

Hydrostatikk/Stabilitet enkle fall

Oppgave 1

Et kasseformet legeme med følgende hoveddimensjoner:

- L = 24 m
- B = 5 m
- D = 5 m

flyter på "even keel" (dvs. uten trim) ved dypgående T = 2 m i sjøvann. Anta at KG = 1.5 m.

a) Beregn initial metasenter høyde GM for det kritiske fallet tverrskips.

Oppgave 2

En konstruksjon som har et triangulært prismatisk form (se fig.1) med 32 m lengde, 8 m bredde ved toppen og 5 m dybde (total "høyde"). Antar at KG = 3.7 m.

Hva er GM når konstruksjonen flyter på "even keel" ved dypgående T = 4 m.

Svar: GM = 0.67 m



Oppgave 3

En rektangulær flyter har følgende hoveddimensjoner:

- L = 64 m
- B = 10 m
- D = 6 m

Anta KG = 3 m (fast).

- Beregn KM og KB for dypgående 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5m. Tegn opp forløpene i et felles diagram.
 Svar: KB = 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 [m] KM = 8.83, 5.17, 4.28, 4.08, 4.17 [m]
- 2. Finn fra dette minimum KM. Svar: $KM_{min} = 4.08 \text{ m}$
- 3. Hvor stor er GM ved dypgående 4 m? Er GM>0? Svar: GM = 1.08 m

4. Løs oppgaven i Matlab ved hjelp av instruksjonen fra side 6 og tegne KG, KB og KM i en graf med dypgang *T* på x-aksen og *Høyde over kjøl* på y-aksen. Forfine steget i dT sånn at det går at komme frem til samme KM_{min} med hjelp av Matlab funksjonen min. Kontroller visuelt og med beregning at GM>0.

Grafen kan for eksempel se sånn ut:



5. Forandre KG til 4.5 og se visuelt i grafen og med beregninger om GM>0 ved T=4m.

Anvisninger MATLAB Oppgave 1 b)

Start MATLAB. Du vil se Command Window der du kan teste enkle kommandoer. Gå igjennom og prøv kommandoene i MatlabIntro.pdf avsnitt 2.3-7.

A MATLEMENTO			
HOME PLOTS APP	s		a 🛱 🗇 😥 🖶 🕐 Search Documentation 🛛 🔎 🗖
New New Open L Compare Import Script + FILE	New Variable Analyze Code Save Open Variable Image: Code Variable Workspace Clear Workspace Clear Commands VarAnaLeE Code Simulation	③ Preferences ⑦ ⑧ Community Layout ➡ Parallel × ➡ ♣ Add-Ons × ENVIRONMENT RESUNCES RESUNCES	
<ri></ri>	Documents + MATLAB +		م +
Current Folder	Command Window		♥ Workspace
□ Name ▲	1		▲ Name → Value
🖩 🌆 Apps	>> b=3		a 1 ans 0.5000 b 3
	b =		
	3		
	>> a+b ans =		
	4		
	>> sin(0.3)		=
	ans =		
	0.2955		
	>> sind(30)		
	ans =		
Detaile	0.5000		
	1.5		

Når man gjør en oppgave, vil man gjerne lagre beregningene i et **m**-script som man kan åpne seinere igjen. Derfor, gå til fliken **Home** og trykk **New->Script.** Ett nytt vindu åpnes, *Editor*, der du kan editere ditt script. Klikk på **Save** og lagre scriptet med et enkelt navn i en arbeidsmappe for kursen. Navnet må være med engelske bokstaver a-z, ingen mellomrom og får ikke begynne med et tall. Underscore er godkjent.

Godkjente eksempel på script navn: oving1.m , oving_1.m

Ikke godkjente eksempel på script navn: øving1.m, oving 1.m, 1oving.m

Det skal nå se ca slik ut, eller så har *Editor* vindu blitt åpnet i et eget vindu.

