

## HDD PE100 sdr 11

Opdrachtgever VGB NL  
Project HDD PE100 sdr 11  
Datum 18-apr-07

**Pottuijt Pipeline Consulting**

Sportlaan 16

1185 TC Amstelveen

T + 020 441 55 62

F+ 084 83 85 706

Email Bart.pottuijt@hetnet.nl

Website [www.ppcleidingadvies.nl](http://www.ppcleidingadvies.nl)

kvknr. 34 27 11 94

## Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Belangrijkste conclusies	4
2.1 Toelaatbare spanning	5
2.2 Toets op deflectie	5
2.3 Toetsing op implosie	5
3. Uitgangspunten	6
3.1 Leidinggegevens	6
3.2 Grondgegevens	6
3.3 Ontwerpgegevens	6
4. Sterkteberekening	8
4.1 Projectgegevens	9
4.2 Grondgegevens (belastingen)	11
4.3 Toets spanning bedrijfsfase	12
4.4 Toets spanning intrekfase maaiveld/ boorgat	17
4.5 Toelaatbare boorspoeldruk	19
4.6 Toetsing op ringstijfheid, implosie en deflectie	20
4.7 Uitwerking bepaling spanning t.g.v. druk & temperatuur	21
4.8 Uitwerking bepaling verkeersbelasting	22
4.9 Uitwerking bepaling spanning t.g.v. grondbelasting	23
Bijlage 1 Grondrapport	
Bijlage 2 Tekening(en)	

## 1. Inleiding

De in dit rapport opgenomen berekening is gemaakt voor VGB NL. Momenteel zijn zij doende met de voorbereiding voor de uitvoering van een horizontaal gestuurde boring. Bij deze boring wordt een leiding aangebracht met een buismateriaal/ kwaliteit van PE 100 sdr 11.

Om aan te tonen dat de leiding voldoet qua sterkte en deflectie is de leiding middels een sterkteberekening getoetst aan de NEN- normen 3650 en 3651.

Uitgaande van de verhouding  $H3 * Di5$  valt de leiding volgens de NEN-normen in de categorie "Vereenvoudigde sterkteberekening". In tegenstelling tot een uitgebreide sterkteberekening wordt bij een vereenvoudigde sterkteberekening een conservatiever beeld van de realiteit benaderd. Dit betekent in het algemeen dat met name het spanningsbeeld in langsricting minder nauwkeurig wordt bepaald. De uitkomsten van dergelijke berekeningen zijn in het algemeen ongunstiger dan bij uitgebreide berekeningen. In de praktijk betekent dit dat men minder snel kan volstaan met een bepaalde wanddikte en of buiskwaliteit.

In onderliggend rapport wordt een korte samenvatting gegeven van de gemaakte berekening. Hierbij komen de belangrijkste conclusies en uitgangspunten aanbod.

## 2. Belangrijkste conclusies

### 2.1 Toelaatbare spanning

De maximaal optredende spanning zijn bepaald voor de fases "intrekken leiding spanning op maaiveld", "intrekken leiding spanning in boorgat" en "bedrijfsfase spanning".

De spanning uit de verschillende fase zijn getest aan de maximaal toelaatbare spanning geldend voor het gekozen leiding materiaal/ kwaliteit.

#### **Toets spanning "intrekken leiding spanning op maaiveld"**

Maximaal optredende spanning in N/mm<sup>2</sup> op maaiveld tijdens intrekken: 1,17 N/mm<sup>2</sup>

De maximale toelaatbare korte duur spanning voor PE 100 sdr 11 bedraagt: 10,00 N/mm<sup>2</sup>

#### **Conclusie**

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding tijdens het intrekken voor deze fase voldoet.

#### **Toets spanning "intrekken leiding spanning in boorgat"**

Maximaal optredende spanning in N/mm<sup>2</sup> in boorgat tijdens intrekken: 4,56 N/mm<sup>2</sup>

De maximale toelaatbare korte duur spanning voor PE 100 sdr 11 bedraagt: 10,00 N/mm<sup>2</sup>

#### **Conclusie**

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding in langsrichting voor deze fase voldoet.

#### **Toets spanning "bedrijfsfase spanning"**

Voor de gebruiksfase zijn zowel de spanningen in langsrichting als in omtreksrichting bepaald en gecontroleerd aan de maximaal toelaatbare spanning.

Maximaal optredende spanning in langsrichting tijdens bedrijfsfase: 0,72 N/mm<sup>2</sup>

De maximale toelaatbare korte duur spanning voor PE 100 sdr 11 bedraagt:  
(geldend in langsrichting)

Toetl. 8 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma$  8,00

schadefactor 1 standaard bij hdd

#### **Conclusie**

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding in langsrichting voor deze fase voldoet.

Maximaal optredende spanning in omtreksrichting tijdens bedrijfsfase: 2,37 N/mm<sup>2</sup>

De maximale toelaatbare korte duur spanning voor PE 100 sdr 11 bedraagt:  
(geldend in omtreksrichting)

Toetl. Spanning =  $\sigma$  \* schadefactor 8 n/mm<sup>2</sup>

$\sigma$  8 n/mm<sup>2</sup>

schadefactor 1 standaard bij hdd

#### **Conclusie**

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding in omtreksrichting voor deze fase voldoet.

## 2.2 Toets op deflectie

De direct aan de ondergrond overgedragen bovenbelasting veroorzaakt een vervorming van de buis. Deze vervorming wordt deflectie genoemd. Naarmate de buis stijver is zal deze deflectie kleiner zijn.

Voor de gekozen leidingmateriaal geldt dat er een toets op deflectie gedaan moet worden (leidingmateriaal niet-staal).

Maximaal optredende deflectie van drukloze leiding 1,33 mm

Toelaatbare deflectie voor leiding 6,00 mm

### **Conclusie**

Voor de gekozen leiding geldt dat deze in een drukloze situatie voldoet op het vlak van deflectie.

## 2.3 Toetsing op implosie

Kunstofleidingen moeten indien er sprake kan zijn van inwendige onderdruk of uitwendige overdruk (grondwater op drukloze buis) op implosie worden beschouwd. Met implosie wordt de radiale elastische instabiliteit bedoeld.

Voor het gekozen leidingmateriaal geldt dat er getoetst moet worden op implosie.

Bij de toetsing op implosie blijkt dat indien de grondwaterkolom boven de buis meer dan 23,83 m bedraagt, er sprake is van implosiegevaar.

### **Conclusie**

Aangezien de aanwezige grondwaterkolom boven de buis kleiner is, is de kans op het optreden van implosie verwaarloosbaar klein.

De maximale grondwaterkolom boven de leiding betreft namelijk 12,46 m.

## 2.4 Toetsing op minimale ringstijfheid

Bij dunwandige kunstofleiding is het conform de NEN noodzakelijk te toetsen op de minimale ringstijfheid van de toe te passen buis. De toets staat in verband met de toets op deflectie en heeft als doel het voorkomen van een te grote buisdeflectie door rectangularisatie.

