

Afvoerbuis onder Lingedijk

Opdrachtgever Gemeente Geldermalsen
Project Afvoerbuis onder Lingedijk
Datum 8-jun-07

Pottuijt Pipeline Consulting

Sportlaan 16

1185 TC Amstelveen

T + 020 441 55 62

F+ 084 83 85 706

Email info@ppcleidingadvies.com

Website www.ppcleidingadvies.com

kvknr. 34 27 11 94

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Belangrijkste conclusies	4
2.1 Toelaatbare spanning	4
2.2 Toets op deflectie	6
2.3 Toetsing op implosie	6
2.4 Toetsing op minimale ringstijfheid	6
3. Uitgangspunten	7
3.1 Leidinggegevens	7
3.2 Grondgegevens	7
3.3 Ontwerpgegevens	7
4. Sterkteberekening	8
4.1 Projectgegevens	8
4.2 Grondgegevens (belastingen)	10
4.3 Toets spanning	13
4.4 Toetsing op ringstijfheid, implosie en deflectie	14
4.5 Uitwerking spanning t.g.v. druk en temperatuurverschillen	15
4.6 Uitwerking spanning t.g.v. verkeersbelasting	16
4.7 Uitwerking spanning t.g.v. grondbelasting	17
4.8 Uitwerking bochten	19

Bijlage 1 Grondrapport

Bijlage 2 Tekening(en)

1. Inleiding

De in dit rapport opgenomen berekening is gemaakt voor Gemeente Geldermalsen. Momenteel zijn zij doende met de voorbereiding voor de aanleg van leiding middels een "open sleuf"-methode. In dit rapport wordt de daar te gebruiken leiding berekend. De leiding wordt aangebracht met een buismateriaal/ kwaliteit van PE 80 sdr 13,6. 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 langsrichting 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 voor de leiding is bepaald voor de periode gedurende het 1e en 2e jaar als de periode na 2 jaar.

De spanning is getest aan de maximaal toelaatbare spanning geldend voor het gekozen leidingmateriaal/kwaliteit: PE 80 sdr 13,6

Toets spanning " open sleuf" gedurende het 1e en 2e jaar

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

Maximaal optredende spanning in langsrichting tijdens 1e en 2e jaar: 0,01 n/mm²

De maximale toelaatbare lange duur spanning voor PE 80 sdr 13,6 bedraagt (geldend in langsrichting):

Toetl. Spanning = σ_t * schadefactor	6,4 n/mm ²
σ_t 6,40 n/mm ²	
schadefactor 1,00	

Conclusie

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding qua spanning in langsrichting voor deze periode voldoet.

Maximaal optredende spanning in omtreksrichting tijdens 1e en 2e jaar: 2,84 n/mm²

De maximale toelaatbare lange duur spanning voor PE 80 sdr 13,6 bedraagt (geldend in omtreksrichting):

Toetl. Spanning = σ_t * schadefactor	6,4 n/mm ²
σ_t 6,40 n/mm ²	
schadefactor 1	

Conclusie

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding qua spanning in omtreksrichting voor deze periode voldoet.

Toets spanning " open sleuf" na 2 jaar

Voor de gebruiksfase zijn zowel de spanningen in langsrichting als in omtreksrichting na 2 jaar bepaald en gecontroleerd aan de maximaal toelaatbare spanning.

Maximaal optredende spanning in langsrichting na 2 jaar: 0,01 n/mm²

De maximale toelaatbare lange duur spanning voor PE 80 sdr 13,6 bedraagt (geldend in langsrichting):

Toetl. Spanning = σ_t * schadefactor	6,4 n/mm ²
σ_t 6,40 n/mm ²	
schadefactor 1	

Conclusie

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding qua spanning in langsrichting voor deze periode voldoet.

Maximaal optredende spanning in omtreksrichting tijdens bedrijfsfase: 2,61 n/mm²

De maximale toelaatbare lange duur spanning voor PE 80 sdr 13,6 bedraagt (geldend in omtreksrichting):

Toetl. Spanning = σ_t * schadefactor	6,4 n/mm ²
σ_t 6,40 n/mm ²	
schadefactor 1	

Conclusie

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de leiding qua spanning in omtreksrichting voor deze periode 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 het gekozen leidingmateriaal geldt dat er een toets op deflectie gedaan moet worden (leidingmateriaal niet-staal).

