

Hydrofoil

Oppbygging, virkemåte og
utbreiing

Eivind Haavik

Innhold

Innleiing	2
Verkemåte	2
Teknisk utvikling:	4
Samandrag.....	7
Kjelder:	9

Innleiing

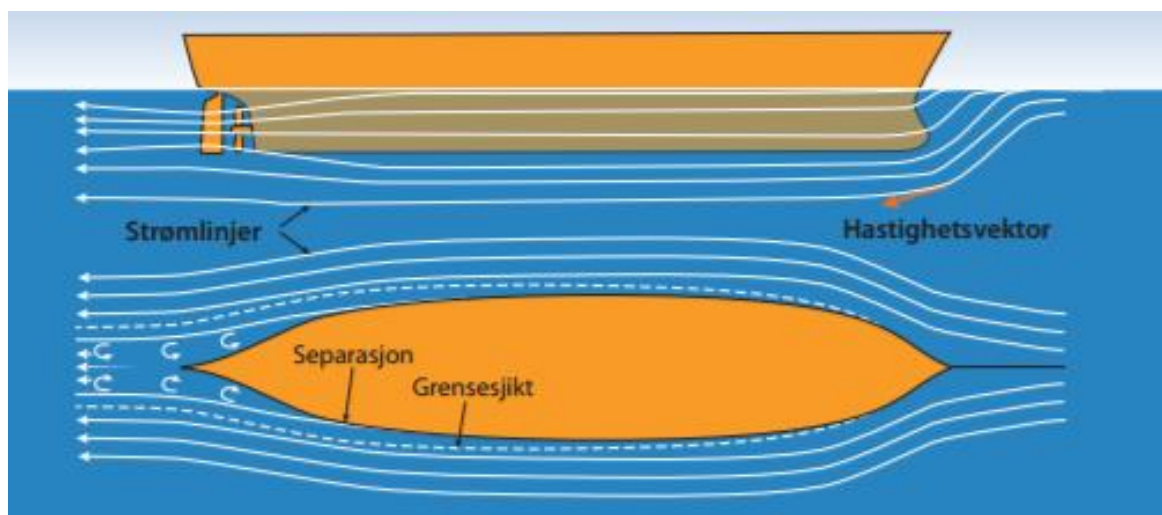
Hydrofoilbåtar er noko som har fascinert meg i lang tid. Då eg var mindre fortalde far min meg at dei gamle snøggbåtane som gjekk heimanfrå og til Bergen (ruta Sunnhordland – Bergen) gjekk på «ski» på vatnet. Eg kan difor minnst å lenge ha hatt ei formeining om kva ein hydrofoilbåt er for noko, men det var ikkje før eg såg snutten «Retro: Hugsar du hydrofoilen?» på NRK nett-tv, at eg verkeleg fekk auga opp for fenomenet foiling.

Det var dermed ikkje vanskeleg for meg å velje tema til den individuelle presentasjonsrunden i samband med ingeniørfaglig innføring. Dette har også vore ein måte for meg å nytta situasjonen til å læra meir om noko eg ikkje har hatt så veldig stor greie på frå før av.

Verkemåte

Hydrofoilbåtar går som sagt på «ski», eller foilar i vatnet. Det er desse foilane som skapar løftet – opp og ut av vatnet. For å sjå korleis dette verker, må vi gå litt i djupna på korleis vatn strøymer rundt flytande objekt.

For å illustrere korleis vatn strøymer rundt eit skipsskrog, kan ein ta i bruk straumlinjer. Ei straumlinje er ei linje som ein tenkt partikkel vil følgje.



Figur 1 Her illustrert med kvite linjer i langsgående retning

For partiklar som beveger seg langs ei straumlinje, vil både hastighet (v), høgdeplassering i tyngdefeltet (z) og trykk (p) kunne forandrast. «Bernoullis likning» tek utgangspunkt i at summen av tilhøyrande energiformer er konstant. Ser vi på ei partikkelsamling med masse Δm og volum ΔV som beveger seg langs straumlinja, kan vi difor skrive:

