N.V. Nederlandse Gasunie

telefax

Postbus 19
9700 MA Groningen
(Laan Corpus den Hoorn 102)
Nederland / The Netherlands
Telefoon 050-219111
Telex 53448
Telefax 050-267248
Telegramadres Gasunie

Aan / To

Bedrijf / Company: Provinciale Waterstaat Zuid Holland + Grondmechanica Delft
Dhr. / Mw. / Mr. / Ms.: ir. R.A.S. de Vocht-fing. W.J. van de Geest ir. H. Hergarden
Fax. nr.: 070-3240418 015-610821

Van / From

Naam / Name: J. Spiekhout Tel. nr.: 050-212190
Datum / Date: 14-02-'91 Ref. nr.: TNO W 91.156F

Aantal blz. / Total pages: 4
(incl. deze blz. / incl. this page)

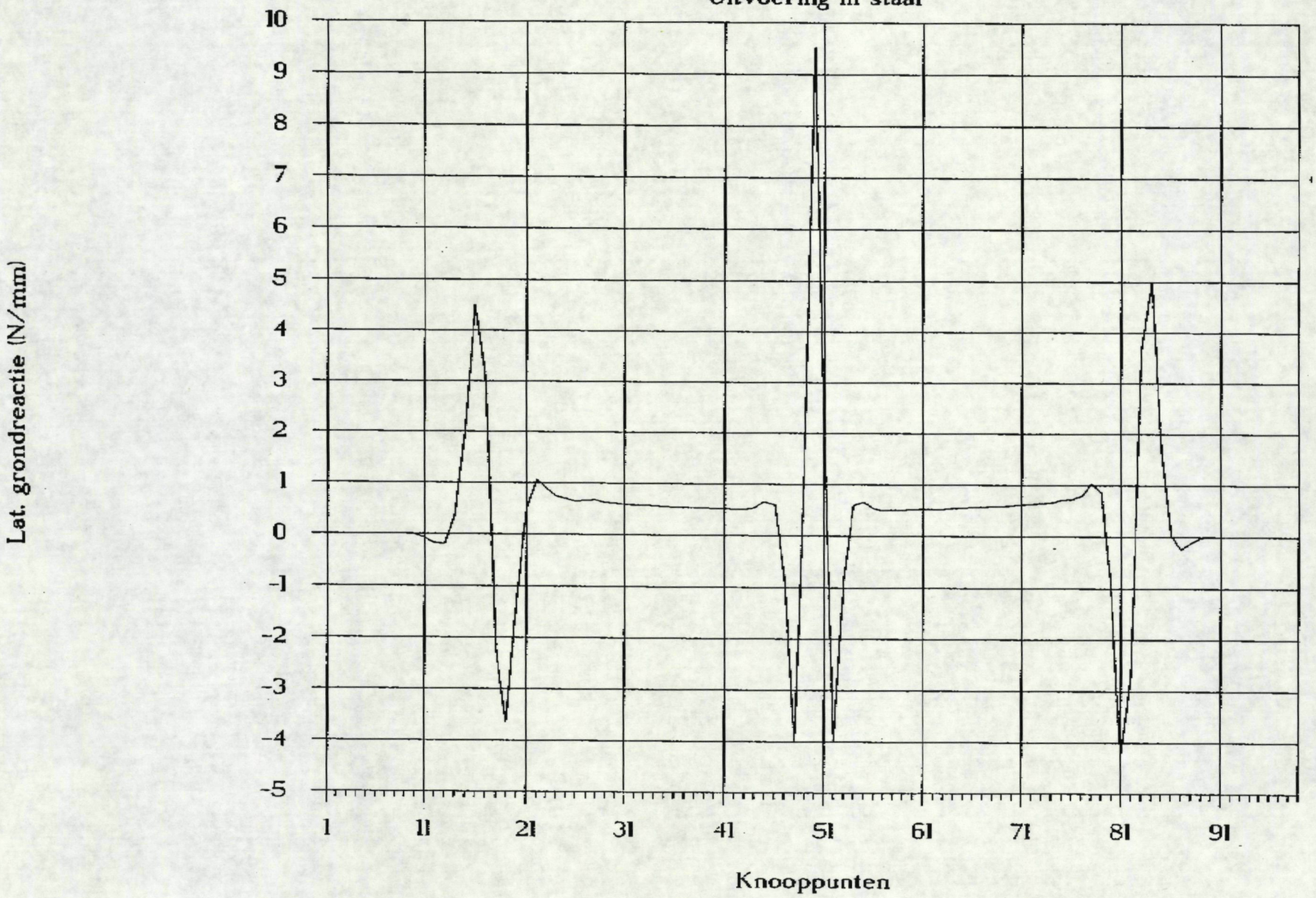
Niet goed ontvangen? Bel: 050-212413
Transmission error? Call: 50-212413

Onderwerp / Opmerkingen
Subject / Remarks: Berekeningsmethode horizontaal boren

Hierbij de resultaten van de drie berekeningen ter bespreking di 19 febr. a.s. 14.00 te Den Haag

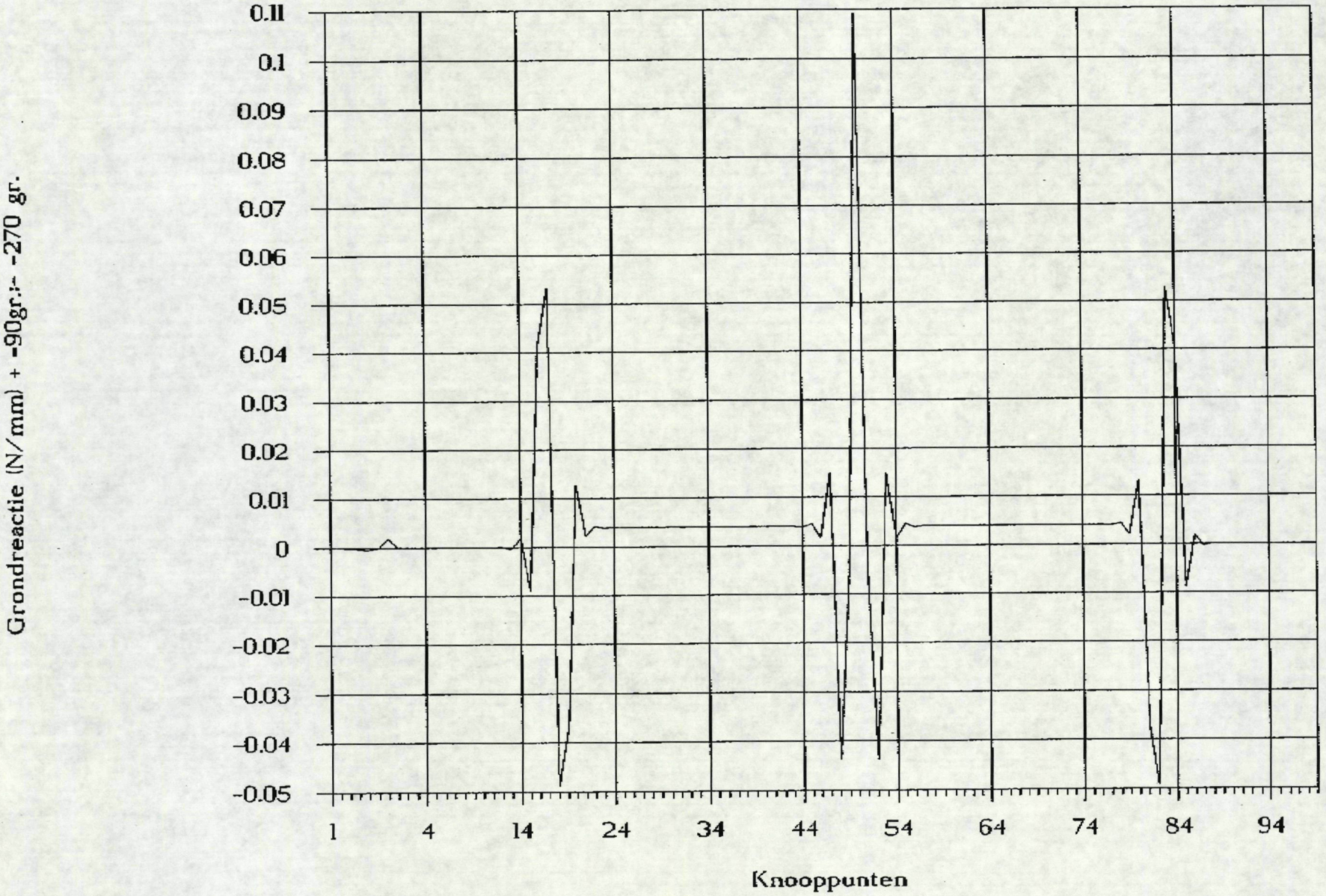
M. vr. gr.