Maximaal optredende deflectie van drukloze leiding 17,81 mm.

Toelaatbare deflectie voor leiding 20,00 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 (bv. grondwater op drukloze buis) op implosie worden beschouwd. Met implosie wordt de radiale elastische instabiliteit bedoelt.

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

Implosie

Bij de toetsing op implosie blijkt dat indien de grondwaterkolom boven de buis meer dan 7,96 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: 0,00 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: 0,5 kN.m² (PE 80 sdr 13,6)

De berekende ringstijfheid van de leiding betreft: 41,79 kN/m²

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 80
met een materiaalkwaliteit: PE 80 sdr 13,6

De diameter is aangehouden op 250 mm en de wanddikte bedraagt 18,4 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
Open sleuf	zand	zand

3.3 Ontwerpgegevens

Druk

Bij de berekening wordt rekening gehouden met een inwendige druk van maximaal
= 0 bar.

0 n/mm²,

Bocht

In de berekening is voor het open sleuf gedeelt geen bocht aangehouden.

Bochtstraal = 0 m

Wanddikte = 0 mm

Dekking

Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met een dekking maximaal:

tracé deel	dekking in m
Open sleuf	0,60

Temperatuur

Als temperatuursvariatie is bij de berekening aangehouden:

0 °C

Verkeer

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

tracé deel	boven leiding
Open sleuf	grafiek2

Schadefactor

De schadefactor is voor de berekening vastgesteld op

1

4.1 Projectgegevens

Opdrachtgever

Gemeente Geldermalsen

Project:

Afvoerbuisc onder Lingedijk

Afmetingen van de leidingen

Uitwendige middellijn	250,00	De
Wanddikte	18,40	dn
Dikte bekleding	0,00	e

Bocht in leiding

	nee	
Bochtstraal	0,00	R
Wanddikte bocht	0,00	dnb

Procescondities

Soortleiding (gas/ vloeistof/ drukloos)		
Ontwerpdruk	0	N/mm ²
Volumieke massa vloeistof	1000	kg/m ³
Temp verschil medium/ omgeving	0	C°

Omgevingscondities

Schadefactor

Soort kering	secundaire kering
<i>Risico van levensgevaar voor personen</i>	geen reëel levensgevaar
<i>Schade door inundatie</i>	gebied klein stedelijk /dorpsbebouwing/ weinig industrie
Schadefactor	1

Toets toegestaan vereenvoudigd berekeningen

Voor vloeistofleidingen geldt: $H_3 * Di_5$ moet kleiner zijn dan 40 m⁸

H is de druk in meters vloeistofkolom. Rekening houdende met $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ volgt:

$$H = pd / (r * g) = 0,00 \quad \text{m}$$

$$H_3 * Di_5 = 0,00 \quad \text{m}^8$$

Berekeningsmethode toegestaan

Verkeersklasse	grafiek2	grafiek
Verkeersbelasting	81,00	N/mm ²
<i>Gegevens deklaag (indien van toep.)</i>		
Soort deklaag	geen deklaag aanwezig	
Deklaag dikte	0,00	mm
E-modulus deklaag	1,00	N/mm ²
<i>Gegevens fundering (indien van toep.)</i>		
Soort fundering	geen fundering aanwezig	
Fundering dikte	0,00	mm
E-modulus fundering	1,00	N/mm ²
<i>Gegevens grond</i>		
E-modulus grond	100,00	N/mm ²
Fictieve dekkingshoogte: Heq	600,00	mm

Project: Afvoerbuisk onder Lingedijk

Materiaal	PE 80 sdr 13,6		
Lange-duurtreksterkte	8,00	N/mm2	MRS
Materiaalfactor	1,25		°_M
Toelaatbare lange duur spanning tang	6,40	N/mm2	σ
Toelaatbare lange duur spanning axiaal	6,40	N/mm2	σ
Elasticiteitsmodulus korte duur tang	1000,00	N/mm2	E
Elasticiteitsmodulus korte duur axiaal	1000,00	N/mm2	E
Elasticiteitsmodulus lange duur	200,00	N/mm2	E'
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	0,000130	(mm/mm).K-1	ag
Alfa Tangentieel	0,65		aT
Alfa Axiaal	0,65		aA
Constante van Poisson	0,40		v

