

# **VOLKER WESSELS TELECOM**

**Aanleg glasvezel**

**Breda Zuid-Oost**

Berekeningen HDD01  
Dr. Schaepmanlaan - Houtbrug - Dr. Batenburglaan

**Papendrecht, 27-08-2021**  
**Document Nr: TB21140-doc-01**  
**Revisie: 0**



## VOLKER WESSELS TELECOM

### Aanleg glasvezel

### Breda Zuid-Oost

Berekeningen HDD01  
Dr. Schaepmanlaan - Houtbrug - Dr. Batenburglaan

Revisie	Datum	Status	Berekend	Gecontroleerd
0	27-08-2021	Ter goedkeuring		



## Inhoud

1.	Inleiding .....	4
2.	Uitgangspunten .....	5
2.1	Algemeen .....	5
2.2	Berekening muddrukken tijdens het boren .....	5
2.3	Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis .....	5
2.4	Sterkteberekening geïnstalleerde leiding .....	5
3.	Conclusies .....	6
3.1	Muddrukken tijdens boren .....	6
3.2	Sterkte tijdens installeren .....	6
3.3	Sterkte tijdens gebruik .....	6
4.	Bijlagen .....	7
4.1	Algemeen plan .....	7
4.2	Muddrukberekening .....	8
4.3	Trekkrachten berekening .....	9
4.4	Sterkteberekening gebruiksfase .....	10
4.5	Grondonderzoek .....	11



## 1. Inleiding

Voor Volker Wessels Telecom wordt een boring uitgevoerd in Breda Zuid-Oost. Hierbij wordt een sleufloze kruising gemaakt waarbij een mantelbuis met een diameter van 110mm geïnstalleerd wordt. In dit rapport volgen de noodzakelijke vergunningsberekeningen t.b.v. de horizontaal gestuurde boring onder de Dr. Schaepmanlaan naar de Dr. Batenburglaan waarbij de Houtbrug gekruist wordt.

*Hiertoe wordt het volgende berekend/ bekeken:*

- De bij het boren te verwachten muddrukken en de maximaal toelaatbare muddrukken.
- De benodigde trekkracht voor het intrekken van de buis en de hierbij optredende spanningen in de buis.
- De sterkte van de mantelbuis in de gebruiksfase.

Bovenstaande berekeningen worden uitgevoerd met spreadsheet-programma's.

*Uitgangspunten van deze berekeningen zijn de normen:*

- NEN 3650-1:2020, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1 algemeen
- NEN 3650-3:2020, Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 3 kunststoffen
- NEN 3651:2020, Aanvullende eisen voor kruisingen met belangrijke waterstaatswerken

*Grondonderzoek:*

- Bestaand grondonderzoek afkomstig van Dinoloket Zie tekening

*Bijbehorende tekeningen:*

- Algemeen plan tekening op A4 formaat Bijlage 4.1



## 2. Uitgangspunten

### 2.1 Algemeen

*De belangrijkste ontwerpgegevens van de mantelbuis:*

Kenmerk	Waarde
Materiaal	PE
Kwaliteit	PE100
Treksterkte	10 N/mm <sup>2</sup>
Diameter	110 mm
Wanddikte	SDR 11, 10.0 mm
Ontwerpdruk	n.v.t
Medium	n.v.t., mantelbuis t.b.v. glasvezel
Gronddekking	variabel, maximaal 11.2m
Verkeersklasse	Variabel, maximaal load model 3

### 2.2 Berekening muddrukken tijdens het boren

Voor het afvoeren van de afgeboorde grond is in het boorgat een minimale muddruk nodig. Tevens mag de druk in het boorgat niet groter worden dan de maximaal toelaatbare muddruk. Bij overschrijding van deze druk bestaat het gevaar voor bezwijken van de grond en uitstromen van boorvloeistof aan het maaiveld. De grond parameters zijn ontleend aan tabel 2.b uit NEN 9997-1-2016.

De maximaal toelaatbare muddruk en de minimaal benodigde muddrukken zijn berekend in Bijlage 4.2. De resultaten zijn in hoofdstuk 3 gepresenteerd.

### 2.3 Berekening trekkracht tijdens het installeren van de buis

Voor de berekening van de trekkracht die benodigd is om de leiding in het boorgat in te trekken worden de wrijvingcoëfficiënten volgens de NEN 3650-serie gehanteerd. Tevens worden de hierdoor in de buis optredende spanningen zowel in het boorgat als op de rollenbaan berekend.

De volledige uitvoer van deze berekening is bijgevoegd in Bijlage 4.3. In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.

### 2.4 Sterkteberekening geïnstalleerde leiding

Er is een doorsnede-berekening uitgevoerd van het punt met de grootste dekking van 11.2m. Zie hiervoor Bijlage 4.4.

In hoofdstuk 3 worden de berekende waarden gepresenteerd.



### 3. Conclusies

#### 3.1 Muddrukken tijdens boren

Overzicht minimum en maximum muddrukken tijdens boren:

Lokatie		Afstand tot intredepunt	Minimaal benodigde muddruk (Bijlage 4.2)	Maximaal toelaatbare muddruk (Bijlage 4.2)
IN	Intredepunt	0 m		
A		40 m	151 kN/m <sup>2</sup>	318 kN/m <sup>2</sup>
B	Dr. Schaepmanlaan	80 m	193 kN/m <sup>2</sup>	351 kN/m <sup>2</sup>
C	Dr. Schaepmanlaan	120 m	226 kN/m <sup>2</sup>	356 kN/m <sup>2</sup>
D	Houtbrug	150 m	251 kN/m <sup>2</sup>	292 kN/m <sup>2</sup>
E	Houtbrug	160 m	260 kN/m <sup>2</sup>	287 kN/m <sup>2</sup>
F	Dr. Batenburglaan	170 m	262 kN/m <sup>2</sup>	346 kN/m <sup>2</sup>
UIT	Uittredepunt	212 m		

In de waarden van de maximale muddrukken zijn de veiligheidsfactoren conform de norm verwerkt. Nabij het in – en uittredepunt kunnen muduitbraken voorkomen tijdens het boren van de pilotbuis. Daarom wordt geadviseerd om te boren met een zo laag mogelijk druk en debiet om de voortgangssnelheid hierop aan te passen.

#### 3.2 Sterkte tijdens installeren

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens installatie:

	Smax (Bijlage 4.3)	max % <100%	
Spanning in boorgat (bij max. trekkracht)	4,2 N/mm <sup>2</sup>	42 %	
Spanning in invoerbocht	2,8 N/mm <sup>2</sup>	28 %	
Spanning in uitlegterrein	1,5 N/mm <sup>2</sup>	15 %	
Minimaal te verwachten trekkracht			6 kN
Maximaal te verwachten trekkracht			12 kN
Maximaal toegestane trekkracht			30 kN

De buis wordt leeg in het boorgat getrokken. Hiervoor wordt een trekkracht van maximaal 1.2 ton verwacht.

#### 3.3 Sterkte tijdens gebruik

Overzicht van de berekende maatgevende spanningen in de mantelbuis tijdens gebruik:

Belastingsgeval	Smax (Bijlage 4.4)		
drukloos S <sub>x</sub>	0,0 N/mm <sup>2</sup>	0 %	toetswaarde
drukloos S <sub>y2</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	32 %	toetswaarde
Deflectie bij drukloze leiding		3,8 %	D <sub>g</sub>
Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk		27,78 m	waterkolom

Uit bovenstaande berekeningen volgt dat de gekozen mantelbuis volgens het ontworpen tracé kan worden geïnstalleerd.



