

| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | | Sigma 2018 1.5 © | |
|--|--|-------------------------|---------------------|
| Algemene gegevens | | | |
| Naam van het project | : L090074 VV MST OA17036 lo de Bos Maastricht DS | | |
| Projectonderdeel | : 200 PE100-RC SDR17,6 Lagedruk gasleiding | | |
| Importatiefactor S | : 0,85 | | |
| Materiaalgegevens | | | |
| Materiaalsoort: | PE | | |
| Kwaliteit: | PE 100 SDR 17,6 | | |
| Lange-duur treksterkte | MRS | = 10 | N/mm ² |
| Materiaalfactor | γ_M | = 1,25 | - |
| Toelaatbare langeduur spanning | $\bar{\sigma}_t$ | = 8,00 | N/mm ² |
| Elasticiteitsmodulus korte duur | E | = 975 | N/mm ² |
| Elasticiteitsmodulus lange duur | E' | = 350 | N/mm ² |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt | α_g | = 16,0·10 ⁻⁵ | mm/(mm·K) |
| Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal | α_σ | = 0,65 | - |
| Toelaatbare deflectie | δ | = 8 | % |
| Leidinggegevens | | | |
| Uitwendige middellijn | D _e | = 200,00 | mm |
| Wanddikte | d _n | = 11,4 | mm |
| Geen bocht aanwezig | | | |
| Procesgegevens | | | |
| Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos) | | = Gas | |
| Ontwerpdruk | p _d | = 0,01 | N/mm ² |
| Temperatuurverschil | Δt | = 7 | ° |
| Aanleggegevens | | | |
| Ligging: Kruising met een waterstaatswerk | | | |
| Zettingslengte | L | = 9,637 | mm |
| Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld | H | = 0,8 | m |
| Belastinghoek | α | = 180 | ° |
| Ondersteuningshoek | β | = 70 | ° |
| Uitvoeringszakkingverschil | f _v | = 10 | mm |
| Zettingsverschil | f _z | = 15 | mm |
| Klinkpercentage | μ | = 0,075 | % |
| Marstonfactor | f _m | = 0,3 | - |
| Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone | | | |
| Waterstaatswerk: Niet Verheeld | | | |
| Hoogteverschil kruin-maaiveld | | = 1,40 | m |
| | | | |
| | | | 24-01-2020 14:10:15 |

| | | | |
|--|-------------|-----------------------------------|-------------------|
| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | | Sigma 2018 1.5 © | |
| Grondmechanische gegevens | | | |
| Grondsoort | | = Klei | |
| Volumiek gewicht droge grond | γ_d | = 19,0 | kN/m ³ |
| Inwendige wrijvingshoek grond | ϕ | = 17,5 | ° |
| Effectieve cohesie | c' | = 13 | kN/m ² |
| Ongedraineerde schuifsterkte | c_u | = 100 | kN/m ² |
| E-modulus sleufmateriaal | E_1 | = 2 | MN/m ² |
| Minimale verticale beddingconstante | $k_{v,min}$ | = 0,0085 | N/mm ³ |
| Gemiddelde verticale beddingconstante | $k_{v,gem}$ | = 0,013 | N/mm ³ |
| Niet rekenen met horizontale steundruk | | | |
| Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd | γ | = 1,1 | |
| Verkeersbelasting | | | |
| Grafiek ½ x II: | | ½ · Fatigue Load Model 2, Lorry 4 | |
| Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek | | | |
| | | 24-01-2020 14:10:15 | |

| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | | Sigma 2018 1.5 © | |
|--|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1. Eigenschappen van de leiding | | | |
| Inwendige middellijn | $D_i = D_e - 2 \cdot d_n$ | = 177,20 | mm |
| Gemiddelde middellijn | $D_g = (D_e + D_i)/2$ | = 188,60 | mm |
| Uitwendige middellijn+bekleding | $D_o = D_e + 2 \cdot e$ | = 200,00 | mm |
| Uitwendige straal | $r_e = D_e / 2$ | = 100,00 | mm |
| Inwendige straal | $r_i = D_i / 2$ | = 88,60 | mm |
| Gemiddelde straal | $r_g = (r_e + r_i) / 2$ | = 94,30 | mm |
| Traagheidsmoment buis | $I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$ | = 30.142.111,24 | mm ⁴ |
| Weerstandsmoment buis | $W_b = I_b / r_e$ | = 301.421,11 | mm ³ |
| Wandtraagheidsmoment | $I_w = d_n^3 / 12$ | = 123,46 | mm ⁴ /mm ¹ |
| Wandweerstandsmoment | $W_w = d_n^2 / 6$ | = 21,66 | mm ³ /mm ¹ |
| 2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan | | | |
| Voor gasleidingen geldt: Φ moet kleiner dan 600 zijn. | | | |
| $\Phi = \frac{(1,4\sqrt{\rho_a} \cdot v_1 \cdot D_i^2)^3}{(1,6 \cdot D_i + H)^2}$ $\Phi = \frac{(1,4\sqrt{0,10} \cdot 8 \cdot 0,182)^3}{(1,6 \cdot 0,18 + 0,8)^2} = 0,000097$ | | | |
| 3. Berekening van de veiligheidszone | | | |
| $G_B = 0,7 \cdot \sqrt[6]{\Phi}$ $G_B = 0,7 \cdot \sqrt[6]{0,000097} = 0,15 \text{ m}$ $G_L = G_B / 4 = 0,15 / 4 = 0,04 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + G_L = 4 \cdot 1,40 + 0,04 = 5,64 \text{ m}$ | | | |
| 4. Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk | | | |
| $D_g/d_n = 188,60/11,40 = 16,54 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow$ Dikwandige leiding $\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$ $\sigma_p = \frac{100,00^2 + 88,60^2}{100,00^2 - 88,60^2} \cdot 0,01 = 0,08 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{y1} = \sigma_p = 0,08 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 0,08 = 0,03 \text{ N/mm}^2$ Toelaatbare spanning = $\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,85 = 6,80 \text{ N/mm}^2$ | | | |
| 5. Berekening reroundingfactor f_{rr} | | | |
| $f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$ $f_{rr} = 1 / \left(1 + \frac{2 \cdot 0,01 \cdot 94,3^3 \cdot 0,102}{975 \cdot 123,46} \right) = 0,99$ | | | |
| 6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n | | | |
| $q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$ $q_n = 1,1 \cdot 19,0 \cdot 0,8 = 16,72 \text{ kN/m}^2$ $Q_n = q_n \cdot D_o$ $Q_n = 16,72 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 3,34 \text{ N/mm}^1$ | | | |

| | |
|--|------------------|
| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | Sigma 2018 1.5 © |
|--|------------------|

7. Berekening van de passieve grondbelasting Q_p

$$q_p = q_n \cdot \left(1 + f_m \cdot \frac{H}{D_o} \right)$$

$$q_p = 16,72 \cdot \left(1 + 0,3 \cdot \frac{0,8}{0,2} \right) = 36,78 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_p = q_p \cdot D_o$$

$$Q_p = 36,78 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 7,36 \text{ N/mm}^1$$

8. Berekening van de reële grondbelasting Q_k

$$z_{max} = 0,25 \cdot \frac{D_o}{E_1^{1,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$$

$$z_{max} = 0,25 \cdot \frac{0,2}{2^{1,5} \cdot \sqrt{0,8/0,2}} = 0,0088 \text{ m}$$

$$q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{max}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{max} \cdot k_{v,min}}}$$

$$q_k = 16,72 + \frac{\frac{0,075 \cdot 0,2}{0,0088} \cdot (36,78 - 16,72)}{1 + \frac{36,78 - 16,72}{0,0088 \cdot 0,0085 \cdot 10^6}} = 43,59 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = q_k \cdot D_o$$

$$Q_k = 43,59 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 8,72 \text{ N/mm}^1$$

Aanpassing van Q_k nodig $\rightarrow Q_k > Q_p \rightarrow Q_k = Q_p = 7,36 \text{ N/mm}^1$

9. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek 1/2 x II NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$$q_v = 27,19 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = q_v \cdot D_o$$

$$Q_v = 27,19 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 5,44 \text{ N/mm}^1$$

10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding λ

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{200 \cdot 0,013}{4 \cdot 975 \cdot 30.142.111,24}} = 0,0022 \text{ mm}^{-1}$$

| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | | Sigma 2018 1.5 © | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------------|--|------------------------------------|--|---|--------------------|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------------|--|------------------------------------|--|
| 11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1^e en 2^e jaar) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zettingslengte $L = 9.637$ mm $\lambda \cdot L = 0,0022 \cdot 9.637 = 20,90$ $i = 0,900$ (= 90,0 % inklemming) $B_z = 0,000360$ (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5) $Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$ $Q_z = 0,000360 \cdot 10 \cdot 200 \cdot 0,013 = 0,0093$ N/mm ¹ $Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$ $Q_d = 0,0093 \cdot 0,0022 \cdot 9.637 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0022 \cdot 9.637}{6}\right) = 0,79$ N/mm ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_z = B_z \cdot (f_v + 1,5 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$ $Q_z = 0,000360 \cdot (10 + 1,5 \cdot 15) \cdot 200 \cdot 0,013 = 0,030$ N/mm ¹ $Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$ $Q_d = 0,030 \cdot 0,0022 \cdot 9.637 \cdot \left(0,900 + \frac{0,900 \cdot 0,0022 \cdot 9.637}{6}\right) = 2,56$ N/mm ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Berekening evenwichtsdraagvermogen</i> $B = D_o = 0,20$ m $B/L = 0,1$ $Z = h + D_o / 2 = 0,80 + 0,20 / 2 = 0,90$ m $S_c = 0,2 \cdot B/L = 0,02$ $d_c = 0,4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0,4 \cdot \tan^{-1}(0,90/0,20) = 0,54$ $P_{we} = 0,85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$ $P_{we} = 0,85 \cdot 100 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0,02 + 0,54)$ $P_{we} = 682,15$ kN/m ² = 0,68 N/mm ² $P_{weD_o} = P_{we} \cdot D_o = 0,68 \cdot 200,00 = 136,43$ N/mm ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situatie 1^e en 2^e jaar</th> <th>Conclusie:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$Q_k = 7,36$ N/mm¹</td> <td>Geen aanpassing</td> </tr> <tr> <td>$Q_v = 5,44$ N/mm¹</td> <td>van Q_d nodig</td> </tr> <tr> <td>$Q_d = 0,79$ N/mm¹ +</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\Sigma = 13,58$ N/mm¹</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | Situatie 1 ^e en 2 ^e jaar | Conclusie: | $Q_k = 7,36$ N/mm ¹ | Geen aanpassing | $Q_v = 5,44$ N/mm ¹ | van Q_d nodig | $Q_d = 0,79$ N/mm ¹ + | | $\Sigma = 13,58$ N/mm ¹ | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Situatie na 2 jaar</th> <th>Conclusie:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$Q_n = 3,34$ N/mm¹</td> <td>Geen aanpassing</td> </tr> <tr> <td>$Q_v = 5,44$ N/mm¹</td> <td>van Q_d nodig</td> </tr> <tr> <td>$Q_d = 2,56$ N/mm¹ +</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\Sigma = 11,34$ N/mm¹</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Situatie na 2 jaar | Conclusie: | $Q_n = 3,34$ N/mm ¹ | Geen aanpassing | $Q_v = 5,44$ N/mm ¹ | van Q_d nodig | $Q_d = 2,56$ N/mm ¹ + | | $\Sigma = 11,34$ N/mm ¹ | |
| Situatie 1 ^e en 2 ^e jaar | Conclusie: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_k = 7,36$ N/mm ¹ | Geen aanpassing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_v = 5,44$ N/mm ¹ | van Q_d nodig | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_d = 0,79$ N/mm ¹ + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\Sigma = 13,58$ N/mm ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Situatie na 2 jaar | Conclusie: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_n = 3,34$ N/mm ¹ | Geen aanpassing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_v = 5,44$ N/mm ¹ | van Q_d nodig | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_d = 2,56$ N/mm ¹ + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\Sigma = 11,34$ N/mm ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1^e en 2^e jaar) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Moment t.g.v. Q_k en Q_v</i> $M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$ $M_q = 0,178 \cdot (7,36 + 5,44) \cdot 94,30$ $M_q = 214,75$ Nmm/mm ¹ | | <i>Moment t.g.v. Q_d</i> $M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$ $M_{qd} = 0,122 \cdot 0,79 \cdot 94,30$ $M_{qd} = 9,07$ Nmm/mm ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spanning t.g.v. M_q en M_{qd}</i> $\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$ $\sigma_q = 0,99 \cdot (214,75 + 9,07) / 21,66 = 10,19$ N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--|--|
| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | | Sigma 2018 1.5 © |
| 15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar) | | |
| Moment t.g.v. Q_n en Q_v | | Moment t.g.v. Q_d |
| $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$ $M_q = 0,178 \cdot (3,34 + 5,44) \cdot 94,30$ $M_q = 147,40 \text{ Nmm/mm}^1$ | | $M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$ $M_{qd} = 0,122 \cdot 2,56 \cdot 94,30$ $M_{qd} = 29,48 \text{ Nmm/mm}^1$ |
| Spanning t.g.v. M_q en M_{qd} | | |
| $\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$ $\sigma_q = 0,99 \cdot (147,40 + 29,48) / 21,66 = \mathbf{8,05 \text{ N/mm}^2}$ | | |
| 16. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v | | |
| $\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot 10 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,013}{11,4}} = \mathbf{0,20 \text{ N/mm}^2}$ | | |
| 17. Berekening van de spanning σ_{bx} t.g.v. uitvoeringszakkingverschil f_v en zettingsverschil f_z | | |
| $\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 1,5 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,0192 \cdot (10 + 1,5 \cdot 15) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,013}{11,4}} = \mathbf{0,66 \text{ N/mm}^2}$ | | |
| 18. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil | | |
| $\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$ $\sigma_{ax} = 7 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,09 \text{ N/mm}^2}$ | | |
| 19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht | | |
| Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt: $i_x = 1, i_y = 0, i_{xp} = 1, i_{yp} = 0$ | | |
| 20. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N | | |
| $S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 975 \cdot \frac{123,46}{188,6^3} = 0,0179 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{17,94 \text{ kN/m}^2}$ Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m² | | |
| 21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk | | |
| Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$ $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 123,46}{188,60^3} = 0,34 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 123,46}{188,60^3} = 0,06 \text{ N/mm}^2$ Conclusie: Kans op implosie bij 6,13 m grondwater boven de leiding | | |
| | | 24-01-2020 14:10:15 |

