

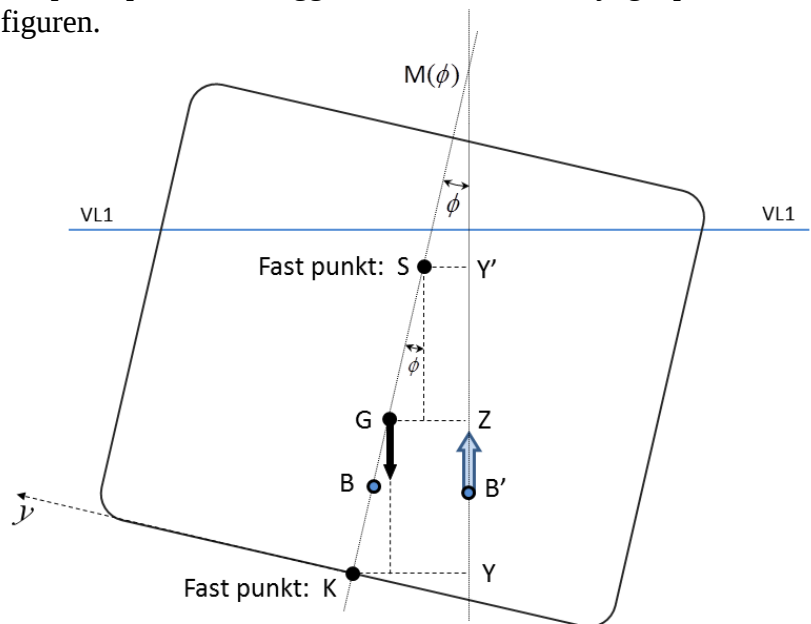
Dynamisk stabilitet

Oppgaven er basert på Eksempel 4.3-4.4 fra *Introduction to Naval Architecture*. Det er anbefalt å bruke MATLAB, men oppgaven skal kunne gjøres for hånd med Simpson metoden ved bruk av tabell.

Krengenvinkler med motsvarende rettende arm til oppdriftslinjen er gitt i Tabell 1 under. Den rettende armen er gitt basert på et fast punkt på skipet, S, som ligger ovenfor forventet tyngdepunkt G, med avstand KS=6.5 m fra kjølen, se figuren.

ϕ	SY'
0°	0
15°	0.11
30°	0.36
45°	0.58
60°	0.38
75°	-0.05
90°	-0.6

Tabell 1



- a) Utled GZ formelen ved bruk av punkten S og beregne GZ kurven for følgende lastkondisjon:

		m_i [tonn]	z_i [m]
Lettskip	Δ_{ls}	4200	6
Last	W_l	9100	7
Drivstoff	W_d	1500	1.1
Stores	W_s	200	7.5

(SVAR: KG=6.137m. GS=0.3633m. Svar på GZ ses i Tabell på neste side og i MATLAB.

- b) Bestem grafisk «Range of Stability» fra GZ kurven.
(SVAR: 82 grader)
- c) Beregne den dynamiske stabiliteten opp til 60°, dvs arbeidet som må utføres for å krenge skipet til 60°.
(SVAR på neste side)

Løsning ved bruk av tabell for oppgave C:

ϕ	GZ	sf	sf.*GZ
0°	0	1	0
15°	0.204	4	0.816
30°	0.542	2	1.083
45°	0.837	4	3.348
60°	0.695	1	0.695
			$\Sigma = 5.942 \text{ m}^2$

$$\text{Arealet under kurven til } 60^\circ: A_{60^\circ} = \frac{s}{3} \sum = \frac{15^\circ}{3} \frac{\pi}{180} 5.924 = 0.5185 \text{ mrad}$$

$$\text{Arbeid, dynamical stability: } W_{60^\circ} = \Delta g A = 76300 \text{ kNm} = 76.3 \text{ MNm}$$

Tenk på at **dynamical** stability kun inneholder potensiell energi når skipet blir krenget sakte til den angitte vinkelen. Skipets totale **dynamic** stability, dvs hvordan skipet responderer på en forstyrrelse påvirkes av både den potensielle og kinetiske energien, samt friksjon og andre faktorer som demper eller eksiterer skipets bevegelse. Modellering av dynamisk respons som funksjon av tiden er del av fag i slutten av utdanningen som mariningeniør, siste år på Bachelor nivå og videre på Master nivå.