De minimaal benodigde ringstijfheid is afhankelijk van het gekozen leidingmateriaal, in dit geval betreft de minimaal benodigde ringstijfheid: 0,50 kN.m<sup>2</sup> (PE 100 sdr 11)

De berekende ringstijfheid van de leiding betreft: 100,09 kN/m<sup>2</sup>

### **Conclusie**

Voor de gekozen leiding geldt dat deze voldoet op het vlak van ringstijfheid.

### 3 Uitgangspunten

#### 3.1 Leidinggegevens

Binnen dit project wordt een leiding toegepast van het materiaal: Polyetheen PE 100  
 met een materiaalkwaliteit: PE 100 sdr 11

De diameter is aangehouden op 75 mm en de wanddikte bedraagt 6,8 mm

#### 3.2 Grondgegevens

Gelet op de geografische ligging van het projectgebied en de aangeleverde grondgegevens volgens bijlage 1, zijn de volgende grondsoorten aangehouden:

tracé deel	boven leiding	onder leiding
deel 1 recht deel neergaand	klei	klei
bocht 1 neergaande bocht	klei	klei
deel 2 recht deel	klei	klei
bocht 2 opgaande bocht	klei	klei
deel 3 recht deel opgaand	klei	klei

#### 3.3 Ontwerpgegevens

##### *Druk*

Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met een inwendige druk van maximaal 0 n/mm<sup>2</sup>,  
 = 0 bar.

##### *Temperatuur*

Als temperatuursvariatie is bij de berekeningen aangehouden: 0 °C

##### *Verkeer*

Bij de berekening is er op de verschillende tracé gedeelte rekening gehouden met de volgende verkeersklasse (grafiek load models).

tracé deel	boven leiding
deel 1 recht deel neergaand	grafiek2
bocht 1 neergaande bocht	grafiek2
deel 2 recht deel	grafiek2
bocht 2 opgaande bocht	geen verkeer
deel 3 recht deel opgaand	grafiek2

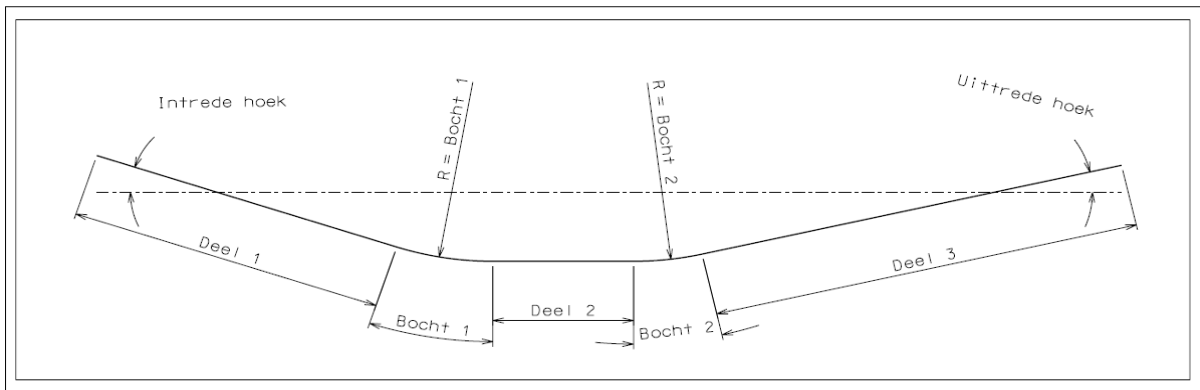
##### *Schadefactor*

De schadefactor is voor alle berekeningen vastgesteld op 1 standaard bij hdd

**Boorprofiel**

Het bij de berekening aangehouden boorprofiel is afgeleid uit de tekening in bijlage 2.

Intredehoek (horizontale vlak)	15	grd				
Uitredehoek (verticaal vlak)	15	grd				
Neergaande rechtstand in horizontale vlak	32	m			<i>deel 1 recht deel neergaand</i>	
Neergaande boogstraal in horizontaal vlak R	50	m	lengte	13	m	<i>bocht 1 neergaande bocht</i>
Rechtstand in horizontale vlak (tussen op- gaande en neergaande boogstralen)	104	m				
Opgaande boogstraal in horizontaal vlak R	50	m	lengte	13	m	<i>deel 2 recht deel bocht 2 opgaande bocht</i>
Opgaande rechtstand in horizontale vlak van	30	m			<i>deel 3 recht deel opgaand</i>	



## 4. Berekening

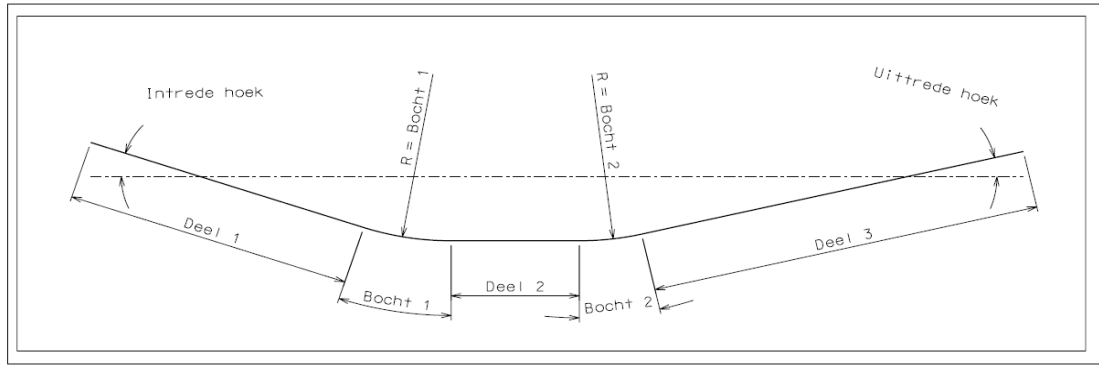
### 4.1 Projectgegevens

**Opdrachtgever** VGB NL  
**Project:** HDD PE100 sdr 11

**Materiaal** PE 100 sdr 11  
**Afmetingen van de leidingen**  
Uitwendige middellijn 75,00 De  
Wanddikte 6,82 dn  
Dikte bekleding 0,00 e

**Schadefactor** 1 standaard bij hdd  
**Procescondities**  
Soortleiding (gas/ vloeistof/ drukloos)  
Ontwerpdruk 0 N/mm2  
Volumiekemassa vloeistof 1000 kg/m3  
Temp verschil medium/ omgeving 0 C°

Boorprofiel HDD



#### HDD gegevens

**Situatie HDD**  
enkele buis  
Vulling/ extra gewicht intrekken  
Vulling op rollenbaan 0 n/mm1  
Vulling in boorgat 0 n/mm1

