

Bij het maken van dit rapport voor het vak: Mechanica van Maritieme Constructies MT1464 heb ik Generatieve AI gebruikt om:

- Gedeeltes van de programma code in Python te genereren. Deze code is gebruikt voor het oplossen van een deel van het probleem
- De spelling, stijl, indeling en of grammatica te verbeteren.
- Een gedeelte van de tekst te creëren voor dit verslag. Waar dit gedaan is, is dat duidelijk aangegeven met voetnoten (incl. gebruikte vragen) of referenties. Dit is bij vragen 2F en 3C gedaan

In alle gevallen heb ik het werk nagekeken en gecorrigeerd en blijf ik verantwoordelijk voor de inhoud van het rapport

# MT1464 – Opdracht 1

Verslag

Jan Albert Driessen

6470114



## 1. Uitwendige en inwendige belasting

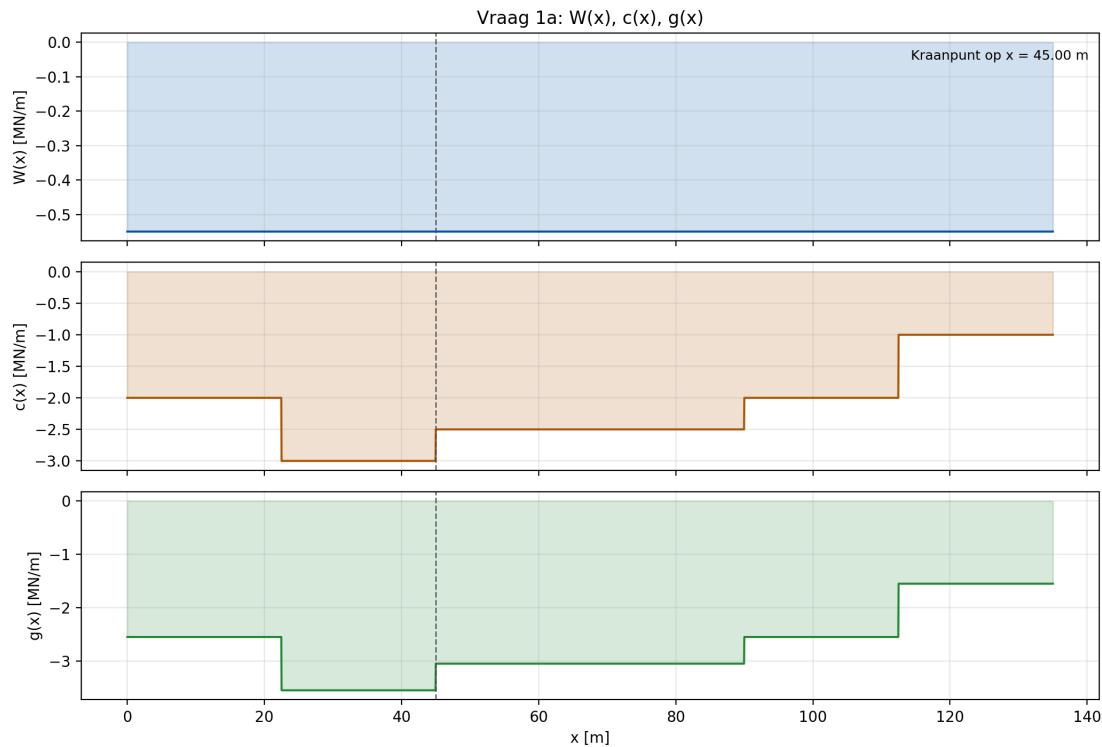
### 1a

De gewichtscomponenten zijn opgesteld als:

$$W(x) = -(W_{\text{const}} + P_{\text{kraan}} \delta(x - x_c)), \quad c(x) = -(c_{\text{seg}}(x) + P_{\text{SWL}} \delta(x - x_c)),$$

$$g(x) = W(x) + c(x).$$

Met  $P_{\text{kraan}} = 2.0 \text{ MN}$ ,  $P_{\text{SWL}} = 1.5 \text{ MN}$  en  $x_c = 45.00 \text{ m}$ .



