserin)
 en væske med specifikke tæthet 1.26
 strømmer i et rør med $Q = 700 \text{ l/s}$.
 På et punkt med rørdiameter 60 cm er trykket
 300 kN/m^2 . Fin trykket på et andet punkt
 langs røret som er 1.0 m lavere, med rørdiameter
 30 cm. Se bort fra friktions tap.

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.7}{\pi (0.6)^2} \text{ m/s} = 2.48 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{A_1}{A_2} V_1 \text{ (kontinuitet!)} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 V_1 = 4V_1 = 9.92 \text{ m/s}$$

Ansatt:

$$\frac{300 \times 10^3}{1.26 \times 10^3 \times 9.81} + 0 + \frac{(2.48)^2}{2 \times 9.81} = \frac{P_2}{1.26 \times 10^3 \times 9.81} - 1.0 + \frac{(9.92)^2}{2 \times 9.81}$$

$$\underline{\underline{P_2 = 254 \text{ kN/m}^2}} \quad (\text{ca. } 1/2 \text{ atm. lavere})$$

5.4 TRYKK I FLUIDSTRØM

Ved stationær strøm vil trykket variere over
 strømningsnittet, som ~~er~~ i fluidstatikken.
 Gjennomsnittstrykket er $\approx$ trykket i tverrsnitts-
 flatesenteret.

Kavitasjon (se senere) opptrer derfor først
overst i et tverrsnitt.

Def.

Statisk trykk = det trykket i en strømmende
 fluid som måles med f.eks.
 piezometerrør
 Tilsvarende trykket målt med et
 instrument som berører seg
 sammen med fluiden

Se

Figur 4.12 :

En strømning kan treffe et fast legeme ^{på en} slik måte at hastigheten der, i stagnasjonspunktet, må være lik 0.

Kall trykket der P_0 , og følg strømmingen inn fra "uendeligheten":

$$\frac{P}{\rho g} + 0 + \frac{V^2}{2g} = \frac{P_0}{\rho g} + 0 + 0$$

Def.

Stagnasjonstrykk:

$$P_0 = P + \frac{1}{2} \rho V^2$$

↑ av og til kalt
"dynamisk trykk bidrag"
statisk trykk

For en kompressibel fluid: (se eksempel 13.5, ikke ponsum)

$$P_0 = P + \frac{1}{2} \rho V^2 \left(1 + \frac{V^2}{4c^2} + \dots \right) \quad (V < c)$$

der c = lydhastigheten

Eksempel:

Glis $c = 345 \text{ m/s}$, $v = 69 \text{ m/s}$

fas

$$\frac{V^2}{4c^2} \approx 1\%$$

slik at ~~feilen~~ feilen ved neglisjering av korreksjonsleddet er liten.