Stompwijksevaart



Stompwijksevaart

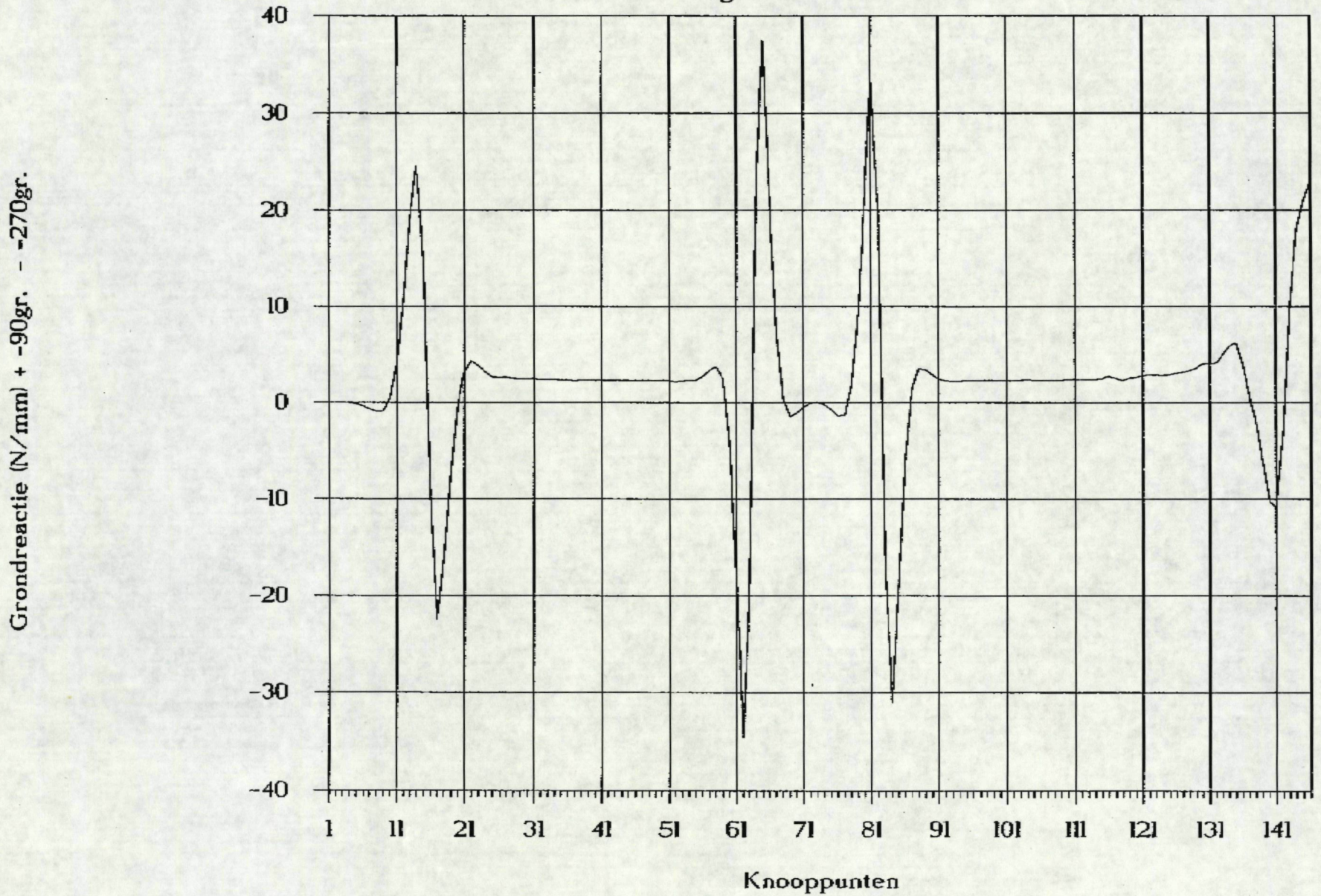
Uitvoering in kunststof



SENT BY:NED. GASUNIE GRONINGEN ;14- 2-91 ; 12:13 ; 31502672 48→ 070-3240418;# 2

48" Noord-Hollandskanaal

trace Balgzand - Oudelandertocht



12" aardgasleiding kruising met de STOMPWIJKSEVAART d.m.v. een horizontale boring

Rapport TN/OW 8953

Opdrachtgever : N.V. Nederlandse Gasunie

Werkorder nr. : 590107

Tracé : Westerlee-Voorschoten

Tekening nr. : W-514-01-XZ-34-02

Datum : 27-11-89

Revisienr. : 0

Revisiedatum :

Gasunie

INHOUD:

1. Voorwoord.

2. Samenvatting van de resultaten.

3. Uitgangspunten voor ontwerp en berekening.

4. Toelichting op de sterkteberekening.

Bijlagen:

1. De sterkteberekening.

2. Berekening van de veiligheidszones.

3. Bepaling van de afpersdruk

4. Grondmechanisch rapport.

5. Tekening W 514-01-XZ-34-02

Gasunie

1. VOORWOORD

Het voorliggende rapport bevat resultaten van de berekeningen die zijn uitgevoerd ten behoeve van de kruising van de gastransportleiding met de 12" Stompwijksevaart

Vergunningverlenende instantie(s):
Hoogheemraadschap van Rijnland
Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland

Gehanteerde leidraad en/of code:
'Richtlijnen voor leidingkruisingen met Waterstaatswerken volgens de bestuurbare horizontale boormethode'
van de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland uitgave 1985

De reductie- (schade-)factor waarmee de toelaatbare spanning moet worden vermeningvuldigd is:
- tijdens uitvoeringsfase: 1,00
- tijdens bedrijf : 0,85

Gasunie

2 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

De uit de berekening volgende grootste spanningen zijn:

	Type spanning	Berekende spanning [N/mm^2]	Toelaatbare spanning [N/mm^2]	Bereikte schadefactor
uitvoering	σ_x	149,25	160,00	0,93
	σ_y	5,88	160,00	0,04
	σ_i	152,27	192,00	0,79
bedrijf	σ_x	118,96	136,00	0,74
	σ_y	80,98	136,00	0,51
	σ_i	123,21	163,20	0,64

σ_x = gesuperponeerde spanningen in langsrichting
σ_y = gesuperponeerde spanningen in omtreksrichting
σ_i = ideële spanning volgens Von Mises

De maximale toelaatbare afpersdruk, waarbij in enig punt van de leiding een spanning van $0{,}9\sigma_{vloei}$ bereikt wordt, is berekend op: 227 bar

Veiligheidszones:
Beide zijden: 24,3 meter

Conclusies uit het grondmechanisch rapport:

1. Druk van de boorvloeistof:
Bij het niveau van de leiding van NAP -17 m. bedraagt de maximaal toelaatbare druk in het boorgat onder het waterstaatswerk (watergang en kaden) 600 kN/m^2 (6 bar). Buiten de kruising waar de leiding hoger komt te liggen zijn de maximaal toelaatbare drukken lager.
Het verloop van de maximaal toelaatbare muddruk in het boorgat is weergegeven op bijlage 10 van het grondmechanisch rapport.
Volumegewicht Boorvloeistof dient 1,21 kn/m^3 te bedragen.
2. Alternatieve kwelweg:
De diepte ligging van de leiding is zodaning dat de natuurlijke kwelweg vanuit de watergangen niet wordt verstoord. De verticale kwelweg vanuit de watergangen naar de leiding is groter dan de helft van de kortste kwelweg onder de kade.

De leiding voldoet hiermee aan de gestelde eisen.

Gasunie

3. UITGANGSPUNTEN VOOR ONTWERP EN BEREKENING

3.1 DE CONSTRUCTIE

leiding gegevens:

Uitwendige diameter	:	323,9 mm
Wanddikte	:	17,5 mm
Materiaal	:	API-5L-grade B_2 of eq DIN 17172
Vloeigrens	:	240 N/mm^2
Breukgrens	:	370 N/mm^2
R_e	:	240 N/mm^2

Grond gegevens:

Van het grondmechanisch rapport zijn de volgende gegevens voor de berekening gebruikt:

Max. neutrale grondbelasting: q_n = 0,127 N/mm^2
Min. passieve grondbelasting juist buiten één van beide veiligheidszones : q_p = 0,821 N/mm^2
(q_p wordt gebruikt om te kontroleren of de grond rondom het boorgat tijdens de intrekoperatie niet plastisch deformeert).

3.2 BELASTINGEN

Berekeningsdruk:
De bedrijfsdruk van het leidingtracé is 40,0 bar
De ontwerpdruk is 66,2 bar

Ontwerptemperatuurverschil:
Ontwerp temperatuursverschil 0 graden
(Dit is het verschil tussen bedrijfs-temperatuur en constructietemperatuur)

Zettingen:
N.v.t.

