



Sterkteberekening van een doorpersing conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2016 1.4 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Saneren AC leidingen Wellerlooij Rijksweg N271		
Projectonderdeel	: Mantelbuis t.b.v. Nodulair gietijzer		
Importatiefactor S	: 1		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	Staal		
Kwaliteit:	EN 10208 L245		
Rekgrens van het materiaal bij 20°C	Re	= 245	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E	= 205800	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= $1,2 \cdot 10^{-5}$	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 1	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 15	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D_e	= 323,90	mm
Wanddikte	d_n	= 5,6	mm
Minimale wanddikte	d	= 5,6	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Verheeld			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort	= Zand		
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 18	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	φ	= 32,5	°
Rekenen met horizontale steundruk			
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Verkeersbelasting			
Grafiek I:	Fatigue Load Model 3		
Rekenen met ontlastende invloed wegdek:	Drielaag structuur		
Dikte deklaag	H_1	= 200	mm
Dikte fundering	H_2	= 250	mm
Elast. mod. deklaag	E_1	= 500	MPa
Elast. mod. fundering	E_2	= 1500	MPa
Elast. mod. ondergrond	E_3	= 100	MPa



Sterkteberekening van een doorpersing conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2016 1.4 ©	
1. Eigenschappen van de leiding			
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 312,70	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 318,30	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 323,90	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 161,95	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 156,35	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 159,15	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 70.940.171,65	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 438.037,49	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 14,63	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 5,23	mm ³ /mm ¹
2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan			
Leiding is drukloos: Controle is niet mogelijk.			
3. Berekening van de veiligheidszone			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 0,00 = 0,00$ m			
4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk			
Leiding is drukloos: $\sigma_p = 0,00$ N/mm ²			
5. Berekening reroundingfactor f_{rr}			
Leiding is drukloos: $f_{rr} = 1,00$			
6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n			
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$			
$q_n = 1,1 \cdot 18 \cdot 1 = 19,80$ kN/m ²			
$Q_n = q_n \cdot D_o$			
$Q_n = 19,80 \cdot 10^{-3} \cdot 323,9 = 6,41$ N/mm ¹			
7. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17			
Ontlastende invloed t.g.v. wegdek: Drielagen structuur			
$H_{1eq} = 0,9 \cdot H_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_3}} = 0,9 \cdot 200 \cdot \sqrt[3]{\frac{500}{100}} = 307,80$ mm			
$H_{2eq} = 0,9 \cdot H_2 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_3}} = 0,9 \cdot 250 \cdot \sqrt[3]{\frac{1500}{100}} = 554,90$ mm			
Fictieve dekkingshoogte: $H_{eq} = H_{1eq} + H_{2eq} + H - H_1 - H_2$			
$H_{eq} = 307,80 + 554,90 + 1000 - 200 - 250 = 1.412,69$ mm = 1,41 m			
Gelet op de fictieve dekkingshoogte volgt: $q_v = 35,53$ kN/m ²			
$Q_v = q_v \cdot D_o$			
$Q_v = 35,53 \cdot 10^{-3} \cdot 323,9 = 11,51$ N/mm ¹			



Sterkteberekening van een doorpersing conform NEN 3650/3651:2012	Sigma 2016 1.4 ©
8. Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen	
<p><i>Moment t.g.v. Q_n en Q_v</i></p> $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$ $M_q = 0,138 \cdot (6,41 + 11,51) \cdot 159,15 - 0,143 \cdot (1 - \sin(32,5^\circ)) \cdot \sin(1/2 \cdot 120^\circ) \cdot (6,41 + 11,51) \cdot 159,15$ $M_q = 230,17 \text{ Nmm/mm}^1$ <p><i>Spanning t.g.v. M_q</i></p> $\sigma_q = f_{rr} \cdot M_q / W_w$ $\sigma_q = 1,00 \cdot 230,17 / 5,23 = \mathbf{44,04 \text{ N/mm}^2}$	
9. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil	
<p>Leiding is drukloos</p> $\sigma_{ax} = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$	
10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N	
$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 205800 \cdot \frac{14,63}{318,3^3} = 0,0934 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{93,39 \text{ kN/m}^2}$ <p>Minimaal vereiste ringstijfheid = $\mathbf{0 \text{ kN/m}^2}$</p>	
11. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk	
<p>Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$</p> <p>Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$</p> $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \frac{24 \cdot 205.800,00 \cdot 14,63}{318,30^3} = 1,64 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \frac{24 \cdot 205.800,00 \cdot 14,63}{318,30^3} = 0,82 \text{ N/mm}^2$ <p>Conclusie: Kans op implosie bij 82,10 m grondwater boven de leiding</p>	
12. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie	
$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (6,41 + 11,51) - 0,083 \cdot (1 - \sin(32,5^\circ)) \cdot (6,41 + 11,51) + 0,048 \cdot 0,00) \cdot 159,15^3}{205800 \cdot 14,63} = \mathbf{1,21 \text{ mm} (= 0,38\%)}$ <p>Toelaatbare deflectie = 15% · importantiefactor S · $D_g = 0,15 \cdot 1 \cdot 318,30 = \mathbf{47,75 \text{ mm}}$</p>	
1.4.0.0/07-2016/	06-02-2017 21:00:13

**13. Berekening van het totaal aan optredende spanningen**

Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

$$\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_{y2} = 1 \cdot 44,04 = \mathbf{44,04} \text{ N/mm}^2$$

Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

$$\sigma_x = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_{bx}$$

$$\sigma_x = 1 \cdot 0,00 = \mathbf{0,00} \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = 0,8 \cdot Re \cdot S = 0,8 \cdot 245 \cdot 1,00 = \mathbf{196,00} \text{ N/mm}^2$$