Vraag 1a gewichtsverdelingen

### 1b

Gebruikte formules:

$$A_{wp} = \int_0^L b_{eff}(x) dx, \quad LCF = \frac{\int_0^L x b_{eff}(x) dx}{A_{wp}}$$

$$W_{tot} = \int_0^L -g(x) dx + P_{\text{kraan}} + P_{\text{SWL}}, \quad LCG = \frac{\int_0^L x (-g(x)) dx + x_c (P_{\text{kraan}} + P_{\text{SWL}})}{W_{tot}}$$

$$T_0 = \frac{W_{tot}}{\rho_w g A_{wp}}, \quad T(x) = T_0 + a(x - LCF), \quad a = \frac{W_{tot}(LCG - LCF)}{\rho_w g I_2}$$

$$t(x) = a(x - LCF), \quad t_a = t(0), \quad t_f = t(L).$$

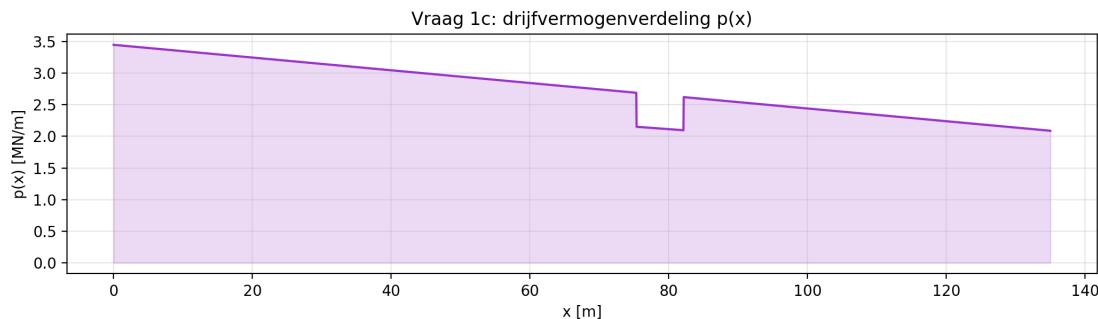
Resultaten (afgerond op 2 decimalen):

- $T = 8.89$  m
- $LCF = 67.39$  m
- $LCG = 61.81$  m
- $t_a = 2.18$  m
- $t_f = -2.18$  m - Notatie:  $t_a$  = voor;  $t_f$  = achter.

### 1c

Drijfvermogenverdeling:

$$p(x) = \rho_w g b_{eff}(x) T(x)$$



Vraag 1c drijfvermogen

### 1d

Resultante vlakwaterbelasting:

$$q(x) = p(x) + g_{dist}(x)$$

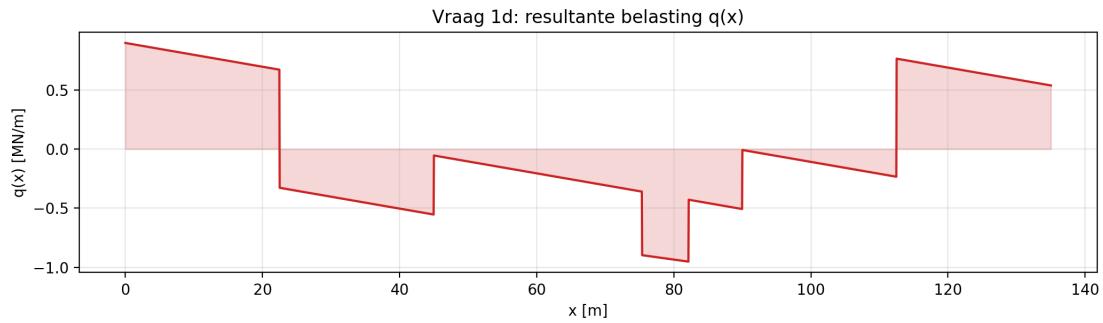
met evenwichtscontrole inclusief puntlasten:

$$\int_0^L q(x) dx - (P_{kraan} + P_{SWL}) \approx 0$$

$$\int_0^L (x - LCF) q(x) dx - (P_{kraan} + P_{SWL})(x_c - LCF) \approx 0$$

Numeriek:

