



higher education  
& training

Department:  
Higher Education and Training  
**REPUBLIC OF SOUTH AFRICA**

**NASIONALE SERTIFIKAAT**  
**STERKTE- EN STRUKTUURLEER N6**

(8060076)

**12 Augustus 2021 (X-vraestel)**  
**09:00–12:00**

**BENODIGHEDE:** Warmgewalste boustaaftabelle (BOE 8/2)

Tekeninstrumente en nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word.

Hierdie vraestel bestaan uit 6 bladsye en 'n formuleblad van 3 bladsye.

302Q1G2112

**DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING**  
**REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA**  
NASIONALE SERTIFIKAAT  
STERKTE- EN STRUKTUURLEER N6  
TYD: 3 UUR  
PUNTE: 100

---

**INSTRUKSIES EN INLIGTING**

1. Beantwoord al die vrae.
2. Lees al die vrae aandagtig deur.
3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
4. Gebruik slegs 'n swart of 'n blou pen.
5. Skryf netjies en leesbaar.

**VRAAG 1: DIK SILINDERS**

'n Staalsilinder word op 'n bronsilinder gekrimp om 'n saamgestelde silinder ('compound cylinder') te vorm. Die binnediameter van die bronsilinder is 200 mm en die buitenediameter is 300 mm. 'n Binnekompresie ('internal compression') van 25 MPa word op die saamgestelde silinder toegepas wat veroorsaak dat die resulterende hoepel-spanning ('resultant hoop stress') by die binnediameter 5 MPa [trek ('tensile')] word en die resulterende maksimum hoepelspanning in die staalsilinder 65 MPa [trek ('tensile')] word.



Bereken elk van die volgende:

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1.1 | Resulterende radiaalspanning ('Resultant radial stress') by 300 mm-diameter   | (5) |
| 1.2 | Resulterende hoepelspanning ('Resultant hoop stress') in bronsilinder by 300 mm-diameter. (Noem die aard van die spanning.) | (2) |
| 1.3 | Diameter waar die resulterende hoepelspanning in bronsilinder nul is  | (1) |
| 1.4 | Buitenediameter van staalsilinder   | (5) |
- [13]**

**VRAAG 2: KABELTREKSPANNING ('CABLE TENSION')**

'n Eenvormige buigsame kabel ondersteun sy eie gewig van 40 N/m tussen twee stutte met 'n hoogteverskil van 6 m. Die deurhang ('sag') in die kabel is 4 m laer as die kortste stut. Die maksimum trekspanning in die kabel is 6 kN.

Bereken elk van die volgende:




- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 2.1 | Trekspanning in kabel by kortste stut   | (3) |
| 2.2 | Totale lengte van kabel   | (4) |
| 2.3 | Vertikale reaksie in kortste stut indien kabel oor wrywinglose katrol loop met 'n hoek van 30° tussen ankerkabel en stut                        | (3) |
| 2.4 | Trekspanning in ankerkabel by hoogste stut as kabel vas is aan saal op rollers ('saddle on rollers') met hoek van 30° tussen ankerkabel en stut | (2) |
- [12]**



**VRAAG 3: BUIGWERK EN DEFLEKSIE ('BENDING AND DEFLECTION')**


'n Staalpyp met 'n binnediameter gelyk aan die helfte van die buitediameter word gebruik as kantelbalk ('cantilever') met 'n lengte van 4 m. Dit dra 'n eenvormig verspreide las van 10 kN/m oor die eerste 2,5 m van die vaste ent asook 'n gekonsentreerde las van 20 kN by die vry ent. Die elastisiteitsmodulus van die materiaal is 200 GPa en die defleksie by die vry ent is beperk tot 11 mm.


Bereken elk van die volgende: 

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 3.1 | Vereiste afmetings van pyp  | (8)         |
| 3.2 | H-profiel wat die pyp vir dieselfde defleksiebeperking kan vervang      | (1)         |
| 3.3 | Maksimum buigspanning as die gekose ('selected') H-profiel gebruik word | (3)         |
|     |   | <b>[12]</b> |

**VRAAG 4: GEKOMBINEERDE DIREKTE SPANNING EN BUIGSPANNING ('DIRECT AND BENDING STRESS')**

'n Skoorsteen is gemaak van 'n materiaal met 'n digtheid van 2 500 kg/m<sup>3</sup>. Die buitediameter is 3 m en die binnediameter is 2,5 m. Die skoorsteen is blootgestel aan windkrag van 60 kN teen die vertikale kant wat 15 m hoog is.