Verkeersbelasting:
N.v.t.

3.3 TOELAATBARE SPANNINGEN

Zie bijlage 1: de sterkteberekening

Gasunie

4. TOELICHTING OP DE STERKTEBEREKENING

Daar de kruising als een bestuurbare horizontale boring wordt uitgevoerd, kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening conform de gehanteerde leidraad en/of code.

Gasunie

Horizontale bestuurbare boringen V. 2.2

Betreft	:	12" Stompwijksevaart
Rapport nr.	:	TN/OW 8953
Opdrachtgever	:	Gasunie
Werkorder nr.	:	590107
Trace	:	Westerlee-Voorschoten
Tekening nr.	:	W-514-01-XZ-34-02
Nr. grondmech. rapport	:	CO-297362
Datum	:	13-10-1989
Revisienr.	:	
Revisiedatum	:	

1. Gegevens:

Uitwendige diameter	Du =	323,9	mm
Wanddikte	t =	17,5	mm
Berekeningsdruk	P =	6,62	N/mm2
Lengte produktbuis	L =	225,000	m
Kromtestraal op rollenbaan	Rr =	300,0	m
Ontwerp kromtestraal boorgat	Ro =	412,0	m
Vloeispanning	Re =	240,0	N/mm2
Schadefactor	sf =	0,85	
Neutrale grondbelasting	qn =	0,127	N/mm2
Passieve grondbelasting	qp =	0,821	N/mm2
Verwachte max. trekkracht prod. buis	=	1000	kN

2. Uitgangspunten:

Elasticiteitsmodulus	E =	205800	N/mm2
Soortelijk gewicht pijpmateriaal	=	7,70E-05	N/mm3
Soortelijk gewicht boorspoeling	=	1,21E-05	N/mm3
Ondersteuningshoek	beta =	120	graden
Momentcoeff. indirekt 120 gr.	k' =	0,083	
Momentcoeff. direkt 120 gr.	k =	0,138	
Verticale deflect. coeff. 120 gr.	ky =	0,089	
Diameter boorgat (Du + 12")	Db =	628,7	mm
Theor.lengte waarover qr werkt	dl =	323,9	mm
Wrijvingscoefficient op rollenbaan	fr =	0,1	

3. Tussenresultaten

Uitwendige buissstraal	ru =	162,0	mm
Gemiddelde buisstraal	rg =	153,2	mm
Inwendige buissstraal	ri =	144,5	mm
Doorsnede-oppervlak pijpmateriaal	A =	16845	mm2
Traagheidsmoment buiging	Ib =	198325532	mm4
Traagheidsmoment buiswand	Iw =	447	mm4/mm
Weerstandsmoment tegen buiging	Wb =	1224610	mm3
Weerstandsmoment van de buiswand	Ww =	51	mm3/mm
Kromtestraal in boorgat (0,9 * Ro)	R =	370,8	m

Gasunie

4. Overige gebruikte symbolen

T1	= trekkracht t.g.v. weerstand op de rollenbaan	[N]
Mb	= buigend moment in axiale richting	[Nmm]
Sax	= spanning in axiale richting	[N/mm2]
Stan	= spanning in tangentiele (omtreks) richting	[N/mm2]
Sb	= spanning t.g.v. buiging van de buis	[N/mm2]
St	= spanning t.g.v. trekkrachten op de buis	[N/mm2]
SQr	= spanning t.g.v. krommingsreakties	[N/mm2]
SQ	= spanning t.g.v. de neutrale grondbelasting	[N/mm2]
Spx	= spanning in axiale richting t.g.v. inw. druk	[N/mm2]
Spy	= spanning in omtreks richting t.g.v. inw. druk	[N/mm2]
Si	= ideele spanning volgens Von Mises	[N/mm2]
Stl	= toelaatbare spanning	[N/mm2]
Sitl	= toelaatbare ideele spanning	[N/mm2]
frr	= reroundingfactor volgens Spangler	[-]
alfa	= (zie figuur op blad 6)	[graden]
l	= (zie figuur op blad 6)	[mm]
qr	= (zie figuur op blad 6)	[N/mm2]

Gasunie

5. Resultaten

5a. Relatief gewicht van de buis in de boorspoeling:

gewicht van de buis	gb =	1,297	N/mm
gewicht van de verdrongen spoeling	gs =	0,997	N/mm
netto gewicht van de buis	=	0,300	N/mm

Conclusie: de boorspoeling is lichter dan de buis;
de buis zal zinken

5b. Fase 1: begin trekoperatie

Axiale spanning:

$$Sax = St +/- Sb$$

$$Sb = \frac{Mb}{Wb} = \frac{E * Du}{2 * Rr} = 111,10 \text{ N/mm2}$$

$$T1 = L * gb * fr = 29187,56 \text{ N}$$

$$St = \frac{T1}{A} = 1,73 \text{ N/mm2}$$

Sax,max = 112,83 N/mm2

Tangentiele spanning: verwaarloosbaar

5c. Fase 2: einde trekoperatie

Axiale spanning:

$$Sax = St +/- Sb$$

$$Sb = \frac{Mb}{Wb} = \frac{E * Du}{2 * R} = 89,88 \text{ N/mm2}$$

$$St = \frac{T2 + T3}{A}$$

Gezien de ervaringen met voorgaande boringen, wordt
bij deze boring een maximale trekkracht verwacht van 1000 kN

St = 59,36 N/mm2

Sax,max = 149,25 N/mm2

Tangentiele spanning:

$$Stan = +/- SQr$$

$$SQr = k' * qr * \frac{ru}{Ww} * Du = 5,88 \text{ N/mm2}$$

Gasunie

Waarin:

$$qr = \frac{E * Ib}{dI * I * R * Du} = 0{,}070 \text{ N/mm2}$$

qp = 0,821 N/mm

qr < qp dus de wand v.h. boorgat wordt niet plastisch gedeformeerd

I = (R + Db) * Sin alfa = 15044 mm

alfa= arc Cos((R + Du)/(R + Db)) = 0,041 rad.

Ideele spanning:

Si = (Sax^2 + Stan^2 - Sax * Stan)^(1/2)

Si = 152,27 N/mm2

5d. Fase 3: de bedrijfstoestand
Axiale spanningen:

Sax = Spx +/- Sb

Sb = (zie fase 2) = 89,88 N/mm2

$$Spy = P * \frac{ru^2 + ri^2}{ru^2 - ri^2} = 58{,}14 \text{ N/mm2}$$

Spx = 0,5 * Spy 29,07 N/mm2

Sax,max = 118,96 N/mm2

Tangentiele spanningen:

Stan= Spy +/- (SQr + SQ) * frr

SQr = (zie fase 2) = 5,88 N/mm2

$$SQ = k * qn * \frac{ru}{Ww} * Du = 18{,}01 \text{ N/mm2}$$

$$frr = \frac{1}{1 + \frac{2 * P * rg^3 * ky}{E * Iw}} = 0{,}9559$$

Stan,max = 80,98 N/mm2

Ideele spanning:

Si = (Sax^2 + Stan^2 - Sax * Stan)^(1/2)

Si,max = 123,21 N/mm2
(Si is het grootst in het belastinggeval met inwendige druk)

6. Vergelijking met de toelaatbare spanning

6a. Bepaling van de toelaatbare spanning
Tijdens uitvoering bedraagt de toelaatbare spanning (Stl):

Stl = 2/3 * Re = 160,00 N/mm2

Tijdens uitvoering bedraagt de toelaatbare ideele spanning (Sitl):

Sitl= 1,2 * Stl = 192,00 N/mm2

In de bedrijfstoestand bedraagt de toelaatbare spanning (Stl):

Stl = 2/3 * Re * sf = 136,00 N/mm2

In de bedrijfstoestand bedraagt de toelaatbare ideele spanning (Sitl):

