higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

# NASIENRIGLYN

## NASIONALE SERTIFIKAAT

## BOU- EN STRUKTUURKONSTRUKSIE N6

## 24 November 2023

**Hierdie nasienriglyn bestaan uit 13 bladsye.**

Kopiereg voorbehou

## VRAAG 1

*Gegewe inligting:*

Tapse flens: 203 × 102 × 25,3 kg/m

$I_{xx} = 22,97 \times 10^{-6}\ m^4$

Oppervlakte $= 3,226 \times 10^{-3}\ m^2$

$h/2 = 203,2/2 = 101,6$ mm

Totale oppv = $3,226 \times 10^{-3}\ m^2 + 2,797 \times 10^{-3}\ m^2 + 1,02 \times 10^{-3}\ m^2$

Totale oppv = $7,043 \times 10^{-3}\ m^2$✓

Kanaal: 180 mm × 70 mm × 22 kg/m

$I_{yy} = 1,135 \times 10^{-6}\ m^4$

Oppervlakte $= 2,797 \times 10^{-3}\ m^2$

$Ay = 19,2$ mm

$t_1 = 8$ mm

Plaat: 102 mm x 10 mm

$I_{xx} = \frac{bd^3}{12} = \frac{1,02\ x\ 0,01^3}{12}$

$= 0,085 \times 10^{-6}\ m^4$✓

Oppervlakte $= 0,102 \times 0,01$

$= 1,02 \times 10^{-3}\ m^2$✓

(3)

**Bereken neutrale as met behulp van oppervlaktemoment vanaf onderkant**

$7,043 \times 10^{-3}\ m^2 \times Y_1 = (2,797 \times 10^{-3}\ m^2 \times 0,0192) = (0,054 \times 10^{-3})$

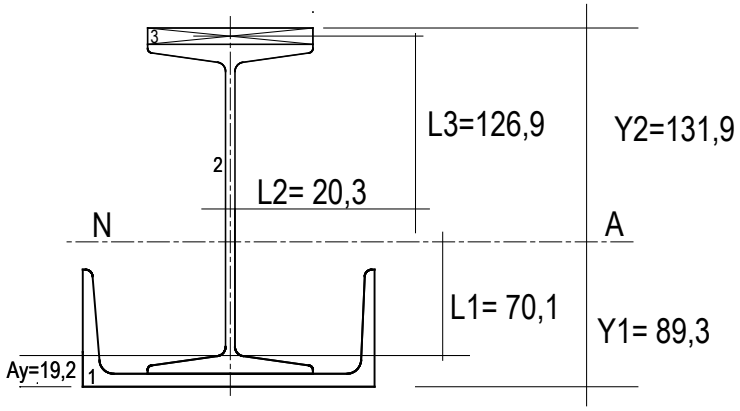
$+ (3,226 \times 10^{-3}\ m^2 \times 0,1096) = (0,354 \times 10^{-3})$

$+ (1,02 \times 10^{-3}\ m^2 \times 0,2162) = \underline{(0,221 \times 10^{-3})}$✓✓

$\underline{\text{T A} \quad 0,629 \times 10^{-3}}$✓

$$NA = \frac{0,629\ x\ 10^{-3}\ m^2}{7,043\ x\ 10^{-3}\ m^2}$$✓

NA ($Y_1$) = 89,3 mm✓ ( 0,0893 m) (5)



**Bereken tweede oppervlaktemoment**

$I_{xx\,tot} = (Iyy\ Kanaal + al^2) + (Ixx\ Tapse\ flens + al^2) + (Ixx\ Plaat + al^2)$

Ixx Kanaal $= (1{,}135\ x\ 10^{-6} + 2{,}797\ x\ 10^{-3}\ x\ 0{,}0701^2)$
$= (1{,}135x\ 10^{-6} + 29{,}54\ x\ 10^{-6}) = \underline{14{,}879 \text{ x } 10^{-6}\ m^4}$✓✓

I xx Flens $= (22{,}97\ x\ 10^{-6} + 3{,}226\ x\ 10^{-3}\ x\ 0{,}0203^2)$
$= (22{,}97\ x\ 10^{-6} + 0{,}494\ x\ 10^{-6}) = \underline{24{,}299 \text{ x } 10^{-6}\ m^4}$✓✓

