

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: Enexis HDD's 'Eiland van Bergen'		
Projectonderdeel	: HDD5 Kampweg 1x ø250 sdr11 + 1x ø160 sdr11 + 1x ø110 sdr11 + 1x ø63 sdr11		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm ²
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
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	$\alpha_g = 16,0 \cdot 10^{-5}$		mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma = 0,65$		-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L = 9,55$		kN/m ³
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8$		%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e = 250,00		mm
Wanddikte	d _n = 22,8		mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Gas	
Ontwerpdruk	p _d = 0,8		N/mm ²
Temperatuurverschil	$\Delta t = 10,0$		°
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m = 11,5$		kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y = 15$		Pa
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang			
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g = 150		mm
Diameter boorstang	D _b = 63		mm
Totale lengte	L = 137,86		m
Lengte 1e rechte deel	L ₁ = 34,43		m
Lengte neergaande bocht	L ₂ = 13,96		m
Lengte 2e rechte deel	L ₃ = 43,84		m
Lengte opgaande bocht	L ₄ = 13,96		m
Lengte 3e rechte deel	L ₅ = 31,67		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r = 50,00		m
Straal neergaande bocht	R ₁ = 50,00		m
Straal opgaande bocht	R ₂ = 50,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 16,00 / 28,67$		° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2 = 16,00 / 28,67$		° / %
Belastinghoek	$\alpha = 30$		°
Ondersteuningshoek	$\beta = 30$		°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma = 120$		°
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma = 1,1$		
Totaalfactor bij boring met bundels	f = 1,8		
Belastingfactor	f _{k,b} = 1,1		
Belastingfactor	f _{k,o} = 1,4		
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁ = 0,1		
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂ = 0,00005		N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃ = 0,2		
2018-001 Enexis HDD's 'Eiland van Bergen'		08-03-2018 11:28:35	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
1	10,40	2,90	2,54	Zand	18,90	21,00	35,00
2	20,75	6,00	2,76	Zand	18,77	20,84	35,00
B	33,89	10,10	3,14	Zand	18,51	20,93	35,00
C	40,24	12,40	3,53	Zand	18,31	20,89	35,00
3	47,68	12,80	3,91	Zand	18,28	20,89	35,00
4	57,69	13,40	4,45	Zand	18,22	20,89	35,00
5	66,68	13,40	4,45	Zand	18,50	20,89	35,00
6	71,36	12,10	3,16	Zand	18,45	20,89	35,00
D	92,23	11,40	2,51	Zand	18,89	20,89	35,00
E	106,19	9,00	2,02	Zand	19,48	20,93	35,00
7	117,06	5,80	1,77	Zand	19,67	20,87	35,00
8	127,47	2,90	1,79	Zand	17,15	19,83	35,00

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
2	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
B	Homogeen (zand)	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
C	Homogeen (zand)	✓	0,0270	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
3	Homogeen (zand)	✓	0,0270	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
4	Homogeen (zand)	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
5	Homogeen (zand)	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
6	Homogeen (zand)	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
D	Homogeen (zand)	✓	0,0270	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
E	Homogeen (zand)	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
7	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
8	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II

1. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	G [MN/m ²]
1	2,90	46,91	20,01	33,46	52,65	28,85
2	6,00	76,08	32,44	54,26	85,38	28,85
B	10,10	115,67	49,32	82,50	129,81	28,85
C	12,40	138,51	59,06	98,79	155,45	28,85
3	12,80	144,91	61,79	103,35	162,63	28,85
4	13,40	154,18	65,74	109,96	173,03	28,85
5	13,40	155,31	66,23	110,77	174,30	28,85
6	12,10	133,38	56,88	95,13	149,69	28,85
D	11,40	123,03	52,46	87,75	138,08	28,85
E	9,00	98,78	42,12	70,45	110,86	28,85
7	5,80	67,81	28,92	48,36	76,10	28,85
8	2,90	36,82	15,70	26,26	41,32	28,85

$$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

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

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

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

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

Locatie	Q [-]	$R_{p,max}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δ_p [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
1	0,00067	0,92	0,0036	0,004061	0,01	0,76
2	0,0011	0,72	0,0324	0,03655	0,01	1,06
B	0,0016	0,59	0,0696	0,07852	0,02	1,41
C	0,0020	0,54	0,0887	0,1001	0,03	1,60
3	0,0021	0,52	0,0889	0,1003	0,03	1,64
4	0,0022	0,51	0,0895	0,1010	0,04	1,70
5	0,0022	0,51	0,0895	0,1010	0,05	1,71
6	0,0019	0,55	0,0894	0,1009	0,05	1,56
D	0,0017	0,57	0,0889	0,1003	0,06	1,49
E	0,0014	0,63	0,0698	0,07874	0,07	1,29
7	0,00096	0,76	0,0403	0,04546	0,08	1,00
8	0,00052	1,04	0,0111	0,01252	0,09	0,66