**Leiding uitlegt op:**  
maaiveld

**Boorgat**  
Soortelijk gewicht boorvloeistof 11,5 kN/m3  
Percentage omtrekbus in aanraking boorgatwand 100 %  
Wrijvingscoëfficiënt boorvloeistof/leiding 0,00005 f2  
Wrijvingscoëfficiënt boorgangwand/leiding 0,2 f3  
Diameter ruimer 150 mm

boogstraal uitgelegde leiding 100 m

#### Boorprofiel gegevens

	deel 1 recht deel neergaan nd	bocht 1 neergaan nde bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaan de bocht	deel 3 recht deel opgaan g	TOTAAL
Lengte deel	m	32	13	104	30	192
Boogstraal	m	R1 =	50	R2 =	50	
Intrede hoek	grd	15	nvt	nvt	nvt	
Uitrede hoek	grd	nvt	nvt	nvt	15	

#### Aanleggegevens

Grondsoort onder leiding	klei	klei	klei	klei	klei
Grondsoort boven leiding	klei	klei	klei	klei	klei
horizontale steundruk	ja	ja	ja	ja	ja
Z leidingas t.o.v. NAP	mm -8396	-10100	-13500	-9500	-5100
Z maaiveld t.o.v. NAP	mm 0	0	0	0	0
Z GWS t.o.v. NAP	mm -500	-500	-1000	-600	-600
Dekking	mm 8359	10063	13463	9463	5063
Opleg hoekleiding	grd 120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Belasting hoek grondkolom	grd 180,00	180,00	180,00	180,00	180,00

#### Verkeersklasse (grafiek)

Verkeersbelasting	N/mm2	grafiek2 2,69	grafiek2 0,02	grafiek2 0,02	geen verkeer 0,00	grafiek2 10,03
Gegevens deklaag (indien van toep.)						
Soort deklaag		klinkers	klinkers	klinkers	geen deklaag aanwezig	klinkers
Deklaag dikte	mm	80,00	80,00	80,00	0,00	80,00
E-modulus deklaag	N/mm2	500,00	500,00	500,00	1,00	500,00
Gegevens fundering (indien van toep.)						
Soort fundering		geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig
Fundering dikte	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E-modulus fundering	N/mm2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gegevens grond						
E-modulus grond	N/mm2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Fictieve dekkingshoogte: Heq	mm	8294,01	9998,01	13398,01	9462,50	4998,01

#### 1. Eigenschappen van de leiding

			PE 100 sdr 11			
Inwendige middellijn	61,36	mm	$D_i = D_e - 2 * dn$	Lange-duurteksterkte	10,00	N/mm2 MRS
Gemiddelde middellijn	68,18	mm	$D_g = (D_e + D_i) / 2$	Materiaalfactor	1,25	°_M
Uitw. middellijn+bekleding	75,00	mm	$D_o = D_e + 2 * e$	Toel. langeduur spanning tang	8,00	N/mm2 σ
Uitwendige straal	37,50	mm	$r_u = D_e / 2$	Toel. langeduur spanning axiaal	8,00	N/mm2 σ
Inwendige straal	30,68	mm	$r_i = D_i / 2$	Elasticiteitsmodulus korte duur tang	1200,00	N/mm2 E
Gemiddelde straal	34,09	mm	$r_g = (r_u + r_i) / 2$	Elasticiteitsmodulus korte duur axiaal	1200,00	N/mm2 E
Traagheidsmoment buis	857312,48	mm4	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) * π / 64$	Elasticiteitsmodulus lange duur	300,00	N/mm2 E'
Weerstandsmoment buis	22861,67	mm3	$W_b = I_b / r_u$	Lineaire uitzettingscoëfficiënt	0,000130	(mm/mm).K-1 ag
Wandtraagheidsmoment	26,43	mm4/mm1	$I_w = dn^3 / 12$	Alfa Tangentieel	0,65	aT
Wandweerstandsmoment	7,75	mm3/mm1	$W_w = dn^2 / 6$	Alfa Axiaal	0,65	aA
Oppervlakte leiding	1460,80	mm2		Constante van Poisson	0,40	v
Gewicht leiding	0,0140	N/mm1		Soortelijk gewicht leiding	9,55	kN/m3



## 4.2 Grondgegevens (belastingen)

Project: HDD PE100 sdr 11

Berekening grondparameters NEN 3650-1:2003

Gemiddelde waarden zonder partiële factoren

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaand e bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
<b>Aanleggegevens</b>						
	AX-LP	0	1	2	3	4
	Z leidingas t.o.v. NAP	mm -8396	-10100	-13500	-9500	-5100
	Z bovenkant leiding t.o.v. NAP	mm -8359	-10063	-13463	-9463	-5063
	Z maaiveld t.o.v. NAP	mm 0	0	0	0	0
	Z GWS t.o.v. NAP	mm -500	-500	-1000	-600	-600
Grondsoort onder de leiding		klei	klei	klei	klei	klei
Grondsoort boven en naast de leiding		klei	klei	klei	klei	klei
Dekking (mm)	mm	8359	10063	13463	9463	5063
laagdikte boven GWS boven de leiding	mm	500	500	1000	600	600
laagdikte onder GWS boven de leiding	mm	7859	9563	12463	8863	4463
<b>Grondgegevens</b>						
Elasticiteitsmodulus grond onder leiding $E_1$ (N/mm <sup>2</sup> )		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Elasticiteitsmodulus grond boven leiding $E_1$ (N/mm <sup>2</sup> )		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Verticale grondspanning onder de leiding (N/mm <sup>2</sup> )		0,143	0,172	0,230	0,162	0,087
E grond		2,855	3,434	4,590	3,230	1,734
Gamma nat grond onder de leiding (N/mm <sup>3</sup> )		1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05
Gamma nat grond boven en naast de leiding (N/mm <sup>3</sup> )		1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05
Gamma droog grond onder de leiding (N/mm <sup>3</sup> )		1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05
Gamma droog grond boven en naast de leiding (N/mm <sup>3</sup> )		1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05	1,70E-05
Phie grond onder de leiding (graden)		18	18	18	18	18
Phie grond boven en naast de leiding (graden)		18	18	18	18	18
$C_u$ onder de leiding (N/mm <sup>2</sup> )		0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
$C_u$ boven en naast de leiding (N/mm <sup>2</sup> )		0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
$C'_v$ onder de leiding (N/mm <sup>2</sup> )		0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
$C'_v$ boven en naast de leiding (N/mm <sup>2</sup> )		0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Uitw. diameter isolatie (mm)		75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Uitw. diameter leiding (mm)		75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
<b>LAMBDA mm-1</b>		0,00336	0,00336	0,00000	#VERW!	0,00000
<b>Verticale korrelspanning (N.mm2)</b>		0,05774	0,06858	0,09476	0,06567	0,03767
<b>Horizontale korrelspanning (N/mm2)</b>		0,04037	0,04796	0,06627	0,04592	0,02634
<b>NEUTRALE GRONDBELASTING (N/mm<sup>2</sup>) SOILNB</b>	qn	<b>0,06351</b>	<b>0,07544</b>	<b>0,10424</b>	<b>0,07224</b>	<b>0,04144</b>
<b>NEUTRALE GRONDBELASTING (N/mm1) SOILNB</b>	Qn	<b>5,24</b>	<b>6,22</b>	<b>8,60</b>	<b>5,96</b>	<b>3,42</b>
$\sigma_k$ buislas (H + D/2)/D		0,064	0,076	0,105	0,073	0,042
$K_q$		111,95	134,67	180,00	126,67	68,00
Alpha		11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
$K_c$		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>HOR. PASSIEVE GR.REACTIE (N/mm<sup>2</sup>) RH</b>		<b>1,436</b>	<b>1,568</b>	<b>1,885</b>	<b>1,533</b>	<b>1,194</b>
$d_c$		0,625	0,625	0,626	0,625	0,622
dy		1	2	3	4	5
Sy		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Nq		5,0085	5,0085	5,0085	5,0085	5,0085
Ny		1,8958	1,8958	1,8958	1,8958	1,8958
Sq		1,030	1,030	1,030	1,030	1,030