Ixx Plaat $= (0{,}085\ x\ 10^{-6} + 1{,}02\ x\ 10^{-3}\ x\ 0{,}1269^2)$
$= (0{,}085\ x\ 10^{-6} + 16{,}425\ x\ 10^{-6}) = \underline{16{,}511 \text{ x } 10^{-6}\ m^4}$✓✓

Ixx totaal $= \underline{55{,}689 \text{ x } 10^{-6}\ m^4}$✓ (5)

**Bereken buigmomentmaksimum**
**(Buigspanning = 170 MPa)**

$\frac{M}{I} = \frac{f}{y}$ **waar** $M = \frac{I\,x\,f}{y}$

$\mathbf{BM_{max}} = \frac{170\ x\ 55{,}689\ x10^6}{89{,}3}$✓

$\mathbf{BM_{max}} = 106\ \mathbf{kNm}$✓ (2)

**Bereken die eweredig verspreide las (EVL)**

$BM = \frac{W\ l^2}{8}$

$106 = \frac{W\ x\ 8{,}5^2}{8}$✓

$106 \text{ x } 8 = w \text{ x } 8{,}5^2$

$W = \frac{848}{72{,}25}$✓

$W = 11{,}74\ kN/m$✓ (3)

**[20]**

## VRAAG 2

Alle verwysings is uit SANS 10100-1 (2000)

| | |
|---|---|
| Fcu = 20 MPa | Tabel 2 (4.1.5.1) |
| Fy = 250 MPa | Tabel 3 (4.1.5.2) |
| Trapbreedte | 1,15 meter (1 150 mm) |
| Digtheid van gewapende beton | 2 400 kg/m³ |

Bereken die hellinglengte

$\text{Hellinglengte} = \sqrt{1\,950^2 + 1\,050^2}$

$\text{Hellinglengte} = 2\,215 \text{ mm}$✓ (1)

Lasberekenings

Middelstuk:

$W = \text{Vol x digtheid x g.a x } 10^{-3}$

$W = 2{,}215 \text{ x } 1{,}15 \text{ x } 0{,}11 \text{ x } 2\,400 \text{ kg/m}^3 \text{ x } 9{,}81 \text{ x } 10^{-3}$✓

$W = 6{,}6 \text{ kN}$✓ (2)

Traptreë of trappe:

$W = ½ \text{ x Vol x digtheid x g.a x } 9{,}81 \text{ x } 10^{-3}$

$W = ½ \text{ x traptree x hoogte x breedte x digtheid x g.a x } 9{,}81 \text{ x } 10^{-3}$

$W = ½ \text{ x } 0{,}225 \text{ x } 1{,}05 \text{ x } 1{,}15 \text{ x } 2\,400 \text{ kg/m}^3 \text{ x } 9{,}81 \text{ x } 10^{-3}$✓

$W = 3{,}198 \text{ kN}$✓ (2)

Totale ontwerp- dooie las.

$1{,}2 \text{ Gn } (6{,}6 \text{ kN} + 3{,}198 \text{ kN}) = 11{,}76 \text{ kN}$✓ (Klousule 4.2.2.1)

Ontwerp- opgelegde las.

$1{,}6 \text{ Qn } (12{,}5 \text{ kN/m}^2 \text{ x } 1{,}15 \text{ m x } 1{,}95 \text{ m}) = 46{,}85 \text{ kN}$✓ (Klousule 4.2.2.1) (2)

Bereken buigmomentmaksimum

$\text{BM}_{\text{max}} = \frac{WL}{10} + \frac{WL}{10}$

$\text{BM}_{\text{max}} = \frac{11{,}76\ x\ 1{,}95}{10} + \frac{46{,}85\ x\ 1{,}95}{10}$✓✓

BM max = 2,29 + 9,14

BM max = 11,43 kNm✓ (3)

Bereken waarde van 'K' (Kl 4.3.3.4.1)

$$K = \frac{BM}{fcu\ b\ d^2}$$

Laat Eff diepte (d)
= 110 – 25 dekking
= 90 mm

$$K = \frac{11{,}43\ x\ 10^6}{20\ x\ 1\ 150\ x\ 85^2}$$ ✓

$K = 0{,}069 < K^1 = 0{,}156$✓

Slegs spanningswapening sal nodig wees.✓ (3)