MATLAB K2014a		
HOME PLOTS APPS	EDITOR PUBLISH VEW	🕒 🔓 🗇 🗭 🔁 🕐 Search Documentation 🛛 🔎 🔼
🕂 🔄 📑 🗔 Find Files Insert	🛿 🕂 🖾 👻 📑 📐 🙀 🕞 Run Section	
New Open Save Compare - Comment	% 🏡 ‰ Go To ▼ Breaknainte Bun Bun and El Advance Bun and	
v v v ⊟Print v Indent [Image: Streakpoints Italini Kain kaina	
FILE	EDIT NAVIGATE BREAKPOINTS RUN	
🗢 🔶 🔁 🔀 🕌 🕨 \\kronstad\gste\$ 🕨 Docume	nts > MATLAB >	<u>م</u> -
Current Folder 💿	Editor - \\kronstad\gste\$\Documents\MATLAB\Oving1.m	
Name A	Oving1.m × +	Name 📥 Value
Dving1.m	1	a 1 1 a 0.5000 0 b 3 €
	Commond Mindow	
	>> sind(30)	
	ans =	
	0.5000	
Detaile A	frank	
	14 //	
		Ln 1 Col 1

Du kan stille inn hvordan du vil ha dine vinduer og lagre din egen Layout under **Home-> Layout**. Høyreklikk på de ulike boksenes heading for å lukke for eksempel eller hvis du vil ha *Editorn* i et separat vindu så velg «undock». Det går alltid at gå tilbake til en Default Layout under Home->Layout.

I *Editor* vinduet, begynn å skriv følgende kommando som alltid skal skrives i et nytt script: clear all

Hvis man ikke skriver dette, så huskes definisjoner fra tidligere beregninger i andre script eller command window.

Det er en bra vane å skrive kommentarer underveis sånn at man husker neste gang man åpner skriptet eller at noen annen enkelt kan forstå din skript. Kommentarer skrives etter % tegn og blir automatisk grønne.

```
% Oppgave 1, beregning av GM kasseformet legeme
```

Nå begynner oppgaven (på neste side ser du hele skriptet). Begynn med å definere gitte verdier (variabler), alt må være definert og enheter må man ha kontroll på selv. **Man må alltid definere variabler før de trengs i formler lengre ned i skriptet, ellers kommer det feilmelding** Undefined function or variable 'L' **når man kjører programmet.** Det er bra at ha en kommentar på samme rad for enhet og beskrivelse for hver variabel:

L=24 % [m] Lengde B=5 % [m] Bredde D=5 % [m] Dybde T=2 % [m] Dypgang KG=1.5 % [m] Tyngdepunkt fra kjøl

Kjør programmet for å teste at ting virker via **Run** knappen (grønn triangel) eller snabbkommando på tastatur med **F5**. Man ser at alle verdier skrives ut i *Command Window*. Hvis man ikke vil dette, setter man et semikolon etter hver definisjon L=24; % [m] Lengde

Nå skal GM beregnes med GM=KB+BM-KG. Beregne KB og BM hver for seg. For BM trengs volumdeplasementet nabla (∇) og arealtreghetsmomentet I_x, definer disse separat i rett rekkefølge oppifra ned slik at I_x er ferdig definert før det brukes i BM formelen.

KB=T/2; Ix=L*B^3/12; nabla=B*L*T; BM=Ix/nabla; GM=KB+BM-KG

Kjør ved å trykke den grønne Run knappen eller F5. I *Command Window* vises resultatet GM=0.5417 ettersom vi ikke har satt et semikolon (;) etter utregningen av GM. Det skal nå se ca slik ut som på neste side. Man ser også alle definisjoner og resultater i *Workspace* vinduet til høyre.

A MATLAB R2014a		
HOME PLOTS APPS	EDITOR PUBLISH VIEW	🕹 🖺 😭 💬 🔄 📑 🕐 Search Documentation 🛛 🔎 🔼
Image: Second	Ar Ar Image: Constraint of the sector of th	
	EDIT NAVIGATE BREAKPOINTS RUN	
Current Folder	Ints • MAILAB •	
Current Folder	Editor - \\kronstad\gstes\Documents\MATLAB\OvingLm	• × Workspace •
Name ▲ Qving1.asv Oving1.m	<pre> Oungin % +</pre>	Name ∧ Value B 5 5 BM 1.0417 1 GM 0.5417 0 K8 1 1 K5 1.5000 1 K6 1.5000 1 T 2.4 2 nabla 240 2 T 2 2
	0.5417	E
Details ^	$f_{x} >>$	
IIII.*		script Ln 8 Col 5

Nå, prøv å skriv følgende kommandoer i headingen på skriptet under clear all og trykk Run (F5) mellom hvert kommando.

format compact (vs loose resultatene i Command window vises mer/mindre kompakt.) format long (vs short resultatene i Command window vises med flere/mindre desimaler.)