Bereken elk van die volgende: 

- |     |  |             |
|-----|--|-------------|
| 4.1 | Direkte spanning by die basis van die skoorsteen weens sy eie gewig  | (3)         |
| 4.2 | Buigspanning weens windkrag  | (3)         |
| 4.3 | Maksimum en minimum resulterende spannings by skoorsteenbasis. Noem die aard van die resulterende spannings.  | (4)         |
| 4.4 | Posisie van neutrale as vanaf kant van maksimum spanning   | (2)         |
|     |  | <b>[12]</b> |

**VRAAG 5: KEERMURE**

'n Keermuur in die vorm van 'n trapesium en met 'n hoogte van 5 m en 'n digtheid van 2 200 kg/m<sup>3</sup> keer water tot by die bokant van sy vertikale vlak. Die bokant van die muur is 2 m wyd. Die minimum en maksimum spanning by die hiel ('heel') en toon ('toe') is 35,97 kPa en 107,91 kPa respektiewelik [albei saamdrukkend ('compressive')].

Neem 1 m lengte van die muur en bereken elk van die volgende:

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 5.1 | Wydte van basis deur spanningslimiete te oorweeg  | (10)        |
| 5.2 | Direkte en buigspanningswaardes onder die basis   | (4)         |
|     |   | <b>[14]</b> |

**VRAAG 6: FONDAMENTE**

'n Kolom ondersteun 'n las van 2,5 MN op 'n basisplaat van 0,8 m × 1,2 m en is nie vas aan die bolaag ('top tier') van 'n roosterfondament nie ('grillage foundation'). Die bolaag bestaan uit vyf parallelle flens- I-profiel en die onderste laag ('bottom tier') het tien parallelle flens- I-profiel. Die gewig van die fondament is 500 kN en die toelaatbare grond dradruk ('ground-bearing pressure') is 187,5 kPa. Die toelaatbare buigspanning in die balke is 100 MPa.



- 6.1 Bereken die area en lengte van vierkantige fondament. (2)
- 6.2 Kies die ligste geskikte I-profiel vir die bolaag ('top tier'). (3)
- 6.3 Bereken die minimum wydte nodig om die I-profiel in die bolaag te spasieer en besluit of die onderste laag binne die gegewe basisplaatafmeting sal inpas. (2)
- 6.4 Kies die ligste geskikte I-profiel vir die onderste laag ('bottom tier'). (3)
- 6.5 Bereken die werklike buigspannings in die gekose profiel vir die bolaag en die onderste laag. (2)

**[12]****VRAAG 7: GEWAPENDE BETON**

'n Gewapendebetonbalk met 'n lengte van 4 m word enkelvoudig ondersteun ('simply supported') by sy eindpunte en dra 'n eenvormig verspreide las oor die volle lengte asook 'n gekonsentreerde las van 60 kN in middel van die balk. Die vorm van die balk is reghoekig en die area van die staalwapening is  $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ . Die effektiewe diepte van die wapening is 600 mm vanaf die bokant van die balk. Die spanningslimiet vir die beton is 6 MPa en 138 MPa vir die staal. Aanvaar die modulêre verhouding as 15.


Bereken elk van die volgende:




- 7.1 Posisie van neutrale as vanaf die bokant (3)
- 7.2 Weerstandsmoment van balk (2)
- 7.3 Grootte van gekonsentreerde las ('Magnitude of concentrated load') (3)
- 7.4 Minimum wydte van balk (2)
- 7.5 Werklike weerstandsmoment van die balk (2)
- 7.6 Werklike weerstandsmoment van die staal (2)

**[14]**

**VRAAG 8: RUIMTERAAMWERKE ('SPACE FRAMES')**

Die bene van 'n driepoot ('tripod') is elkeen 6 m en só geplaas dat dit 'n gelykbenige driehoek ('isosceles triangle') ABC vorm met  $AB = AC = 5$  m en  $BC = 6$  m. Die driepoot ondersteun 'n las van 30 kN vanaf die toppunt ('apex'). 

Gebruik skaal 1 cm:1 m vir die ruimtediagram ('space diagram') en skaal 1 cm:5 kN vir die vektordiagram om die vrae te beantwoord.

- 8.1 Teken 'n kantaansig en 'n bo-aansig van die driepoot volgens die aangeduide skaal.  (4)
- 8.2 Teken vektordiagramme volgens die aangeduide skaal en bepaal die krag ('force') in elke been. (7)
- [11]

**TOTAAL: 100**

**STERKTE- EN STRUKTUURLEER N6****FORMULEBLAD**

Enige ander toepaslike formule kan gebruik word.