Bereken afstand van hefboomarm (Z)

$$Z = d\left\{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 - \frac{K}{0{,}9}}\right\} \leq 0{,}95\text{d}$$

$$Z = 85\left\{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 - \frac{0{,}069}{0{,}9}}\right\} \leq 0{,}95 \text{ x } 85$$✓ (Klousule 4.3.3.4.1)

$Z = 85(0{,}916) \leq 0{,}95 \text{ x } 85$

$Z = 77{,}86 \text{ mm} > 80{,}75 \text{ mm}$

Gebruik $Z = 77{,}86$ mm (least)✓ (2)

Bereken spanningswapening

$$As = \frac{BM}{0{,}87\ fy\ z}$$ (Klousule 4.3.3.4.1)

$$As = \frac{11{,}43\ x\ 10^6}{0{,}87x\ 250\ x\ 77{,}86}$$ ✓

$As = 675 \text{ mm}^2$✓

Gebruik R12-stawe @ 150 c/c $(As = 754 \text{ mm}^2)$✓ (3)

Bepaal sekondêre wapening Tabel 23
(Klousule 4.11.4.3)

$$\frac{100\ AS}{AC} = 0{,}24$$

$$As = \frac{0{,}24\ x\ AC}{100}$$

$$As = \frac{0{,}24\ x\ 1\ 150\ x\ 110}{100}$$ ✓

$As = 303{,}64 \text{ mm}^2$

Gebruik R08=stawe @ 150 c/c $(As = 335 \text{ mm}^2)$✓ (2)

**[20]**

## VRAAG 3.1

3.1 Alle verwysings is uit SANS 10100-1 (2000)

| | |
|---|---|
| Fcu = 30 MPa<br>Fy = 450 MPa<br>Aksiale las = 2 250 kN | Tabel 2 (4.1.5.1)<br>Tabel 3 (4.1.5.2) |

3.1.1 **Bereken die getal langsspanning**

N = 0,4 fcu Ac + 0,67 fy Asc (Klousule 4.7.4.3)

$2\ 250 \times 10^3 = 0{,}4 \times 30 \times \left(\frac{\pi\ 425^2}{4}\right) + 0{,}67 \times 450 \times$ Asc✓

$2\ 250 \times 10^3 = 1\ 702\ 350{,}5 + 301{,}5$ Asc

$2\ 250 \times 10^3$ minus 1 702 350,5 = 301,5 Asc✓

$\text{Asc} = \frac{2\ 547\ 649{,}5}{301{,}5}$

Asc = 1 816,4 mm²✓

Gebruik 6Y20 (As = 1 885 mm²)✓
(Minimum spasiëring tussen stawe = hoogteaggregaat + 5 mm) (4)

3.1.2 **Maksimum en minimum persentasie van die staalwapening**

Maksimum: 6% van bruto deursneeoppervlakte

$6\% \times \left(\frac{\pi\ 425^2}{4}\right) = 8\ 511{,}75$ mm²✓✓ (Klousule 4.11.4.5.2) (2)

Minimum: 0,4% van bruto deursneeoppervlakte

$0{,}4\% \times \left(\frac{\pi\ 425^2}{4}\right) = 567{,}5$ mm²✓✓ (2)

(Klousule 4.11.4.5)

**Bereken die deursnee van die spiraalbinddraad**

(Klousule 4.11.4.5)

Binddraad: ¼ van die kleinste hoofstaaf

¼ × 20 = 5 mm✓ (nie beskikbaar)

Gebruik: R8-spiraalbinddraad.✓ (2)

Bereken die steek van die binddraad.
Spasiëring van binddraad: (Klousule 4.11.4.5)

12 × deursnee van kleinste hoofstaaf
12 × 20 = 240 mm (maksimum)
Gebruik binddraadsteek = 200 mm✓

Opsomming:
6Y20-hoofstawe met R8-spiraalbinddraad teen 200 mm-steek.✓ (2)

3.2 **Bereken die grootte van die kussingfondament**

Werklas $= 95\text{ kN} + 950\text{ kN} + 200\text{ kN}$

$= 1\,155\text{ kN}$✓

$\text{Oppervlakte} = \frac{Krag}{Druk}$

$\text{Oppervlakte} = \frac{1\,155}{220}$

$\text{Oppervlakte} = 5{,}25\text{ m}^2$✓

Vir die vierkantige basis $\sqrt{5{,}25} = 2{,}29\text{ m x }2{,}29\text{ m}$✓

Gebruik 'n basis van 2,30 m x 2,30 m✓ (4)

**[16]**

## VRAAG 4:

### 4.1 DIE SWEISLAS

Krag = 160 kN

Kies proefprofiel: 100 x 100 x 8 mm.

