



Adviesbureau Schrijvers b.v.

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: Waterleidingen Hoofdstraat Waalwijk		
Projectonderdeel	: Sterkteberekening Ø 160 mm PE SDR 11 op basis van NEN 3650:2020		
Importatiefactor S	: 0,85		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 160,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 14,6	mm
Geen bocht aanwezig			
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Vloeistof		
Ontwerpdruk	p <sub>d</sub>	= 0,3	N/mm <sup>2</sup>
Volumieke massa medium	$\rho$	= 1000	kg/m <sup>3</sup>
Temperatuurverschil	$\Delta_t$	= 10	°
<b>Aanleggegevens</b>			
Ligging: Evenwijdig aan een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 40.000	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,2	m
Belastinghoek	$\alpha$	= 180	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 70	°
Uitvoeringszakkingverschil	f <sub>v</sub>	= 5	mm
Zettingsverschil	f <sub>z</sub>	= 0	mm
Klinkpercentage	$\mu$	= 0,02	%
Marstonfactor	f <sub>m</sub>	= 0,3	-
<b>Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone</b>			
Waterstaatswerk: Verheeld			
Adviesbureau Schrijvers: betrokken en deskundig.			01-07-2021 15:02:47



Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020			Sigma 2020 2.1 ©	
Grondmechanische gegevens				
Grondsoort			= Zand	
Volumiek gewicht droge grond	$\gamma_d$	= 18		kN/m <sup>3</sup>
Inwendige wrijvingshoek grond	$\phi$	= 32,5		°
Effectieve cohesie	$c'$	= 0		kN/m <sup>2</sup>
Ongedraineerde schuifsterkte	$c_u$	= 0		kN/m <sup>2</sup>
Minimale verticale beddingconstante	$k_{v,min}$	= 0,022		N/mm <sup>3</sup>
Gemiddelde verticale beddingconstante	$k_{v,gem}$	= 0,025		N/mm <sup>3</sup>
E-modulus ondergrond	$E_{100}$	= 45		MN/m <sup>2</sup>
Niet rekenen met horizontale steundruk				
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1		
Verkeersbelasting				
Grafiek ½ x II:			½ · Fatigue Load Model 2, Lorry 4	
Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek				

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2020 2.1 ©
<b>1. Eigenschappen van de leiding</b>				
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 130,80	mm	
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i) / 2$	= 145,40	mm	
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 160,00	mm	
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 80,00	mm	
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 65,40	mm	
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 72,70	mm	
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 17.801.758,07	mm <sup>4</sup>	
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 222.521,98	mm <sup>3</sup>	
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 259,34	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>	
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 35,53	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>	
<b>2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan</b>				
<p>Voor vloeistofleidingen geldt: <math>H^3 \cdot D_i^5</math> moet kleiner dan 40 m<sup>8</sup> zijn.</p> <p>H is de druk in meters vloeistofkolom.</p> <p>Rekening houdende met <math>g = 9,81 \text{ m/s}^2</math> volgt:</p> $H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{300.000}{1.000 \cdot 9,81} = 30,58 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 30,58^3 \cdot 0,13^5 = 1,09 \text{ m}^8$				
<b>3. Berekening van de veiligheidszone</b>				
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{30,58^3 \cdot 0,13^5} = 8,09 \text{ m}$ Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 0,00 + 8,09 = 8,09 \text{ m}$ $D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,16 + 1,2) = 1,63 \text{ m}$				
<b>4. Berekening van de spanningen <math>s_p</math> en <math>s_{pl}</math> t.g.v. inwendige druk</b>				
$D_g/d_n = 145,40/14,60 = 9,96 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow$ Dikwandige leiding $\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$ $\sigma_p = \frac{80,00^2 + 65,40^2}{80,00^2 - 65,40^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,60 \text{ N/mm}^2$ Toelaatbare spanning = $\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,85 = \mathbf{6,80 \text{ N/mm}^2}$				
<b>5. Berekening reroundingfactor <math>f_{rr}</math></b>				
$f_{rr} = 1 / ( 1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} )$ $f_{rr} = 1 / ( 1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 72,7^3 \cdot 0,102}{975 \cdot 259,34} ) = 0,91$				
Adviesbureau Schrijvers: betrokken en deskundig.				01-07-2021 15:02:47