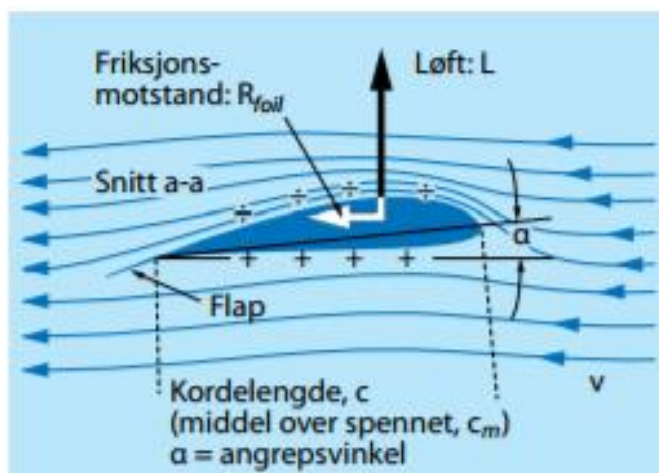
Kinetisk energi + stillingsenergi + trykenergier = konstant

$$\frac{1}{2} \Delta m v^2 + \Delta m g z + p \Delta V = \text{konstant}$$

Dersom vi dividerer alle ledd med ΔV , får vi Bernoullis likning på «vanlig form»:

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z + p = \text{konstant}$$

Ein hydrofoil er ei venge som verkar i vatn på same måte som ei flyvenge generer løftekraft i luft. Ein hydrofoil har form som ei flyvenge, og på same måte som ei venge, er foilen orientert med ein viss vinkel i forhold til straumen – angrepsvinkelen.



Figur 2 Foil

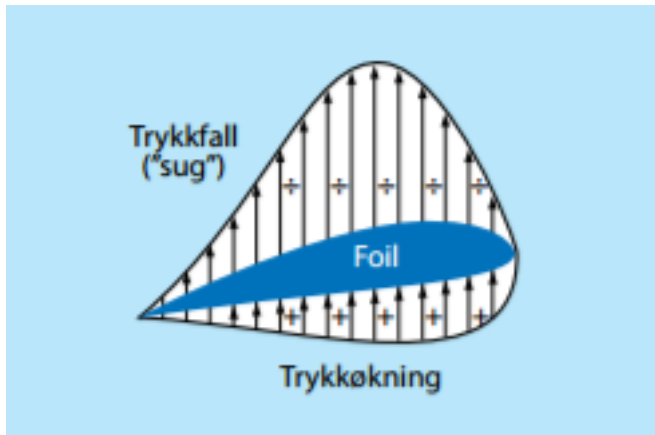
Vasspartiklar som følgjer ei straumlinje på oversida av foilen, må bevege seg ein lengre strekning enn ein vasspartikkel som følgjer ei straumlinje på undersida av foilen.

Strøymingshastigheita er altså større, og straumlinjene ligg tettare på oversida enn på undersida. Av Bernoullis likning ser vi at den auka hastigheita medfører ei auke i leddet

$\frac{1}{2} \rho v^2$ og dermed ein tilsvarande reduksjon av trykket p . Langs straumlinja på undersida skjer det motsette. Hastigheita vert redusert, og trykket aukar i forhold til det midtre trykket. Trykkdifferansen mellom over- og underside resulterer dermed i ei vertikalt retta løftekraft.

Det er to grunnar til at vatnets hastigheit på foilens overside er større enn på undersida:

- Foilen er utført med ein spesiell form (krumming og tjuknad)
- Den er orientert med ein viss angrepsvinkel i forhold til strøymingsretninga.



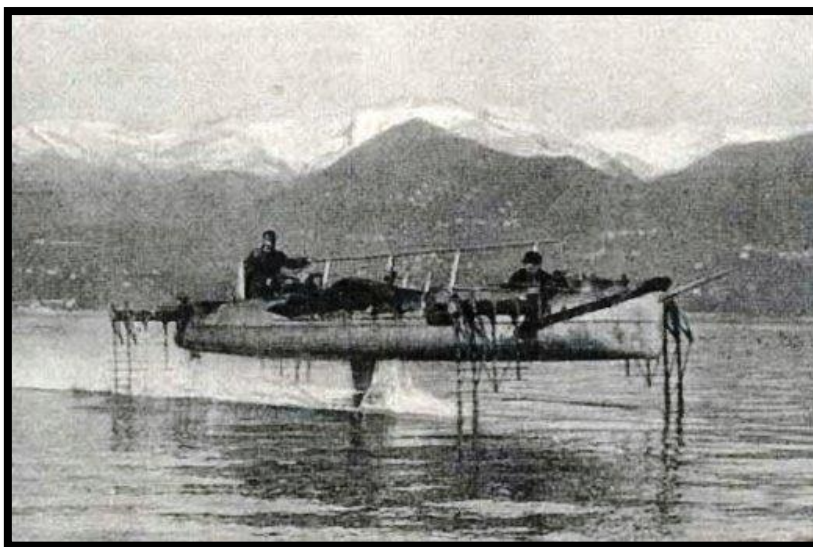
Figur 3 Trykkforskjell foil

Tettleiken i vatn er tusen gongar større enn tettleiken i luft, noko som resulterer i at ein liten foil kan utøve den same løftekrafta ei stor venge kan.