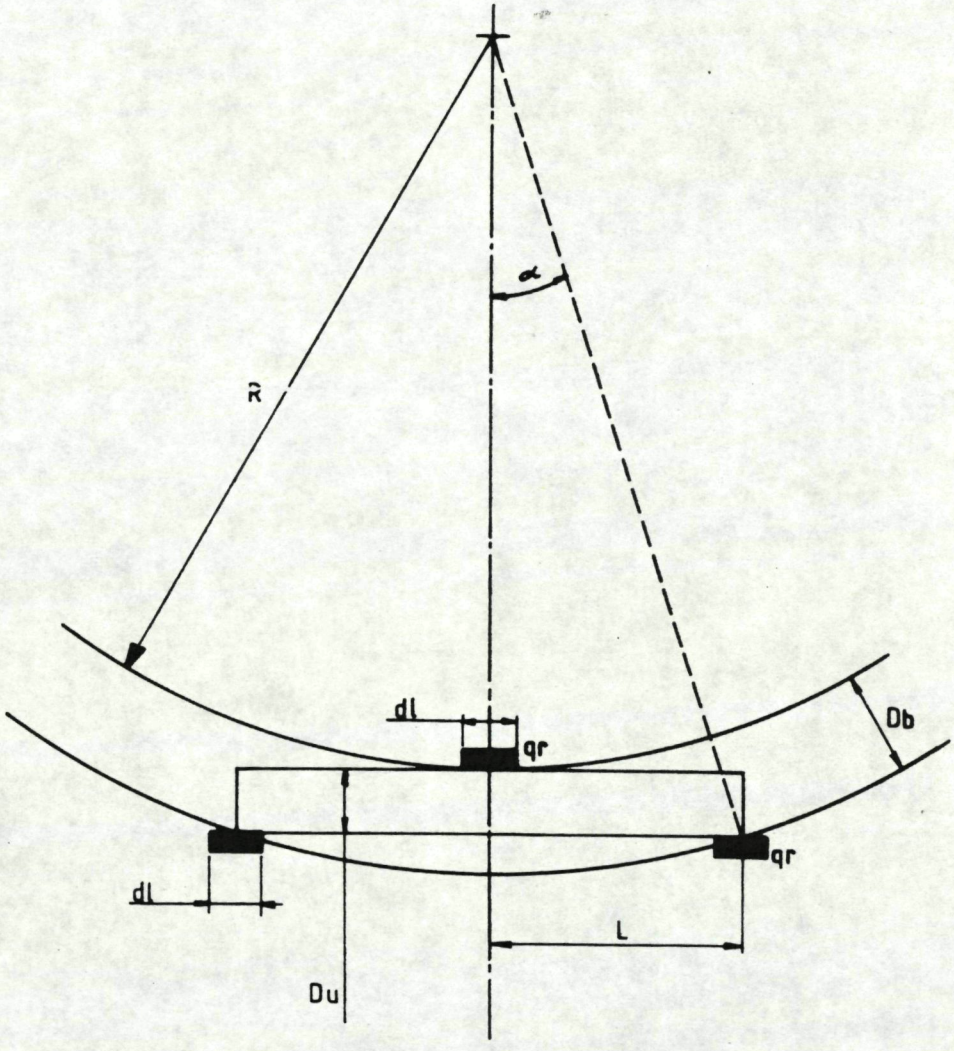
Sitl= 1,2 * Stl = 163,20 N/mm2

6b. Controle van de berekende spanningen:

			Bereikte schadefactoren:
Fase 1:			
Sax =	112,83 N/mm2 <=	160,00 N/mm2	0,71
Fase 2:			
Sax =	149,25 N/mm2 <=	160,00 N/mm2	0,93
Stan=	5,88 N/mm2 <=	160,00 N/mm2	0,04
Si =	152,27 N/mm2 <=	192,00 N/mm2	0,79
Fase 3:			
Sax =	118,96 N/mm2 <=	136,00 N/mm2	0,74
Stan=	80,98 N/mm2 <=	136,00 N/mm2	0,51
Si =	123,21 N/mm2 <=	163,20 N/mm2	0,64

Conclusie: de bestuurbare horizontale boring voldoet
aan de gestelde eisen m.b.t. de toelaatbare spanningen

Gasunie


α
R
dl
qr
Db
qr
dl
L
Du

10/11/89

TN/OW 8953 Kruising met de Stompwijksevaart

DE BEPALING VAN DE VEILIGHEIDSZONE (PIJPLEIDINGCODE 1972).
Combinatie van 3 dimensionale- en vereenvoudigde berekening.

Nom diam	=	12,00 inch
D uitw.	=	323,90 mm
Wanddikte	=	7,10 mm
Ontwerpdruk	=	40,00 bar
(80 bar,66,2 bar,40 bar)		
Gronddekking	=	1,25 m
Vochtconstante	=	0,02
Dijkhoogte	=	4,60 m
Lengte	=	0,00 km
Qve station	=	94000 m3/h

RESULTATEN

Diepte kuil	=	1,7682 m
Ontgrondingskuil	=	5,8704 m
Veiligheidszone	=	24,2704 m
Qve	=	9,4000E+04 m3/h

TUSSEN RESULTATEN

D inw.	=	309,70 mm
I begin	=	382680,21 N
I eind	=	13761,86 N
GBi1	=	3,63 m
GBe1	=	1,04 m
Invloed begin I	=	2,59 m
GBx	=	3,28 m
weerstandfactor	=	0,000
Qve leiding	=	9,40E+04 m3/h

TOELICHTING

Ontgrondingskuil	= de lengte van de kuil in straalrichting.
Veiligheidszone	= de som van de ontgrondingskuil en 4* de dijkhoogte.
I begin	= beginimpulsflux van de straal.
I eind	= eindimpulsflux van de straal (stationaire eindwaarde).
GBi1	= kuilgrootte na beginimpuls en t1.
GBe1	= kuilgrootte na stationaire eindwaarde en t1.
t1	= tijdsduur erosie (sec), hier 60sec.
invloed begin I	= GBi1 - GBe1.
GBx	= kuilgrootte alsof er van meet af leind geheerst heeft.

Gasunie

TN/OW8953 12" Stompwijksevaart

VEREENVOUDIGDE BEREKENING AFPERSDRUK
(volgens Pijpleidingcode 1972)

Gegevens:

Du	=	323,90	mm
t	=	17,50	mm
Re	=	240,00	N/mm2
R	=	0,00	mm
E	=	205800,00	N/mm2
beta	=	120,00	deg
G(grondg)=		-	kN/m3
H(dekking)=		-	m
Q(grond)=		0,127	N/mm2

Resultaten:

Qtotaal:	41,79	N/mm		

rechte buis (bodem)

Afpersdruk:	22,80	N/mm2		
	227,95	bar		
Spanningen:				
sigma r =	200,21	N/mm2		
sigma q =	15,79	N/mm2		
sigma y =	216,00	N/mm2	0,9Re =	216 N/mm2

bocht omhoog(bodem)

Afpersdruk:	n.v.t	N/mm2		
	n.v.t.	bar		
Spanningen:				
sigma r =	n.v.t.	N/mm2		
sigma q =	n.v.t.	N/mm2		
sigma y =	n.v.t.	N/mm2	0,9Re =	216 N/mm2

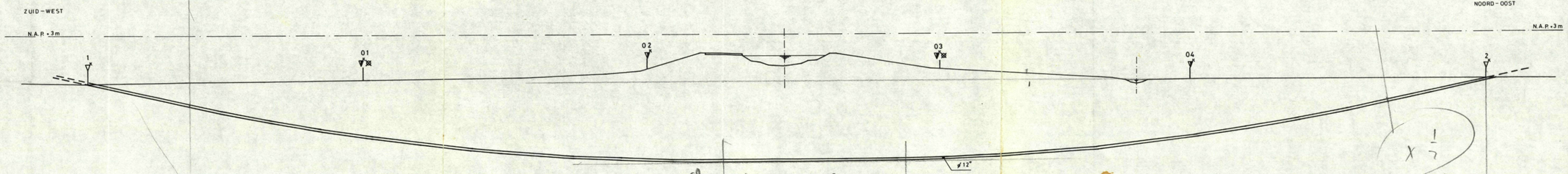
bocht omlaag (bodem)

Afpersdruk	n.v.t.	N/mm2		
	n.v.t.	bar		
Spanningen:				
sigma r =	n.v.t.	N/mm2		
sigma q =	n.v.t.	N/mm2		
sigma y =	n.v.t.	N/mm2	0,9Re =	216 N/mm2