Skriv >>help format i *Command Window*. Her ser man en kort beskrivelse av kommandoen. Skriv >>doc format i *Command Window*. Her kommer man til «Reference page for format» og kan finne eksempler og flere format muligheter i linken under Input Arguments.



Prøv også at skrive følgende i headingen i anslutning til clear all: clc (når programmet kjøres, så slettes tidligere utregninger i *Command Window*)

Anvisninger MATLAB Oppgave 3 d)

Steng ned MATLAB hvis du har det åpent og start på nytt. Instillingene fra forrige sesjon huskes og skriptet fra Øving 1 ligger kvar i vindu *Editor*.

Lag et nytt skript **New-> Script** og gi skriptet et nytt navn for oppgave 3 via **Save**, for eksempel: Ov1_oppg3.m

Editorn har nå to fliker for Øving 1 og Øving 1 oppgave 3. Skriv clear all i det nye skriptet og en kommentar om oppgaven øverst i skriptet, det ser nå ca slik ut:



Legg til etter clear all hvis du vil ha et spesielt format for visningen i Command Window.

Begynn med å definere de gitte verdiene i oppgaven.

```
L=64; % [m] Lengde legeme
B=10; % [m] Bredde legeme
D=6; % [m] Dybde legeme
KG=3; % [m] Vertikal avstand til tyngdepunkt
```

Les igjennom **Avsnitt 8-8.1 i MatlabIntro.pdf** om det som kalles for vektorer og prøv kommandoene i *Command Window*. Vi skal bruke vektor formatet for å gjøre en liste av tall for de ulike dypgangene T. Begynn med en liste med eksakt samme antall dypganger som gitt i oppgaven. Vi bruker kolon (:) notasjon når vi har et jevnt steg mellom dypgangene. T=1:5 % [m] Dypgang, samme som T=[1 2 3 4 5]

Kjør programmet og du vil se en rad med tallene 1 til 5 i Command Window.

Til høyre i *Workspace* vinduet, høyreklikk på headingen der det står Name, Value osv (se bilde under). Velg at «Size» skal vises hvis det ikke allerede vises. Nå ser man størrelsen på alle variabler i skriptet. L, B, D og KG består bare av et tall, dvs de har størrelse 1x1. Vektoren T, inneholder 5 tall og har derfor størrelse 1x5, (1 rad og 5 kolonner).

HOUSE PADIS AVX3 EURON VEW Image and the second of	NOME PLOID APPO EDMOR PLUCH VEW Plus Plus Plus Plus Plus Plus Plus Plus	NOME PLOTE APPS EDDOR PLELEN VEW Image To The second of the se	📣 MATLAB R2014a	
<pre>Number of the set of the set</pre>	<pre>New Own Save Commant & Commant</pre>	<pre>Next @ from the first of the compare the first of th</pre>	HOME PLOTS	APPS EDITOR PUBLISH VEW 💽 🖥 🕼 🗐 🗭 🔁 🕐 Search Documentation 🔎 🕇
11 11 $Mode Var Std$ $Var Std$	11 Mode Var Std	11 Mode Vingt_oppg3.m (Scti ^ Image: Command Window	MATLAB R2014a HOME PLOTS File Compare Print File File Current Folder Oving1.asv Oving1.oppg3.asv Oving1_oppg3.asv Oving1_oppg3.m	APPS EDITOR PUBLISH VEW Image Processor Search Documentation Image Processor Insert Image Processor Image Procesor Image Processor
Valiation (set	Oving1_oppg3.m (Scrit ^		10 11 Comma >> >> T ft >> ft >>	Window Image: Comparison of the second sec

Transponere vektoren T sånn at den blir en kolonnevektor (Avsnitt 8.4 MatlabIntro.pdf) og kjør programmet igjen.

T=T '

Nå ser man at tallene skrives ut i en kolonne i Command Window.

I *Workspace* vinduet ser man at størrelsen på T har endrets til 5x1, dvs vektoren har 5 rader og 1 kolonne.