Project:		HDD PE100 sdr 11					
<b>EVENWICHTSDRAAGVERMOGEN (N/mm<sup>2</sup>) RVS</b>			0,359	0,360	0,360	0,359	0,359
<b>EVENWICHTSDRAAGVERMOGEN (N/mm<sup>1</sup>) RVS</b>		Pwe	26,955	26,965	26,978	26,962	26,918
			deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
<b>VERT. BEDDINGSCONSTANTE min (N/mm<sup>3</sup>)</b>		Kv min	nvt	7,000E-03	nvt	7,000E-03	nvt
<b>VERT. BEDDINGSCONSTANTE gem (N/mm<sup>3</sup>)</b>		Kv gem	nvt	1,100E-02	nvt	1,100E-02	nvt
$y_{max}$			256,76	307,88	409,88	289,88	157,88
<b>HOR. BEDDINGSCONSTANTE (N/mm<sup>3</sup>) KLH</b>		Kh	0,029	0,026	0,024	0,027	0,039
<b>HOR. BEDDINGSCONSTANTE (N/mm<sup>3</sup>) IOWA</b>		IOWA	nvt	#N/B	nvt	#N/B	nvt
K			0,699	0,699	0,699	0,699	0,699
Sigmak (N/mm <sup>2</sup> )			0,064	0,076	0,105	0,073	0,042
Delta (graden)			11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
a (N/mm <sup>2</sup> )			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>WRIJVING (N/mm<sup>2</sup>)</b>		F F	0,017	0,019	0,024	0,019	0,013
<b>WRIJVINGSVERPLAATSING. (mm) UF</b>		UF	4	4	4	4	4

### 4.3 Toets spanning bedrijfsfase

Project: HDD PE100 sdr 11

#### Toets totaal aan optredende spanningen gebruiksfase

Optredende spanning in omtreksrichting van de leiding

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
$\sigma_y =$	n/mm <sup>2</sup>	1,50	1,74	2,37	1,67	1,15
$\sigma_p$	n/mm <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\alpha T$	-	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
frr	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\sigma_q$	n/mm <sup>2</sup>	2,31	2,64	3,65	2,53	1,77
$\sigma_{bocht}$	n/mm <sup>2</sup>		0,04		0,04	
Toelaatbare $\sigma$	n/mm <sup>2</sup>	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
		<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>

Rechte delen  $\sigma_y = \sigma_p + \alpha T * frr * \sigma_q$

Bocht deel  $\sigma_y = \sigma_p + \alpha T * frr * (\sigma_q + \sigma_{bocht})$

Toelaatbare spanning (afhankelijk van gekozen schadefactor)

Toetl. Spanning =  $\sigma_t * \text{schadefactor}$                       8                      n/mm<sup>2</sup>

$\sigma_t$                       8,00                      n/mm<sup>2</sup>

schadefactor                      1                      standaard bij hdd

Optredende spanning in langsrichting van de leiding

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
$\sigma_x =$	n/mm <sup>2</sup>	0,00	0,72	0,00	0,72	0,00
$v$	-	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
$\sigma_p$	n/mm <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\alpha A$	-	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
$\sigma_{bx}$	n/mm <sup>2</sup>		1,10		1,10	
$\sigma_t$	n/mm <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Horizontale steundruk		ja	ja	ja	ja	ja
Toelaatbare $\sigma$		8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
		<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>

Rechte delen  $\sigma_x = v * \sigma_p + \sigma_t$

Bocht deel  $\sigma_x = v * \sigma_p + \alpha A * \sigma_b + \sigma_t$

Toelaatbare spanning (afhankelijk van gekozen schadefactor)

Toetl. Spanning =  $\sigma_t * \text{schadefactor}$                       8                      n/mm<sup>2</sup>

$\sigma_t$                       8,00                      n/mm<sup>2</sup>

schadefactor                      1                      standaard bij hdd

#### 4.4 Toets spanning intrekfase maaiveld/ boorgat

Project: HDD PE100 sdr 11

**Berekening spanning leiding op Maaiveld bij intrekken**

##### Berekening van het gewicht van de leiding tijdens intrekfase

Leiding op rollenbaan

Gewicht leiding	0,01395	N/mm1	
Vulling/ extra gewicht	0,00000	N/mm1	+
<b>Totaal gewicht</b>	<b>0,01395</b>	<b>N/mm1</b>	

##### Intrekoperatie leiding

Op maaiveld

Fase 1	Leiding geheel bovengronds	192	m
Fase 2	totaal-deel 3	162	m
Fase 3	totaal-deel 3-bocht 2	149	m
Fase 4	totaal-deel 3-bocht 2-deel 2	45	m
Fase 5	totaal-deel 3-bocht 2-deel 2-bocht 1	32	m
Volledig in boorgat		0	m

##### Berekening in te trekken gewicht tijdens de trekoperatie

Fase 1= start trekken	2678,53	N
Fase 2 =1/5e deel intrekken	2260,01	N
Fase 3 =2/5e deel intrekken	2078,65	N
Fase 4 =3/5e deel intrekken	627,78	N
Fase 5 =4/5e deel intrekken	446,42	N

##### Berekening van de benodigde trekkrachten op maaiveld: $T = f * L * g * fonz * f1$

Trekkrachten in N	enkele buis	maaiveld	f1	0,3
	fonz	1,4		
Fase 1= start trekken	1237	N		
Fase 2 =1/5e deel intrekken	1044	N		
Fase 3 =2/5e deel intrekken	960	N		
Fase 4 =3/5e deel intrekken	290	N		
Fase 5 =4/5e deel intrekken	206	N		