## **4. Bijlagen**

### **4.1 Algemeen plan**







## **4.2 Muddrukberekening**

## INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	Volker Wessels Telecom
Projectomschrijving	Aanleg glasvezel
Plaats	Breda
Calculatienummer	B790251
Berekening	HH01
Berekend door	AAS

Te installeren buis of bundel	
Uitwendige diameter buis/bundel	d 110 mm

Boorstelling			
Type boorstelling		9 ton	boorstang = 1.9"
Uitwendige diameter pilotbuis	d-uitw.	48.3 mm	
Inwendige diameter pilotbuis	d-inw.	38.5 mm	

Boorvloeistof			
Volumegewicht boorvloeistof	$V_{bo}$	10.50 kN/m <sup>3</sup>	
Volumegewicht grond / boorvloeistof mengsel	$V_b$	11.50 kN/m <sup>3</sup>	
Schijnbare viscositeit	visc	100 MarshFunnelseconden	
Yieldpoint boorvloeistof	$y_b$	0.01 kN/m <sup>2</sup>	
Viscositeit	eta	0.11 Pas	

Boorbuizen			
Lengte boorbuis	L	3.05 m	
Lengte koppeling	L-kopp	0.25 m	
Inwendige diameter koppeling	d-kop	19.1 mm	
Nik. Ruwheid	k	1 mm	

## SAMENVATTING INVOER/RESULTATEN

Lokatie	Omschrijving	Afstand tot intredepunt	Diepte cl t.o.v ref. lijn [m]	Pmin* tijdens pilot	Pmax* toelaatbaar in gat tijdens ruimen
IN	Intredepunt	0.0	2.9 m	-	0 kN/m2
A		40.0	-7.3 m	151	318 kN/m2
B	Dr. Schaepmanlaan	80.0	-8.0 m	193	351 kN/m2
C	Dr. Schaepmanlaan	120.0	-8.0 m	226	356 kN/m2
D	Houtbrug	150.0	-8.0 m	251	292 kN/m2
E	Houtbrug	160.0	-8.0 m	260	287 kN/m2
F	Dr. Batenburglaan	170.0	-7.5 m	262	346 kN/m2
G			m	0	kN/m2
H			m	0	kN/m2
I			m	0	kN/m2
J			m	0	kN/m2
K			m	0	kN/m2
L			m	0	kN/m2
M			m	0	kN/m2
UIT	Uittredepunt	212.0	3.2 m	-	0 kN/m2

Pmin benodigd bij max. mud debiet

noot \*: Pmin in pilot gat vergelijken met Pmax tijdens ruimen is de meest ongunstige benadering

**Berekening van de maximaal toelaatbare boorvloei­stofdruk­ken P'max  
volgens NEN 3650-1:2020 bijlage E.2**

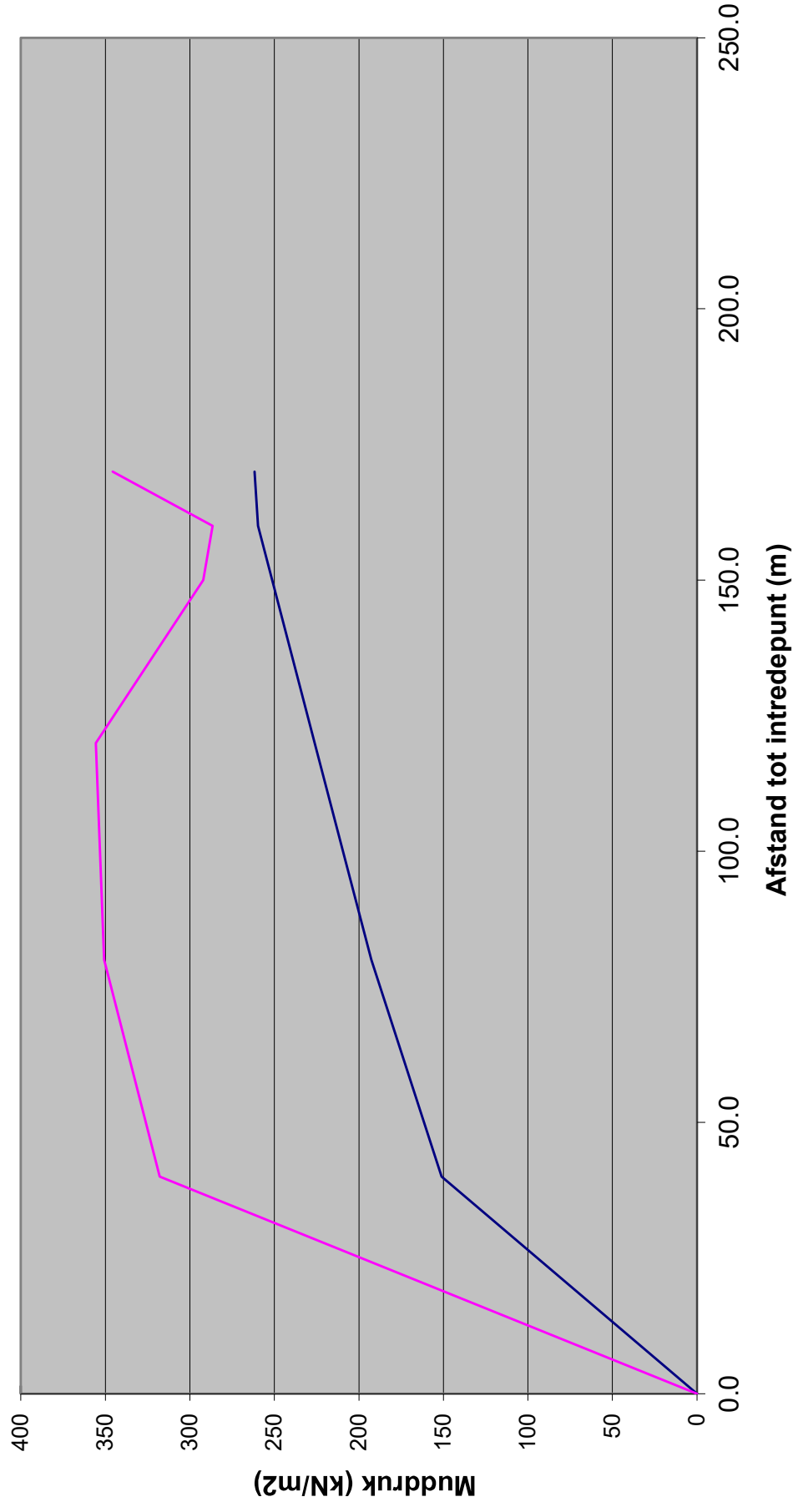
**INVOER/UITVOER**

Lokatie	IN	A	B	C	D
Grondsoort (zand / klei)	-	<b>zand</b>	<b>zand</b>	<b>zand</b>	<b>zand</b>
Gronddekking	-	<b>10.2</b>	<b>10.9</b>	<b>11.1</b>	<b>7.4</b> m
Diepte water onder mv (+)	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-3.4</b> m
Hoek inwendige wrijving	-	<b>27.5</b>	<b>27.5</b>	<b>27.5</b>	<b>27.5</b> gr
Volumegewicht nat	-	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b> kN/m3
Volumegewicht droog	-	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b> kN/m3
Cohesie	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b> kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	-	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>
CPT Conusweerstand: qc	-	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b> MPa
Rpmax	-	0.41	0.38	0.38	0.48 m
Elasticiteitsmodulus	-	9500	9500	9500	9500 kN/m2
P'max in gat	-	318	351	356	292 kN/m2