$$\sigma_R = a + \frac{b}{x^2}$$

$$\sigma_H = a - \frac{b}{x^2}$$

$$p_i \frac{\pi}{4} d^2 = \sigma_L \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$F_\mu = \mu p_c \pi D_c L$$

$$\epsilon = \frac{\sigma_H - \nu \sigma_R}{E}$$

$$\delta d = \frac{d}{E} [\sigma_H - \nu \sigma_R]$$

$$\Delta d = D_c \left[ \left( \frac{\sigma_{H1} - \nu_1 \sigma_{RC}}{E_1} \right) - \left( \frac{\sigma_{H2} - \nu_2 \sigma_{RC}}{E_2} \right) \right]$$

$$\Delta d = \frac{D_c}{E} [\sigma_{H1} - \sigma_{H2}]$$

\*\*\*\*\*

$$M = \frac{W a b}{L}$$

$$\theta = \frac{W L^2}{2 E I}$$

$$\Delta = \frac{W L^3}{3 E I}$$

$$M = W L$$

$$\theta = \frac{w L^3}{6 E I}$$

$$\Delta = \frac{w L^4}{8 E I}$$

$$M = \frac{w L^2}{2}$$

$$\theta = \frac{W L^2}{16 E I}$$

$$\Delta = \frac{W L^3}{48 E I}$$

$$M = \frac{W L}{4}$$

$$\theta = \frac{w L^3}{24 E I}$$

$$\Delta = \frac{5 w L^4}{384 E I}$$

$$M = \frac{w L^2}{8}$$

\*\*\*\*\*

$$F_w = \frac{1}{2} \rho g H^2$$

$$F_g = \frac{1}{2} C_\mu \rho g H^2$$

$$F_p = C_\mu p H$$

$$C_\mu = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$Vx + \Sigma F - M = \Sigma W - M$$

$$\sigma_r = \frac{V}{B} \pm \frac{6 V e}{B^2}$$

$$\sigma_r = \frac{2 V}{3 x} \quad (x = \text{afstand vanaf toon})$$

$$V.F./F.O.S. = \frac{\Sigma W - M}{\Sigma F - M}$$

$$V.F./F.O.S. = \frac{\sigma_{UiterstdUltimate}}{\sigma_{Mak/Max}}$$

$$V.F./F.O.S. = \frac{F_\mu}{\Sigma F - \text{Kragte / Forces}}$$

\*\*\*\*\*

$$M = \frac{W}{8} [L - \ell]$$

$$M = \frac{W}{8 L} [L - \ell]^2$$

$$d = \frac{\sigma_1}{\rho g} \left[ \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right]^2$$

$$SF = \frac{W}{2 L} [L - \ell]$$

\*\*\*\*\*

$$\frac{\sigma_s}{\sigma_c} = \frac{m(d - n)}{n}$$

$$\frac{b n^2}{2} = m A_s (d - n)$$

$$M = \frac{1}{2} \sigma_c b n \ell_a$$

$$M = \sigma_s A_s \ell_a$$

$$\ell_a = d - \frac{n}{3}$$

$$m A_s (d - n) = A_1 \left( n - \frac{t}{2} \right) + A_2 \left( \frac{n - t}{2} \right)$$

$$\sigma_{cl} = \frac{\sigma_c (n - t)}{n}$$

$$M_s = \sigma_s A_s (d - n)$$

$$M_c = \left[ \frac{1}{2} \sigma_c b n \left( \frac{2}{3} n \right) \right] - \left[ \frac{1}{2} \sigma_{cl} (b - e)(n - t) \left\{ \frac{2}{3} (n - t) \right\} \right]$$

$$M_{Maks/Max} = M_s + M_c$$

\*\*\*\*\*



$$F_T = wy$$

$$F_H = wy_0$$

$$F_V = w\ell$$

$$y^2 = y_0^2 + \ell^2$$

$$F_T^2 = F_H^2 + F_V^2$$

$$x = y_0 \ln \left[ \frac{y + \ell}{y_0} \right]$$

$$F_V = wx$$

$$F_H = \frac{wL^2}{8d}$$

$$\ell = L + \frac{8d^2}{3L}$$

$$F_H = \frac{wx_1^2}{2d}$$

$$F_H = \frac{w(L-x_1)^2}{2(d+h)}$$

$$\ell_1 = x_1 + \frac{2d^2}{3x_1}$$

$$\ell_2 = (L-x_1) + \frac{2(d+h)^2}{3(L-x_1)}$$

$$R = F_{Vc} + F_{Va}$$

$$M = (F_{Hc} - F_{Ha})H$$

\*\*\*\*\*

$$M_e = \frac{1}{2} \left[ M + \sqrt{M^2 + T^2} \right]$$

$$M_e = \frac{\pi D^3}{32} \sigma_n$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \frac{\pi D^3}{16} \tau$$

Vervang  $D^3$  met  $\frac{D^4 - d^4}{D}$   
 Replace with  $\frac{D^4 - d^4}{D}$