Gasunie

Bijlage : Grondmechanisch rapport

Gasunie



VERTIKALE GRONDBELASTING passief / neutraal $\left[\frac{P_v^p}{P_v^n}\right] \times 10^{-3}$ N/mm²	9,0 / 4,4	9,0 / 4,4	108,6 / 24,9	324,8 / 43,8	535,4 / 54,8	821,2 / 70,2	1374,3 / 92,5	2277,2 / 127,0	1973,8 / 111,9	1597,1 / 101,4	2092,8 / 118,1	1557,1 / 102,7	1223,4 / 90,6	758,9 / 68,2	578,1 / 58,1	358,6 / 45,6	179,8 / 31,8	47,2 / 15,1	9,0 / 4,4	9,0 / 4,4
HORIZONTALE GRONDREACTIE $\left[P_h^e\right] \times 10^{-3}$ N/mm²	35	35	265	380	475	845	1080	1445	1285	1175	2095	1190	1225	825	650	470	365	200	35	35
VERTIKALE GRONDVERPLAATSING $\left[\delta_v\right]$ mm	40	40	35	15	5	0	0					0		0	5	15	30	35	40	40
MAX. TOELAATBARE MUDDRUK kN/m²		10	50	100	200	300	600					600		300	200	150	100	50	10	10
VERTIKAAL / HORIZONTAAL BEDDINGSGETAL $\left[\frac{k_v}{k_h}\right] \times 10^{-3}$ N/mm³	2,5 – 5,0 / 2,0 – 4,0	3 – 6 / 2,5 – 5	5 – 10 / 4 – 8	10 – 20 / 6 – 12	15 – 30 / 12 – 24	17 – 34 / 14 – 28						15 – 30 / 12 – 24		10 – 20 / 6 – 12	7,5 – 15 / 5 – 10		5 – 10 / 4 – 8	3 – 6 / 2,5 – 5	2,5 – 5,0 / 2,0 – 4,0	
EVENWICHTSDRAAGVERMOGEN / GRONDSOORT $\left[P_v^e\right] \times 10^{-3}$ N/mm²	200-400 / klei	250 – 500 / klei	350 – 700 / klei / veen	600 – 1200 / zand / klei	1000 – 2000 / zand / klei	1000 – 2000 / zand / klei						1000 – 2000 / zand / klei		600-1200 / zand / klei	400 – 800 / klei		350 – 700 / zand / klei	250 – 500 / klei	200 – 400 / klei	
MAXIMALE WRIJVING / CORRESPONDERENDE VERPLAATSING $\left[\frac{\tau_{max}}{\delta\tau_{max}}\right] \times 10^{-3}$ N/mm² / mm	3 – 6 / 4 – 6	2 – 4 / 5 – 10	5 – 10 / 5 – 10	6 – 12 / 3 – 5	8 – 16 / 3 – 5	10 – 20 / 3 – 5						8 – 16 / 3 – 5		6 – 12 / 3 – 5	5 – 10 / 5 – 10		2 – 4 / 3 – 5	2 – 4 / 5 – 10	3 – 6 / 4 – 6	

LEGENDA ZIE BIJL. A

8953

GRONDMECHANICA DELFT

KRUISING ø 12" AARDGASLEIDING MET STOMPWIJKSE VAART TE LEIDSCHENDAM

GRONDMECHANISCH PARAMETERS

JULI '89

CO-297360

BIJL. 10

40/120

schaal 1: 250

Horizontale bestuurbare boringen V. 4.0
PC'90

Betreft	:	12" STOMPWIJKSEVAART(H.P.E) VOORBEELD
Rapport nr.	:	TN/OW 9100
Opdrachtgever	:	N.V.Nederlandse Gasunie
Werkorder nr.	:	000000
Trace	:	XX-XX
Tekening nr.	:	Configuratie volgens W-514-01-XZ-34-02
Nr. grondmech. rapport	:	CO-297360
Datum	:	20-01-91
Revisienr.	:	0
Revisiedatum	:	0

1. Gegevens:

Uitwendige diameter	Du =	323,9	mm
Wanddikte	t =	35,0	mm
Berekeningsdruk	P =	0,30	N/mm2
Lengte produktbuis	L =	225,000	m
Kromtestraal neergaande boog	R1 =	300,0	m
Ontwerp kromtestraal boorgat	Ro =	412,0	m
Vloeispanning	Re =	7,5	N/mm2
Schadefactor	sf =	1,00	
Neutrale grondbelasting (maximaal)	qn =	0,127	N/mm2
Passieve grondbelasting (einden)	qp =	0,821	N/mm2
Hor. afst. intredepunt - plaats qp	=	30,00	m
Aantal gebogen buisdelen	n =	1	-

(gebogen buisdelen zijn van elkaar gescheiden door rechte delen)

2. Uitgangspunten:

Elasticiteitsmodulus	E =	700	N/mm2
Soortelijk gewicht pijpmateriaal	=	9,55E-06	N/mm3
Soortelijk gewicht boorspoeling	=	1,07E-05	N/mm3
Ondersteuningshoek	beta =	120	graden
Diameter boorgat (Du + 12")	Db =	628,7	mm
Wrijvingscoefficient op rollenbaan	f1 =	0,1	-
Wrijvingsgetal buis-boorvloeistof	f2 =	0,00012	N/mm2
Wrijvingscoefficient buis-boorgat	f3 =	1,0	-
Momentcoeff. indirekt 120 gr.	k' =	0,083	-
Momentcoeff. direkt 120 gr.	k =	0,138	-
Verticale deflect. coeff. 120 gr.	ky =	0,089	-

3. Tussenresultaten

Uitwendige buisstraal	ru =	162,0	mm
Gemiddelde buisstraal	rg =	144,5	mm
Inwendige buisstraal	ri =	126,9	mm
Doorsnede-oppervlak pijpmateriaal	A =	31766	mm2
Traagheidsmoment buiging	Ib =	336277977	mm4
Traagheidsmoment buiswand	Iw =	3573	mm4/mm
Weerstandsmoment tegen buiging	Wb =		mm3
Weerstandsmoment van de buiswand	Ww =	204	mm3/mm
Kromtestraal in boorgat (0,9 * Ro)	R =	370,8	m

Gasunie

4. Overige gebruikte symbolen

T1	= trekkracht t.g.v. weerstand op de rollenbaan	[N]
T2	= trekkracht t.g.v. vlst. wrijving en eff. gew.	[N]
T3	= trekkracht t.g.v. wrijv. raakvl. mom. koppels	[N]
Mb	= buigend moment in axiale richting	[Nmm]
Sax	= spanning in axiale richting	[N/mm2]
Stan	= spanning in tangentiele (omtreks) richting	[N/mm2]
Sb	= spanning t.g.v. buiging van de buis	[N/mm2]
St	= spanning t.g.v. trekkrachten op de buis	[N/mm2]
SQr	= spanning t.g.v. krommingsreakties	[N/mm2]
SQ	= spanning t.g.v. de neutrale grondbelasting	[N/mm2]
Spx	= spanning in axiale richting t.g.v. inw. druk	[N/mm2]
Spy	= spanning in omtreks richting t.g.v. inw. druk	[N/mm2]
Si	= ideele spanning volgens Von Mises	[N/mm2]
Stl	= toelaatbare spanning	[N/mm2]
Sitl	= toelaatbare ideele spanning	[N/mm2]
frr	= reroundingfactor volgens Spangler	[-]
alfa	= (zie figuur op blad 6)	[graden]
l	= armlengte van het reaktiekoppel (fig. bl. 6)	[mm]
dl	= theor. lengte waarover qr werkt (fig. bl. 6)	[mm]
qr	= grondreaktie voor buiging (fig. bl. 6)	[N/mm]
g	= gewicht van de produktvoerende buis	[N/mm]
gopw	= opwaartse kracht in de boorspoeling	[N/mm]

Gasunie

5. Resultaten

5a. Effectief gewicht van de buis in de boorspoeling:

gewicht van de buis	g	=	0,303 N/mm
opwaartse kracht in boorspoeling	gopw	=	0,882 N/mm
effectief gewicht van de buis	geff	=	-0,578 N/mm

Conclusie: de buis is lichter dan de boorspoeling;
de buis zal opdrijven

5b. Fase 1: begin trekoperatie
Axiale spanning:

$Sax = St +/- Sb$

$$Sb = \frac{Mb}{Wb} = \frac{E * Du}{2 * R1} = 0,38 \text{ N/mm2}$$

$$T = T1 = L * g * f1 = 6826 \text{ N}$$

$$St = \frac{T}{A} = 0,21 \text{ N/mm2}$$

$Sax,max = 0,59$ N/mm2

Tangentiele spanning: verwaarloosbaar

5c. Fase 2: einde trekoperatie; buis vrijwel geheel in boorgat
Axiale spanning:

$Sax = St +/- Sb$

$$Sb = \frac{Mb}{Wb} = \frac{E * Du}{2 * R} = 0,31 \text{ N/mm2}$$

$$St = \frac{T}{A} = 4,97 \text{ N/mm2}$$

$Sax,max = 5,27$ N/mm2

Hierin is:

$T2 = L * (pi * Du * f2 + geff * f3) = 157587$ N

$T3 = 4 * n * Qr * f3 = 169$ N

Berekende trekkracht (einde trekoperatie):

$T = T2 + T3 = 157756$ N

$$Qr = \frac{E * Ib}{R * l} = 42 \text{ N}$$

l = (R + Db) * Sin alfa = 15044 mm

alfa= arc Cos((R + Du)/(R + Db)) = 0,04051 rad.
= 2,32 graden

Tangentiele spanning:

Stan= +/- SQr

$$SQr = k' * qr * \frac{ru}{Ww}$$ = 17,51 N/mm2

De uiterste waarde voor qr is:
qr = qp * Du = 265,922 N/mm

De waarde die voor qp is ingevuld wordt gevonden in het grondmechanisch rapport op een afstand l = 15044 mm vanaf het begin van de verticale elastische kromtestraal.
qr grijpt n maal aan, over een lengte dl.

