

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2022 1.3 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: B.16248 Te vervangen lagedruk gasleiding Noordschans 99 Klundert (Kruising WSW)		
Projectonderdeel	: Ø63mm PE100 SDR11		
Importatiefactor S	: 0,75		
<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>	= 63,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 5,8	mm
Geen bocht aanwezig			
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Gas	
Ontwerpdruk	p <sub>d</sub>	= 0,01	N/mm <sup>2</sup>
Volumieke massa medium	$\rho_{omg}$	= 0,833	kg/m <sup>3</sup>
Temperatuurverschil	$\Delta_t$	= 10	°
Expansie constante	$\kappa$	= 1,33	
<b>Aanleggegevens</b>			
Ligging: Evenwijdig aan een waterstaatswerk			
Zettingslengte	L	= 40.000	mm
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,0	m
Belastinghoek	$\alpha$	= 180	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 70	°
Uitvoeringszakkingverschil	f <sub>v</sub>	= 15	mm
Zettingsverschil	f <sub>z</sub>	= 25	mm
Klinkpercentage	$\mu$	= 0,1	%
Marstonfactor	f <sub>m</sub>	= 0,3	-
<b>Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone</b>			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H <sub>werk</sub>	= 5,14	m
		24-07-2023 10:07:24	

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.3 ©
--	------------------

**Grondmechanische gegevens**

Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	$\gamma_d$	= 16	kN/m <sup>3</sup>
Inwendige wrijvingshoek grond	$\phi$	= 17,5	°
Effectieve cohesie	$c'$	= 5	kN/m <sup>2</sup>
Ongedraineerde schuifsterkte	$c_u$	= 50	kN/m <sup>2</sup>
Minimale verticale beddingconstante	$k_{v,min}$	= 0,016	N/mm <sup>3</sup>
Gemiddelde verticale beddingconstante	$k_{v,gem}$	= 0,024	N/mm <sup>3</sup>
E-modulus ondergrond	$E_{100}$	= 2	MN/m <sup>2</sup>
Niet rekenen met horizontale steundruk			
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	
Vochtgehalte	w	= 5	%
Beschrijving van de sondering		CPT000000098649	

**Verkeersbelasting**

Grafiek II:	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 2022 1.3 ©	
<b>1. Eigenschappen van de leiding</b>			
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 51,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 57,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 63,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 31,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 25,70	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 28,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 430.644,04	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 13.671,24	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 16,26	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 5,61	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
<b>2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan</b>			
Voor gasleidingen geldt: $\Phi$ moet kleiner dan 600 zijn.			
$\Phi = \frac{(1,4\sqrt{p_a} \cdot v_1 \cdot D_i^2)^3}{(1,6 \cdot D_i + H)^2}$ $\Phi = \frac{(1,4\sqrt{0,10 \cdot 8 \cdot 0,05^2})^3}{(1,6 \cdot 0,05 + 1,0)^2} = 0,000000058$			
<b>3. Berekening van de veiligheidszone</b>			
$p_d = 0,01 \text{ N/mm}^2 = 10.000 \text{ Pa}$			
$p_{omg} = 0,1 \text{ N/mm}^2 = 100.000 \text{ Pa}$			
$p_0 = p_d + p_{omg} = 10.000 + 100.000 = 110.000 \text{ Pa}$ (absolute druk)			
$p^* = p_0 \cdot \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = 110.000 \cdot \left(\frac{2}{1,33+1}\right)^{\frac{1,33}{1,33-1}} = 59.440 \text{ Pa}$			
$p^* \leq p_{omg} \rightarrow u^* = 0 \text{ m/s}$			
$l = 0 \text{ N}$			
$G_B = 0 \text{ m}$			
$D_k = 0 \text{ m}$			
Opmerking: De formule voor de kritische uitstroomsnelheid $u^*$ is geldig zolang de absolute druk in de leiding groter is dan 1,85x de omgevingsdruk, dus bij een ontwerpdruk groter dan 0,85 bar. Als de ontwerpdruk kleiner is dan, of gelijk aan 0,85 bar, wordt $u^*$ verwaarloosbaar klein.			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} + G_B = 4 \cdot 5,14 + 0,00 = 20,56 \text{ m}$			
<b>4. Berekening van de spanningen <math>s_p</math> en <math>s_{pl}</math> t.g.v. inwendige druk</b>			
$D_g/d_n = 57,20/5,80 = 9,86 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow$ Dikwandige leiding			
$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$ $\sigma_p = \frac{31,50^2 + 25,70^2}{31,50^2 - 25,70^2} \cdot 0,01 = 0,05 \text{ N/mm}^2$			
$\sigma_{y1} = \sigma_p = 0,05 \text{ N/mm}^2$			
$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 0,05 = 0,02 \text{ N/mm}^2$			
Toelaatbare spanning = $\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = 6,00 \text{ N/mm}^2$			