##### Berekening optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op maaiveld: $\sigma t = T / A$

Spanning in N/mm2	enkele buis	maaiveld	f1	0,3
	fonz	1,4		
Fase 1= start trekken	0,85	n/mm2		
Fase 2 =1/5e deel intrekken	0,71	n/mm2		
Fase 3 =2/5e deel intrekken	0,66	n/mm2		
Fase 4 =3/5e deel intrekken	0,20	n/mm2		
Fase 5 =4/5e deel intrekken	0,14	n/mm2		

##### Berekening optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op maaiveld $\sigma b$

$\sigma b = (f * E * I_b / R_{uitleg}) / W_b$	0,50	N/mm2
f	1,10	
E	1200,00	N/mm2
$I_b$	857312,48	mm4
Rr	100000,00	mm
Wb	22861,67	mm3

**Project: HDD PE100 sdr 11**

**Berekening totaal optredende spanning op maaiveld  $\sigma$  tot**

$\sigma_{tot} = \alpha A \cdot \sigma_b + \sigma_t$

$\alpha A$		0,65		
Spanning in N/mm2	enkele buis		maaiveld	f1
	fonz	1,4		0,3
Fase 1= start trekken		1,17	n/mm2	
Fase 2 =1/5e deel intrekken		1,04	n/mm2	
Fase 3 =2/5e deel intrekken		0,98	n/mm2	
Fase 4 =3/5e deel intrekken		0,52	n/mm2	
Fase 5 =4/5e deel intrekken		0,46	n/mm2	

**Toets toelaatbare spanning aan spanning op maaiveld tijdens de trekoperatie**

Toelaatbare spanning	10,00	n/mm2
maximale spanning	1,17	n/mm2

**Leiding voldoet**

**Berekening spanning leiding in Boorgat bij intrekken**

**Berekening van het gewicht van de leiding tijdens intrekfase**

*Leiding in boorgat*

Gewicht leiding	0,01395	N/mm1	
Vulling/ extra gewicht	0,00000	N/mm1	+
<b>Totaal gewicht</b>	<b>0,01395</b>	<b>N/mm1</b>	

**Intrekoperatie leiding**

*In boorgat*

Geheel bovengronds	0	m
deel 3	30	m
deel3 + bocht 2	43	m
deel3 + bocht 2 + deel 2	147	m
deel3+bocht 2+deel 2+bocht 1	160	m
Geheel ingetrokken	192	m

**Berekening van de vereiste trekkracht Tboorvl in verband met wrijving tussen leiding en de boorvloeistof.**

Bij het intrekken van de leiding in het boorgat ontstaat wrijving tussen de leiding en de boorvloeistof, de leiding komt hierbij voor 100 % van de omtrek in aanraking met de boorvloeistof.

De grootte van de omtrek, welke met de boorvloeistof in aanraking komt = 235,62 mm

Trekkrachten T boorvl in N	enkele buis	maaiveld	f1	0,3
	fonz	1,4	f	1,1
Fase 1= start trekken		544	f2	0,00005
Fase 2 =1/5e deel intrekken		780	N	
Fase 3 =2/5e deel intrekken		2667	N	
Fase 4 =3/5e deel intrekken		2903	N	
Fase 5 =4/5e deel intrekken		3483	N	

$T_{boorvl} = f \cdot L \cdot De_{omtr} \cdot fonz \cdot f2$

**Project: HDD PE100 sdr 11**

**Berekening van de vereiste trekkracht Tboorga in verband met wrijving tussen leiding en de boorgangwand.**

Bij het intrekken van de leiding in het boorgat ontstaat wrijving tussen de leiding en de boorgangwand, de leiding (incl. eventuele vulling) heeft hierbij een neerwaartse kracht van 0,01395 n/mm1  
 Het boorgat geeft met 11,5 kN/m3 als soortelijke gewicht voor de boorvloeistof, een opwaartse kracht van 0,05 N/mm1

g eff = g opw -g neerw 0,03685 N/mm1

Trekkrachten Tboorga in N

	fonz		f	
	1,4		1,1	
Fase 1= start trekken	341	N	f3	0,2
Fase 2 =1/5e deel intrekken	488	N		
Fase 3 =2/5e deel intrekken	1669	N		
Fase 4 =3/5e deel intrekken	1816	N		
Fase 5 =4/5e deel intrekken	2179	N		

Tboorga = f \* L \* g\_eff \* fonz \* f3

**Berekening van de benodigde trekkracht Tbneer in verband met wrijving door grondreactie in de neergaande bocht.**

λ	0,0038	
Do	75,0000	mm
kv	0,0110	N/mm3
E	1200,0000	N/mm2
lb	857312,4840	mm4

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \times k_v}{4E \times I_b}}$$

Maximale grondreactie bij uiteinde neergaan bocht:  $Q_r = 0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b / (D_e \cdot 0,9 \cdot R_1)$

Qr	0,0014 n/mm2
R1	50 m
De	75,00 mm

Benodigde trekkracht t.g.v. de grondreactie bij de neergaande bocht:

Tbneer =  $1,1 \cdot 2 \cdot Q_r \cdot D_e \cdot (\pi / \lambda) \cdot \text{fonz} \cdot f_3$

Tbneer	53,61	N
fonz	1,4	enkele buis
f	1,1	
f3	0,2	

**Berekening van de benodigde trekkracht Tbooga in verband met wrijving door grondreactie in de opgaande bocht.**

λ	0,0038	
Do	75,0000	mm
kv	0,0110	N/mm3
E	1200,0000	N/mm2
lb	857312,4840	mm4

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \times k_v}{4E \times I_b}}$$

Maximale grondreactie bij uiteinde opgaande bocht:  $Q_r = 0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b / (D_e \cdot 0,9 \cdot R_1)$

Qr	0,0014 n/mm2
R2	50 m
De	75,00 mm

**Project: HDD PE100 sdr 11**

Benodigde trekkracht t.g.v. de grondreactie bij de neergaande bocht:

$$T_{bopga} = 1,1 \cdot 2 \cdot Q_r \cdot D_e \cdot (\pi/\lambda) \cdot f_{onz} \cdot f_3$$

T <sub>bopga</sub>	53,61	N
f <sub>onz</sub>	1,4	enkele buis
f	1,1	
f <sub>3</sub>	0,2	

**Berekening van de benodigde trekkracht T<sub>bneerg2</sub> in verband met wrijving door grondreactie ontstaan door bochtkracht (kromming van de leiding).**

Gedurende het intrekproces zal de leiding ter plaatse van de bocht een naar het middelpunt van de boog gerichte kracht kennen. Deze kracht veroorzaakt een grondreactiekracht op de leiding, welke berekend kan worden door de formule:  $T_{bneerg2} = f \cdot 2 \cdot \text{Tot trekkracht} \cdot \sin a \cdot f_3$

T <sub>bneerg2</sub>	183,50	N
a= intrede hoek	15	grd
f	1,1	
f <sub>3</sub>	0,2	
Totale trekkracht	2282	N

Totale trekkracht = trekkracht op rollenbaan fase 3+ Tboorvfase 2+Tboorgfase 2+ T<sub>bneer</sub>