$$dl = \frac{E * Ib}{qr * R * l}$$ = 0 mm

Ideele spanning:

Si = (Sax^2 + Stan^2 - Sax * Stan)^(1/2)

Si = 20,65 N/mm2

5d. Fase 3: de bedrijfstoestand
Axiale spanningen:

Sax = Spx +/- Sb

Sb = (zie fase 2) = 0,31 N/mm2

$$Spy = P * \frac{ru^2 + ri^2}{ru^2 - ri^2}$$ = 1,26 N/mm2

Spx = 0,5 * Spy 0,63 N/mm2

Sax,max = 0,93 N/mm2

Tangentiele spanningen:

Stan= Spy +/- (SQr + SQ) * frr

SQr = (zie fase 2) = 17,51 N/mm2

$$SQ = k * qn * \frac{ru}{Ww} * Du$$ = 4,50 N/mm2

$$frr = \frac{1}{1 + \frac{2 * P * rg^3 * ky}{E * Iw}} = 0,9395$$

Stan,max = 21,94 N/mm2

Ideele spanning:

Si = (Sax^2 + Stan^2 - Sax * Stan)^(1/2)

Si,max = 21,78 N/mm2
(Si is het grootst in het belastinggeval met inwendige druk)

6. Vergelijking met de toelaatbare spanning

6a. Bepaling van de toelaatbare spanning
Tijdens uitvoering bedraagt de toelaatbare spanning (Stl):

Stl = 2/3 * Re = 5,00 N/mm2

Tijdens uitvoering bedraagt de toelaatbare ideele spanning (Sitl):

Sitl= 1,2 * Stl = 6,00 N/mm2

In de bedrijfstoestand bedraagt de toelaatbare spanning (Stl):

Stl = 2/3 * Re * sf = 5,00 N/mm2

In de bedrijfstoestand bedraagt de toelaatbare ideele spanning (Sitl):

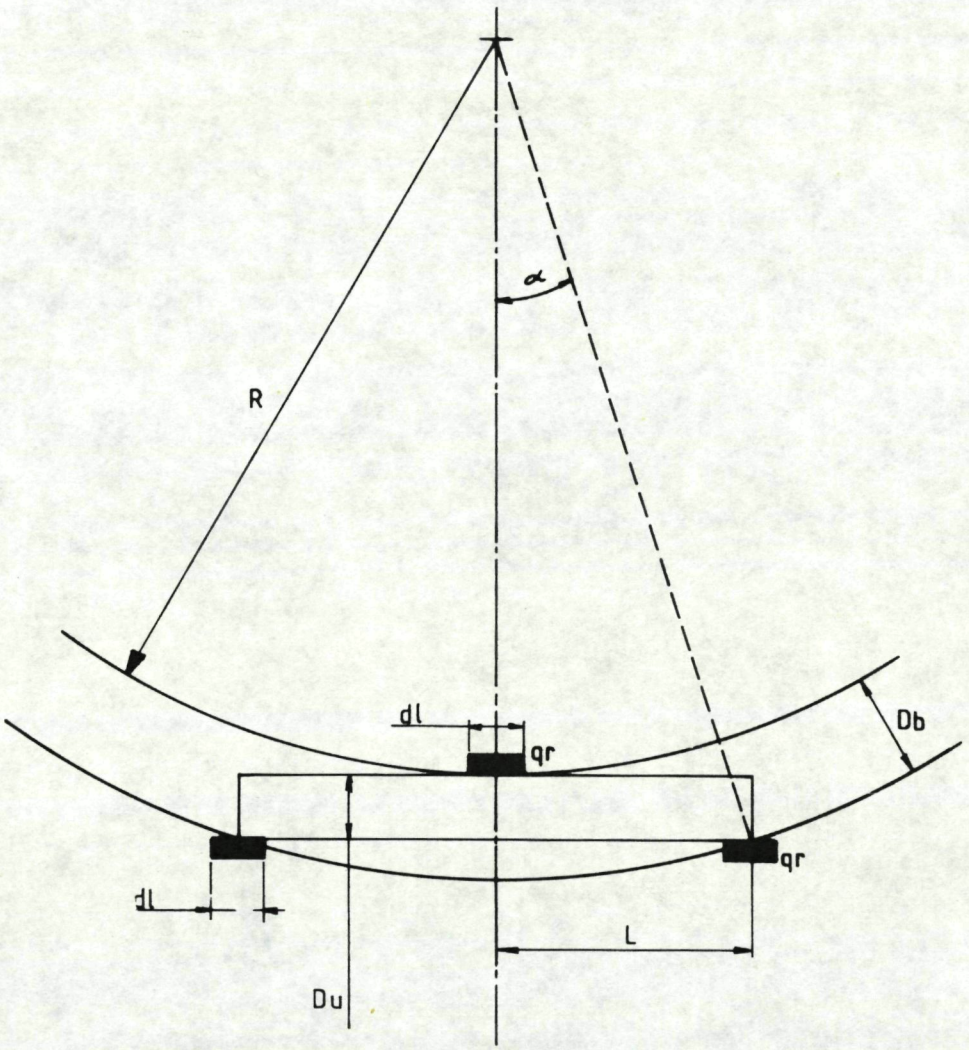
Sitl= 1,2 * Stl = 6,00 N/mm2

6b. Controle van de berekende spanningen:

			Bereikte schadefactoren:
Fase 1:			
Sax =	0,59 N/mm2 <=	5,00 N/mm2	0,12
Fase 2:			
Sax =	5,27 N/mm2 >	5,00 N/mm2	1,05
Stan=	17,51 N/mm2 >	5,00 N/mm2	3,50
Si =	20,65 N/mm2 >	6,00 N/mm2	3,44
Fase 3:			
Sax =	0,93 N/mm2 <=	5,00 N/mm2	0,19
Stan=	21,94 N/mm2 >	5,00 N/mm2	4,39
Si =	21,78 N/mm2 >	6,00 N/mm2	3,63

Conclusie: de bestuurbare horizontale boring voldoet niet
aan de gestelde eisen m.b.t. de toelaatbare spanningen

Gasunie


R
α
dl
qr
Db
qr
dl
L
Du

48"-26,1 mm aardgasleiding kruising met het NOORD HOLLANDSCH KANAAL d.m.v. een horizontale boring

Rapport TN/OW 8954

Opdrachtgever : N.V. Nederlandse Gasunie

Werkorder nr. : 583098

Tracé : Balgzand-Oudelandertocht

Tekening nr. : A-616-XZ-05-01

Datum : 14-05-90

Revisienr. : 0

INHOUD:

1. Voorwoord.

2. Samenvatting van de resultaten.

3. Uitgangspunten voor ontwerp en berekening.

4. Toelichting op de sterkteberekening.

Bijlagen:

1. De sterkteberekening.

2. Berekening van de veiligheidszones.

3. Bepaling van de afpersdruk

4. Grondmechanisch rapport.

5. Tekening A-616-XZ-05-01

Gasunie

1. VOORWOORD

Het voorliggende rapport bevat resultaten van de berekeningen die zijn uitgevoerd ten behoeve van de kruising van de gastransportleiding met het Noord Hollandsch Kanaal

Vergunningverlenende instantie(s):
Rijkswaterstaat dienstkring
Noord Hollandsch Kanaal

Gehanteerde leidraad en/of code:
'Richtlijnen voor leidingkruisingen met Waterstaatswerken volgens de bestuurbare horizontale boormethode'
van de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland

De reductie- (schade-)factor waarmee de toelaatbare spanning moet worden vermeningvuldigd is:
- tijdens uitvoeringsfase: 1,00
- tijdens bedrijf : 1,00

Gasunie

2 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

De uit de berekening volgende grootste spanningen zijn:

	Type spanning	Berekende spanning [N/mm^2]	Toelaatbare spanning [N/mm^2]	Bereikte schadefactor
uitvoering	σ_x	167,31	276,67	0,60
	σ_y	46,77	276,67	0,17
	σ_i	194,95	332,00	0,59
bedrijf	σ_x	191,98	276,67	0,69
	σ_y	276,44	276,67	1,00
	σ_i	298,76	332,00	0,90

σ_x = gesuperponeerde spanningen in langsrichting
σ_y = gesuperponeerde spanningen in omtreksrichting
σ_i = ideële spanning volgens Von Mises

De maximale toelaatbare afpersdruk, waarbij in enig punt van de leiding een spanning van $0,9\sigma_{vloei}$ bereikt wordt, is berekend op: 131 bar

Veiligheidszones: Noordzijde: 23,78 meter
Zuidzijde : 30,59 meter

Conclusies uit het grondmechanisch rapport:

1. Druk van de boorvloeistof:
Bij het niveau van de leiding van NAP -22,0 m. bedraagt de maximaal toelaatbare druk in het boorgat onder het waterstaatswerk (watergang en kaden) 800 kN/m^2
Het verloop van de maximaal toelaatbare muddruk in het boorgat is weergegeven op bijlage 33 van het grondmechanisch rapport.