1.3.7.0/03-2022/10-82625125-1

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.3 ©
--	------------------

**5. Berekening reroundingfactor  $f_{rr}$**

$$f_{rr} = 1 / \left( 1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_v}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left( 1 + \frac{2 \cdot 0,01 \cdot 28,6^3 \cdot 0,102}{975 \cdot 16,26} \right) = 1,00$$

**6. Berekening van de neutrale grondbelasting  $Q_n$**

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$$

$$q_n = 1,1 \cdot 16 \cdot 1,0 = 17,60 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o$$

$$Q_n = 17,60 \cdot 10^{-3} \cdot 63,0 = 1,11 \text{ N/mm}^1$$

**7. Berekening van de passieve grondbelasting  $Q_p$**

$$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d$$

$$\sigma_{vert} = \frac{16}{1,1} \cdot 1,0 = 14,55 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_{hor} = 14,55 \cdot (1 - \sin(17,5)) = 10,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$$

$$\sigma_o' = \frac{14,55 + 10,17}{2} = 12,36 \text{ kN/m}^2$$

$$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$p_f' = 12,36 \cdot (1 + \sin(17,5)) + 5 \cdot \cos(17,5) = 20,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\kappa = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\kappa = 1 - \sin(17,5) = 0,699$$

$$\nu = \frac{\kappa}{1 + \kappa}$$

$$\nu = \frac{0,699}{1 + 0,699} = 0,41$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

$$G = \frac{2}{2 \cdot (1 + 0,41)} = 0,42$$

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$Q = \frac{12,36 \cdot \sin(17,5) + 5 \cdot \cos(17,5)}{0,42 \cdot 10^3} = 0,020$$

$$p_{max}' = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{0,5 \cdot D_o^2}{0,5 \cdot D_o + H} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi)$$

$$p_{max}' = (20,84 + 17,5 \cdot \cot(5)) \cdot \left( \frac{0,5 \cdot 0,063^2}{0,5 \cdot 0,063 + 1,0} + 0,02 \right)^{\frac{-\sin 17,5}{1 + \sin 17,5}} - 5 \cdot \cot(17,5)$$

$$p_{max}' = \mathbf{73,46 \text{ kN/m}^2}$$

$$Q_p = p_{max}' \cdot D_o$$

$$Q_p = 73,46 \cdot 10^{-3} \cdot 63,0 = 4,63 \text{ N/mm}^1$$

1.3.7.0/03-2022/10-82625125-1

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

	24-07-2023 10:07:24
--	---------------------

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.3 ©
--	------------------

### 8. Berekening van de reële grondbelasting $Q_k$

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,8} = 2 \cdot (17,60/100)^{0,8} = 0,50 \text{ MN/m}^2$$

$$E_1 = E_{100, \text{norm}} / \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}$$

$$E_1 = 0,50 / \frac{1 - 0,41 - 2 \cdot 0,41^2}{1 - 0,41} = 1,17 \text{ MN/m}^2$$

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

$$z_{\text{max}} = 0,25 \cdot \frac{0,063}{1,17^{1,5} \cdot \sqrt{1,0/0,063}} = 0,0031 \text{ m}$$