Location	E	F	G	H	I
Grondsoort (zand / klei)	<b>zand</b>	<b>zand</b>			
Gronddekking	<b>7.2</b>	<b>10.7</b>			m
Diepte water onder mv (+)	<b>-3.4</b>	<b>1</b>			m
Hoek inwendige wrijving	<b>27.5</b>	<b>27.5</b>			gr
Volumegewicht nat	<b>20</b>	<b>20</b>			kN/m3
Volumegewicht droog	<b>18</b>	<b>18</b>			kN/m3
Cohesie	<b>0</b>	<b>0</b>			kN/m2
Dwarscontractiecoefficient	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>			
CPT Conusweerstand: qc	<b>5</b>	<b>5</b>			MPa
Rpmax	0.49	0.38	0.00	0.00	0.00 m
Elasticiteitsmodulus	9500	9500	0	0	0 kN/m2
P'max in gat	287	346			kN/m2

Location	J	K	L	M	UIT
Grondsoort (zand / klei)					-
Gronddekking					- m
Diepte water onder mv (+)					- m
Hoek inwendige wrijving					- gr
Volumegewicht nat					- kN/m3
Volumegewicht droog					- kN/m3
Cohesie					- kN/m2
Dwarscontractiecoefficient					-
CPT Conusweerstand: qc					- MPa
Rpmax	0.00	0.00	0.00	0.00	- m
Elasticiteitsmodulus	0	0	0	0	- kN/m2
P'max in gat					kN/m2

# RESULTATEN MUDDRUK



— Minimaal benodigde muddruk — Maximaal toelaatbare muddruk

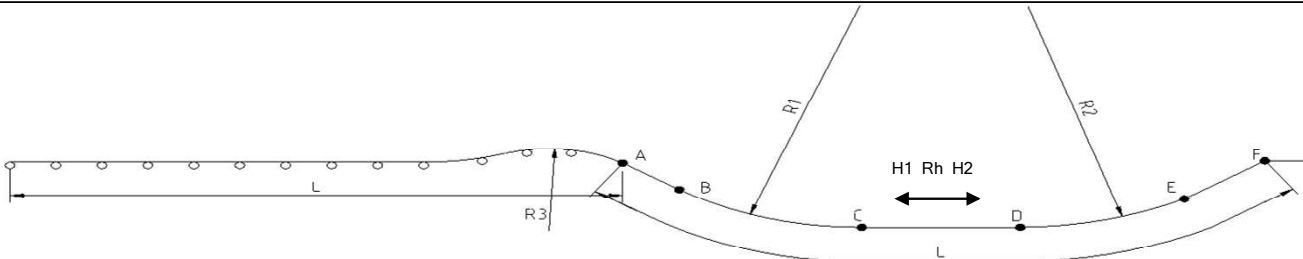


### **4.3 Trekkrachten berekening**

## INVOER

Projectgegevens	
Opdrachtgever	Volker Wessels Telecom
Projectomschrijving	Aanleg glasvezel
Plaats	Breda
Calculatienummer	B790251
Berekening	HH01
Berekend door	AAS

Buisgegevens	
Uitwendige diameter	$D_o$ 110 mm
Wanddikte	$d$ 10.0 mm
Dikte externe coating	$c-e$ 0 mm
Soortelijk gewicht externe coating	$sg-e$ 0 kg/m <sup>3</sup>
Dikte interne coating	$c-i$ 0 mm
Soortelijk gewicht interne coating	$sg-i$ 0 kg/m <sup>3</sup>
Materiaal	PE100
Elasticiteitsmodulus	$E$ 975 N/mm <sup>2</sup>
Soortelijk gewicht buis	$sg$ 955 kg/m <sup>3</sup>

Maatvoering	
	
Lengte boring	$L$ 214.7 m
Afstand	A-B 21.8 m
Afstand	A-C 54.4 m
Afstand	A-D 161.2 m
Afstand	A-E 193.8 m
Afstand	A-F 214.7 m
Straal boor profiel	$R_1$ 110 m
Horizontale straal boor profiel	$R_{hor}$ 0 m
Straal boor profiel	$R_2$ 110 m
Straal rollenbaan	$R_3$ 30 m
Uittredehoek [pijp zijde]	$\alpha_u$ 17 graden (bij punt A)
Hellingshoek middenstuk	$\alpha_m$ 0 graden (+ naar beneden ri. rig zijde)
Horizontale hoek middenstuk	$\alpha_{hor}$ 0 graden
Intredehoek [rig zijde]	$\alpha_i$ 17 graden (bij punt F)
Aantal buizen	aantal, n 1 buis/buizen
Buisvulling in boorgat	nee
Extra buisvulling in boorgat	nee
Streng wordt uitgelegd op	rollen
Pipe pusher	nee
Sleepboot	nee
Grind aanwezig in boorlijn	nee

## SAMENVATTING RESULTATEN

Benodigde trekkracht vlg de NEN	F trek buis	12 kN	1 ton
Maximaal totale toelaatbare trekkracht op buis(zen)		30 kN	3 ton
SI max in boorgat	SI	4.2 N/mm <sup>2</sup>	
SI max in bovenbocht / streng	SI	2.8 N/mm <sup>2</sup> /	1.5 N/mm <sup>2</sup>
		41.7 % S toel	voldoet

# BEREKENING

Uitgangspunten			
Belastingfactor op T1,2,3	$y_s$	1.1	
Belastingfactor op buigend moment	$f_k$	1.4	
Totaalfactor op $f_2, f_3$	$f$	1.4	
Veiligheidsfactor op lanceerbaan		1.4	
Veiligheidsfactor sleepboot		1	(gunstig)
Veiligheidsfactor pipepusher		1	(ongunstig)
Wrijvingscoef. rollenbaan/maaiveld	$f_1$	0.1	
Schuifspanning leiding-boorvloeistof	$f_2$	0.00005	N/mm <sup>2</sup>
Wrijvingscoef. leiding-boorwand	$f_3$	0.2	

