



**higher education  
& training**

---

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

**T1660(A)(A12)T**

**NASIONALE SERTIFIKAAT**

**STERKTE- EN STRUKTUURLEER N6**

**(8060076)**

**12 Augustus 2019 (X-vraestel)**

**09:00–12:00**

**BENODIGDHEDE: Warmgewalste struktuurstaalprofiel BOE 8/2**

**Nieprogrammeerbare sakrekenaars mag gebruik word.**

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

**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. Vrae kan in enige volgorde beantwoord word, maar onderafdelings moet bymekaar gehou word.
  5. ALLE berekenings moet minstens DRIE stappe toon (formule, vervanging en antwoord met SI-eenheid).
  6. Trek 'n lyn ná elke voltooide onderafdeling.
  7. Begin elke vraag op 'n NUWE bladsy.
  8. Gebruik  $g = 9,81\text{m/s}^2$ .
  9. Skryf netjies en leesbaar.
-

**VRAAG 1: DIK SILINDERS**

Twee silinders van dieselfde materiaal word saam gekrimp om 'n saamgestelde silinder te vorm. Die binneste deursnee is 140 mm; die kontakdeursnee is 200 mm en die buitenste deursnee is gelyk aan 250 mm. Die radiale spanning by die kontakdeursnee is 30 MPa.



Young se modulus is 200 GPa en Poisson se verhouding is 0,3. 

Bereken die volgende:

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 1.1 | Minimum hoepelspanning in binneste silinder                                       | (6)         |
| 1.2 | Maksimum hoepelspanning in buitenste silinder                                     | (6)         |
| 1.3 | Verandering in deursnee van binneste silinder by kontakdeursnee                   | (1)         |
| 1.4 | Verandering in deursnee van buitenste silinder by kontak deursnee                 | (1)         |
| 1.5 | Krimpingstoelating  | (1)         |
|     |  | <b>[15]</b> |

**VRAAG 2: BUIGING EN DEFLEKSIE**

'n Eenvoudig ondersteunde balk is 4 m lank en dra 'n eweredig verspreide las van 12 kN/m oor die volle lengte van die balk. Young se modulus vir die materiaal is 207 GPa. Die spanning in die balk is beperk tot 80 MPa en die defleksie mag nie meer as 1/360 van die lengte van die balk wees nie.

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 2.1 |  Selekteer die ligste parallel flens I-profiel vir die spanningsgrens. | (3)         |
| 2.2 |  Selekteer die ligste parallel flens I-profiel vir die defleksiegrens. | (3)         |
| 2.3 | Selekteer die korrekte I-profiel wat gebruik moet word en noem die rede vir jou antwoord.   | (2)         |
| 2.4 | Bereken die werklike spanning en defleksie in die geselekteerde balk.   | (2)         |
|     |   | <b>[10]</b> |

**VRAAG 3: GEKOMBINEERDE BUIGING EN DIREKTE SPANNING**


'n Wind met 'n druk van 1,2 kPa waai teen 'n silindervormige kolom met 'n buite-deursnee van 2,8 m en 'n muurdikte van 100 mm. Die effektiewe oppervlakte waarop die wind druk uitoefen, is 60% van die geprojekteerde oppervlak. Die digtheid van die kolommateriaal is 2 400 kg/m<sup>3</sup>.

Bereken die volgende: 

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 3.1 | Maksimum hoogte van die kolom vir geen resultante trekspanning by die basis nie | (8)         |
| 3.2 | Maksimum resultante spanning by die basis in omvang en aard                     | (3)         |
|     |   | <b>[11]</b> |


**VRAAG 4: KEERMURE**


'n Reghoekige baksteenmuur is 1,2 m wyd en 2,5 m hoog. Die digtheid van die muurmateriaal is  $2\,000\text{ kg/m}^3$ . Die muur ondersteun 'n vertikale las van 100 kN by 400 mm vanaf die toon\*\*\* asook grond tot by die volle hoogte. Die digtheid van die grond is  $1\,680\text{ kg/m}^3$  en dit het 'n natuurlike hellingshoek van  $30^\circ$ .

Bereken die volgende: 

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 4.1 | Vertikale reaksie van die grond   | (2)         |
| 4.2 | Laterale (sywaartse) krag van die grond                                 | (2)         |
| 4.3 | Posisie van die grondreaksie. Noem ook of spanning by die hiel voorkom. | (5)         |
| 4.4 | Spanning by die toon en die hiel  | (3)         |
| 4.5 | Minimum vereiste grondlaerdruk  | (2)         |
|     |   | <b>[14]</b> |

**VRAAG 5: FONDAMENTE**


'n Kolom ondersteun 'n las van 2,4 MN op 'n basisplaat van  $800\text{ mm} \times 1\,000\text{ mm}$  en dit is nie aan die boonste laag van 'n roosterfondament vasgeheg nie. Die boonste laag bestaan uit vyf parallelle flens-I-profiele en die onderste laag het tien parallelle flens-I-profiele. Die toelaatbare buigingspanning in die balke is 110 MPa. Die gewig van die fondament is 300 kN en die toelaatbare grondlaerdruk is 200 kPa. 