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

$$q_k = 17,60 + \frac{\frac{0,1 \cdot 0,063}{0,0031} \cdot (73,46 - 17,60)}{1 + \frac{73,46 - 17,60}{0,0031 \cdot 0,0160 \cdot 10^6}} = 70,93 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = q_k \cdot D_o$$

$$Q_k = 70,93 \cdot 10^{-3} \cdot 63,0 = 4,47 \text{ N/mm}^1$$

### 9. Berekening van de verkeersbelasting $Q_v$ volgens Grafiek II NEN 3650-1:C.17

Niet rekenen met ontlastende invloed

$$q_v = 38,71 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = q_v \cdot D_o$$

$$Q_v = 38,71 \cdot 10^{-3} \cdot 63,0 = 2,44 \text{ N/mm}^1$$

### 10. Berekening van de stijfheidsverhouding grond/leiding $\lambda$

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

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{63,0 \cdot 0,024}{4 \cdot 975 \cdot 430.644,04}} = 0,0055 \text{ mm}^{-1}$$

### 11. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar)

Zettingslengte  $L = 40.000 \text{ mm}$

$$\lambda \cdot L = 0,0055 \cdot 40.000 = 219,10$$

$i = 0,991$  (= 99,1 % inklemming)

$B_z = 0,0000000402$  (volgens NEN 3651 - 8.5.2.4 tabel 5)

$$Q_z = B_z \cdot f_v \cdot D_o \cdot k_{v, \text{gem}}$$

$$Q_z = 0,0000000402 \cdot 15 \cdot 63,0 \cdot 0,024 = 0,00000091 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0,00000091 \cdot 0,0055 \cdot 40.000 \cdot \left(0,991 + \frac{0,991 \cdot 0,0055 \cdot 40.000}{6}\right) = 0,01 \text{ N/mm}^1$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.3 ©
--	------------------

### 12. Berekening van de indirect overgedragen bovenbelasting (na 2 jaar)

$$Q_z = B_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot D_o \cdot k_{v,gem}$$

$$Q_z = 0,0000000402 \cdot (15 + 2,0 \cdot 25) \cdot 63,0 \cdot 0,024 = 0,00000039 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_d = Q_z \cdot \lambda \cdot L \cdot \left(i + \frac{i \cdot \lambda \cdot L}{6}\right)$$

$$Q_d = 0,00000039 \cdot 0,0055 \cdot 40.000 \cdot \left(0,991 + \frac{0,991 \cdot 0,0055 \cdot 40.000}{6}\right) = 0,03 \text{ N/mm}^1$$

### 13. Berekening evenwichtsdraagvermogen en controle met bovenbelastingen

*Berekening evenwichtsdraagvermogen*

$$B = D_o = 0,06 \text{ m}$$

$$B/L = 0,1$$

$$Z = h + D_o / 2 = 1,00 + 0,06 / 2 = 1,03 \text{ m}$$

$$S_c = 0,2 \cdot B/L = 0,02$$

$$d_c = 0,4 \cdot \tan^{-1}(Z/B) = 0,4 \cdot \tan^{-1}(1,03/0,06) = 0,60$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot c_u \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + S_c + d_c)$$

$$P_{we} = 0,85 \cdot 50 \cdot (\pi + 2) \cdot (1 + 0,02 + 0,60)$$

$$P_{we} = 354,85 \text{ kN/m}^2 = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{weD_o} = P_{we} \cdot D_o = 0,35 \cdot 63,00 = 22,36 \text{ N/mm}^1$$

*Controle bovenbelastingen met evenwichtsdraagvermogen*

Situatie 1 <sup>e</sup> en 2 <sup>e</sup> jaar	Conclusie:	Situatie na 2 jaar	Conclusie:
$Q_k = 4,47 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van $Q_d$ nodig	$Q_n = 1,11 \text{ N/mm}^1$	Geen aanpassing van $Q_d$ nodig
$Q_v = 2,44 \text{ N/mm}^1$		$Q_v = 2,44 \text{ N/mm}^1$	
$Q_d = 0,01 \text{ N/mm}^1 +$		$Q_d = 0,03 \text{ N/mm}^1 +$	
$\Sigma = 6,91 \text{ N/mm}^1$		$\Sigma = 3,58 \text{ N/mm}^1$	

### 14. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar)

*Moment t.g.v.  $Q_k$  en  $Q_v$*

$$M_q = K_b \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,177 \cdot (4,47 + 2,44) \cdot 28,60$$

$$M_q = 34,97 \text{ Nmm/mm}^1$$

*Moment t.g.v.  $Q_d$*

$$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,122 \cdot 0,01 \cdot 28,60$$

$$M_{qd} = 0,03 \text{ Nmm/mm}^1$$

*Spanning t.g.v.  $M_q$  en  $M_{qd}$*

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (34,97 + 0,03) / 5,61 = 6,22 \text{ N/mm}^2$$