2. Alternatieve kwelweg:

Zie grondmechanisch rapport

de leiding voldoet hiermee aan de gestelde eisen.

Gasunie

3. UITGANGSPUNTEN VOOR ONTWERP EN BEREKENING

3.1 DE CONSTRUCTIE

leiding gegevens:

Uitwendige diameter	:	1220,0 mm
Wanddikte	:	26,1 mm
Materiaal	:	A.P.I. 5L X60 gr EQ
Vloeigrens	:	410 N/mm^2
Breukgrens	:	550 N/mm^2

Grond gegevens:

Van het grondmechanisch rapport zijn de volgende gegevens voor de berekening gebruikt:

Max. neutrale grondbelasting: q_n = 0,2000 N/mm^2
Min. passieve grondbelasting juist buiten één van beide veiligheidszones : q_p = 0.830 N/mm^2
(q_p wordt gebruikt om te kontroleren of de grond rondom het boorgat tijdens de intrekoperatie niet plastisch deformeert).

3.2 BELASTINGEN

Berekeningsdruk:
De ontwerpdruk van het leidingtracé is 66,2 bar

P = 66,2 bar

Ontwerptemperatuurverschil:
Ontwerp temperatuursverschil 0 graden
(Dit is het verschil tussen bedrijfs-temperatuur en constructietemperatuur)

Zettingen:
N.v.t.

Verkeersbelasting:
N.v.t.

3.3 TOELAATBARE SPANNINGEN

Zie bijlage 1: de sterkteberekening

Gasunie

4. TOELICHTING OP DE STERKTEBEREKENING

Daar de kruising als een bestuurbare horizontale boring wordt uitgevoerd, kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening conform de gehanteerde leidraad en/of code.

Gasunie

BEPALING VAN DE VEILIGHEIDSZONES

In de pijpleidingcode 1972 zijn de veiligheidszones gedefinieerd als terreinstroken ter weerzijden van het kruisende kunstwerk waarvoor dezelfde veiligheidsfactoren gelden als in het kunstwerk zelf.
De leiding in de veiligheidszones is daardoor relatief sterker dan in de aangrenzende veldstrekkingen zodat bij overbelasting de leiding daar eerder zal bezwijken.
De breedte van de veiligheidszones wordt bepaald door de som van de termen GB + 4h.

GB is de grootste afmeting van een ontgrondingskuil die ontstaat door uitstromend gas, bij breuk of scheurvorming in de leiding.

4h is een afstand gelijk aan vier maal de hoogte van het talud van de dijk of van een weg, gemeten vanaf de teen van het talud. In het algemeen zal ontgronding op grotere afstand dan 4h geen afschuiving van het talud tot gevolg hebben.

GB is afhankelijk van een aantal parameters en kan met behulp van de hierna volgende formules worden berekend.
De berekening wordt uitgevoerd met het hulpprogramma "DE BEPALING VAN DE VEILIGHEIDSZONE" (zie bijlage 3B).

[1] $$G_B = Rw \cdot \{(g/D^2) \cdot (I/(sg*g))^3\}^{1/8} \cdot t^{1/4}$$

[2] $$G_{Bx} = 3\sqrt{\{Rw^4/4\}} \cdot \frac{\{(g/D^2)(I/(sg*g))3\}1/6}{\{v\ uitbr.\}^{1/3}}$$

G_B = lengte van de kuil in straalrichting (m)

G_L = breedte van de kuil = $\frac{1}{2}(G_b + b_o)$ (m)

D = diepte (m)

w < 2% D	= 3d + gronddekking
2% ≤ w ≤ 5% D	= 40 Rw d + gronddekking
w > 5% D	= 1,6 d + gronddekking

Rw	= vochtafhankelijke constante	
W	= vochtgehalte in gewichtsprocenten droge stof	(%)
I	= impulsflux van de straal	(N)
D	= diepte van de kuil	(m)
d	= diameter van de buis	(m)
sg	= dichtheid van het uitstromende gas bij omgevingsdruk	(kg/m_o^3)
g	= versnelling van de zwaartekracht	(m/s^2)
b_o	= breedte gatopening	(m)
t	= tijdsduur erosie	(s)
$v_{uit.}$	= uitbreidingssnelheid kuillengte als waarde wordt gekozen 1/7200 m/s.	(m/s)

Met behulp van formule [1] kan de invloed van de beginimpuls worden bepaald. Stel dat de beginimpuls Ii na t1 seconden de stationaire eindwaarde Ie heeft bereikt. Na t1 seconden en Ii is de kuilgrootte GBil. Idem dito is de kuilgrootte na t1 seconden en Ie gelijk aan GBel. De invloed van de beginimpuls is dan GBil - GBel = GB.

Deze waarde is aan de grote kant, omdat de beginimpuls niet tussen 0 en t1 seconden constant blijft, maar exponentieel afneemt.

Vervolgens wordt met behulp van formule [2] de kuilgrootte GBe2 berekend, alsof er van meet af aan de stationaire eindimpuls heeft geheerst.

De ontgrondingskuil is dan de som van GB en GBe2.

De beginimpuls (I initieel) is bepaald met de volgende formule:
$I = 1{,}27 \cdot \pi/4 \cdot b_o 2 \cdot Po$ (N)

Po is de druk in de leiding ter plaatse van de gatopening bij aanvang van de breuk, waarbij verondersteld is dat de gasstromimg klein is, zodat deze druk gelijk is aan de ontwerpdruk. (N/mm2)

Gasunie

Na een bepaalde tijdsduur is er een stationaire eindsituatie opgetreden. Er stroomt dan Qe m3/h uit de gatopening.

De eindimpuls is dan $(635/3600)\cdot Qe\cdot sg_o$.

sg_o is de dichtheid in kg/m_o3.

Ter bepaling van de "eind"-hoeveelheid is gebruik gemaakt van de volgende formules:

[3] $P_h^2 - P_1^2$

$= (10^8\cdot 16lam/3600^2\cdot\pi^2)\cdot(P_o\cdot sg_o)\cdot(T/T_o)\cdot(Q_{ve}^2/d^5)\cdot za\cdot l\cdot 10^{-10}$

$= 0{,}045401am\cdot l\cdot(sg_o\cdot T\cdot za/d^5)\cdot Q_{ve}^2\cdot 10^{-10}$

Aanname: 1 fasestroming

P_h = zenddruk (meestal ontwerpdruk in bar_{abs})

P_1 = einddruk (in bar_{abs})

l = lengte pijpleidingsysteem (km)

lam = wandruwheidsgetal $(2\log d/k + 1{,}14)^{-2}$

Q_{ve} = hoeveelheid getransporteerd gas (m_o^3/h)

d = inwendige diameter (m)

k = wandruwheidsgetal $0{,}01 < k < 0{,}05$ (mm)

sg_o = dichtheid gas bij 0 en 760 cm Hg (kg/m_o^3)

T = temperatuur gas (K)

za = compressibiliteitsgetal $0{,}7 < za < 1$

[4] De hoeveelheid gas die bij de opening uitstroomt bij breuk, aannemende dat er kritische uitstroming ($P_{vat}/P_{omg} > 1{,}9$) heerst, is:

Gasunie

$$Q_{ve} = \alpha \cdot (\pi/4) \cdot (d_o^2/sg_o)(\sqrt{\{P_{vat} \cdot P^*_{vat}\}})(\sqrt{\{(2/k+1)^{k+1/k-1} \cdot k\}}$$

$$= \alpha \cdot C \cdot \pi/4 \cdot d_o^2 \cdot P_{vat} \cdot 10^6 \quad m_o^3/h$$

aannemende dat de leidingtemperatuur circa 7° bedraagt.

P^*_{vat} = druk in de leiding ter plaatse van de gatopening (N/mm2)

P_{vat} = druk in de leiding ter plaatse van de gatopening in barabs.

k = cp/cv

sg_o = dichtheid gas bij m_o3 en 76 cm Hg (kg/m_o3)

sg_{vat} = dichtheid bij P_{vat} en T_{vat} (kg/m^3)

α = een uitstroomcoëfficiënt $0,5 < \alpha < 1$

d_o = gatopening (m)

C = voor aardgas ongeveer 0,81

Bij de bepaling van Q_{ve} moet worden nagegaan of er geen beperkingen in het pijpleidingsysteem of bij de bron zijn die dit onmogelijk maken.