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

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \epsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

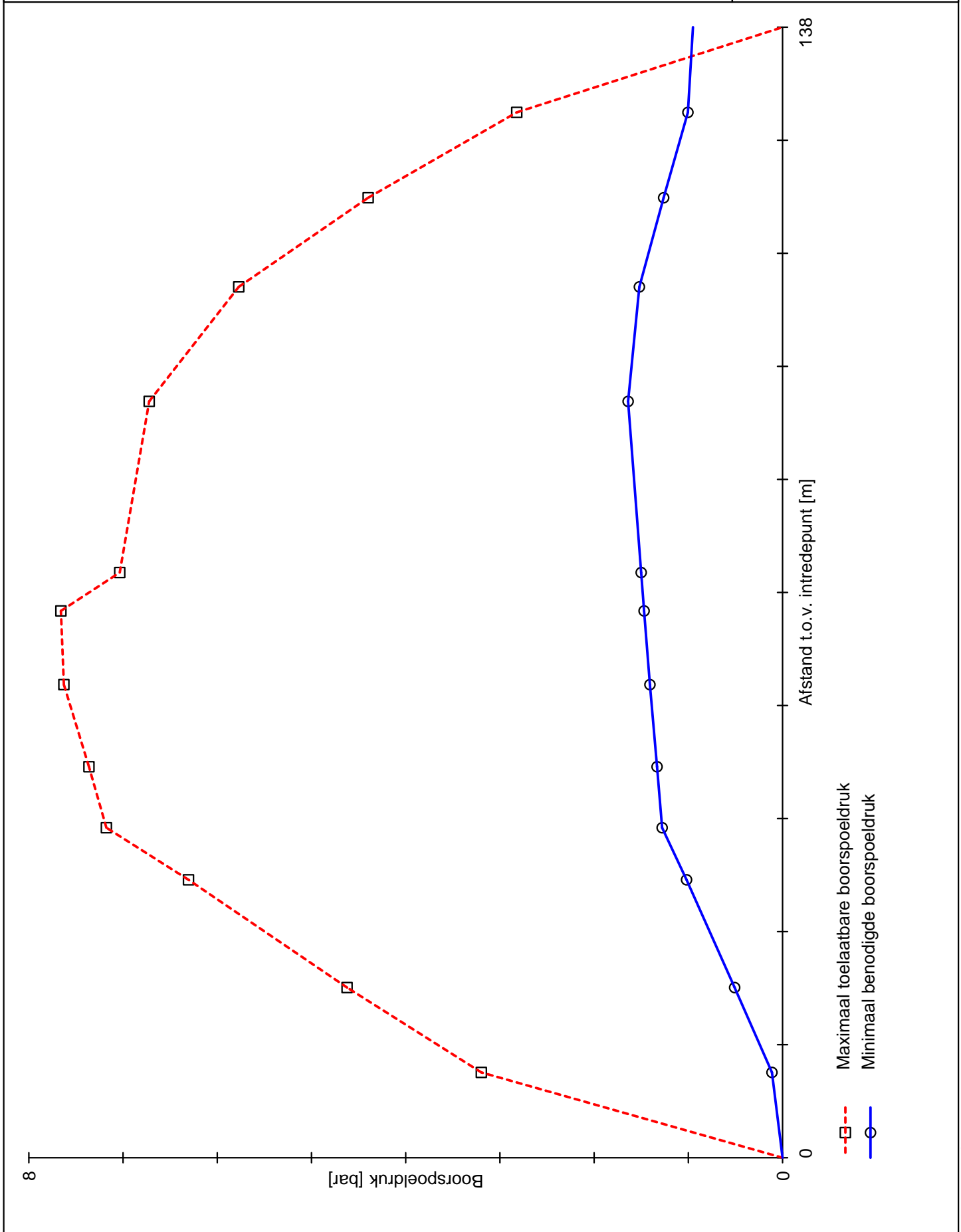
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

$$p_{lim} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

Locatie	p_{\max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	p_{\max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
1	319,71	685,07	11,23	3,20	6,85	0,11
2	462,20	956,21	50,86	4,62	9,56	0,51
B	630,51	1.272,49	101,89	6,31	12,72	1,02
C	717,67	1.436,48	127,82	7,18	14,36	1,28
3	736,18	1.476,15	133,18	7,36	14,76	1,33
4	762,80	1.532,81	140,76	7,63	15,33	1,41
5	765,94	1.539,59	146,96	7,66	15,40	1,47
6	703,47	1.404,97	150,07	7,03	14,05	1,50
D	672,25	1.338,26	163,90	6,72	13,38	1,64
E	577,19	1.157,23	151,98	5,77	11,57	1,52
7	439,80	897,96	126,20	4,40	8,98	1,26
8	282,09	594,50	100,43	2,82	5,95	1,00

$$p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,\max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{\min} = p_{st} + \Delta p$$



1.0.0.0/01-2018/10-10243268