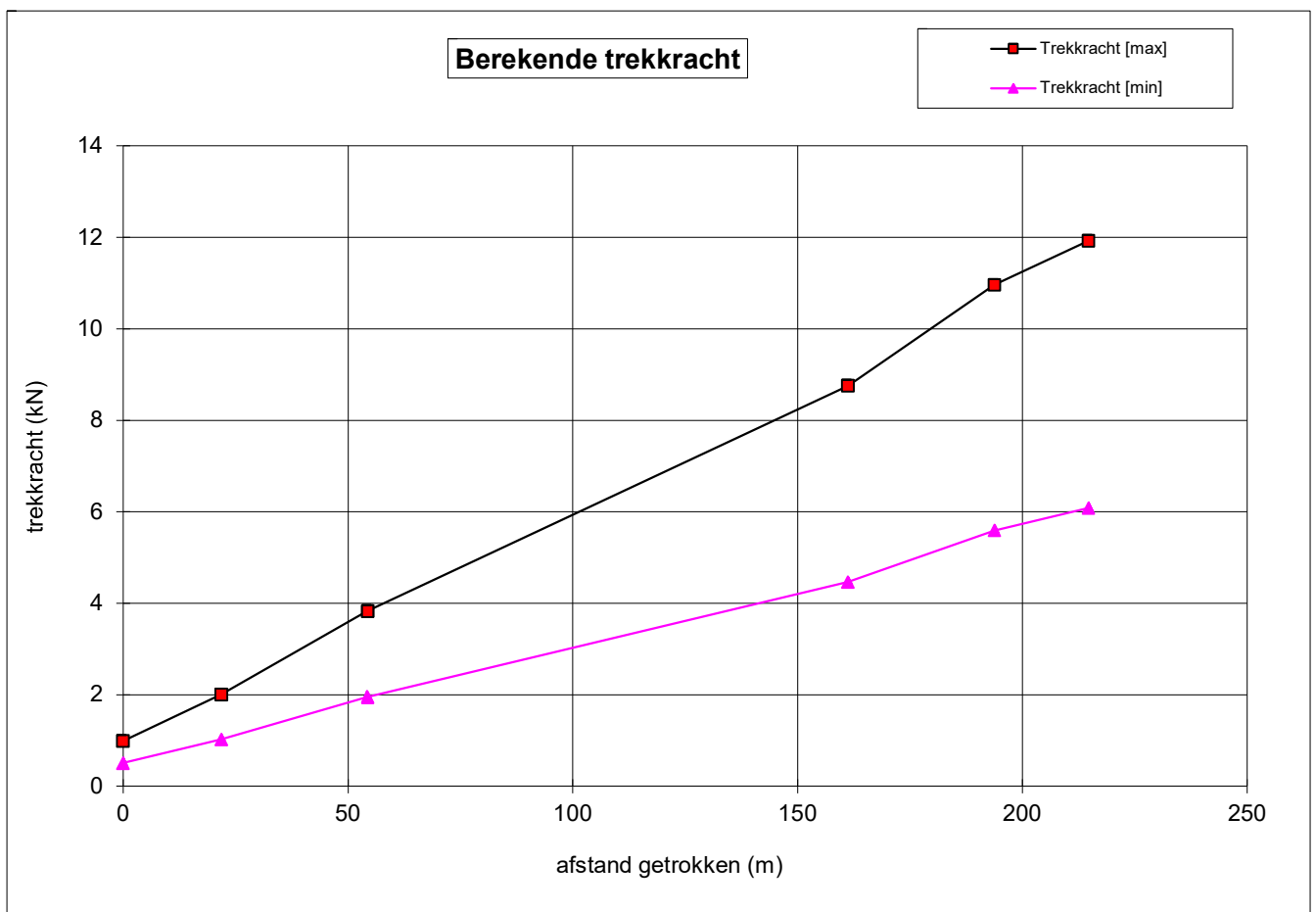
Diverse gegevens			
Rekenwaarde max spanning	Reb	10	N/mm <sup>2</sup>
Soortelijk gewicht bentoniet	sg	1150	kg/m <sup>3</sup>
Doorsnedeoppervlak	Abuis	3142	mm <sup>2</sup> per buis
Weerstandmoment	$W_{\text{reken}}$	7.21E+04	mm <sup>3</sup> (totaal)
Traagheidsmoment	$I_{\text{reken}}$	3.97E+06	mm <sup>4</sup> (totaal)
gewicht buis x aantal (incl coat.)	g	omlaag	0.0300 kN/m <sup>1</sup> streng "
gewicht vull x aantal buizen	g vull	omlaag	0.0000 kN/m <sup>1</sup> streng "
opdrijving x aantal buizen	g opw	omhoog	-0.1093 kN/m <sup>1</sup> streng "
g eff in gat = g-gopw	g eff	omhoog	-0.0793 kN/m <sup>1</sup> streng "
g eff op rolstellen	g eff	omlaag	0.0300 kN/m <sup>1</sup> streng "
$\lambda = \sqrt{\sqrt{k_v \times B / 4 / E / I}}$	$\lambda$	0.004107	mm <sup>-1</sup>
Beddingsconstante	$k_v$	0.0400	N/mm <sup>3</sup>
Oplegbreedte van de bundel	B	110	mm
$Q_{r1} = 0.322 \times \lambda \times B / R_1$	$Q_{r1}$	0.0019	N/mm <sup>2</sup>
$Q_{rh} = 0.322 \times \lambda \times B / R_h$	$Q_{rh}$	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$Q_{r2} = 0.322 \times \lambda \times B / R_2$	$Q_{r2}$	0.0019	N/mm <sup>2</sup>
Reductiefactor voor bundel = $n \times 1/n^{0.3}$	b'	1.000	x Omtrek van een buis

Trekkracht (cumulatief)								
Punt	A	B	C	H1	H2	D	E	F
	Start/ rollen	Recht	Bocht		Midden		Bocht	Rig
L (m)	0	22	54		54	54	161	194
T <sub>1</sub> x y <sub>s</sub> (kN)	0.71	0.64	0.53		0.53	0.53	0.18	0.07
T <sub>2</sub> x y <sub>s</sub> of T <sub>3a</sub> x y <sub>s</sub> (kN)	0.00	0.72	1.80		1.80	1.80	5.34	6.42
T <sub>3b</sub> x y <sub>s</sub> (kN)			0.07		0.07	0.07	0.07	0.14
T <sub>3c</sub> x y <sub>s</sub> (kN)	0.00	0.00	0.15		0.15	0.15	0.13	0.56
Trekkracht sleepboot	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Resterende drukkracht pipepusher	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
F (totale kracht, kN)	1	1	3		3	3	6	8
F <sub>d</sub> = F x f (kN)	1	2	4		4	4	9	11
De te verwachten trekkracht ligt tussen 6 kN en 12 kN								
De NEN adviseert de trekcapaciteit van de rig hoger te kiezen, namelijk								17 kN
De rigcapaciteit kan anders gekozen worden afhankelijk van lokale ervaring en grondgesteldheid								

Spanningen in boorgat								
Totale spanning in boorgat	N/mm <sup>2</sup>							
$Sl(N) = F_d / A / \text{aantal}$	0.3	0.6	1.2	1.2	1.2	2.8	3.5	3.8
$Sl(M) = f_k \times (l / W) / R$	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
Sl totaal	0.3	0.6	1.9	1.2	1.2	2.8	4.2	3.8

Spanningen op rollenbaan			
Totale spanning uitlegterrein		bovenbocht	streng
$S_r$ kromming = $f_k \times E \times (l / W) / R$	$S_r$	2.5 N/mm <sup>2</sup>	0 N/mm <sup>2</sup>
$S_R$ buig = $(f_k \times 1/12 \times g / \text{aantal} \times L^2) / W$	$S_r$	0.0 N/mm <sup>2</sup>	1.2 N/mm <sup>2</sup>
$S_R(N) = F_d / A / \text{aantal}$	$S_r$	0.3 N/mm <sup>2</sup>	0.3 N/mm <sup>2</sup>
SR totaal	$S_r$	2.8 N/mm <sup>2</sup>	1.5 N/mm <sup>2</sup>

## GRAFIEK







#### **4.4 Sterkteberekening gebruiksfase**

**1: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650:2020 serie**

rev 15a: 24-06-2020

**INVOER****Projectgegevens**

Opdrachtgever	<b>Volker Wessels Telecom</b>
Projectomschrijving	<b>Aanleg glasvezel</b>
Plaats	<b>Breda</b>
Calculatienummer	<b>B790251</b>
Berekening	<b>HH01</b>
Berekend door	<b>AAS</b>