Aanleggegevens

Grondsoort onder leiding	zand		
Grondsoort boven leiding	zand		
horizontale steundruk	ja		
Z leidingas t.o.v. NAP	-725	mm	
Z maaiveld t.o.v. NAP	0	mm	
Z GWS t.o.v. NAP	-1000	mm	
Dekking	600	mm	
Sleufbreedte op buisasniveau	1000	mm	
Aanvulling (on)verdicht	verdicht		
Opleghoek leiding	70,00	grd	
Belasting hoek grondkolom	180,00	grd	

uitvoeringszakkingverschil	5	mm	
zetting	0	mm	
soort sleuf	open droge sleuf		
-			-

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	213,20	mm	$Di = De - 2 * dn$
Gemiddelde middellijn	231,60	mm	$Dg = (De + Di) / 2$
Uitw. middellijn+bekleding	250,00	mm	$Do = De + 2 * e$
Uitwendige straal	125,00	mm	$ru = De / 2$
Inwendige straal	106,60	mm	$ri = Di / 2$
Gemiddelde straal	115,80	mm	$rg = (ru + ri) / 2$
Traagheidsmoment buis	90328744,19	mm4	$Ib = (De^4 - Di^4) * p / 64$
Weerstandsmoment buis	722629,95	mm3	$Wb = Ib / ru$
Wandtraagheidsmoment	519,13	mm4/mm1	$Iw = dn^3 / 12$
Wandweerstandsmoment	56,43	mm3/mm1	$Ww = dn^2 / 6$

4.2 Grondgegevens (belastingen)

Project: Afvoerbuisk onder Lingedijk

Berekening grondparameters *NEN 3650-1:2003*

Gemiddelde waarden zonder partiële factoren

Aanleggegevens

	AX-LP	0
Z leidingas t.o.v. NAP	mm	-725
Z bovenkant leiding t.o.v. NAP	mm	-600
Z maaiveld t.o.v. NAP	mm	0
Z GWS t.o.v. NAP	mm	-1000
Sleufbreedte op buisniveau	mm	1000
Grondsoort onder de leiding		zand
Grondsoort boven en naast de leiding		zand
verdichting		verdicht
Dekking (mm)	mm	600
laagdikte boven GWS boven de leiding	mm	600
laagdikte onder GWS boven de leiding	mm	0

Grondgegevens

Elasticiteitsmodulus grond E_{100} (N/mm ²)		75,000
Elasticiteitsmodulus grond E_1 (N/mm ²)		10,000
Verticale grondspanning onder de leiding (N/mm ²)		0,015
E grond		10,875
Gamma nat grond onder de leiding (N/mm ³)		2,00E-05
Gamma nat grond boven en naast de leiding (N/mm ³)		2,00E-05
Gamma droog grond onder de leiding (N/mm ³)		1,80E-05
Gamma droog grond boven en naast de leiding (N/mm ³)		1,80E-05
Phie grond onder de leiding (graden)		33
Phie grond boven en naast de leiding (graden)		33
C_u onder de leiding (N/mm ²)		0,0000
C_u boven en naast de leiding (N/mm ²)		0,0000
C' onder de leiding (N/mm ²)		0,0000
C' boven en naast de leiding (N/mm ²)		0,0000
Uitw. diameter isolatie (mm)		250,0
Uitw. diameter leiding (mm)		250,0