Ein hydrofoilbåt får lyfta skroget sitt opp og ut av vatnet, som igjen medfører til at skroget ikkje utøver noko resistans mot underlaget. Den einaste resistansen blir berre frå sjølve foilen.

Teknisk utvikling:

Tidleg på 1900-talet vart det utført mange eksperiment for å prøve å nyttiggjere seg av hydrofoilens løftekraft. Allereie i 1898, hadde italienaren Enrico Forlanini byrja å eksperimentere med konseptet, og i 1911 fullførte han ein fullskala test av ein hydrofoilbåt som gjorde 36 knop.



Figur 4 Enrico Forlanini

Mange vitenskapsmenn beit seg merke i kva ein foil kan ha å seia for farten og manøvreringsegenskapane til eit fartøy, og utviklinga fortsette.

Oppfinnaren bak telefonen, Alexander Graham Bell, greidde i 1918 å nå ein fart på 62 knop med sitt hydrofoilfartøy; HD-4.



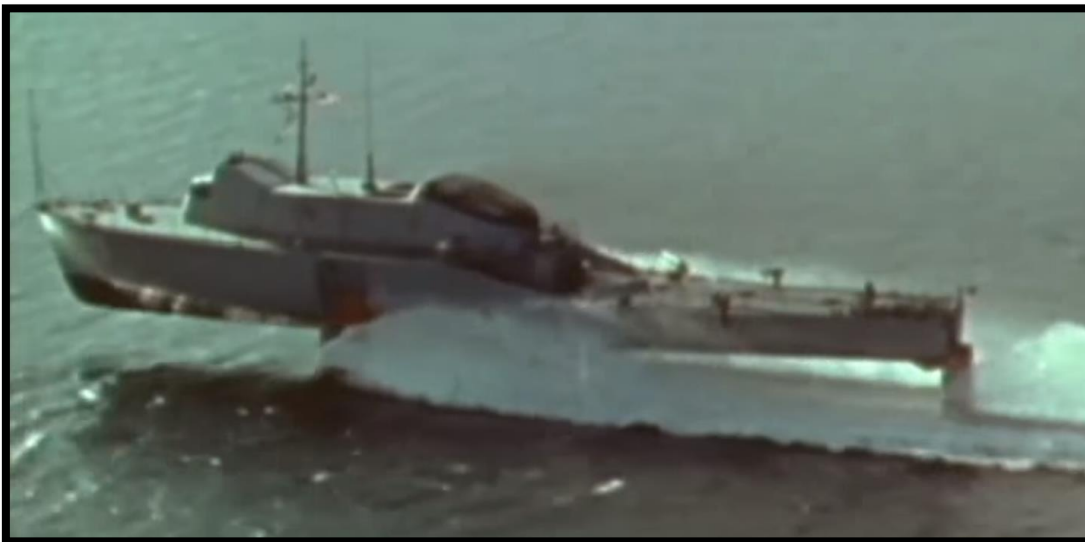
Figur 5 Enrico Forlanini

Det som interesserte verdas forsvarsnasjonar med hydrofoilbåtar, var at teknologien vart sett på som eksotisk, og ein håpte hydrofoilfartøy ville gi klare fordelar i strid.

Det er klare fordelar ved bruken av hydrofoilar, kontra «vanleg» skrog, då foilane gir hurtig- samt smidighet, moglegheit for å passere grunne farvatn i høge hastigheter og stabil kurs i røff sjø. Å operere kanoner om bord, blir nærmast ein lek, då foilane sørger for å halde fartøyet vassbeint, sjølv i urokkelig sjø. Eit skrog som er lyft ut av vatnet er også mindre sårbart mot undervasseksplosjonar.



Figur 6 Amerikansk Pegasus-klasser hydrofoil



Figur 7 Pegasus-klasser hydrofoil

Under andre verdenskrig prøvde tyskerne å lage en invasionsflåte av hydrofoilbåter, dette resulterte i mange forbedringer som etter krigen vart nyttiggjort i mellom anna kommersiell transport.

Flaggruta, ei snøggbåtrute som gikk mellom Stavanger og Bergen, byrja i 1960 å ta i bruk hydrofoilfartøy. Her avbildet ved deira fyrste hydrofoilar; HF Vingtor, HF Sleipner og HF Ekspresen.