**Berekening van de benodigde trekkracht T<sub>bopgag2</sub> in verband met wrijving door grondreactie ontstaan door bochtkracht (kromming van de leiding).**

Gedurende het intrekproces zal de leiding ter plaatse van de bocht een naar het middelpunt van de boog gerichte kracht kennen. Deze kracht veroorzaakt een grondreactiekracht op de leiding, welke berekend kan worden door de formule:  $T_{bopgag2} = f \cdot 2 \cdot \text{Tot trekkracht} \cdot \sin a \cdot f_3$

T <sub>bopgag2</sub>	404,63	N
a= uitrede hoek	15	grd
f	1,1	
f <sub>3</sub>	0,2	
Totale trekkracht	5032	N

Totale trekkracht = trekkracht op rollenbaan fase 5+ Tboorvfase 4+Tboorgfase 4+ T<sub>bopga</sub>+ T<sub>bneer</sub>

**Totalisatie benodigde trekkkrachten.**

Verklaring voor optellen v

Na fase 2: fase 2 MV + Tboorvl fase 1 + Tboorga fase 1		
=	1929	N
Na fase 3: fase 3 MV + Tboorvl t/m fase 2 + Tboorga t/m fase 2 + T <sub>bneer</sub> + T <sub>bneerg2</sub>		
=	2465,68	N
Na fase 4: fase 4 MV + Tboorvl t/m fase 3 + Tboorga t/m fase 3+ T <sub>bneer</sub> + T <sub>bneerg2</sub>		
=	4862,75	N
Na fase 5: fase 5 MV + Tboorvl t/m fase 4 + Tboorga t/m fase 4 + T <sub>bneer</sub> + T <sub>bneerg2</sub> + T <sub>bopga</sub> + T <sub>bopgag2</sub>		
=	5620,62	N
geheel intrekken: Tboorvl hele leiding + Tboorga hele leiding + T <sub>bneer</sub> + T <sub>bneerg2</sub> + T <sub>bopga</sub> + T <sub>bopgag2</sub>		
=	6358,18	N

**Project: HDD PE100 sdr 11**

**Berekening van optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten bij het intrekken van de leiding in het boorgat.**

Spanning in N/mm2	enkele buis	maaiveld	f1	0,3
	fonz	1,4		
	$\sigma_t = T / A$		A =	1460,80 mm2
Fase 1= start trekken	(leiding is nog niet in boorgat)			
Fase 2 =1/5e deel intrekken	1,32	n/mm2		
Fase 3 =2/5e deel intrekken	1,69	n/mm2		
Fase 4 =3/5e deel intrekken	3,33	n/mm2		
Fase 5 =4/5e deel intrekken	3,85	n/mm2		
geheel intrekken	4,35	n/mm2		

**Berekening optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat.**

Neergaande bocht	$\sigma_{bneerg} = f \cdot E \cdot I_b / (0,9 \cdot R_1) / W_b$	
$\sigma_{bneerg}$	1,10	N/mm2
f	1,1	
E	1200,0000	N/mm2
I <sub>b</sub>	857312,4840	mm4
R <sub>1</sub>	50	m
W <sub>b</sub>	22861,67	mm3

Opgaande bocht	$\sigma_{bopga} = f \cdot E \cdot I_b / (0,9 \cdot R_1) / W_b$	
$\sigma_{bopga}$	1,10	N/mm2
f	1,1	
E	1200	N/mm2
I <sub>b</sub>	857312,484	mm4
R <sub>2</sub>	50	m
W <sub>b</sub>	22861,66624	mm3

**Totalisatie van de optredende spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie.**

Voor de rechte delen volgt:  $\sigma_a = T / A$ . Bij de gebogen delen volgt:  $\sigma_a = \alpha A \cdot \sigma_b + \sigma_t$   
 $\alpha A$  0,65

Fase 1= start trekken	nvt (leiding is nog niet in boorgat)	
Fase 2 =1/5e deel intrekken	1,32	n/mm2
Fase 3 =2/5e deel intrekken	2,40	n/mm2
Fase 4 =3/5e deel intrekken	3,33	n/mm2
Fase 5 =4/5e deel intrekken	4,56	n/mm2
geheel intrekken	4,35	n/mm2

**Toets toelaatbare spanning aan spanning tijdens leiding intrekken in boorgat**

Toelaatbare spanning	10,00	n/mm2
maximale spanning	4,56	n/mm2

**Leiding voldoet**



#### 4.5 Toelaatbare boorspoeldruk

Project: D PE100 sdr 11

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
Dekking	mm	8359	10063	13463	9463	5063
Verticale terreinspanning	kN/m2	57,73590909	68,57954545	94,76136364	65,67045455	37,67045455
Horizontale terreinspanning	kN/m2	40,37438639	47,95727841	66,26607202	45,92296801	26,34273039
Gem. terreinspanning $\sigma$	kN/m2	49,05514774	58,26841193	80,51371783	55,79671128	32,00659247
P'f	N/mm2	0,073343485	0,085327231	0,114261829	0,082112275	0,05116833
Q	-	0,09534653	0,1109254	0,148540378	0,106745958	0,066518829
Glijdingsmodulus	-	0,7692	0,7692	0,7692	0,7692	0,7692
Rp max	m	4,18	5,03	6,73	4,73	2,53
Grondwaterkolom	mm	7859	9563	12463	8863	4463
Waterspanning u	N/mm2	0,078585	0,095625	0,124625	0,088625	0,044625

#### Berekening boorspoeldruk waarbij de eerste plastische vervormingen optreden p'f

De boorspoeldruk waarbij de eerste plastische vervorming optreedt wordt uitgerekend middels de formule:

$$p'f = \sigma'_o * (1 + \sin \varphi) + c * \cos \varphi$$

- $p'f$  = de boorspoeldruk waarbij de eerste plastische vervormingen optreden in N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma'_o$  = de initiële effectieve spanning (terreinspanning) in N/m<sup>2</sup>  
 $c$  = de cohesie in N/mm<sup>2</sup>  
 $\varphi$  = hoek van inwendige wrijving in graden

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
P'f	N/mm2	0,073343485	0,085327231	0,114261829	0,082112275	0,05116833
effectieve terreinspanning	N/mm2	0,049055148	0,058268412	0,080513718	0,055796711	0,032006592
cohesie	N/mm2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Hoek inwendige wrijving	grd	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5

#### Bepaling glijdingsmodulus G in N/mm2 en Q

Glijding modulus	N/mm2	0,7692	0,7692	0,7692	0,7692	0,7692
E grond	N/mm2	2	2	2	2	2
Bepaling Q	-	0,09534653	0,1109254	0,148540378	0,106745958	0,066518829

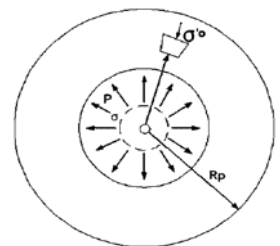
#### Bepaling initiële straal boorgang en max. toelaatbare plastische zone

Ro = diameter boorgat /2 m 0,08

Rp max =

bij zand  
Rpmax = 2/3 \* dekking

bij klei/veen  
Rpmax = 0,5 \* dekking



		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
Rp max	m	4,18	5,03	6,73	4,73	2,53

Volgens NEN bij zand  $Rpmax = (Ro^2/Q^2 * Egmax)^{0,5}$   
 $Egmax = 0,05$

Formule klopt niet!  
 Oude formule voor zand Rpmax  
 aangehouden!!

