

Figure 6.6
Relative (dashed) and absolute velocity relations, with their components.

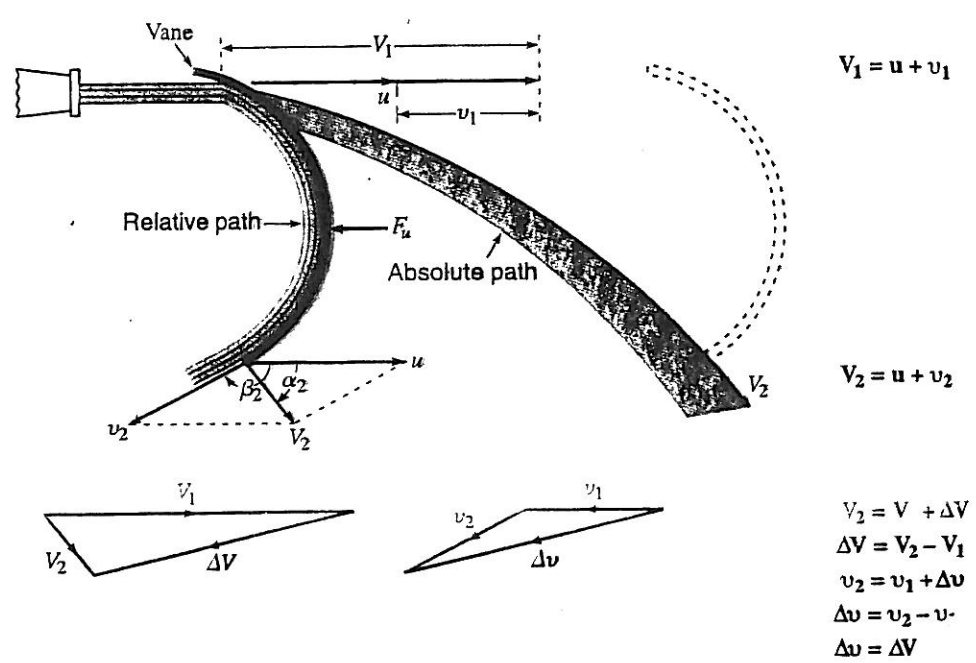


Figure 6.7
Jet acting on a vane in translation.

6.7 SAMMENHENG MELLOM ABSOLUTT OG RELATIV HASTIGHET

Y det neste avsnittet får vi bruk for slike relasjoner når vi beregner driften en bevegelig skovel.

- Anta:
- Skovel bevegelseshastighet $\vec{u}$
 - Stråle $\vec{V}$
 - $\alpha = \angle(\vec{V}, \vec{u})$ i flyens hodesystem
 - $\beta = \angle(\vec{V}, \vec{u})$ i skovels hodesystem

PROSISER Fig. 6.6

Relativhastighet $\vec{v}$:

$$\vec{V} = \vec{u} + \vec{v}$$

$$\beta = \angle(\vec{V}, \vec{u})$$

(6.16)

Glir $\vec{u} \parallel x$ -aksen:

Ymse α

$$\parallel \text{til } \vec{u}: V_n = u + v_n = V \cos \alpha = u + v \cos \beta \quad (6.17)$$

$$\perp \text{ til } \vec{u}: V_n = v_n = V \sin \alpha = v \sin \beta \quad (6.18)$$

Her er brukt $u = |\vec{u}|$, $v = |\vec{v}|$, $V = |\vec{V}|$,
og $\beta =$ vinkel mellom $\vec{v}$ og retningen til $\vec{u}$.

6.8 KRAFT FRA STRÅLE PÅ VINGE ELLER SKOVL SOM BEVEGER SEG

Vi ser på tilfellet med stasjoner (tidsvarhengig)
bevegelse

Forenklede antagelse:

$\alpha_1 = 0$ (innkommende stråle samme
retning som skovlens
bevegelsesretning)

To poenger:

- Fluide mengden som treffer et enkelt
beveget objekt pr. tidsenhet
≠ mengden som ville truffet et stasjonært
objekt pr. tidsenhet
- For bevegelig objekt må vi betrakte både
relative og absolute hastigheter

PROJISER Fig. 6.7

Situasjonen samtidig betraktet i

- system som sitter fast på dyssen
- " " beveger seg sammen med skovlen

[ANDRE]

Den vektorielle hastighetsforandringen blir den samme i begge systemene, pga. (6.16):

$$\begin{aligned}\Delta \vec{v} &= \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \\ &= (\vec{V}_2 - \vec{u}) - (\vec{V}_1 - \vec{u}) \\ &= \vec{V}_2 - \vec{V}_1 \\ &= \Delta \vec{V}\end{aligned}$$

[FØRSTE]

Volumestromraten involverer relativ hastighet:

$$\begin{aligned}Q &= A_1(V_1 - u) \\ &= A_1 v_1\end{aligned}\quad (6.19)$$

Kraftkomponent på skovlen^{i bev. retn.}, med inkommende stråle i bevegelsesretningen, blir følgende:
(Fortegnet snudd siden omvendt kraft inngår i impuls-satsen; alle tryk i atmosfære tryk bet):

$$F_u = \rho A_1 (V_1 - u) \Delta v_u = \rho A_1 (V_1 - u) \Delta V_u \quad \begin{array}{l} \text{Kraft på} \\ \text{enhet} \\ \text{skovl} \end{array} \quad (6.22)$$

Faktoren $(V_1 - u)$ skyldes at strålen til en viss grad ikke "når igjen" skovlen.

Men på en Bellkonturbin, med tett i tett med skovler rundt kranen, vil fluiden som ikke "når" en skovl på grunn av bevegelsen, istedet treffe den neste. Derfor bruker vi da den fulle massestromraten:

$$F_u = \rho A_1 V_1 \Delta v_u = \rho A_1 V_1 \Delta V_u \quad \begin{array}{l} \text{Kraft på} \\ \text{senit av} \\ \text{skovler} \end{array}$$

Se oppgave F.15 ~~6.22~~ !

Effekt levert hhv. til enkelt skovel og til turbin:

$$P = F_u u = \begin{cases} \rho A_1 (V_1 - u) u \Delta v & (\text{enkel}) \\ \rho A_1 V_1 u \Delta v & (\text{turbin}) \end{cases}$$

Tapsfri turbin^{*}:
$$\left. \begin{aligned} |\vec{v}_2| &= V_1 - u \\ |\vec{v}_1| &= V_1 - u \end{aligned} \right\} |\vec{v}_2| = |\vec{v}_1|$$

Komponenten av $\Delta \vec{v}$ i bevegelsesretning er derfor

$$\Delta v \propto V_1 - u$$

slik at

$$P \propto \begin{cases} (V_1 - u)^2 u & (\text{enkel skovel}) \\ V_1 (V_1 - u) u & (\text{turbin}) \end{cases}$$

Ved hvilken turbinblads hastighet oppnås maksimal effekt?

Ja $\frac{\partial P}{\partial u} = 0$: Det gir

$u_{\max} = \frac{1}{3} V_1 \quad (\text{enkel skovel})$ $u_{\max} = \frac{1}{2} V_1 \quad (\text{turbin})$

~~Merke~~

- *) Selv om man for en tapsfri turbin vil ha $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$,
så vil man likevel ha $\vec{v}_1 \neq \vec{v}_2$.