

6. IMPULSER OG KREFTER I FLUIDSTRØM

Vi har tidligere betraktet kontinuitet og energibevarelse og skal nå se på et tredje grunnleggende prinsipp for fluidstrøm:

IMPULSSATSEN

Også kalt "impuls-bevegebelsesmengde-prinsippet". Den brukes til å beregne krefter for det tilfellet at strømmens hastighet skifter retning eller størrelse.

6.1 UTLEDING AV IMPULSSATSEN

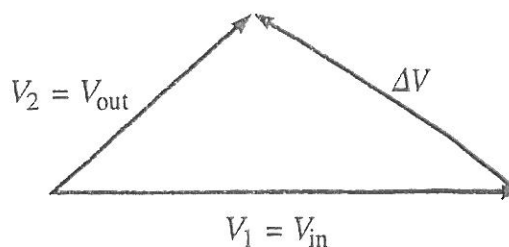
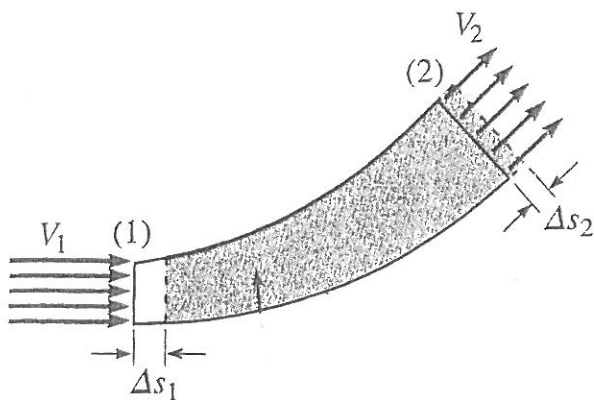
Den utledes fra Newtons 2. lov. For et fluidsystem:

$$\sum \vec{F} = \frac{d}{dt} (m \vec{V})_s$$

som også kan formuleres (ved differensialer):

$$\sum \vec{F} dt = d(m \vec{V})_s$$

Vi anvender Reynolds' transportteorem, og spesifiserer kontrollvolumet:



Størrelsen X i transportteoremet er nå ^(bevegelsesmengde) impulsen $m\vec{v}$.

$$\frac{d(m\vec{v})_s}{dt} = \frac{d(m\vec{v})_{cv}}{dt} + \frac{d(m\vec{v})_{cv}^{ut}}{dt} - \frac{d(m\vec{v})_{cv}^{inn}}{dt}$$

For stasjonær strøm forsvinner første ledd på høyre side.

For venstre side settes inn fra Newtons 2. lov:

$$\Sigma \vec{F} = \frac{d(m\vec{v})_{cv}^{ut}}{dt} - \frac{d(m\vec{v})_{cv}^{inn}}{dt} \quad \left. \vphantom{\frac{d(m\vec{v})_{cv}^{ut}}{dt}} \right\} \begin{array}{l} \text{Stasjonær} \\ \text{strøm} \end{array}$$

Netto kraft på fluidmassen = netto utstrømsrate av bevegelsesmengde gjennom kontrollvolumsoverflata

Med referanse til figuren forrige side:

$$\frac{d}{dt}(m\vec{v})_1 = \frac{dm_1}{dt} \vec{V}_1 = \dot{m}_1 \vec{V}_1 = \rho_1 Q_1 \vec{V}_1$$

$$\frac{d}{dt}(m\vec{v})_2 = (\text{likvariabel}) = \rho_2 Q_2 \vec{V}_2$$

3 stasjonær strøm er $\dot{m}_1 = \dot{m}_2$:

$$\boxed{\Sigma \vec{F} = \rho Q \Delta \vec{V}, \quad \Delta \vec{V} = \vec{V}_{ut} - \vec{V}_{inn}} \quad \begin{array}{l} \text{Stasjonær} \\ \text{strøm,} \\ 1 \text{ innløp,} \\ 1 \text{ utløp} \end{array}$$

Hvis strømoppsplitting (mer enn 1 innløp og/eller utløp) må $\rho Q \vec{V}$ beregnes for hver enkelt strøm og settes inn.

Impulssatsen spør ikke om hva som hendes mellom rørendene!

Akkurat som i dynamikk: Selv om vi har energitap kan impulssatsen brukes.

Komponentform:

Steady
flow:

$$\sum F_x = \dot{m}(\Delta V_x) = \rho Q(\Delta V_x) = \rho Q(V_{2x} - V_{1x})$$

$$\sum F_y = \dot{m}(\Delta V_y) = \rho Q(\Delta V_y) = \rho Q(V_{2y} - V_{1y})$$

$$\sum F_z = \dot{m}(\Delta V_z) = \rho Q(\Delta V_z) = \rho Q(V_{2z} - V_{1z})$$

$\sum \vec{F}$ representerer alle krefter som virker på fluidsystemet:

- massekraft (tyngde)
- trykk
- skjerkraft / friksjonskraft (reell fluid)

Oftest er man interessert i en av disse, f. eks. kraften som fluiden virker på et rør med:
Fortegnsskift pga. kraft = motkraft.