Toelaatbare spanning = 155 MPa (SABS 0162 Tabel 20)

Bereken effektiewe oppervlakte ($A_{eff}$)

$A_{eff} = \frac{3(A1)^2+4\ A1\ A2}{3A1 + A2}$

$A_1$ = Gekoppelde been (geen gate)

$A_1 = t(b - \frac{t}{2})$

$A_1 = 8(100 - \frac{8}{2})$

$A_1 = 768\ mm^2$ ✓

(SABS 0162 Klousule 9.2.1)

And:

$A_2$ (ongekoppelde been) = 768 $mm^2$ (geen gate) ✓

Waar $A_1$ die gekoppelde been is en $A_2$ die ongekoppelde been is

$A_{eff} = \frac{3(768)^2+ 4(768)(768)}{3(768)+ (768)}$ ✓

$A_{eff} = \frac{4\ 128\ 768}{3\ 072}$

$A_{eff} = 1\ 344\ mm^2$ ($1{,}344 \times 10^3\ mm^2$) ✓ (4)

4.1 Trekspanning:

Krag = Pt x Aeff

Krag = 155 $N/mm^2$ x $1{,}344 \times 10^3\ mm^2$ ✓

(Tabel 20 SANS 10162)

Krag = 208,32 kN. ✓

Die gesweiste bindstaaf sal 'n las van 160 kN weerstaan. ✓ (3)

## 4.2 DIE BOUTLAS

$A_{eff} = \frac{3(A1)^2+4\ A1\ A2}{3A1 + A2}$

<u>$A_1$ = Gekoppelde been</u>

$A_1 = t(b - \frac{t}{2})$ minus gatoppervlakte

$A_1 = 8(100 - \frac{8}{2})$ *minus* 22 mm x 8 mm (M20 boute)✓

768 mm *minus* 176 mm

$A_1 = 592\ mm^2$

(SABS 0162 Klousule 9.2.1)

Waar $A_1$ die gekoppelde been is en
$A_2$ die ongekoppelde been is

En;

$A_2 = 768\ mm^2$ ✓

$A_{eff} = \frac{3(592)^2+ 4(592)(768)}{3(592)+ (768)}$ ✓

$A_{eff} = \frac{2\ 870\ 016}{2\ 544}$

$A_{eff} = 1128{,}15\ mm^2$ (Gebruik $1{,}128 \times 10^3\ mm^2$)✓ (4)

<u>Trekspanning</u>:

Krag = Pt x Aeff

Krag = 155 $N/mm^2$ x $1{,}128 \times 10^3\ mm^2$✓

(Tabel 20 SANS 10162)

Krag = 174,86 kN✓

Die boutbindstaaf sal 'n las van 160 kN weerstaan.✓ (3)

## 4.3 <u>Aantal boute</u>

$F = Pv \times n \times A_{eff}$

$n = \frac{F}{Pv\ x\ Aeff}$ ✓

Waar:

$A_{eff} = \frac{\pi(Ø - 0{,}9382P)^2}{4}$

(Pv = 100 MPa) (SABS 0162 Tabel 21)

$A_{eff} = \frac{\pi(20 - 0{,}9382\ x\ 2)^2}{4}$ ✓

$A_{eff} = 244{,}8\ mm^2$ ✓

(Die skroefdraad is binne die skuifvlak)

$n = \frac{160\ x10^3}{100\ x\ 244{,}8}$

n = 6,34 boute✓

Gebruik 7M20-boute om die bindstaaf aan die knoopplaat vas te sit. (4)

**[18]**

## VRAAG 5

Alle verwysings is uit SANS 10100-1 (2000)

| | |
|---|---|
| Fcu = 25 MPa | Tabel 2 (4.1.5.1) |
| Fy = 250 MPa | Tabel 3 (4.1.5.2) |
| Spanwydte | 6,750 meter |
| Digtheid van gewapende beton | 2 425 kg/m$^3$ |

**Bepaal staal in spanning**

$As = 3 \text{ x } \frac{\pi d^2}{4}$

$As = 3 \times \frac{\pi\ 20^2}{4}$

As = 942 mm²✓ (1)