- krachtsevenwicht: 3.025e-07
- momentevenwicht: 5.617e-06



*Vraag 1d resultante belasting*

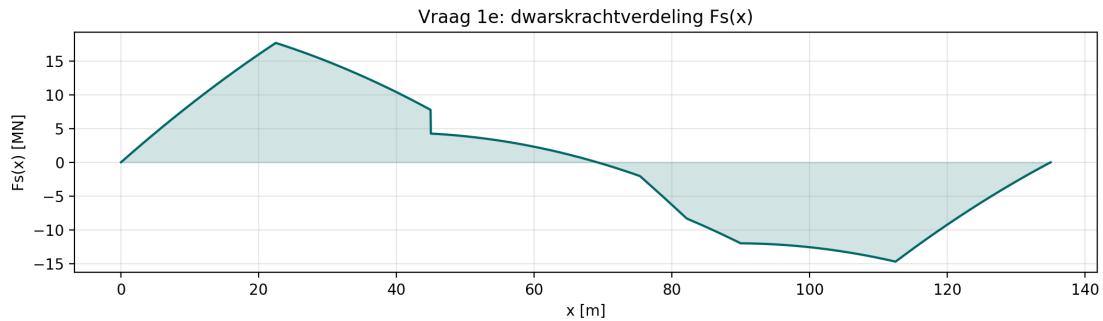
**1e**

Inwendige snedekrachten:

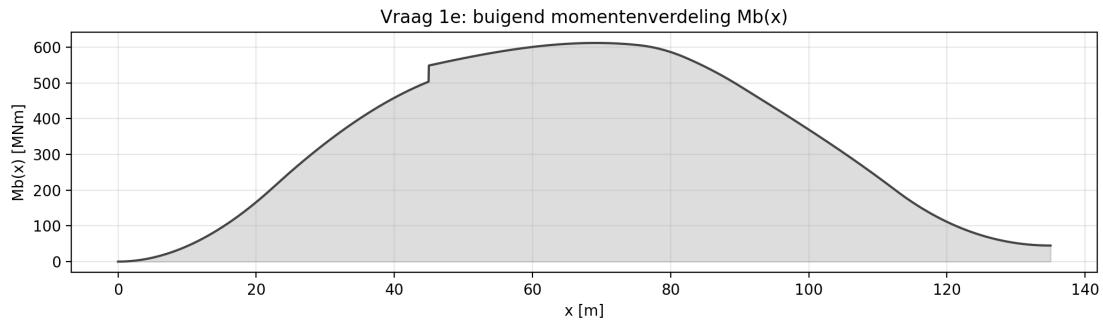
$$F_s(x) = \int_0^x q(\xi) d\xi - H(x - x_c)(P_{\text{kraan}} + P_{\text{SWL}})$$

$$M_b(x) = \int_0^x F_s(\xi) d\xi + H(x - x_c) P_{\text{SWL}} R$$

met  $R = 30$  m en  $H(\cdot)$  de Heaviside-stapfunctie.