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©
<b>6. Berekening van de neutrale grondbelasting <math>Q_n</math></b>		
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$ $q_n = 1,1 \cdot 18 \cdot 1,2 = 23,76 \text{ kN/m}^2$ $Q_n = q_n \cdot D_o$ $Q_n = 23,76 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 3,80 \text{ N/mm}^1$		
<b>7. Berekening van de passieve grondbelasting <math>Q_p</math></b>		
$q_p = q_n \cdot \left(1 + f_m \cdot \frac{H}{D_o}\right)$ $q_p = 23,76 \cdot \left(1 + 0,3 \cdot \frac{1,2}{0,16}\right) = 77,22 \text{ kN/m}^2$ $Q_p = q_p \cdot D_o$ $Q_p = 77,22 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 12,36 \text{ N/mm}^1$		
<b>8. Berekening van de reële grondbelasting <math>Q_k</math></b>		
$\kappa = 1 - \sin(\varphi) = 1 - \sin(32,5) = 0,463$ $\nu = \frac{\kappa}{1 + \kappa} = \frac{0,463}{1 + 0,463} = 0,32$ $E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,5} = 45 \cdot (23,76/100)^{0,5} = 21,93 \text{ MN/m}^2$ $E_1 = E_{100, \text{norm}} / \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}$ $E_1 = 21,93 / \frac{1 - 0,32 - 2 \cdot 0,32^2}{1 - 0,32} = 31,01 \text{ MN/m}^2$ $z_{\text{max}} = 0,2 \cdot \frac{D_o}{E_1^{0,5} \cdot \sqrt{H/D_o}}$ $z_{\text{max}} = 0,2 \cdot \frac{0,16}{31,01^{0,5} \cdot \sqrt{1,2/0,16}} = 0,0021 \text{ m}$ $q_k = q_n + \frac{\frac{\mu \cdot D_o}{z_{\text{max}}} \cdot (q_p - q_n)}{1 + \frac{q_p - q_n}{z_{\text{max}} \cdot k_{v, \text{min}}}}$ $q_k = 23,76 + \frac{\frac{0,02 \cdot 0,16}{0,0021} \cdot (77,22 - 23,76)}{1 + \frac{77,22 - 23,76}{0,0021 \cdot 0,0220 \cdot 10^6}} = 61,54 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = q_k \cdot D_o$ $Q_k = 61,54 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 9,85 \text{ N/mm}^1$		
<b>9. Berekening van de verkeersbelasting <math>Q_v</math> volgens Grafiek 1/2 x II NEN 3650-1:C.17</b>		
<p>Niet rekenen met ontlastende invloed</p> $q_v = 14,39 \text{ kN/m}^2$ $Q_v = q_v \cdot D_o$ $Q_v = 14,39 \cdot 10^{-3} \cdot 160 = 2,30 \text{ N/mm}^1$		
Adviesbureau Schrijvers: betrokken en deskundig.		01-07-2021 15:02:47



Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©															
10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding I																	
$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$ $\lambda = \sqrt[4]{\frac{160 \cdot 0,025}{4 \cdot 975 \cdot 17.801.758,07}} = 0,0028 \text{ mm}^{-1}$																	
11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> jaar)																	
Zettingslengte L = 40.000 mm $\lambda \cdot L = 0,0028 \cdot 40.000 = 110,20$ i = 0,982 (= 98,2 % inklemming) B <sub>z</sub> = 0,000000606 (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5) Q <sub>z</sub> = B <sub>z</sub> · f <sub>v</sub> · D <sub>o</sub> · k <sub>v,gem</sub> Q <sub>z</sub> = 0,000000606 · 5 · 160 · 0,025 = 0,000012 N/mm <sup>1</sup> $Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot (i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6})$ $Q_d = 0,000012 \cdot 0,0028 \cdot 40.000 \cdot (0,982 + \frac{0,982 \cdot 0,0028 \cdot 40.000}{6}) = 0,03 \text{ N/mm}^1$																	
12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)																	
Q <sub>z</sub> = B <sub>z</sub> · (f <sub>v</sub> + 2,0 · f <sub>z</sub> ) · D <sub>o</sub> · k <sub>v,gem</sub> Q <sub>z</sub> = 0,000000606 · (5 + 2,0 · 0) · 160 · 0,025 = 0,000012 N/mm <sup>1</sup> $Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot (i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6})$ $Q_d = 0,000012 \cdot 0,0028 \cdot 40.000 \cdot (0,982 + \frac{0,982 \cdot 0,0028 \cdot 40.000}{6}) = 0,03 \text{ N/mm}^1$																	
13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen																	
<i>Berekening evenwichtsdraagvermogen</i> $N_q = e^{\pi \cdot \tan(\varphi)} \cdot \tan^2(45^\circ + \varphi/2) = 24,58$ $N_y = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi) = 22,54$ B = D <sub>o</sub> = 0,16 m B/L = 0,1 Z = h + D <sub>o</sub> / 2 = 1,20 + 0,16 / 2 = 1,28 m S <sub>y</sub> = 1 - 0,4 · B/L = 0,96 $d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 1,39$ $\gamma'_{gem} = (q_n + \gamma \cdot \gamma_d \cdot D_o/2) / Z = 19,80 \text{ kN/m}^3$ $P_{we} = 0,95 \cdot (0,5 \cdot \gamma'_{gem} \cdot D_o \cdot N_y \cdot S_y \cdot d_y + S_q \cdot N_q \cdot d_q \cdot (q_n + c' \cdot \cot(\varphi)) - c' \cdot \cot(\varphi))$ P <sub>we</sub> = 848,01 kN/m <sup>2</sup> = 0,85 N/mm <sup>2</sup> P <sub>weDo</sub> = P <sub>we</sub> · D <sub>o</sub> = 0,85 · 160,00 = 135,68 N/mm <sup>1</sup>																	
<i>Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen</i>																	
<table><tr><td>Situatie 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar</td><td>Conclusie:</td></tr><tr><td>Q<sub>k</sub> = 9,85 N/mm<sup>1</sup></td><td rowspan="4">Geen aanpassing van Q<sub>d</sub> nodig</td></tr><tr><td>Q<sub>v</sub> = 2,30 N/mm<sup>1</sup></td></tr><tr><td>Q<sub>d</sub> = 0,03 N/mm<sup>1</sup> +</td></tr><tr><td>Σ = 12,17 N/mm<sup>1</sup></td></tr></table>		Situatie 1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> jaar	Conclusie:	Q <sub>k</sub> = 9,85 N/mm <sup>1</sup>	Geen aanpassing van Q <sub>d</sub> nodig	Q <sub>v</sub> = 2,30 N/mm <sup>1</sup>	Q <sub>d</sub> = 0,03 N/mm <sup>1</sup> +	Σ = 12,17 N/mm <sup>1</sup>	<table><tr><td>Situatie na 2 jaar</td><td>Conclusie:</td></tr><tr><td>Q<sub>n</sub> = 3,80 N/mm<sup>1</sup></td><td rowspan="4">Geen aanpassing van Q<sub>d</sub> nodig</td></tr><tr><td>Q<sub>v</sub> = 2,30 N/mm<sup>1</sup></td></tr><tr><td>Q<sub>d</sub> = 0,03 N/mm<sup>1</sup> +</td></tr><tr><td>Σ = 6,13 N/mm<sup>1</sup></td></tr></table>		Situatie na 2 jaar	Conclusie:	Q <sub>n</sub> = 3,80 N/mm <sup>1</sup>	Geen aanpassing van Q <sub>d</sub> nodig	Q <sub>v</sub> = 2,30 N/mm <sup>1</sup>	Q <sub>d</sub> = 0,03 N/mm <sup>1</sup> +	Σ = 6,13 N/mm <sup>1</sup>
Situatie 1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> jaar	Conclusie:																
Q <sub>k</sub> = 9,85 N/mm <sup>1</sup>	Geen aanpassing van Q <sub>d</sub> nodig																
Q <sub>v</sub> = 2,30 N/mm <sup>1</sup>																	
Q <sub>d</sub> = 0,03 N/mm <sup>1</sup> +																	
Σ = 12,17 N/mm <sup>1</sup>																	
Situatie na 2 jaar	Conclusie:																
Q <sub>n</sub> = 3,80 N/mm <sup>1</sup>	Geen aanpassing van Q <sub>d</sub> nodig																
Q <sub>v</sub> = 2,30 N/mm <sup>1</sup>																	
Q <sub>d</sub> = 0,03 N/mm <sup>1</sup> +																	
Σ = 6,13 N/mm <sup>1</sup>																	
Adviesbureau Schrijvers: betrokken en deskundig.		01-07-2021 15:02:47															



Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©
<b>14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar)</b>		
<p><i>Moment t.g.v. <math>Q_k</math> en <math>Q_v</math></i></p> $M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$ $M_q = 0,177 \cdot (9,85 + 2,30) \cdot 72,70$ $M_q = 156,34 \text{ Nmm/mm}^1$		<p><i>Moment t.g.v. <math>Q_d</math></i></p> $M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$ $M_{qd} = 0,122 \cdot 0,03 \cdot 72,70$ $M_{qd} = 0,23 \text{ Nmm/mm}^1$
<p><i>Spanning t.g.v. <math>M_q</math> en <math>M_{qd}</math></i></p> $\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$ $\sigma_q = 0,91 \cdot (156,34 + 0,23) / 35,53 = \mathbf{4,03 \text{ N/mm}^2}$		
<b>15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)</b>		
<p><i>Moment t.g.v. <math>Q_n</math> en <math>Q_v</math></i></p> $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$ $M_q = 0,177 \cdot (3,80 + 2,30) \cdot 72,70$ $M_q = 78,55 \text{ Nmm/mm}^1$		<p><i>Moment t.g.v. <math>Q_d</math></i></p> $M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$ $M_{qd} = 0,122 \cdot 0,03 \cdot 72,70$ $M_{qd} = 0,23 \text{ Nmm/mm}^1$
<p><i>Spanning t.g.v. <math>M_q</math> en <math>M_{qd}</math></i></p> $\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$ $\sigma_q = 0,91 \cdot (78,55 + 0,23) / 35,53 = \mathbf{2,03 \text{ N/mm}^2}$		
<b>16. Berekening van de spanning <math>\sigma_{bx}</math> t.g.v. uitvoeringszakkingverschil <math>f_v</math></b>		
$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,000962 \cdot 5 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,025}{14,6}} = \mathbf{0,01 \text{ N/mm}^2}$		
<b>17. Berekening van de spanning <math>\sigma_{bx}</math> t.g.v. uitvoeringszakkingverschil <math>f_v</math> en zettingsverschil <math>f_z</math></b>		
$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,000962 \cdot (5 + 2,0 \cdot 0) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,025}{14,6}} = \mathbf{0,01 \text{ N/mm}^2}$		
<b>18. Berekening van de spanning <math>\sigma_{ax}</math> t.g.v. temperatuurverschil</b>		
$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$ $\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$		
<b>19. Berekening van de spanningsverhogingsfactoren van de bocht</b>		
<p>Aangezien er geen bocht wordt toegepast volgt:</p> $i_x = 1, i_y = 0, i_{xp} = 1, i_{yp} = 0$		
<b>20. Toetsing op minimale ringstijfheid <math>S_N</math></b>		
$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 975 \cdot \frac{259,34}{145,4^3} = 0,0823 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,26 \text{ kN/m}^2}$ <p>Minimaal vereiste ringstijfheid = <b>2 kN/m<sup>2</sup></b></p>		
Adviesbureau Schrijvers: betrokken en deskundig.		01-07-2021 15:02:47

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©
<b>21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk</b>		
<p>Veiligheidsfactor <math>\gamma</math> voor langdurige onderdruk: <math>\gamma = 3</math></p> <p>Veiligheidsfactor <math>\gamma</math> voor kortdurende onderdruk: <math>\gamma = 1,5</math></p> $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 1,57 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 259,34}{145,40^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$ <p>Conclusie: Kans op implosie bij <b>28,12</b> m grondwater boven de leiding</p>		
<b>22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie</b>		
$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (3,80 + \frac{1}{2} \cdot 2,30) - 0,095 \cdot (1 - \sin(32,5^\circ)) \cdot (3,80 + \frac{1}{2} \cdot 2,30) + 0,048 \cdot 0,03) \cdot 72,70^3}{350 \cdot 259,34} = \mathbf{0,95 \text{ mm}} (= 0,65\%)$ <p>Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · <math>D_g = 0,08 \cdot 0,85 \cdot 145,40 = \mathbf{9,89 \text{ mm}}</math></p>		
<b>23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar)</b>		
<p>Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding</p> $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 4,03 = \mathbf{2,62 \text{ N/mm}^2}$ <p>Optredende spanningen in langsrichting van de leiding</p> $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 0,60 + 0,65 \cdot 0,01 + 1,56 = \mathbf{2,17 \text{ N/mm}^2}$ <p>Toelaatbare spanning = <math>\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,85 = \mathbf{6,80 \text{ N/mm}^2}</math></p>		
<b>24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)</b>		
<p>Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding</p> $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 2,03 = \mathbf{1,32 \text{ N/mm}^2}$ <p>Optredende spanningen in langsrichting van de leiding</p> $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 0,60 + 0,65 \cdot 0,01 + 1,56 = \mathbf{2,17 \text{ N/mm}^2}$ <p>Toelaatbare spanning = <math>\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,85 = \mathbf{6,80 \text{ N/mm}^2}</math></p>		
Adviesbureau Schrijvers: betrokken en deskundig.		01-07-2021 15:02:47