

## Notater til forelesningene i BIT 390 Energifysikk 04.10 2011

Tillegg og kommentarer til læreboken *Fysikk og energiresurser* av Øyvind Holter, Finn Ingebretsen og Hugo Parr (3. utgave, 2010).

### 3.4.1

Overflatespenningen,  $S$ , er en termodynamisk størrelse definert av ligningen:

$$dE_S = SdA, \quad (3.34a)$$

der  $E$  er overflateenergien og  $A$  arealet. For en overflate i mekanisk og termisk likevekt er  $S$  den samme over hele overflaten. Hvis vi tenker oss en flate med en rett sidekant med lengde  $l$ , og vi forskyver denne sidekanten et stykke  $dx$ , så blir arealforandringen  $dA = ldx$ . Av den generelle sammenhengen mellom kraft og arbeid,  $dE = Fdx$  finner vi da kraften som overflatespenningen virker på kanten med som:

$$F_S = \frac{dE_S}{dx} = Sl. \quad (3.36a)$$

Denne kraften virker i flatens plan.

Hvis vi betrakter overflaten på en bølge mellom  $x = 0$  og  $x = L/2$  og med lengde i  $y$ -retningen  $\Delta y$  (se lærebokens fig. 3.13), så er overflatespenningen på de to kantene  $F_S = S\Delta y$ . Hvis overflaten danner vinklene  $\pm\theta$  med horisontalplanet, er vertikalkomponenten av hver av disse kreftene  $F_S \sin\theta$ .

For en sinusformet bølge med høyde:

$$z = h(x) = h_m \sin(kx), \quad h'(x) = h_m k \cos(kx), \quad (3.34b)$$

(uavhengig av  $y$ ) så er  $\tan\theta = h'(0) = h_m k$ , siden den deriverte er vinkelkoeffisienten til kurven. For små  $\theta$  gjelder:

$$\sin\theta \approx \tan\theta = h'(0) = h_m k = 2\pi \frac{h_m}{L} \ll 1 \quad (\sin\theta \approx \theta \ll 1), \quad (3.34c)$$

så vi har den samlede vertikale kraftkomponenten som skyldes overflatespenningen som:

$$F_2 = 2F_S \sin\theta \approx 2S\Delta y kh_m = 4\pi S\Delta y \frac{h_m}{L}, \quad (3.36)$$

som i boken.

En grundigere diskusjon av bølger på vann for dem som behersker vektoranalyse (Matematikk 3) godt, finnes i kapittel 4 og appendiks F i referanse [A2].

Det er en trykkfeil på s. 83 i læreboken: Lign. (3.43) følger av (3.39), ikke av (3.40).

### Referanser:

A2: Jan Finjord: *Fluidodynamikk for millioner*, INVIVO (1997).