**Buisgegevens**

Materiaalsoort		<b>PE</b>	
Uitwendige diameter	$D_e$	<b>110</b> mm	
Uitwendige isolatie/coating	$e$	<b>0</b>	
Uitwendige diameter incl bekleding	$D_o$	<b>110</b> mm	
SDR waarde		<b>11</b>	
Wanddikte	$d_n$	<b>10.00</b> mm	
Materiaalkwaliteit		<b>PE100</b>	
Treksterkte	Strek	<b>10</b> N/mm <sup>2</sup>	
Importatiefactor	$S$	<b>1</b>	
Ontwerpdruk	$p_d$	<b>0</b> bar	<b>mantelbuis: geen inw. druk</b>
Verkeersklasse		<b>NVN-ENV load model 3</b>	VOSB1963 of NVN-ENV1991-3:1995
Temperatuursverschil	$d_t$	<b>0</b> K	alleen bij verhinderde uitzetting
Vertikale elastische buigstraal	$R_v$	<b>0</b> m	0 of straal
Buigingsrichting van de elastische buigstraal		<b>onder</b>	zij, onder, boven, nvt
Toepassing als mantelbuis		<b>ja</b>	ja, nee

**Grondgegevens**

Dekking	$H$	<b>11.2</b> m	t.o.v. maaiveld
Volume gewicht grond	$sg$	<b>20</b> kN/m <sup>3</sup>	
Grondtype bedding		<b>zand</b> -	veen, klei, zand, hardzand
Type grondbelasting		<b>neutraal</b> -	neutraal, reeel, passief
Diepte grondwaterstand	$H_w$	<b>1</b> m	t.o.v. maaiveld
Continu uitvoeringszakking	$f_v$	<b>0</b> mm	opzoeken NEN3650-1:2020 C.4.7
Verticale beddingsconstante	$k_v$	<b>0.11</b> N/mm <sup>3</sup>	opzoeken NEN3650-1:2020 C.4.7
Horizontale beddingsconstante	$k_h$	<b>0.077</b> N/mm <sup>3</sup>	opzoeken NEN3650-1:2020 C.4.7
Hoek van inwendige wrijving	$\phi$	<b>27.5</b> °	
Opleghoek $p=p$ berekening	$\beta$	<b>120</b> °	30, 70, 90, 120
Opleghoek $p=0$ berekening	$\beta$	<b>120</b> °	30, 70, 90, 120
Lineaire uitzettingscoefficient	$\alpha_g$	1.30E-04 mm/mm/K	
Sluifbreedte		<b>smaller dan 1,5D</b>	$Q_p=Q_k=Q_n$ , reken met $Q_n$

HD boring		ja	ja,nee (i.v.m. toelaatbaarheid iowa)
dE t.b.v. Iowa-formule		0 mm	opzoeken NEN3650-1:2020 C.4.2.5
Volumegewicht vulling	$G_{vul}$	1000 kg/m <sup>3</sup>	
Volumegewicht buismateriaal	G	955 kg/m <sup>3</sup>	
Elasticiteitsmodulus lang	$E'$	350 N/mm <sup>2</sup>	
Elasticiteitsmodulus kort	E	975 N/mm <sup>2</sup>	
Lange veldstrekking, nabij bocht, eindafsluiting		veld	

Langsspanningen indien van toepassing			
<b>Spanningen in lengte richting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger model berekening</b>			
Berekend met elastisch ondersteunde ligger model ( + is trek )			
Inclusief totaalfactoren op	Sq bodem	0.00 N/mm <sup>2</sup>	
grondparameters	Sq top	0.00 N/mm <sup>2</sup>	
	Sq zijden	0.00 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Spanningen &amp; belasting in omtreksrichting tgv zetting uit elastisch ondersteunde ligger berekening</b>			
Inclusief totaalfactoren op		0	
grondparameters		0	
		0	
Indirect over te dragen belasting	Qindirect	0.00 N/mm <sup>1</sup>	
Rechte buis of gevormde bocht		rechte leiding onder-bocht	
Spanningsverhogende factor	ix	1	>=1
Spanningsverhogende factor	iy	0	>=0

Overige gegevens			
Wandtraagheidsmoment	$I_w$	83.33 mm <sup>4</sup> /mm	$1/12(d_n-c_t)^3$
Wandweerstandsmoment	$W_w$	16.67 mm <sup>3</sup> /mm	$1/6(d_n-c_t)^2$
Gemiddelde straal	$r_g$	50.0 mm	$(D_e-d)/2$
Gemiddelde diameter	$D_g$	100.0 mm	$D_e-d$
Minimum wanddikte	d	10.0 mm	
Gewicht vulling	$Q_{vul}$	0.06 kN/m <sup>1</sup> buis	
Eigen gewicht	$Q_{eg}$	0.03 kN/m <sup>1</sup> buis	
Opdrijving	$Q_{op}$	0.09 kN/m <sup>1</sup> buis	
	$d_n-c_t$	10.0 mm	
Weerstandmoment van de buis	W	0.07 *10 <sup>6</sup> mm <sup>3</sup>	
Traagheidsmoment van de buis	I	3.97 *10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	
Totaalfactor verticale bedding	f	2.00	
Totaalfactor horizontale bedding	f	1.70	
Verticale beddingsconstante	$k_v \times f$	0.2200 N/mm <sup>3</sup>	incl totaalfactor
Horizontale beddingsconstante	$k_h \times f$	0.1309 N/mm <sup>3</sup>	incl totaalfactor

## 2: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

### SAMENVATTING RESULTATEN PE

Drukloos

*Toetsing axiaal*

$$S_x = a * i_x * S_{b;x} + S_{T;x}$$

0.00 N/mm<sup>2</sup>

$S_{x,toetswaarde}$

8.00 N/mm<sup>2</sup>

% $S_{x,toetswaarde}$

0 % < 100%

**voldoet**

*Toetsing omtrek externe belastingen*

$$S_{y2} = a * (S_{y,max} + i_y * S_{b;y})$$

2.52 N/mm<sup>2</sup>

$S_{y,toetswaarde}$

8.00 N/mm<sup>2</sup>

% $S_{y,toetswaarde}$

32 % < 100%

**voldoet**

*Deflectie bij drukloze leiding*

3.8 %  $D_g$

**voldoet**

*Toelaatbare langdurende uitwendige overdruk*

27.78 m waterkolom

0.00

2.52

0.00

### 3: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

#### BEREKENING GRONDBELASTINGEN

Grondgegevens			
Rekenwaarde verticale bedding	$k_v(\text{min})$	min 0.0990	N/mm <sup>2</sup>
Rekenwaarde horizontale bedding	$k_h(\text{min})$	min 0.0693	N/mm <sup>2</sup>
Rekenwaarde uitvoeringszakking	$y_c$	0	mm
Totaal factor uitvoeringszakking	$f$	1.50	
Totaal factor $Q_n$	$f$	1.10	
Totaal factor $Q_p$ en $Q_{nr}$	$f$	1.50	
Totaal factor $k_v$ omlaag	$f$	2.00	
Marston factor afhankelijk sleufbreedte	$f_m$	0.00	