**Project:** HDD PE100 sdr 11

**Berekening maximale boerspoeldruk Pmax**

De maximale boerspoeldruk wordt berekend met onderstaande formule:

$$P_{\max} = (P'f + c * \cos \varphi) * \left( \left( \frac{R_o}{R_{p,\max}} \right)^2 + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c * \cot \varphi + u$$

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
P max	N/mm2	0,206036732	0,238132192	0,301837642	0,227135495	0,142735982
P'f	N/mm2	0,073343485	0,085327231	0,114261829	0,082112275	0,05116833
c	N/mm2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ro	m	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Rpmax	m	4,18	5,03	6,73	4,73	2,53
Q	-	0,09534653	0,1109254	0,148540378	0,106745958	0,066518829
u	n/mm2	0,078585	0,095625	0,124625	0,088625	0,044625
cos (hoek inwendige wrijving)	grd	0,953716951	0,953716951	0,953716951	0,953716951	0,953716951
sin (hoek inwendige wrijving)	grd	1,3007058	1,3007058	1,3007058	1,3007058	1,3007058
.-sin (hoek inwendige wrijving)	grd	-0,3007058	-0,3007058	-0,3007058	-0,3007058	-0,3007058
cot (hoek inwendige wrijving)	grd	1,513715544	1,513715544	1,513715544	1,513715544	1,513715544

**Bepaling limietdruk Plim en 90% van Plim**

Plim is van belang te bepalen, deze waarde geeft namelijk aan bij welke boerspoeldruk doorgaande vervorming tot het maaiveld optreedt. Plim wordt berekend volgens onderstaande formule:

$$R_{\lim} = (P'f + c * \cot \varphi) * Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c * \cot \varphi + u$$

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
Pmax	N/mm2	0,206036732	0,238132192	0,301837642	0,227135495	0,142735982
	Bar	2,06	2,38	3,02	2,27	1,43
	kPa	206,04	238,13	301,84	227,14	142,74
Plim	N/mm2	0,206147932	0,238205146	0,301874795	0,227219039	0,143079785
	Bar	2,06	2,38	3,02	2,27	1,43
	kPa	206,15	238,21	301,87	227,22	143,08
90 % van Plim	N/mm2	0,185533139	0,214384631	0,271687316	0,204497135	0,128771806
	Bar	1,86	2,14	2,72	2,04	1,29
	kPa	185,53	214,38	271,69	204,50	128,77
Maatgevend (Pmax/Plim/Plim90%)		<b>90% Plim</b>	<b>90% Plim</b>	<b>90% Plim</b>	<b>90% Plim</b>	<b>90% Plim</b>

Indien 90 % van Plim < Pmax dan volgt: 90 % Plim is maatgevend.  
 Wanneer Pmax lager of gelijk is dan 90 % van Plim dan volgt: Pmax maatgevend.

#### 4.6 Toetsing op ringstijfheid, implosie en deflectie

**Project: HDD PE100 sdr 11**

##### Toetsing op minimale ringstijfheid SN

SN = E * lw / Dg <sup>3</sup>	100,09	kN/m <sup>2</sup>
E	1200,00	N/mm <sup>2</sup>
E'	300,00	N/mm <sup>2</sup>
lw	26,43	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Dg	68,18	mm

Minimaal vereiste ringstijfheid van PE 100 sdr 11 **0,50** kN.m<sup>2</sup>

Toetsresultaat: **Ringstijfheid leiding voldoet!**  
**Toets volbracht met positief resultaat.**

##### Toetsing op implosie: berekening van de toelaatbare alzijdige overdruk

$$p_{o,kort} = 1 / (y * (1-v^2)) * (24 * E * lw) / Dg^3$$

p <sub>o, kort</sub> =	1,90643863	N/mm <sup>2</sup>	dat betekent bestand tegen	190,64 m waterkolom
y	1,5	-		
v	0,4	-		

$$p_{o,lang} = 1 / (y * (1-v^2)) * (24 * E' * lw) / Dg^3$$

p <sub>o, lang</sub> =	0,24	N/mm <sup>2</sup>	dat betekent bestand tegen	23,83 m waterkolom
y	3,00	-		
v	0,40	-		

##### Toets op optredende en toelaatbare deflectie

*Situatie drukloze leiding met zijdelingse steundruk*

$$\text{deflectie} = ((0,089 * Q - 0,083 * Q_n;h + 0,048 * Q_{ind}) * r_g^3) / (E' * lw)$$

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
deflectie =	mm	0,84	0,96	1,33	0,92	0,64
Q= Q <sub>v</sub> +Q <sub>n</sub>	n/mm <sup>1</sup>	5,44	6,23	8,60	5,96	4,17
Q <sub>d</sub>	n/mm <sup>1</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q <sub>n,h</sub>	n/mm <sup>1</sup>	3,80	4,35	6,01	4,17	2,92
r <sub>g</sub>	mm	34,09	34,09	34,09	34,09	34,09
E	N/mm <sup>2</sup>	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
lw	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>	26,43	26,43	26,43	26,43	26,43
inwendige wrijvingshoek	grd	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
Toelaatbare deflectie	mm	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
		<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>	<b>voldoet</b>

Toelaatbare deflectie = 0,08\*De\*schadefactor

De	mm	75,00
Schadefactor	-	1,00

#### 4.7 Uitwerking bepaling spanning t.g.v. druk & temperatuur

**Project:** HDD PE100 sdr 11

##### Toets leiding dikwandig of dunwandig

Dg	68,18	mm
dn	6,82	mm
Dg/dn	10,00	<b>Dikwandig</b>
$\sigma_p = (r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2) * p_d$	0,00	N/mm <sup>2</sup>

##### Berekening van de spanning t.g.v. temperatuurverschil

$\sigma_t = \Delta T * \alpha_g * E$	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Delta T	0	C°
$\alpha_g$	0,00013	(mm/mm).K-1
E korte duur axiaal	1200,00	N/mm <sup>2</sup>