LAMBDA mm-1 0,00196

NEUTRALE GRONDBELASTING (N/mm²) *qn* **0,01080**

SOILNB
NEUTRALE GRONDBELASTING (N/mm¹) *Qn* **2,97**
SOILNB

Project: Afvoerbuisk onder Lingedijk

fm		0,3
PASSIEVE GRONDREACTIE (N/mm²)		
RVT	qk	0,019
PASSIEVE GRONDREACTIE (N/mm¹)		
RVT	Qk	5,108
σ_k buis		0,015
(H + D/2)/D		2,90
K _q		11,0
Alpha		0,6
K _c		35,0
HOR. PASSIEVE GR.REACTIE (N/mm²)		
RH		0,160
d _c		0,495
dy		1
Sy		0,96
Nq		24,5845
Ny		22,5375
dq		1,338
Sq		1,054
EVENWICHTSDRAAGVERMOGEN		
(N/mm²) RVS		0,446
EVENWICHTSDRAAGVERMOGEN		
(N/mm¹) RVS	Pwe	111,625
D _o (m)		0,250
E (Mpa)		10,000
H (m)		0,600
z_{max} (m)		3,73E-03
VERT. BEDDINGSCONSTANTE omhoog		
(N/mm³) KLT		0,002
VERT. BEDDINGSCONSTANTE min		
(N/mm³)	Kv min	2,150E-02
VERT. BEDDINGSCONSTANTE gem		
(N/mm³)	Kv gem	2,150E-02
VERT. BEDDINGSCONSTANTE omlaag		
(N/mm³) KLS		9,711E-03

Project: Afvoerbuis onder Lingedijk

Y_{max}			38,00
HOR. BEDDINGSCONSTANTE (N/mm³)			
KLH	Kh		0,022
HOR. BEDDINGSCONSTANTE (N/mm³)			
IOWA	IOWA		0,018
K			0,463
Sigmak (N/mm ²)			0,015
Delta (graden)			21,7
a (N/mm ²)			0
WRIJVING (N/mm²)	F	F	0,004
WRIJVINGSVERPLAATSING. (mm)			
UF	UF		4
mu			0,02
Reële grondbelasting (N/mm²)		qr	5,1084
Reële grondbelasting (N/mm²)		Qr	0,0186
Zmax			0,0037

4.3 Toets spanning

Project: Afvoerbuisc onder Lingedijk

Toets totaal aan optredende spanningen gedurende 1e en 2e jaar

Optredende spanning in omtreksrichting van de leiding

$\sigma_y = \sigma_p + \alpha_T * (\sigma_q + i_y(p)) * \sigma_q$			Toelaatbare spanning (afhankelijk van gekozen schadefactor)		
$\sigma_y =$	2,84	n/mm ²			
σ_p	0,00	n/mm ²	Toetl. Spanning = $\sigma_t * \text{schadefactor}$	6,4	n/mm ²
α_T	0,65	-	σ_t	6,40	n/mm ²
σ_q	4,37	n/mm ²	schadefactor	1	
$i_y(p)$	1,00	-			
σ_{bx}	0,02	n/mm ²	Leiding voldoet		

Optredende spanning in langsrichting van de leiding

$\sigma_x = v * \sigma_p + \alpha_A * i_x(p) * \sigma_{bx} + \sigma_t$			Toelaatbare spanning (afhankelijk van gekozen schadefactor)		
$\sigma_x =$	0,01	n/mm ²			
v	0,40	-	Toetl. Spanning = $\sigma_t * \text{schadefactor}$	6,4	n/mm ²
σ_p	0,00	n/mm ²	σ_t	6,40	n/mm ²
α_A	0,65	-	schadefactor	1	
$i_x(p)$	1,00	-			
σ_{bx}	0,02	n/mm ²	Leiding voldoet		
σ_t	0,00	n/mm ²			

Toets totaal aan optredende spanningen gedurende na 2 jaar

Optredende spanning in omtreksrichting van de leiding

$\sigma_y = \sigma_p + \alpha_T * (\sigma_q + i_y(p)) * \sigma_q$			Toelaatbare spanning (afhankelijk van gekozen schadefactor)		
$\sigma_y =$	2,61	n/mm ²			
σ_p	0,00	n/mm ²	Toetl. Spanning = $\sigma_t * \text{schadefactor}$	6,4	n/mm ²
α_T	0,65	-	σ_t	6,40	n/mm ²
σ_q	4,01	n/mm ²	schadefactor	1	
$i_y(p)$	1,00	-			
σ_{bx}	0,02	n/mm ²	Leiding voldoet		