Berekening verticale gronddrukken			
<i>Neutrale grondbelasting</i>			
$Q_n = ((sg \times H_w) + ((sg - 10) \times (H - H_w))) \times D_o$	$Q_n$	13.42 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f
<i>Passieve grondbelasting</i>			
$Q_p = (Q_n \times (1 + f_m \times (H / D_o)))$	$Q_p$	13.42 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f
<i>Reële grondbelasting</i>			
Grondtype aanvulmateriaal		zand	
E-modulus aanvulmateriaal		5 MPa	veen: 0,2; klei: 1-2-4; zand: 5-10-20
$z_{\text{max klei/veen}} = 0,25 \times D_o / (E^{1.5} \times \sqrt{H/D_o})$		0	mm
$z_{\text{max zand}} = 0,2 \times D_o / (E^{0.5} \times \sqrt{H/D_o})$		1	mm
$z_{\text{max reken}}$		1	mm
$q_n$		0.1220	N/mm <sup>2</sup>
$q_p (f_m=0,10)$		1.3642	N/mm <sup>2</sup>
$q_p - q_n$		1.2422	N/mm <sup>2</sup>
$k_{v, \text{top}} = (q_p - q_n) / z_{\text{max}}$		1.273973	N/mm <sup>3</sup>
$k_{v, \text{bodem}}$ uit tabel		0.11	N/mm <sup>3</sup>
$u$		0.075	autom. uit tabel 3650-1:2012 C.4.2.3
$k_{\text{buis}} = E I_w / (k_y \times D_o \times D_g^3)$		0.0027	N/mm <sup>3</sup>
$k_{\text{tot}} = 1 / (k_{v, \text{top}}^{-1} + k_{v, \text{bodem}}^{-1} + k_{\text{buis}}^{-1})$		0.0026	N/mm <sup>3</sup>
$q_k = q_n + k_{\text{tot}} \times u \times D_o$		0.143	N/mm <sup>2</sup>
$Q_k$		15.76 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f

LET OP  $Q_k$  is hoger dan  $Q_p$

Berekening gereduceerde gronddrukken			
--------------------------------------	--	--	--

Eventuele opgave gered. gronddruk door adviseur			
Opgave gered. gronddruk door adviseur $Q_{n,r}$		0 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f
Opgave gered. steundruk door adviseur $Q_{h,n,r}$		0 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f

Gegevens holocéen			
Inwendige wrijvingshoek	$\phi_h$	22.5	graden
Cohesie	$c_h$	1	kN/m <sup>2</sup>
Volume gewicht holocéen	$\gamma_h$	15	kN/m <sup>3</sup>
Dikte holocene laag	$h_h$	15	m
Dikte samendrukbare grondmassief	$H$	15	m
Straal boorgat	$R_{\text{boorgat}}$	0.13	m

Gegevens pleistoceen		
Inwendige wrijvingshoek pleistoceen	$\phi$	35.0 graden
Volume gewicht pleistoceen	$\gamma$	18.0 kN/m <sup>3</sup>
Diepte buis in pleistoceen	h	0.0 m

Gereduceerde gronddruk in het holocene pakket		
Halve br. afschuivende grondkolom		
$B_1 = 0.5 \cdot D_o + D_o \cdot \tan(45 - 1/2 \phi) \geq R$	$B_1$	0.13 m
$K = 1 - \sin(\phi)$	K	0.61731657
Effectief volumegewicht holocene	$\gamma'_h$	5.7 kN/m <sup>3</sup>
$Q_{n,r1} = D_o \cdot B_1 \cdot (\gamma'_h - c_h / B_1) / (K \cdot \tan \phi_h) \cdot (1 - e^{(-K \cdot h_h \cdot \tan \phi_h / B_1)})$		
Gered. neutrale gronddruk in zand	$Q_{n,r}$	0.00 kN/m
$F_{max} = (h \cdot \gamma'_h - Q_{n,r1} / D_o) \cdot 2B_1$	$F_{max}$	22.10 kN/m
$\alpha = \ln(h)$	$\alpha$	2.71
Samendrukkingconstante	C	19 -
Beddingsconstante van het bentoniet/grondmengsel na opstijving	$k_v$	5000 kN/m <sup>3</sup>
Relatieve verplaatsing tussen de grondkolommen bij volledig ontwikkelde kleef		
	$\delta_d$	0.004 m
$F_r$ is de blijvende wrijving (kleef) ten gevolge van de gewelfwerking		
$F_r = (0.9 F_{max}) / (1 + ((B_1 \cdot (3H - 2h) \cdot \alpha) / (2 C \cdot H (\delta_d + F_{max} / (2B_1 \cdot k_v))))))$		
	$F_r$	13.80 kN/m <sup>1</sup> buis
Gereduceerde neutrale gronddruk in het holocene pakket		
$Q_{n,r2} = (h \cdot \gamma'_h - F_r / 2B_1) \cdot D_o$	$Q_{n,r2}$	3.51 kN/m <sup>1</sup> buis excl. f

Gereduceerde gronddruk in het pleistocene pakket		
Halve br. afschuivende grondkolom		
$B_1 = 0.5 \cdot D_o + D_o \cdot \tan(45 - 1/2 \phi) \geq R$	$B_1$	0.13 m
$K = 1 - \sin(\phi)$	K	0.43
Effectief volumegewicht pleistoceen	$\gamma'$	8.00 kN/m <sup>3</sup>
Gereduceerde neutrale gronddruk in het pleistocene pakket		
$Q_{n,r} = (D_o \cdot B_1 \cdot \gamma') / (K \cdot \tan \phi) \cdot (1 - e^{(-K \cdot h \cdot \tan \phi / B_1)}) + \gamma'_h \cdot h_h \cdot D_o \cdot e^{(-K \cdot h \cdot \tan \phi / B_1)}$		
	$Q_{n,r}$	3.51 kN/m <sup>1</sup> buis excl. f

In rekening te brengen verticale gronddruk		
Type grondbelasting	neutraal	
$Q_{grond \text{ reken}}$	$Q \times f$	14.76 kN/m <sup>1</sup> buis incl. f

Berekening horizontale steundrukken			
<i>Neutrale steundruk</i>			
$Q_n$ buisasniveau	$Q_n$ buisas	13.48 kN/m <sup>1</sup> buis	Neutrale grond belasting
$P_v$ buisasniveau	$P_v$ buisas	7.50 kN/m <sup>2</sup>	
$Q_v$ buisasniveau	$Q_v$ buisas	0.83 kN/m <sup>1</sup> buis	Verkeersbelasting
$K_n$	$K_n$	0.54	Neutrale gronddruk coefficient
$Q_h = (Q_n + Q_v) \times K_n \times \sin(60)$	$Q_{h, \text{neutraal}}$	6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	Horizontale belasting hoek 120°
<i>Iowa steundruk</i>			
dE	dE	0 mm	
iowa max = $D_o \times 2k_h/3 \times dE \times \sin 60$		0.00 kN/m <sup>1</sup> buis	
$Q_{h, \text{iowa}} = D_o \times 2k_h/3 \times d_y/2 \times \sin 60$		13.32 kN/m <sup>1</sup> buis	
$Q_{h, \text{reken}} = Q_{h, \text{iowa}}, \text{ min}$	$Q_{h, \text{iowa, reken}}$	0.00 kN/m <sup>1</sup> buis	HD boring, geen iowa toelaatbaar
hulpwaarden voor bepaling toelaatbare steundruk			
deflectie zonder steundruk	$d_{y1}$	6.05 mm	
deflectie met neutrale steundr. en iowa	$d_{y2}$	3.31 mm	
deflectie met neutrale steundruk	$d_{y2'}$	3.31 mm	
	$d_{y2}/d_{y1}$	0.55	
	$d_{y2'}/d_{y1}$	0.55	
	$d_{y1}/2$	3.03 mm	
<i>Zandgrond en drukloos</i>			
$Q_h = Q_{h,n} + Q_{h, \text{iowa}}$		6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	altijd toelaatbaar
<i>Zandgrond en lagedrukleiding</i>			
$Q_h = Q_{h,n} + Q_{h, \text{iowa}}$		6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	als $f_{rr} > d_{y2}/d_{y1}$ toelaatbaar
<i>Zandgrond en drukleiding</i>			
steundruk niet toelaatbaar		0.00 kN/m <sup>1</sup> buis	als $d_{y1}/2 < dE$ toelaatbaar
<i>Klei/veengrond drukloos</i>			
$Q_h = Q_{h,n}$		6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	altijd toelaatbaar
<i>Klei/veengrond en lagedrukleiding</i>			
$Q_h = Q_{h,n}$		6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	als $f_{rr} > d_{y2'}/d_{y1}$ toelaatbaar
In de te berekenen situatie in rekening te brengen steundruk			
grondsoort		zand	
drukloos	$Q_h$	6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f
druk (lagedruk < 10 bar)	$Q_h$	6.67 kN/m <sup>1</sup> buis	excl. f