Figur 8 Flaggruta anno 1960

Det skulle seinare vise seg at sjølv om hydrofoilar har klare fordelar innan skipsfart, kjem dei også med klare ulemper som gjer at vi i dag ikkje ser hydrofoilar særlig hyppig ute på fjorden lenger.

Foilane toler dårleg samanstøyt med rekande objekt i sjøen, noko som kan få fartøyet til å «dette» av foilen. Ein lei historikk viser at i samanstøyt med dyr, t.d. kval, så vert foilane som kniv i varmt smør, og kappar av alt som er av skinn/hud.

Generelt sett er hydrofoilar dyre å produsera, og dyre å vedlikehalda. Det er eit teknisk komplekst fartøy som krev mykje vedlikehald.

Difor har ein vald å gå meir og meir vekk frå bruken av hydrofoilar, men heller vidareutvikle andre typar skrog. Snøggbåtane som går mellom Bergen og Sunnhordland er til dømes i dag av katamaranskrog.

Samandrag

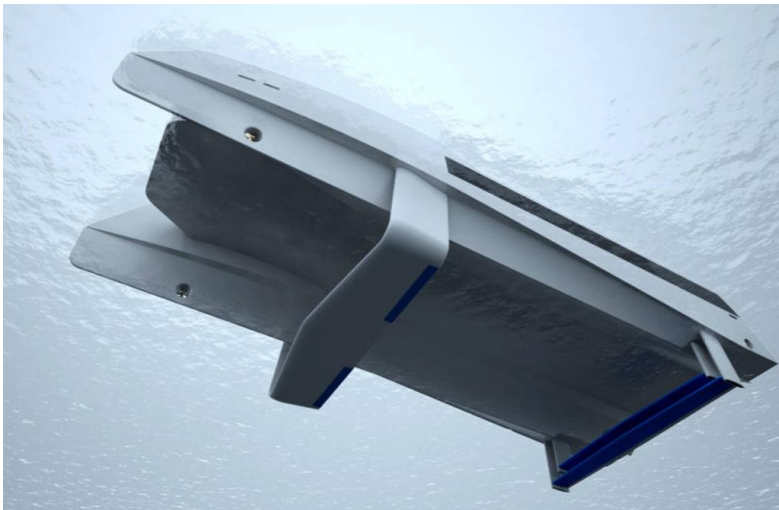
Hydrofoilbåtane hadde sin «peak» på 60- og 70-talet, og det blir med det.

Teknologien er framleis i dag sett på som eksotisk, og dersom ein verkeleg vil prøve å reise med hydrofoil, kan ein oppsøke turistbåtar som ferdast på større elver i Europa, eller Russland. Sjølv om bruken av foilar har gått ned elles i verda, blir det likevell fullt utnytta under konkurransesegling, der seglbåtar når hastigheter opp mot 70 knop.



Figur 9 Russisk turist-hydrofoil

Sjølv om vi ikkje ser ein like stor hyppighet av hydrofoilar i 2017, som i 1960, vert det likevell forska mykje på korleis ein kan nyttiggjera seg av teknologien i framtida. Kven veit, kanskje neste generasjon mtb, er ein slags katamaran-hydrofoil hybrid?



Figur 10 Eit skrog for framtida?

Kjelder:

- https://files.itslearning.com/File/Download/GetFile.aspx?FileName=Kap_3_motstand_framdrift.pdf&Path=tLfvS8EAIBQ82qzA87N4rsmW%2flcOjwN7abTWsfqgtfo3HB3YtfITA%2bCD7u4gEWRRGKI3HD06izz1uDgk4scRm2rTnQE4eSwq8pxBpwbqAkCRk8eB38j3lpil8kkmEsjL%2bzjCM9Bghn5lw2wfn7EsFvnNTJf7JF3YH1XnONoeJf8%3d&MimeType=application%2fpdf&Domain=forsvaret.itslearning.com&TimeStamp=636341475300937296&Signature=GEUky%2baw9YzQ2xPE3mMU9EMQjaeNeUsg36KvvZqdmrO%2bRozXbN4FgrELcmqmT0xF9UBQHfivGVSWx1StONf0cCOge22jHrOZcfbToKRooHMizr6r8n6KfD3BYbDX7ydLnF5PkhcFCAaZFD5206cABnRHSveOjN1cy3tWtQ2II%3d
- https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrofoil#Military_usage
- <https://snl.no/hydrofoilb%C3%A5t>
- <https://www.youtube.com/watch?v=zQ2sSRBMPqs&t=705s>
- www.hydrofoils.org
- <https://www.tu.no/artikler/halefinnebevegelse-kan-revolusjonere-hurtigbatmarkedet/366047>