| | |
|--|---------------------|
| Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2012 | Sigma 2018 1.5 © |
| 22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie | |
| $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (3,34 + 5,44) - 0,083 \cdot (1 - \sin(17,5^\circ)) \cdot (3,34 + 5,44) + 0,048 \cdot 2,56) \cdot 94,30^3}{350 \cdot 123,46} = 7,66 \text{ mm (= 4,06\%)}$ <p>Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · D_g = 0,08 · 0,85 · 188,60 = 12,82 mm</p> | |
| 23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1^e en 2^e jaar) | |
| <p>Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding</p> $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 10,19 = 6,62 \text{ N/mm}^2$ <p>Optredende spanningen in langsrichting van de leiding</p> $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 0,03 + 0,65 \cdot 0,20 + 1,09 = 1,26 \text{ N/mm}^2$ <p>Toelaatbare spanning = $\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,85 = 6,80 \text{ N/mm}^2$</p> | |
| 24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar) | |
| <p>Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding</p> $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 8,05 = 5,23 \text{ N/mm}^2$ <p>Optredende spanningen in langsrichting van de leiding</p> $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 0,03 + 0,65 \cdot 0,66 + 1,09 = 1,55 \text{ N/mm}^2$ <p>Toelaatbare spanning = $\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,85 = 6,80 \text{ N/mm}^2$</p> | |
| | 24-01-2020 14:10:16 |