Optredende spanning in langsrichting van de leiding

$\sigma_x = v * \sigma_p + \alpha_A * i_x(p) * \sigma_{bx} + \sigma_t$			Toelaatbare spanning (afhankelijk van gekozen schadefactor)		
$\sigma_x =$	0,01	n/mm ²			
v	0,40	-	Toetl. Spanning = $\sigma_t * \text{schadefactor}$	6,4	n/mm ²
σ_p	0,00	n/mm ²	σ_t	6,40	n/mm ²
α_A	0,65	-	schadefactor	1	
$i_x(p)$	1,00	-			
σ_{bx}	0,02	n/mm ²	Leiding voldoet		
σ_t	0,00	n/mm ²			

4.4 Toetsing op ringstijfheid, implosie en deflectie

Project: Afvoerbuis onder Lingedijk

Toetsing op minimale ringstijfheid SN

$SN = E * I_w / Dg^3$	41,79	kN/m ²
E	1000,00	N/mm ²
E'	200,00	N/mm ²
I _w	519,13	mm ⁴ /mm ¹
Dg	231,60	mm

Minimaal vereiste ringstijfheid van PE 80 sdr 13,€ **0,50** kN.m²

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

Toetsing op implosie: berekening van de toelaatbare alzijdige overdruk

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

$p_{o,kort} =$	0,79597102	N/mm ²	dat betekend bestand tegen	79,60 m waterkolom
y	1,5	-		
v	0,4	-		

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

$p_{o, lang} =$	0,08	N/mm ²	dat betekend bestand tegen	7,96 m waterkolom
y	3,00	-		
v	0,40	-		

Toets op optredende en toelaatbare deflectie

Situatie drukloze leiding met zijdelingse steundruk

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

deflectie =	17,81	mm	voldoet
Q = Q _v + Q _n	23,22	n/mm ¹	
Q _d	0,34	n/mm ¹	
Q _{n,h}	10,74	n/mm ¹	
r _g	115,80	mm	
E	200,00	N/mm ²	
I _w	519,13	mm ⁴ /mm ¹	
inwendige wrijvingshoek	32,50	grad	

Toelaatbare deflectie = 0,08 * D_e * schadefactor 20,00 mm

D _e	250,00	mm
Schadefactor	1,00	-

4.5 Uitwerking spanning t.g.v. druk en temperatuurverschillen

Project: Afvoerbuis onder Lingedijk

Toets leiding dikwandig of dunwandig

Dg	231,6	mm
dn	18,4	mm
Dg/dn	12,59	Dikwandig
$\sigma_p = (r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2) * p_d$	0,00	N/mm ²

Berekening van de spanning t.g.v. temperatuurverschil

$\sigma_t = \Delta T * \alpha_g * E$	0,00	N/mm ²
Delta T	0	C°
α_g	0,00013	(mm/mm).K-1
E korte duur axiaal	1000,00	N/mm ²

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	
$k_y = \text{deflectiefactor nen 3650 tabel D.1}$	0,102	-
Opleghoek leiding	70	grd
Belastinghoek grondkolom	180	grd

4.6 Uitwerking spanning t.g.v. verkeersbelasting

Project: Afvoerbuisc onder Lingedijk

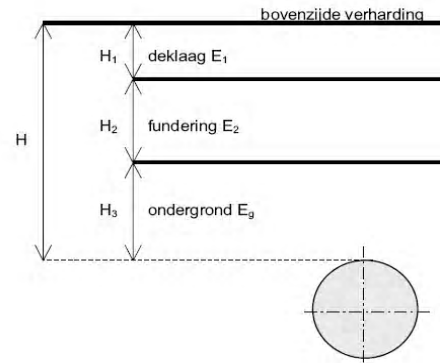
Berekening van de verkeersbelasting Qv

Gegevens deklaag (indien van toep.)

Soort deklaag	geen deklaag aanwezig	
Deklaag dikte = H2	0,00	mm
E-modulus deklaag = E1	1,00	n/mm2

Gegevens fundering (indien van toep.)