### 15. Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (na 2 jaar)

*Moment t.g.v.  $Q_n$  en  $Q_v$*

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$$

$$M_q = 0,177 \cdot (1,11 + 2,44) \cdot 28,60$$

$$M_q = 17,96 \text{ Nmm/mm}^1$$

*Moment t.g.v.  $Q_d$*

$$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$$

$$M_{qd} = 0,122 \cdot 0,03 \cdot 28,60$$

$$M_{qd} = 0,11 \text{ Nmm/mm}^1$$

*Spanning t.g.v.  $M_q$  en  $M_{qd}$*

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$$

$$\sigma_q = 1,00 \cdot (17,96 + 0,11) / 5,61 = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.3 ©
<b>16. Berekening van de spanning <math>\sigma_{bx}</math> t.g.v. uitvoeringszakkingverschil <math>f_v</math></b>	
$\sigma_{bx} = C_z \cdot f_v \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,000254 \cdot 15 \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,024}{5,8}} = \mathbf{0,01 \text{ N/mm}^2}$	
<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>	
$\sigma_{bx} = C_z \cdot (f_v + 2,0 \cdot f_z) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k_{v,gem}}{d_n}}$ $\sigma_{bx} = 0,000254 \cdot (15 + 2,0 \cdot 25) \cdot \sqrt{\frac{975 \cdot 0,024}{5,8}} = \mathbf{0,03 \text{ N/mm}^2}$	
<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>	
$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 975 \cdot \frac{16,26}{57,2^3} = 0,0847 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{84,71 \text{ kN/m}^2}$ <p>Minimaal vereiste ringstijfheid = <b>2 kN/m<sup>2</sup></b></p>	
<b>21. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk</b>	
<p>Veiligheidsfactor <math>\gamma</math> voor langdurige onderdruk: <math>\gamma = 3</math>          Veiligheidsfactor <math>\gamma</math> voor kortdurende onderdruk: <math>\gamma = 1,5</math></p> $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 16,26}{57,20^3} = 1,61 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 16,26}{57,20^3} = 0,29 \text{ N/mm}^2$ <p>Conclusie: Kans op implosie bij <b>28,96</b> m grondwater boven de leiding</p>	
<b>22. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie</b>	
$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (1,11 + \frac{1}{2} \cdot 2,44) - 0,095 \cdot (1 - \sin(17,5^\circ)) \cdot (1,11 + \frac{1}{2} \cdot 2,44) + 0,048 \cdot 0,03) \cdot 28,60^3}{350 \cdot 16,26} = \mathbf{0,22 \text{ mm} (= 0,39\%)}$ <p>Toelaatbare deflectie = 8% · importantiefactor S · <math>D_g = 0,08 \cdot 0,75 \cdot 57,20 = \mathbf{3,43 \text{ mm}}</math></p>	
	24-07-2023 10:07:24

1.3.7.0/03-2022/10-82625125-1

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Sterkteberekening van een leiding in open sleuf conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.3 ©
--	------------------

**23. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaar)**

<p>Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding</p> $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 6,22 = \mathbf{4,04 \text{ N/mm}^2}$ <p>Optredende spanningen in langsrichting van de leiding</p> $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 0,02 + 0,65 \cdot 0,01 + 1,56 = \mathbf{1,58 \text{ N/mm}^2}$ <p>Toelaatbare spanning = <math>\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}</math></p>
---

**24. Berekening van het totaal aan optredende spanningen (na 2 jaar)**

<p>Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding</p> $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 0,65 \cdot 3,21 = \mathbf{2,09 \text{ N/mm}^2}$ <p>Optredende spanningen in langsrichting van de leiding</p> $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx} + \sigma_{ax}$ $\sigma_x = 0,02 + 0,65 \cdot 0,03 + 1,56 = \mathbf{1,60 \text{ N/mm}^2}$ <p>Toelaatbare spanning = <math>\bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 0,75 = \mathbf{6,00 \text{ N/mm}^2}</math></p>
---