##### Berekening reroundingfactor frr

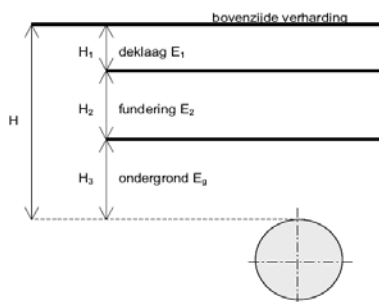
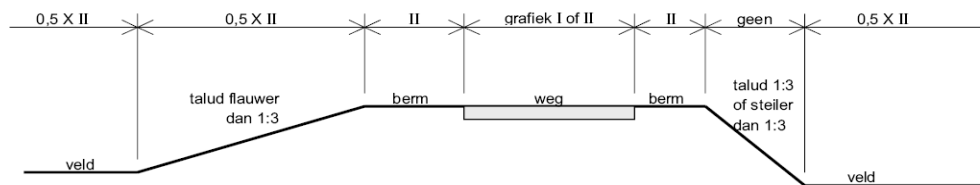
$frr = 1 / (1 + (2 * p_d * r_g^3 * k_y) / (E * I_w))$	1,000	-
leiding is drukloos => frr = 1,0		
leiding onder druk		nee
frr berekend:		
$frr = 1 / (1 + (2 * p_d * r_g^3 * k_y) / (E * I_w))$	1,000	
$k_y = \text{deflectiefactor nen 3650 tabel D.1}$	0,089	-
Opleghoek leiding	120	grd
Belastinghoek grondkolom	180	grd

### 4.8 Uitwerking bepaling verkeersbelasting

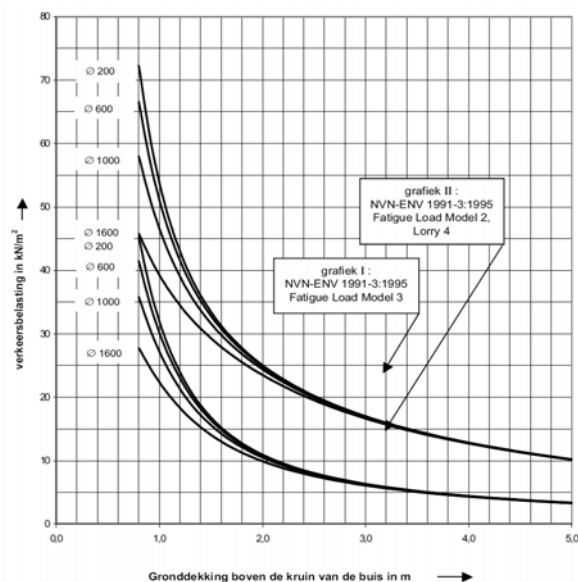
Project: HDD PE100 sdr 11

#### Berekening van de verkeersbelasting Qv

		deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
<i>Gegevens deklaag (indien van toep.)</i>						
Soort deklaag		klinkers	klinkers	klinkers	geen deklaag aanwezig	klinkers
Deklaag dikte = H2	mm	80,00	80,00	80,00	0,00	80,00
E-modulus deklaag = E1	n/mm2	500,00	500,00	500,00	1,00	500,00
<i>Gegevens fundering (indien van toep.)</i>						
Soort fundering		geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig	geen fundering aanwezig
Fundering dikte = H1	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E-modulus fundering = E2	n/mm2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Gegevens grond</i>						
E-modulus grond = E3	n/mm2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>qv</b>	<b>N/mm2</b>	<b>2,69</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>10,03</b>
Qv = qv*Do	N/mm1	0,20	0,00	0,00	0,00	0,75
Ontlastende wegdek:						
H1eq = 0.9*H1*(E1/E3)^1/3	mm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2eq = 0.9*H2*(E2/E3)^1/3	mm	15,51	15,51	15,51	0,00	15,51
Fictieve dekkingshoogte: Heq	mm	8294,01	9998,01	13398,01	9462,50	4998,01



qv = 2,68888



#### 4.9 Uitwerking bepaling spanning t.g.v. grondbelasting

**Project:** HDD PE100 sdr 11

#### Berekening optredende momenten en spanning t.g.v. grond & verkeersbelasting

	deel 1 recht deel neergaand	bocht 1 neergaande bocht	deel 2 recht deel	bocht 2 opgaande bocht	deel 3 recht deel opgaand
Qn grondbelasting in N/mm1	5,24	6,22	8,60	5,96	3,42
Qv verkeerbelasting in N/mm1	0,20	0,00	0,00	0,00	0,75
Q b bovenbelasting in N/mm1	5,44	6,23	8,60	5,96	4,17
Moment tgv Qb in Nmm	17,90	20,48	28,30	19,61	13,72
Optredende spanning $\sigma_q$ in N/mm2	2,31	2,64	3,65	2,53	1,77
Horizontale steundruk	ja	ja	ja	ja	ja

Moment t.g.v. bovenbelasting

$$M_q = k_b * Q_{\text{boven}} * r_g$$

Moment t.g.v. bovenbelasting & hor.  
steundruk

$$M_q = k_b * (1 - \sin j) * Q_{\text{boven}} * r_g$$

$$\sigma_q = M_q / W_w$$

Ww 7,75 mm<sup>3</sup>/mm<sup>1</sup>

Kb 0,138 -

rg 34,09 mm

#### Berekening optredende spanning obcoht 1 & obcoht 2 t.g.v. grondreactie in bochten

Bocht 1 neergaand obcoht1 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Bocht 2 opgaand obcoht2 0,04 N/mm<sup>2</sup>

$$\sigma_{\text{obcoht}} = K_{b\_ind} * Q_r * D_e * r_u / W_w$$

Qr bocht 1 0,0014 n/mm<sup>2</sup>

Qr bocht 2 0,0014 n/mm<sup>2</sup>

Kind 0,083 -

De 75,00 mm

ru 37,50 mm

## **Bijlage 1 Grondrapport**

Beste heer Potuijt,

Graag een berekening voor 1 leiding (de tekening voor leiding 2 is nog niet gereed).

> - Materiaal gegevens => soort, kwaliteit, wanddikte, diameter inwendig of uitwendig (deze gegevens kunnen ook door ons worden berekend).

**PE100 SDR17,6 uitwendige diameter=75mm**

>

> - Mediumgegevens (vloeistof, gas of drukloos + eventueel bedrijfsdruk).

**Drukloze mantelbuis**

> - Grondgegevens onder en boven de leiding.

**beide klei, over de gehele lengte van de boring**

> - Gegevens van de grondwaterstand(en).

**zie profiel**

> - Boorprofiel (gemaatvoerd) waarop is aangegeven => intrede en uittrede hoek, lengte rechte delen en lengte en boogstralen van bochten.

**zie profiel**

> - Uitleg leiding op rollenbaan of maaiveld?

**maaiveld**

> - Gegevens rondom eventueel aanwezige verkeersbelasting (soort weg: fietspad, landweg, weg bebouwde kom, provinciale weg of snelweg).

**3x landweg, zie tekening**

Met vriendelijke groeten,

Hans Verschuuring  
Projectleider werktuigbouw  
VGB NL



**Bijlage 2 Tekening(en)**