Soort fundering	een fundering aanwezig	
Fundering dikte = H1	0,00	mm
E-modulus fundering = E2	1,00	n/mm2
Gegevens grond	0,00	
E-modulus grond = E3	100,00	n/mm2

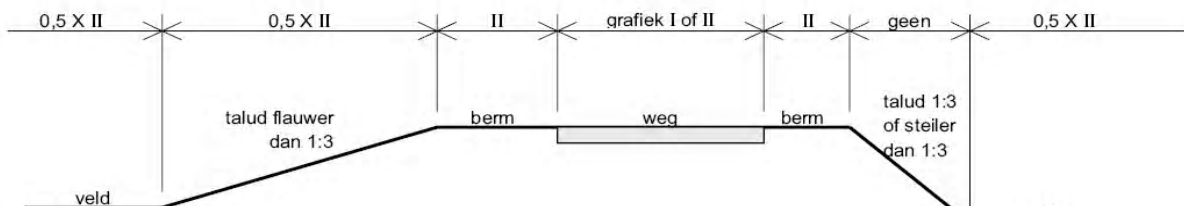


qv	81	N/mm2	moet uit tabel komen
Qv = qv*Do	20,25	N/mm1	

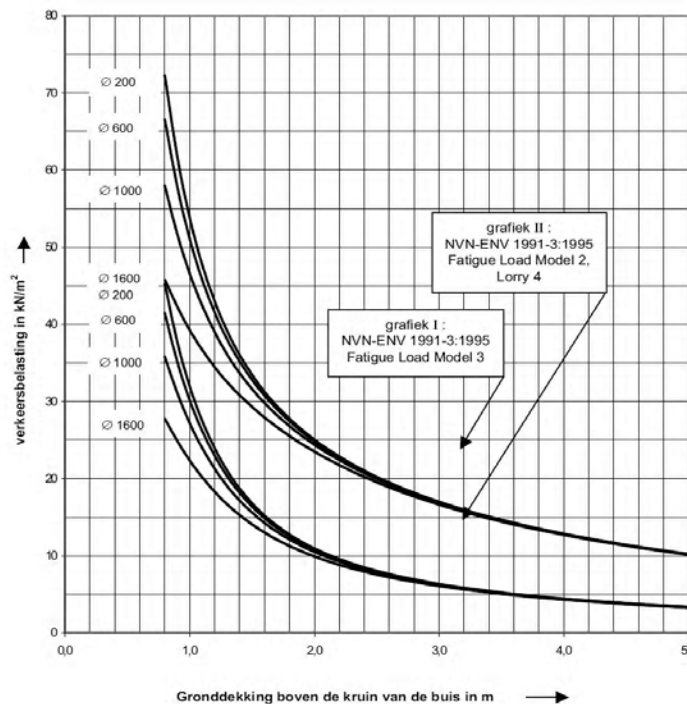
Ontlastende wegdek:

H1eq = 0.9*H1*(E1/E3)^1/3	0,00	mm
H2eq = 0.9*H2*(E2/E3)^1/3	0,00	mm

Fictieve dekingshoogte: Heq 600,00 mm



qv = 81



4.7 Uitwerking spanning t.g.v. grondbelasting

Project: Afvoerbuis onder Lingedijk

Berekening indirect overgedragen grondbelasting

λ	0,001964		L	40000,00	mm
Do	250,00	mm	$\lambda = \lambda * L$	78,56	
fv 1e en 2e jaar	5,00	mm	AZ	0,00454653	
fv na 2 jaar	5,00	mm	BZ	0,00001155	
kv	0,0215	N/mm3	Cz	0,00281895	
E	1000,00	N/mm2	lb	98,18	%
lb	90328744,19	mm4			

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_0 \times k_v}{4E \times I_b}}$$

$$L = 10 \times \sqrt[4]{4 \times E \times I_b / D_0 \times k_v}$$

Berekening indirect overgedragen grondbelasting

Na 1e en 2e Jaar

qz = Bz * fv * Do * kv, gem	0,000310	N/mm1
Qd = qz * l * L * (i + (i * l * L) / 6)	0,34	N/mm1

Na 2 Jaar

qz = Bz * fv * Do * kv, gem	0,00031	N/mm1
Qd = qz * l * L * (i + (i * l * L) / 6)	0,34	N/mm1