Berekening gereduceerde horizontale steundrukken			
$Q_{hr}$ pleistoceen		1.76 kN/m <sup>1</sup> buis	
$Q_{hr}$ holocene		1.76 kN/m <sup>1</sup> buis	
$Q_{h,n,r} = (1 - \sin(25)) \times Q_{n,r} \times \sin 60$			
	$Q_{h,n,r}$	0.00 kN/m <sup>1</sup> buis	

In rekening te brengen horizontale steundrukken			
drukloos		6.00 kN/m <sup>1</sup> buis	incl. f
druk		6.00 kN/m <sup>1</sup> buis	incl. f

#### 4: Sterkteberekening van een ondergrondse leiding volgens de NEN 3650 serie

##### BEREKENING SPANNINGEN EN TOETSING PE

Materiaalgegevens		
Toelaatbare treksterkte (lange duur)	$S_{x,y, \text{toetswaarde}}$	8 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. inwendige druk		
$S_p = p_d \cdot (r_e^2 + r_i^2) / (r_e^2 - r_i^2)$	$S_p$	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in langsrichting t.g.v. inwendige druk		
$S_{pl}$	$S_{pl}$	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding drukloos)		
$Q_{grond}$		14.76 kN/m <sup>1</sup> buis
$S_q = K \times (Q_{grond} + Q_{eg} + Q_{vu} - Q_{op}) \times r_g / W_w$		
$S_q \text{ bodem}$		6.11 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ top}$		5.80 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ zijden}$		-5.89 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondbelasting/eg (leiding onder druk)		
$f_{rr} = 1 / (1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E \cdot I_w))$		
<i>Reroundingeffect</i>	$f_{rr}$	1.00 voor directe belasting
$S_q = S_q \times f_{rr}$		
$S_q \text{ bodem}$		6.11 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ top}$		5.80 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ zijden}$		-5.89 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding drukloos)		
$Q_{h, grond}$		6.00 kN/m <sup>1</sup> buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$		
$S_q \text{ bodem}$		-2.57 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ top}$		-2.57 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ zijden}$		2.57 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. horizontale steundruk (leiding onder druk)		
$Q_{h, grond}$		6.00 kN/m <sup>1</sup> buis
$S_q = K \times Q_h \times r_g / W_w$		
$S_q \text{ bodem}$		-2.57 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ top}$		-2.57 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ zijden}$		-2.57 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding drukloos)		
Stootcoëfficiënt	$S$	1
Verkeersbelasting	$P_v$	7.50 kN/m <sup>2</sup>
$Q_v = P_v \times D_o \times S$	$Q_v$	0.83 kN/m <sup>1</sup> buis
$S_q = K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
$S_q \text{ bodem}$		0.34 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ top}$		0.32 N/mm <sup>2</sup>
$S_q \text{ zijden}$		-0.33 N/mm <sup>2</sup>



Spanningen in omtreksrichting t.g.v. verkeersbelasting (leiding onder druk)		
$S_q = f_{rr} \times K \times (Q_v \times f) \times r_g / W_w$		
	$S_q$ bodem	0.34 N/mm <sup>2</sup>
	$S_q$ top	0.34 N/mm <sup>2</sup>
	$S_q$ zijden	0.34 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in langsrichting t.g.v. temperatuursverschil		
$S_t = \alpha_g \cdot d_t \cdot f \cdot E'$		
	$S_t$	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. grondreacties door de verticale bochtstraal		
$\lambda^2$		
		6.60166E-05
$M = 0.322 \cdot K \cdot (E' I / R) \cdot \lambda^2 \cdot r_g$		
$S_p = f \cdot M / W_w$		
	$S_r$ bodem	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_r$ top	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_r$ zijden	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in langsrichting t.g.v. verticale bochtstraal		
$S_{rl} = (E' \cdot D) / (2 \cdot R_v)$		
	onder	
	$S_{rl}$	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in langsrichting t.g.v. zetting		
Waarden afkomstig van een elastisch ondersteunde ligger model (waarin ix is verwerkt)		
	$S_l$ bodem	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_l$ top	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_l$ zijden	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. zetting (leiding drukloos)		
Indirect over te dragen bovenbelasting		
	$Q$	0.00 N/mm <sup>1</sup>
$S = K \cdot Q \cdot r_g / W_w$		
	$S_q$ bodem	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_q$ top	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_q$ zijden	0.00 N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in omtreksrichting t.g.v. zetting (leiding onder druk)		
$f_{rr} = 1 / (1 + ((2 \times p_d \times r_g^3 \times k_y) / E' I_w))$		
<i>Reroundingeffect</i>	$f_{rr}$	1.00
$S_q = S_q \times f_{rr}$		
	$S_q$ bodem	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_q$ top	0.00 N/mm <sup>2</sup>
	$S_q$ zijden	0.00 N/mm <sup>2</sup>

Deflectie (leiding drukloos)		
Toelaatbare deflectie		
$d_{toel} = 0.08 \cdot S \cdot D_g$	8.0 mm	
	8.0 % van $D_g$	
Deflectie		
$d = D \left( (0.089 \cdot Q - 0.096 \cdot 0.866 \cdot Q_{n,h} + 0.048 \cdot Q_{indir}) \cdot r_g^3 \right) / (E' \cdot I_w + 0.061 k_h \cdot r_g^4)$		
Deflectionlag factor	1	IOWA toegepast
kh reken	0	
d =	3.8 mm	
	3.8 % van $D_g$	

Minimale ringstijfheid		
$SN = E \cdot I_w / D_g^3$	29.17 kN/m <sup>2</sup>	voldoet > 0,5

Implosie		
Toelaatbare uitwendige overdruk	kortdurend	1.55 N/mm <sup>2</sup> 15.48 bar 154.76 m waterkolom
Toelaatbare uitwendige overdruk	langdurend	0.28 N/mm <sup>2</sup> 2.78 bar 27.78 m waterkolom