- |     |   |  |
|-----|---|--|
| 5.1 | Bereken die lengte van die vierkantfondament ('square foundation').   |  |
| 5.2 | Bereken die maksimum buigmoment op die boonste vlak.  |  |
| 5.3 | Kies die ligste geskikte I-profiele vir die boonste laag.   |  |
| 5.4 | Bereken die minimum wydte wat nodig is om die I-profiele in die boonste laag te spasieer.  |  |
| 5.5 | Bereken die buigmoment vir die onderste laag.   |  |
| 5.6 | Kies die ligste geskikte I-profiele vir die onderste laag.  |  |

(6 × 2) **[12]**

**VRAAG 6: GEWAPENDE BETON**

'n Staalgewapende balk word slegs aan sy punte gestut. Die T-balk het 'n flens wat 500 mm wyd en 100 mm dik is. Die web is 200 mm wyd en die effektiewe diepte van die wapening is 600 mm vanaf die bopunt van die balk. Die oppervlak van die wapening is  $600 \text{ mm}^2$ . Die maksimum toelaatbare spanning vir die staal en beton is onderskeidelik 120 MPa en 6 MPa. Veronderstel die modulêre verhouding is 15.


Bereken die volgende: 

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 6.1 | Posisie van die neutrale as deur oppervlakmomente om die as te neem               | (4)         |
| 6.2 | Werklike spannings in die beton en staal  | (3)         |
| 6.3 | Drukspanning aan die onderkant van die flens                                      | (1)         |
| 6.4 | Buigmoment wat deur die beton gedra word  | (3)         |
| 6.5 | Totale buigmoment wat deur die balk gedra word                                    | (2)         |
|     |  | <b>[13]</b> |

**VRAAG 7: SPANNING IN KABELS**


Die steunstukke van 'n hangbrug is 160 m uit mekaar en hulle verskil 6 m in lengte. Die deurhang van die kabels is 14 m onder die hoër steunstuk en elke kabel dra 'n gewig van 15 kN/m.


Bereken die volgende:

- |     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 7.1 | Posisie van die draaipunt, horisontaal gemeet   | (3)         |
| 7.2 | Minimum spanning in elke kabel  | (2)         |
| 7.3 | Maksimum spanning in elke kabel  | (2)         |
| 7.4 | Spanning in die kabel 120 m vanaf die laer steunstuk, horisontaal gemeet  | (3)         |
|     |   | <b>[10]</b> |

**VRAAG 8: GEKOMBINEERDE BUIGING EN DRAAIING**

A soliede as word ondersteun deur twee laers wat 1,2 m uit mekaar is, en word as 'n dryfas gebruik met 'n vliegwiel en 'n katrol op die as. Die gewig van die as is 600 N/m. Die massa van die vliegwiel is 100 kg en dit is 800 mm vanaf die linkerkantse laer gemonteer. Die katrol is 400 mm vanaf die linkerlaer gemonteer en dra deur middel van bandaandrywing krag oor. Die spanning in die stywe kant van die band is 2 000 N en dit is 600 N in die slap kant. Die effektiewe deursnee van die katrol is 400 mm. Veronderstel die bande is vertikaal na onder en parallel.

Bereken die volgende: 

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 8.1 | Reaksies van die laers  | (4) |
| 8.2 | Maksimum buigmoment indien dit by die katrol voorkom  | (2) |
| 8.3 | Maksimum wringkrag oorgedra   | (1) |
| 8.4 | Minimum as-deursnee indien die hoofspanning tot 70 MPa beperk word  | (3) |
| 8.5 | Deursnee van 'n hol-as wat uit dieselfde materiaal gemaak is, indien die binne-deursnee 50% van die buite-deursnee is  | (3) |
| 8.6 | Persentasie besparing in gewig indien die hol-as gebruik word   | (2) |

**[15]****TOTAAL: 100**

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

Enige ander toepaslike formule mag ook gebruik word.

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

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

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

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

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

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

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

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

\*\*\*\*\*

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

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

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

$$M = W L$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

\*\*\*\*\*

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

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

$$F_p = C_\mu p H$$

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

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

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

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

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

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

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

\*\*\*\*\*

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

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

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

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

\*\*\*\*\*

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

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

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

$$M = \sigma_s A_s \ell_a$$

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

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

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

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

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

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

\*\*\*\*\*



$$F_T = wy$$

$$F_H = wy_0$$

$$F_V = w\ell$$

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

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

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

$$F_V = wx$$

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

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

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

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

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

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

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

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

\*\*\*\*\*

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

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

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

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

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