Vergelijking bovenlastingen met evenwichtsdraagvermogen

Situatie 1e en 2e jaar

Qk	5,11	N/mm1
Qv	20,25	N/mm1
Qd	0,34	N/mm1
Som	25,70	N/mm1

Situatie na 2 jaar

Qn	2,97	N/mm1
Qv	20,25	N/mm1
Qd	0,34	N/mm1
Som	23,56	N/mm1

Pwe 111,62 n/mm1 111,62 n/mm1

**geen
aanpassing
Qd**

**geen
aanpassing
Qd**

Qd 1e en 2e jaar 0,34 N/mm1 Qd na 2 jaar 0,34 N/mm1

Momenten en spanningen t.g.v. directe en indirecte bovenbelastingen (1e en 2e jaar)

Horizontale steundruk	ja		1-sin y	0,46	
			y	33	
Moment tgv Qk en Qv			Moment tgv Qd		
$M_q = K_b \cdot (1 - \sin y) \cdot (Q_k + Q_v) \cdot r_g$	241,85	Nmm/mm1	$M_{qd} = K_{b,ind} \cdot Q_d \cdot r_g$	4,77	Nmm/mm1
Kb	0,178	-	Kbind	0,122	-
rg	115,80	mm	rg	115,80	mm

Spanning ten gevolge van M_q en M_{qd}

$\sigma_q = f_{rr} \cdot (M_q + M_{qd}) / W_w$	4,37	N/mm2
frr	1,00	-
Ww	56,43	mm3/mm1

Project: Afvoerbuis onder Lingedijk

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

<i>Horizontale steundruk</i>	ja		1-sin y	0,46	
			y	33	
<i>Moment tgv Qn en Qv</i>			<i>Moment tgv Qd</i>		
$Mq = Kb * (1 - \sin y) * (Qn + Qv) * rg$	221,46	Nmm/mm1	$Mqd = Kb,ind * Qd * rg$	4,77	Nmm/mm1
Kb	0,178	-	Kbind	0,122	-
rg	115,80	mm	rg	115,80	mm
<i>Spanning ten gevolge van Mq en Mqd</i>					
$\sigma q = frr * (Mq + Mqd) / Ww$	4,01	N/mm2			
frr	1,00				
Ww	56,43	mm3/mm1			

Berekening van de spanning sbx t.g.v. uitvoeringszakkingsverschil f v

$\sigma bx = Cz * fv * (E * kv, gem / dn)^{0,5}$	0,02	N/mm2
E	1000,00	N/mm2
kv gem	0,0215	N/mm3
dn	18,40	mm

Berekening van de spanning sbx t.g.v. uitvoeringszakkingsverschil f v+ zettingsverschil fz

$\sigma bx = Cz * (fv + 1,5 * fv) * (E * kv, gem / dn)^{0,5}$		
$\sigma bx =$	0,02	N/mm2
E	1000,00	N/mm2
kv gem	0,0215	N/mm3
dn	18,40	mm