**Kontroleer minimum wapeningsoppervlakte**

$\frac{100\ AS}{AC}$ Tabel 23

$\frac{100\ x\ 942}{270\ X\ 475}$ = 0,73 > 0,45 OK✓

**Kontroleer maksimum wapeningsoppervlakte**

4% of AC (Klousule 4 11.5.4)

4% × (475 × 270) = 5 130 mm²✓ oukei (2)

**Bereken afstand van hefboomarm (Z)**

$Z = d\left\{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 - \frac{K^1}{0{,}9}}\right\}$ Klousule 4.3.3.4)

$Z = 425\left\{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 - \frac{0{,}156}{0{,}9}}\right\}$✓

$Z = 425\ (0{,}777)$

$Z = 330{,}2$ mm✓ (2)

**Bepaal die maksimum weerstandsmoment in spanning**

$As = \frac{M}{0{,}87\ fy\ z}$ (Klousule 4.3.3.4)

$M = As \text{ x } 0{,}87 \text{ x } fy \text{ x } Z$

$M = 942 \text{ mm}^2 \text{ x } 0{,}87 \text{ x } 250 \text{ N/mm}^2 \text{ x } 330{,}2 \text{ mm}$✓

$M = 67{,}7$ kNm✓ (2)

**Bepaal die totale las**

Buigmoment maks = $\frac{wl^2}{8}$

$67,7 = \frac{w\ x\ 6,75^2}{8}$ ✓

$w = 67,7 \text{ x } 8/6,75^2$

$w = 11,89 \text{ kN/m}$✓ (2)

**Bepaal die dooie las**

Dooie las = Vol x digtheid x g a x $10^{-3}$

Dooie las = 0,475 x 0,27 x 1 x 2 425 kg/m$^3$ x 9,81 x $10^{-3}$✓

Dooie las = 3,05 kN/m✓ (2)

**Bepaal die maksimum verspreide las**

Totale las = $1,2(Gn) + 1,6\ (Qn)$ (Klousule 4.2.2.1)

$11,89\ \text{kN/m} = 1,2\ (3,05) + 1,6\ (Qn)$✓

$11,89\ \text{kN/m}$ minus $3,66 = 1,6(Qn)$✓

$Qn = 8,23/1,6$

Maksimum verspreide las = 5,14 kN/m✓ (3)

**[14]**

**VRAAG 6**

Kanaalprofiel 280 × 95 × 41,8 kg/m:

$I_{xx}$ = 62,76 × $10^{-6}$ m$^4$

Ay = 25,3 mm

Buigspanning = 155 MPa

**Selfgewig van die kanaal** (356 × 171 × 56,7 kg/m)

Gewig = 41,8 kg/m × 9,81 × $10^{-3}$

Gewig = 0,41 kN/m✓ (1)

Bereken die buigmoment

$\frac{M}{I} = \frac{f}{y}$

$M = \frac{f\ x\ I}{y}$

$M = \frac{155\ x\ 62,76\ x\ 10^6}{25,3}$✓

$M = 384,5 \text{ kNm}$✓ (2)

Bereken die spanwydte

$\text{BM} = \frac{WL}{4} + \frac{w\,l^2}{8}$

$384{,}5 = \frac{118\,x\,L}{4} + \frac{0{,}41\,x\,L^2}{8}$ ✓

$384{,}5 = 23{,}5\ \text{L} + 0{,}051\ \text{L}^2$

$\text{Spanwydte (L)} = 0{,}051\ \text{L}^2 + 29{,}4\ \text{L}$ minus $384{,}5$✓

$\text{Spanwydte (L)} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$\text{Spanwydte (L)} = \frac{-29{,}4 \pm \sqrt{29{,}4^2 - 4\,x\,0{,}051\,x\,-348{,}5}}{2\,x\,0{,}51}$ ✓✓

$\text{Spanwydte (L)} = \frac{-29{,}4 \pm 30{,}71}{0{,}102}$

$\text{Spanwydte (L)} = 12$ meter✓ (5)

**[8]**

**VRAAG 7**

7.1
- Ystererts
- Steenkool
- Kalkklip
- Gehersikleerde staal (Enige 2 × 1) (2)

7.2 *Fyn aggregaat:* Hierdie aggregate sal deur 'n 4,76 mm-sif val. Deeltjies kleiner as 4,76 mm. (2)

**[4]**

**TOTAAL: 100**

Kopiereg voorbehou