## TOETSINGEN

Spanningen drukloos			
<i>Spanningen in omtreksrichting</i>	<i>bodem</i>	<i>top</i>	<i>zijden</i>
$S_p$ Inwendige druk	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_q$ Grondbelasting	6.11	5.80	5.89 N/mm <sup>2</sup>
$S_q$ Steundruk	-2.57	-2.57	-2.57 N/mm <sup>2</sup>
$S_{ver}$ Verkeersbelasting	0.34	0.32	0.33 N/mm <sup>2</sup>
$S_q$ Zetting	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_r$ elastische verticale bochtstraal	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_{y,max}$	3.88	3.55	3.64 N/mm <sup>2</sup>
<i>Spanningen in langsrichting</i>	<i>bodem</i>	<i>top</i>	<i>zijden</i>
$S_{pl}$ Inwendige druk	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_l$ zetting	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_{rl}$ elastische verticale bochtstraal	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_{b;x}$	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_{T;x}$ temperatuur	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>

Toetsing spanningen			
<i>Toetsing axiaal</i>	<i>bodem</i>	<i>top</i>	<i>zijden</i>
$S_x = a \cdot i_x \cdot S_{b;x} + S_{T;x}$	0.00	0.00	0.00 N/mm <sup>2</sup>
$S_{x,toetswaarde}$	8.00	8.00	8.00 N/mm <sup>2</sup>
% $S_{x,toetswaarde}$	0	0	0 % < 100%
<i>Toetsing omtrek externe belastingen</i>			
$S_{y2} = a \cdot (S_{y,max} + i_y \cdot S_{b;x})$	2.52	2.31	2.37 N/mm <sup>2</sup>
$S_{y,toetswaarde}$	8.00	8.00	8.00 N/mm <sup>2</sup>
% $S_{y,toetswaarde}$	32	29	30 % < 100%

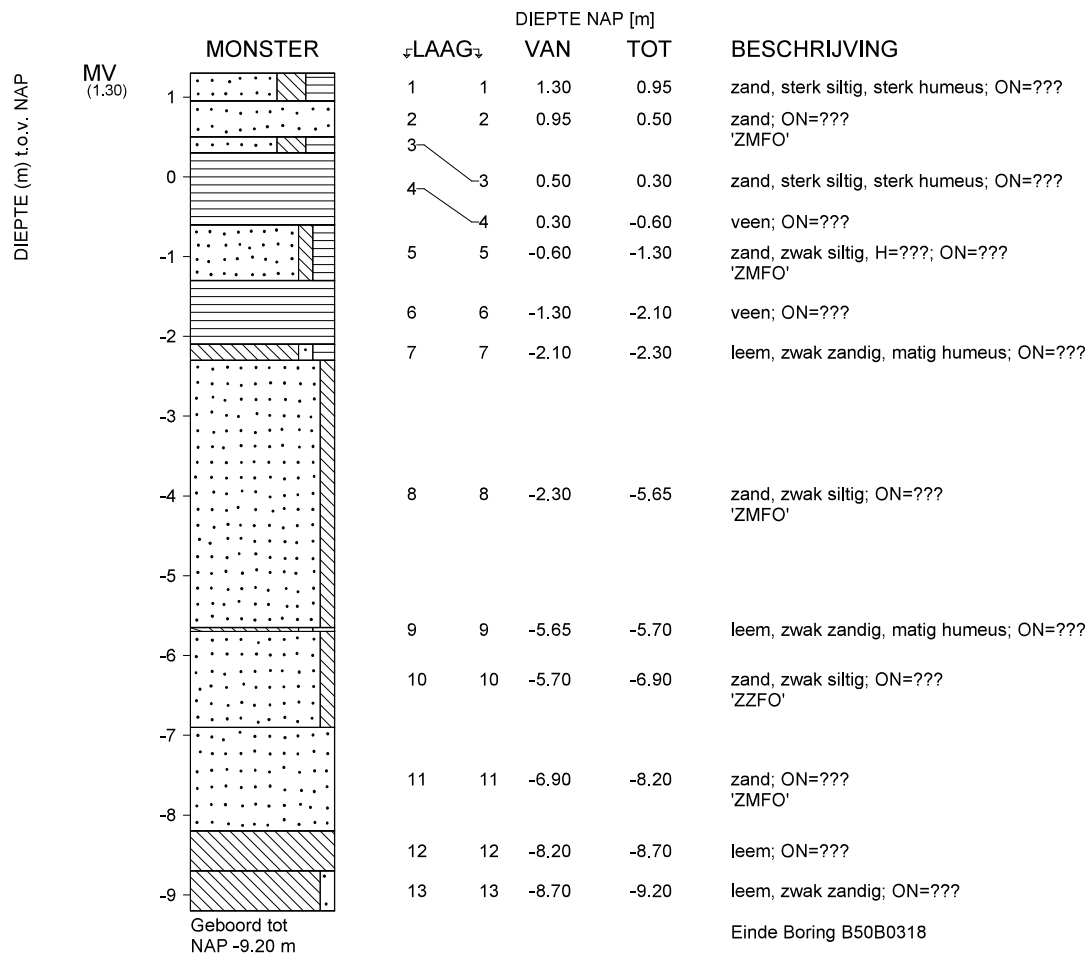
Deflectie	
Deflectie	3.8 % van gemiddelde diameter

Spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor een mantelbuis			
Spanningen in omtreksrichting	bodem	top	zijden
$S_p$ Inwendige druk			N/mm <sup>2</sup>
$S_q$ Grondbelasting			N/mm <sup>2</sup>
$S_q$ Steundruk			N/mm <sup>2</sup>
$S_{ver}$ Verkeersbelasting			N/mm <sup>2</sup>
$S_q$ zetting			N/mm <sup>2</sup>
$S_r$ elastische verticale bochtstraal			N/mm <sup>2</sup>
$S_{y,max}$			N/mm <sup>2</sup>
Spanningen in langsrichting	bodem	top	zijden
$S_{pl}$ Inwendige druk			N/mm <sup>2</sup>
$S_l$ zetting			N/mm <sup>2</sup>
$S_{rl}$ elastische verticale bochtstraal			N/mm <sup>2</sup>
$S_{b,x}$			N/mm <sup>2</sup>
$S_{T,x}$ temperatuur			N/mm <sup>2</sup>

Toetsing spanningen leiding onder druk: niet van toepassing voor mantelbuis				
Toetsing axiaal	bodem	top	zijden	
$S_x = S_{pl} + a * i_x * S_{b,x} + S_{T,x}$	0.00	0.00	0.00	N/mm <sup>2</sup>
$S_{x,toetswaarde}$				N/mm <sup>2</sup>
% $S_{x,toetswaarde}$				% < 100%
Toetsing omtrek externe belastingen				
$S_{y2} = a * (S_{y,max} + i_y * S_{b,x})$	2.52	2.32	2.38	N/mm <sup>2</sup>
$S_{y,toetswaarde}$				N/mm <sup>2</sup>
% $S_{y,toetswaarde}$				% < 100%
Toetsing omtrek inwendige druk				
$S_{y1} = S_p$	0.00			N/mm <sup>2</sup>
$S_{y,toetswaarde}$				N/mm <sup>2</sup>
% $S_{y,toetswaarde}$				% < 100%



## 4.5 Grondonderzoek



maaiveld: NAP 1.30 m  
 X = 111200 m Y = 397420 m (RD)

<Not Registered> <Not Registered>					datum	get.
<Not Registered> <Not Registered> Telefoon Telefax					1966-01-01	
-					DINO-BOR	gez.
					BIJL.	form. A3