Workspace		۲
Name 🔺	Value	Size
в	10	1x1
🔣 D	6	1x1
Η KG	3	1x1
🔣 L	64	1x1
🔣 Т	[1;2;3;4;5]	5x1

Nå, fortsett beregningen på samme sett som i Oppgave 1. Beregne KM separat for å kunne jamføre med dine tidligere svar. Ettersom T nå er en vektor må man bruke et punkt fremfor multiplikasjon og divisjon sånn att alle tallene i vektoren multipliseres og divideres, så kalt **elementvis multiplikasjon/divisjon**. Man får på så vis en KB og BM for hver dypgang T. Siden nabla blir en vektor må punkt brukes i beregningen av BM.

```
KB=T.2 % [m] Vertikal avstand til oppdriftsenter
Ix=L*B^3/12; % [m^4] Arealtreghetsmoment
nabla=L*E.T; % [m^3] Volumdeplasement
BM=Ix.nabla; % [m] Initialmetasenterhøyde
KM=KB+BM % [m] Vertikal avstand til Metasenter
GM=KM-KG % [m] Metasenterhøyde
```

Dobbeltsjekk at KM blir samme som i dine tidligere beregninger.

Nå skal vi plotte figuren med Høyde ove Kjøl på y-aksen og Dypgang T på x-aksen. Skriv >>**help plot** i Command Window.

Her ser man hvordan plot kommandoen skal brukes. I vårt fall er x verdiene dypgangen og y verdiene KB og KM. Tyngdepnkten KG skal bare tegnes in som en linie med konstant verdi. Begynn med å tegne T vs KM, så skriv i *Editorn*:

plot(T,KM)

Kjør programmet og en figur dukker opp. Endre farve og linjestil som vist i Avsnitt 10.3 MatlabIntro.pdf: plot(T, KM, 'r--') Skriv i Command Window: >>doc plot Her finner man også linjestiler og Eksempler på det meste.

```
For a plotte inn KB kurven, legg til:
plot(T,KM, 'bx-', T,KB, 'go--')
```

For å kunne plotte KG mot T, må KG ha samme størrelse (Size) som T. Vi endrer sånn at KG blir en vektor med 5 st like tall ved å bruke matlab kommandoen ones KGplot=KG*ones(1,5); Då får vi en vektor som har 1 rad og fem kolonner med tallet 3. og nå kan vi legge til: plot(T, KM, 'bx-', T, KB, 'go--', T, KGplot, 'r-')

Kjør skriptet og så oppdateres figuren. I Workspace vinduet ser man at KG nå har størrelse 1x5.

Fortsett med å gjøre figuren bedre å forstå, med å beskrive hver linje og hva som er på akslene. xlabel('T [m]') ylabel('Height over keel [m]') legend('KM', 'KB', 'KG')

Kjør skriptet igjen og figuren oppdateres. Skriptet ser nå ut som følger på neste side.

📣 MATLAB R2016a - academic use	- 🗆 X
HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VEW 🖪 🛃 🖾 🖄 🖄 🖄 🖉	Search Documentation
Image: Save of the same o	
	•
Z Editor - C:\qloria\jobb\undervisninq\hstat\ovingsoppqaver\0v1_oppg3.m (*) ×	Workspace 💿
test2.m × Ov1_oppg3.m × +	Name 🔺 Value Size
<pre>i text of of oppgar of k i</pre>	Name Value Size B 10 51 BM [8,3333 1x5 56 GM [5,8333 1x5 56 GM [5,8333 1x5 57 ind 4 1x1 ind 4 1x1 ind 4 1x1 KB [0,5000 1x5 56 KG 3 1x1 KKB [0,5000 1x5 KM KKM [8,8333 1x5 KMM KMM [6,4333 1x5 KMM Image: State St
fx >>	

For å finne KMmin, kan man selvfølgelig bruke samme metode som i Ov1_Losn.pdf. Her skal vi løse dette ved å minske steget i dypgang fra 1m til noe mye mindre sånn at oppløsningen på kurven blir høyere.

Endre T oppe i skriptet sånn at T øker med steg 0.1m ved å bruke dobbel kolon notasjon: T=1:0.1:5

For at KGplot også skal oppdateres i lengde, for at kunne plottes mot den nye lengre T vektoren, så kan man automatisere dette ved å endre der det står KGplot=KG*ones(1,5); til KGplot=KG*ones(1,length(T));

Kjør programmet og man ser at størrelsen på T og andre variabler blir 1x41. Figuren viser også en mer kurvete KM linje med denne høyere oppløsning.