MATLAB anvisning

Lag et skript med navn Ov10.m. Lagre funksjonen simps.m som ligger i Øvingsmappen på Canvas i samme mappe som dette øvingsskript.

Beregn tyngdepunktet ved bruk av gitt lastkondisjon i **Oppgave a)**

```
clear all
mi=[4200 9100 1500 200]*1000;
zi=[6 7 1.1 7.5];
delta=sum(mi)
KG=sum(mi.*zi)/delta;
```

Beregn GZ ved å bruke det nye tyngdepunktet og gitte verdier:

```
phi=[0:15:90];
SY=[0 0.11 0.36 0.58 0.38 -0.05 -0.6];
KS=6.5;
SG=KS-KG;
GZ=SY + SG.*sind(phi)
I Command Window skal GZ vises med rett resultat slik:
GZ = 0 0.20404 0.54167 0.83692 0.69466 0.30095 -0.23667
```

Oppgave b)

Bestem Range of stability ved å plote figuren med bedre resolusjon, bruk spline (ulinear) interpolasjon siden GZ kurven er buet:

```
phi_ref=0:1:90; % refine x axis for y-value spline fit
GZref=spline(phi,GZ,phi_ref);
figure(1)
plot(phi, GZ, 'x', phi_ref, GZref, '-r')
xlabel('\phi [deg]'); ylabel('GZ [m]');
legend('Data points given', 'Non-linear interpolation', 3)
```

Range of stability er definert av vinkelintervallet når GZ-armen er positiv. Då kan `find` og `index` brukes: dvs finn alle index i GZ_{ref} vektoren som er større enn null og subtraher vinkel ved siste index fra vinkel ved første index:

```
ind=find(GZref>0);  
ROS=phi_ref(ind(end))-phi_ref(ind(1)) % Range of stability
```

Oppgave c)

For å beregne arbeidet via arealet under GZ-kurven, så bruker vi både Trapez metoden på den spline interpolerte kurven og jamfører med Simpson integrasjon på de gitte datapunktene som ikke er så mange. Fra teorien vet vi at Simpson skal gi ganske gode resultater når få punkter brukes. Først finner vi automatisk indexen for når vinkelen er 60 grader for den interpolerte kurven sånn at vi kan velge å integrere bare frem til denne verdi i GZ_{ref} vektoren:

```
ind60=find(phi_ref==60)
```

Nå, bruker vi innebygget Trapez og HVL-laget Simpson funksjon, husk å bare ta frem til det 5:e (odde tall) indexen i simpson metoden for de gitte ϕ og GZ verdiene ved 60 deg i Tabell 1. Også husk at resultat skal angis med radianer:

```
At=trapz(phi_ref(1:ind60),GZref(1:ind60))*pi/180 % [mrad] area under curve  
As=simps(phi(1:5),GZ(1:5))*pi/180 % [mrad] Simpson method
```

Arbeidet i enhet Nm (da kan radianer være enhetsløst) er med begge metodene gitt av:

```
Wt=delta*9.81*At % Work (potential energy) in [Nm]  
Ws=delta*9.81*As %
```

I Command window ser man at det er forskjell på første desimalen for metodene, men man ser likevel at simpson metoden med få punkter ligger nærmere riktig resultat enn å bruke trapez metoden på få punkter også:

```
At2=trapz(phi(1:5),GZ(1:5))*pi/180  
Wt2=delta*9.81*At2
```

Man konvergerer mot riktig resultat W_t ved å gjøre skrittene i interpolasjonen mindre å mindre, en grad i skritt er allerede veldig bra.

Det viser seg altså at:

$W_t - W_{t2} > W_t - W_s$