*Vraag 1e dwarskracht*



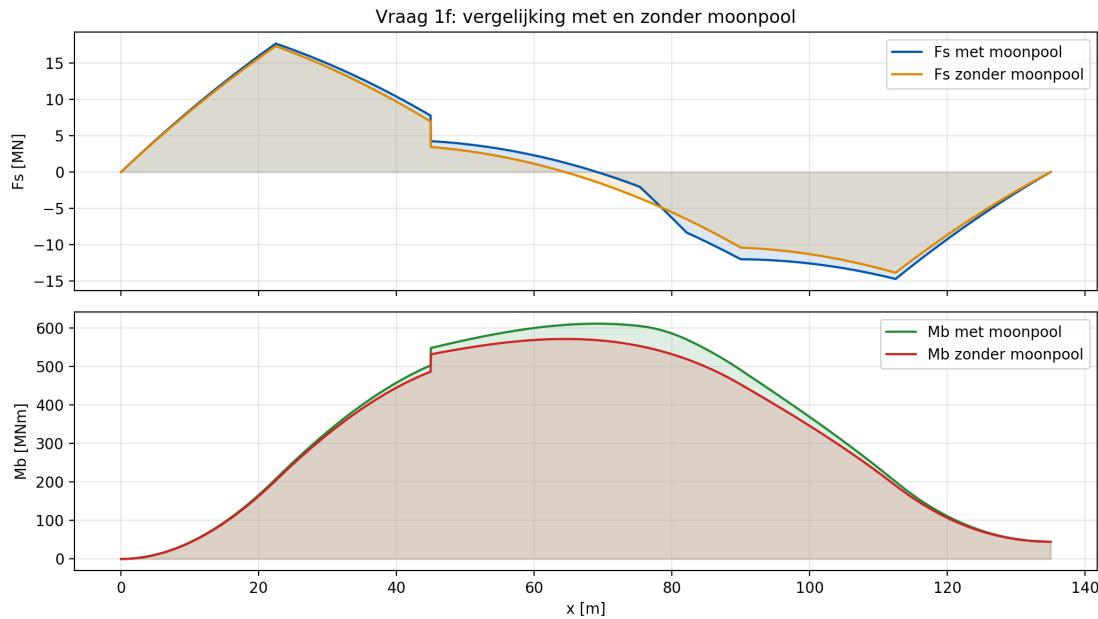
*Vraag 1e buigend moment*

## 1f

Vergelijking met/zonder moonpool toont lokaal sterkere variatie bij moonpool door lager effectief waterlijnoppervlak.

Maximaal verschil:

$$\max|F_{s,met} - F_{s,zonder}| = 1.842 \text{ MN}, \quad \max|M_{b,met} - M_{b,zonder}| = 54.533 \text{ MNm}.$$



## Vraag 1f vergelijking moonpool

## 1g

Controlevoorwaarden aan de uiteinden:

$$F_s(0) = 0, M_b(0) = 0, F_s(L) \approx 0, M_b(L) = M_{\text{extern}}$$

Aanvullend moet gelden:

$$\frac{dF_s}{dx} = q(x), \quad \frac{dM_b}{dx} = F_s(x)$$

De numerieke checks op deze relaties zijn uitgevoerd en klein.

## 2. Constructie eigenschappen

### 2a

Verticale delen domineren schuifstijfheid, omdat schuif vooral via web-achtige platen loopt.

$$A_s = 5H(2t_p) = 10Ht_p$$

Met  $t_p = 7.5$  mm:

$$A_s = 1.16 \text{ m}^2$$

2b

$$z_n = \frac{\sum A_i z_i}{\sum A_i} = \frac{H}{2} = 7.75 \text{ m}$$

2c

$$I_b = \sum_i (I_{eigen,i} + A_i d_i^2)$$

Horizontaal (per plaat):

$$I_{h,eigen} = 0.000070 \text{ m}^4, \quad A_h d_h^2 = 55.642109 \text{ m}^4, \quad I_{h,tot} = 55.642179 \text{ m}^4$$

Verticaal (per plaat):

$$I_{v,eigen} = 4.654844 \text{ m}^4, \quad A_v d_v^2 = 0.000000 \text{ m}^4, \quad I_{v,tot} = 4.654844 \text{ m}^4$$

Totaal:

$$I_b = 2I_{h,tot} + 5I_{v,tot} = 134.5586 \text{ m}^4$$

2d

Dek en bodem liggen het verste van de neutrale as; dikte daar verhogen geeft de grootste winst in buigstijfheid en buigsterkte.

2e

Verticale delen koppelen dek en bodem, nemen schuif op en zorgen dat de samengestelde doorsnede effectief samenwerkt in buiging.

2f

Voor deze opdracht is  $t_{p,eq} = 7.5$  mm.

In de Damen-documentatie staan principediktes zoals **shell 16 mm** en **longitudinale schotten 14/10 mm**.

Het verschil is logisch: hier wordt met een vereenvoudigde equivalente dikte gerekend voor globale balkrespons; een echt ontwerp gebruikt locatie-afhankelijke plaatdiktes. (AI chatgpt 5-mini)

### 3. Constructie respons en limiet gedrag

Materiaal (op basis van  $e = 1$ ): Staal S235J2,  
 $\sigma_y = 235 \text{ MPa}$ ,  $E = 205000 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0.3$ ,  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ .

### 3a

Euler-Bernoulli relaties:

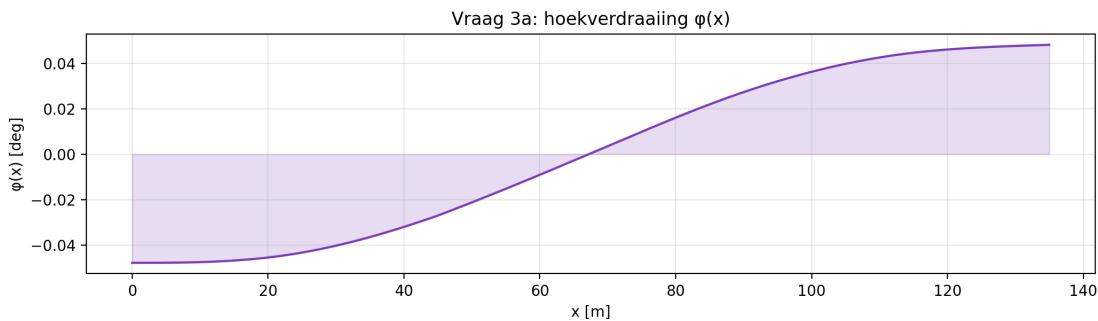
$$\kappa(x) = \frac{M_b(x)}{EI_b}, \quad \varphi(x) = \int_0^x \kappa(\xi) d\xi, \quad w(x) = \int_0^x \varphi(\xi) d\xi$$

waarbij een lineaire rigid-body component is verwijderd zodat  $w(0) = w(L) = 0$ .

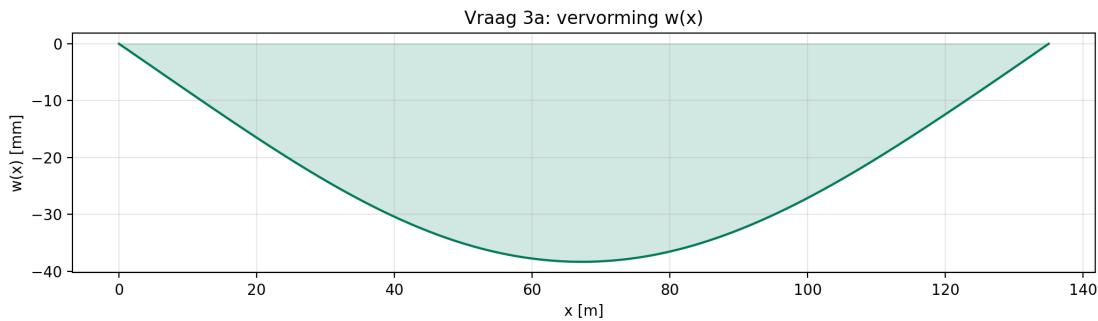
Resultaten:

$$\varphi_{\max} = 0.0482^\circ, \quad \varphi_{\min} = -0.0479^\circ$$

$$w_{\max} = 0.00 \text{ mm}, \quad w_{\min} = -38.34 \text{ mm}$$



Vraag 3a hoekverdraaiing



Vraag 3a vervorming

### 3b

Maximale buigspanning (dek en bodem, zelfde absolute waarde):

$$\sigma_{b,\max} = \frac{|M_{b,\max}| z_{\max}}{I_b}$$

met  $|M_{b,\max}| = 611.76 \text{ MNm}$  op  $x = 69.17 \text{ m}$  en  $z_{\max} = H/2 = 7.75 \text{ m}$ :

$$\sigma_{b,\max} = 35 \text{ MPa}$$

Vergelijking met vloegrens:  $35 < 235 \text{ MPa}$ .  
Er treedt geen plastisch gedrag op.

### 3c

Een effectieve maatregel is het verhogen van sectiemodulus (bijv. extra dek/bodem-dikte of grotere holte), zodat bij gelijk moment de buigspanning daalt. Dit verhoogt veiligheid en verlengt de vermoeiingslevensduur. (AI chatgpt 5-mini)

### 3d

Gemiddelde schuifspanning:

$$\tau_s = \frac{|F_{s,\max}|}{A_s}$$

met  $|F_{s,\max}| = 17.66 \text{ MN}$  op  $x = 22.50 \text{ m}$ :

$$\tau_s = 15 \text{ MPa}$$

Vergelijking:  $\tau_s \approx 15 \text{ MPa}$  versus  $\sigma_{b,\max} \approx 35 \text{ MPa}$ .

Deze zijn van dezelfde orde, maar buiging domineert de extreme spanningen doordat  $M_b$  piekt waar afstand tot neutrale as maximaal doorwerkt.