Finn minste verdien i denne nye lange vektoren KM ved å bruke MATLAB innebygd funksjon min, skriv >>**help min** i *Command Window* for å finne ut av hvordan man bruker funksjonen og skriv sen i skriptet: KMmin=min (KM)

Man kan finne ut av i hvilken posisjon i vektoren, såkalt index, det mindste verdiet finnes ved: [KMmin ind]=min(KM)

Minste verdi finnes i kolonn 32 (eller index nr 32) i den 41 lange rad vektoren for KM.

For å finne ut av hvor stor GM er ved dypgang 4 kan man bruke find funksjonen og få ut index tallet ved T=4. Index tallet kan man sen bruke for å finne GM, dvs GM ved samme index i vektoren for GM som i vektoren for T.

ind2=find(T==4)

GM_vedT4=GM(ind2)

Dobbel likhetstegn == må brukes inne i funksjoner, se Avsnitt 20 i MatlabIntro.pdf om «Logicals».

Skriptet ser nå sånn ut:

📣 MATLAB R2016a - academic use	– 🗆 ×
HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VEW	🔏 🖻 🛍 🗇 🧭 🔁 🕐 Search Documentation 🛛 🔎 💈
Image: Compare Save	
< Image: State of the state of	•
Z Editor - C:\gloria\jobb\undervisning\hstat\ovingsoppgaver\Ov1_oppg3.m	💿 🗙 Workspace 🕞
test2.m × Ov1_oppg3.m × +	Name 🔺 Value Size
8 - D=6; % [m] Dybde legeme	A B 10 1x1
9 - KG=3; % [m] Vertikal avstand til tyngdepunkt	BM [8.3333 1x5
10 - T=1:5; % [m] Dypgang, samme som T=[1 2 3 4 5];	GM [5.8333 1x5
11	GM_vedT4 1.0833 1x1
12 - KB=T./2; % [m] vertikal avstand til oppdriftsenter	ind 4 1x1
14 = nabla=1 *B *T; % [m^2] Volumdonlacement	Ix 5.3333e 1x1
15 - PM=Ty /nabla: % [m] Initialmetacanterboude	КВ [0.5000 1x5
16 - KM=KR+RM % [m] Vertikal avstand til Metasenter	KG 3 1x1
17 - GM=KM-KG % [m] Metasenterhøyde	KM [8.8333 1x5
18	KMmin 4.0833 1x1
<pre>19 - KGplot=KG*ones(1,length(T));</pre>	L 64 1x1
20	T [1 2 3 4 5] 1x5
21 - figure(1)	T_vedKMmin 4 1x1
22 - plot(T,KM, 'bx-', T,KB, 'go', T, KGplot, 'r-')	
23 - xlabel('T [m]')	
24 - ylabel('Height over keel [m]')	
25 - legend('KM', 'KB', 'KG')	
26	
<pre>27 - [KMmin, ind] = min(KM);</pre>	
28	
<pre>29 - T_vedKMmin=T(ind);</pre>	
30	
<pre>31 - ind2=find(T==4);</pre>	
<pre>32 - GM_vedT4=GM(ind2);</pre>	
33	×
Command Window	•
New to MATLAB? See resources for <u>Getting Started</u> .	×
KM =	
8.8333 5.1667 4.2778 4.0833 4.1667	
GM =	
5.8333 2.1667 1.2778 1.0833 1.1667	
Jx >>	
	script Ln 14 Col 40

Forandre til KG =4.5m oppe i skriptet og se på Figuren. Det er lett at se grafiskt hvor GM blir negativ.

Man kan også gå inn i figuren og klikke på **Data Cursor** og klikke på noen av kurvene. Man kan då med piltangentene gå frem og tilbake langs kurven og se dess x og y verdier. Man kan få ut eksakt verdi og index ved å høyreklikke og velge «Export Cursor Data to Workspace». Gi et variabelnavn til informasjonen og skriv variabelnavnet i *Command Window* for å se informasjonen. Velg et finere steg en 0.1m i T vektoren hvis du vil ha nøyere tall.