4.8 Uitwerking bochten

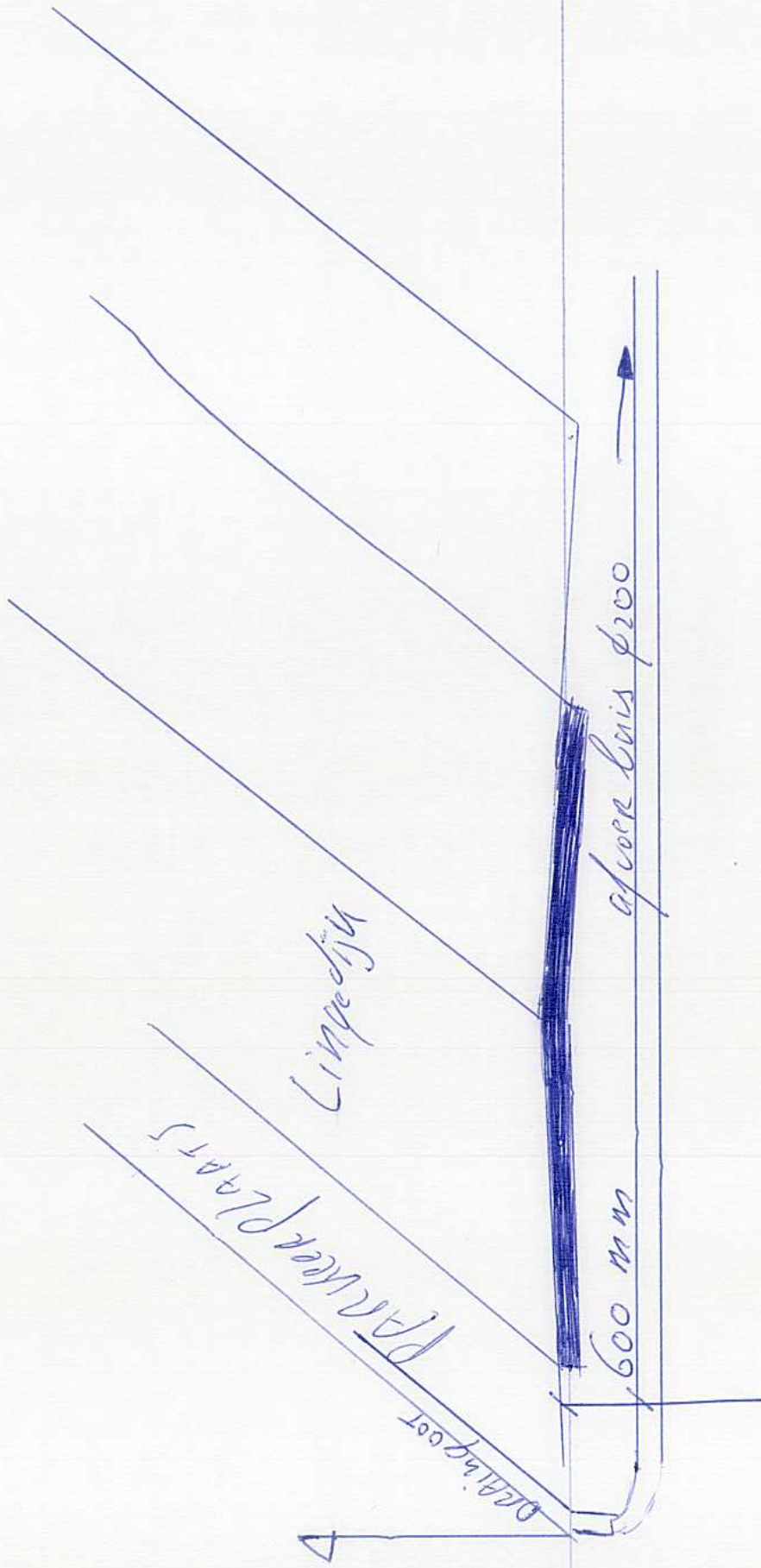
Project: Afvoerbuis onder Lingedijk

Berekening vervangende bochten en correctie factoren

dn,bocht	0	mm
R bocht	0	mm
rgb	115,8	mm
pd	0	N/mm ²
E korte duur axiaal	1000,00	N/mm ²
$h = dn,b * R / rg,b^2$	0	-
$k = 1.65 / h$	#DEEL/0!	-
$ix = 0.9 / h(2/3)$	#DEEL/0!	#DEEL/0!
ix =	#DEEL/0!	-
$iy = 2 * ix$	#DEEL/0!	-
$c2 = 1 + 3.25 * (pd/E) * (rg,b/dn,b)(5/2) * (R/rg,b)(2/3)$		
C2=	#DEEL/0!	-
$ixp = ix / c2$	#DEEL/0!	#DEEL/0!
ixp=	#DEEL/0!	-
$iyp = 2 * oorspronkelijke ixp$	#DEEL/0!	-
ix =	1	<i>geen bocht aanwezig!</i>
ixp =	1	<i>geen bocht aanwezig!</i>
iy =	1	<i>geen bocht aanwezig!</i>
iyp =	1	<i>geen bocht aanwezig!</i>

Bijlage 1 Grondrapport

Bijlage 2 Tekening(en)



05:1

22