Ter bepaling van het verloop van de druk en uitstromende hoeveelheid in de gatopening kan gebruikt worden gemaakt van de volgende partiële differentiaalvergelijkingen.

[5] $$\frac{\delta P}{\delta t} + C1 \cdot \frac{\delta Q}{\delta x} = 0$$

$$C1 = \frac{Po \cdot T}{1,5 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot To \cdot d^2}$$

[6] $$P \cdot \frac{\delta P}{\delta x} + C2 \cdot Q^2 = 0$$

Gasunie

$$C2 = (lam \cdot P_o^2 \cdot T \cdot K)/(0,162\pi^2 \cdot g \cdot R \cdot T_o^2 \cdot d^5)$$

t	= tijd in	(min.)
x	= plaats vanaf begin	(km)
P_o	= 1,033 ata	
T_o	= 273 K	
K	= dichtheid t.o.v. lucht	
R	= 29,27 m/graad (gasconstante voor lucht)	
g	= versnelling zwaartekracht	(m/s^2)
Q	= hoeveelheid gas	(m_o^3/h)
T	zie [3]	
lam	zie [3]	

Uit berekeningen blijkt, dat de druk en dus ook de uitstroomhoeveelheid in de uitstroomopening binnen de 60 seconden vrijwel de stationaire eindwaarde heeft bereikt.

Gasunie

Horizontale bestuurbare boringen V. 2.2

Betreft	:	48" Noord Hollandsch Kanaal
Rapport nr.	:	TN/OW 8954
Opdrachtgever	:	NV Ned.Gasunie
Werkorder nr.	:	583098
Trace	:	Balgzand-Oudelandertocht
Tekening nr.	:	A-616-XZ-05-01
Nr. grondmech. rapport	:	CO-31260
Datum	:	Mei 1990
Revisienr.	:	0
Revisiedatum	:	14-05-90

1. Gegevens:

Uitwendige diameter	Du =	1220,0	mm
Wanddikte	t =	26,1	mm
Berekeningsdruk	P =	6,62	N/mm2
Lengte produktbuis	L =	550,000	m
Kromtestraal op rollenbaan	Rr =	600,0	m
Ontwerp kromtestraal boorgat	Ro =	1200,0	m
Vloeispanning	Re =	415,0	N/mm2
Schadefactor	sf =	1,00	
Neutrale grondbelasting	qn =	0,200	N/mm2
Passieve grondbelasting	qp =	0,830	N/mm2
Max. toelaatbare trekkracht prod. buis	=	5000	kN

2. Uitgangspunten:

Elasticiteitsmodulus	E =	205800	N/mm2
Soortelijk gewicht pijpmateriaal	=	7,70E-05	N/mm3
Soortelijk gewicht boorspoeling	=	1,21E-05	N/mm3
Ondersteuningshoek	beta =	120	graden
Momentcoeff. indirekt 120 gr.	k' =	0,083	
Momentcoeff. direkt 120 gr.	k =	0,138	
Verticale deflect. coeff. 120 gr.	ky =	0,089	
Diameter boorgat (Du + 12")	Db =	1524,8	mm
Theor.lengte waarover qr werkt	dl =	1220	mm
Wrijvingscoefficient op rollenbaan	fr =	0,1	

3. Tussenresultaten

Uitwendige buissstraal	ru =	610,0	mm
Gemiddelde buisstraal	rg =	597,0	mm
Inwendige buissstraal	ri =	583,9	mm
Doorsnede-oppervlak pijpmateriaal	A =	97895	mm2
Traagheidsmoment buiging	Ib =	1,7451E+10	mm4
Traagheidsmoment buiswand	Iw =	1482	mm4/mm
Weerstandsmoment tegen buiging	Wb =	28607633	mm3
Weerstandsmoment van de buiswand	Ww =	114	mm3/mm
Kromtestraal in boorgat (0,9 * Ro)	R =	1080	m

Gasunie

4. Overige gebruikte symbolen

T1	= trekkracht t.g.v. weerstand op de rollenbaan	[N]
Mb	= buigend moment in axiale richting	[Nmm]
Sax	= spanning in axiale richting	[N/mm2]
Stan	= spanning in tangentiele (omtreks) richting	[N/mm2]
Sb	= spanning t.g.v. buiging van de buis	[N/mm2]
St	= spanning t.g.v. trekkrachten op de buis	[N/mm2]
SQr	= spanning t.g.v. krommingsreakties	[N/mm2]
SQ	= spanning t.g.v. de neutrale grondbelasting	[N/mm2]
Spx	= spanning in axiale richting t.g.v. inw. druk	[N/mm2]
Spy	= spanning in omtreks richting t.g.v. inw. druk	[N/mm2]
Si	= ideele spanning volgens Von Mises	[N/mm2]
Stl	= toelaatbare spanning	[N/mm2]
Sitl	= toelaatbare ideele spanning	[N/mm2]
frr	= reroundingfactor volgens Spangler	[-]
alfa	= (zie figuur op blad 6)	[graden]
l	= (zie figuur op blad 6)	[mm]
qr	= (zie figuur op blad 6)	[N/mm2]

Gasunie

5. Resultaten

5a. Relatief gewicht van de buis in de boorspoeling:

gewicht van de buis	gb =	7,539	N/mm
gewicht van de verdrongen spoeling	gs =	14,145	N/mm
netto gewicht van de buis	=	-6,606	N/mm

Conclusie: de buis is lichter dan de boorspoeling;
de buis zal opdrijven

5b. Fase 1: begin trekoperatie

Axiale spanning:

Sax = St +/- Sb

$$Sb = \frac{Mb}{Wb} = \frac{E * Du}{2 * Rr} = 209{,}23 \text{ N/mm2}$$

$$T1 = L * gb * fr = 414629{,}01 \text{ N}$$

$$St = \frac{T1}{A} = 4{,}24 \text{ N/mm2}$$

Sax,max = 213,47 N/mm2

Tangentiele spanning: verwaarloosbaar

5c. Fase 2: einde trekoperatie

Axiale spanning:

Sax = St +/- Sb

$$Sb = \frac{Mb}{Wb} = \frac{E * Du}{2 * R} = 116{,}24 \text{ N/mm2}$$

$$St = \frac{T2 + .3}{A}$$

Gezien de ervaringen met voorgaande boringen, wordt
bij deze boring een maximale trekkracht verwacht van 5000 kN

St = 51,08 N/mm2

Sax,max = 167,31 N/mm2

Tangentiele spanning:

Stan= +/- SQr

$$SQr = k' * qr * \frac{ru}{Ww} * Du = 46,\,'7 \text{ N/mm2}$$

Waarin:

$$qr = \frac{E * Ib}{dl * l * R * Du} = 0,087 \text{ N/mm2}$$

qp = 0,830 N/mm

qr < qp dus de wand v.h. boorgat wordt niet plastisch gedeformeerd

l = (R + Db) * Sin alfa = 25675 mm

alfa= arc Cos((R + Du)/(R + Db)) = 0,024 rad.

Ideele spanning:

Si = (Sax^2 + Stan^2 - Sax * Stan)^(1/2)

Si = 194,95 N/mm2

5d. Fase 3: de bedrijfstoestand
Axiale spanningen:

Sax = Spx +/- Sb

Sb = (zie fase 2) = 116,24 N/mm2

$$Spy = P * \frac{ru^2 + ri^2}{ru^2 - ri^2} = 151,48 \text{ N/mm2}$$

Spx = 0,5 * Spy 75,74 N/mm2

Sax,max = 191,98 N/mm2

Tangentiele spanningen:

Stan= Spy +/- (SQr + SQ) * frr

SQr = (zie fase 2) = 46,77 N/mm2

$$SQ = k * qn * \frac{ru}{Ww} * Du = 180,91 \text{ N/mm2}$$

$$frr = \frac{1}{1 + \frac{2 * P * rg^3 * ky}{E * Iw}} = 0,5488$$

Stan,max = 276,44 N/mm2

Ideele spanning:

Si = (Sax^2 + Stan^2 - Sax * Stan)^(1/2)

Si,max = 298,76 N/mm2
(Si is het grootst in het belastinggeval met inwendige druk)

Gasunie

6. Vergelijking met de toelaatbare spanning

6a. Bepaling van de toelaatbare spanning
Tijdens uitvoering bedraagt de toelaatbare spanning (Stl):

Stl = 2/3 * Re = 276,67 N/mm2

Tijdens uitvoering bedraagt de toelaatbare ideele spanning (Sitl):

Sitl= 1,2 * Stl = 332,00 N/mm2

In de bedrijfstoestand bedraagt de toelaatbare spanning (Stl):

Stl = 2/3 * Re * sf = 276,67 N/mm2

In de bedrijfstoestand bedraagt de toelaatbare ideele spanning (Sitl):

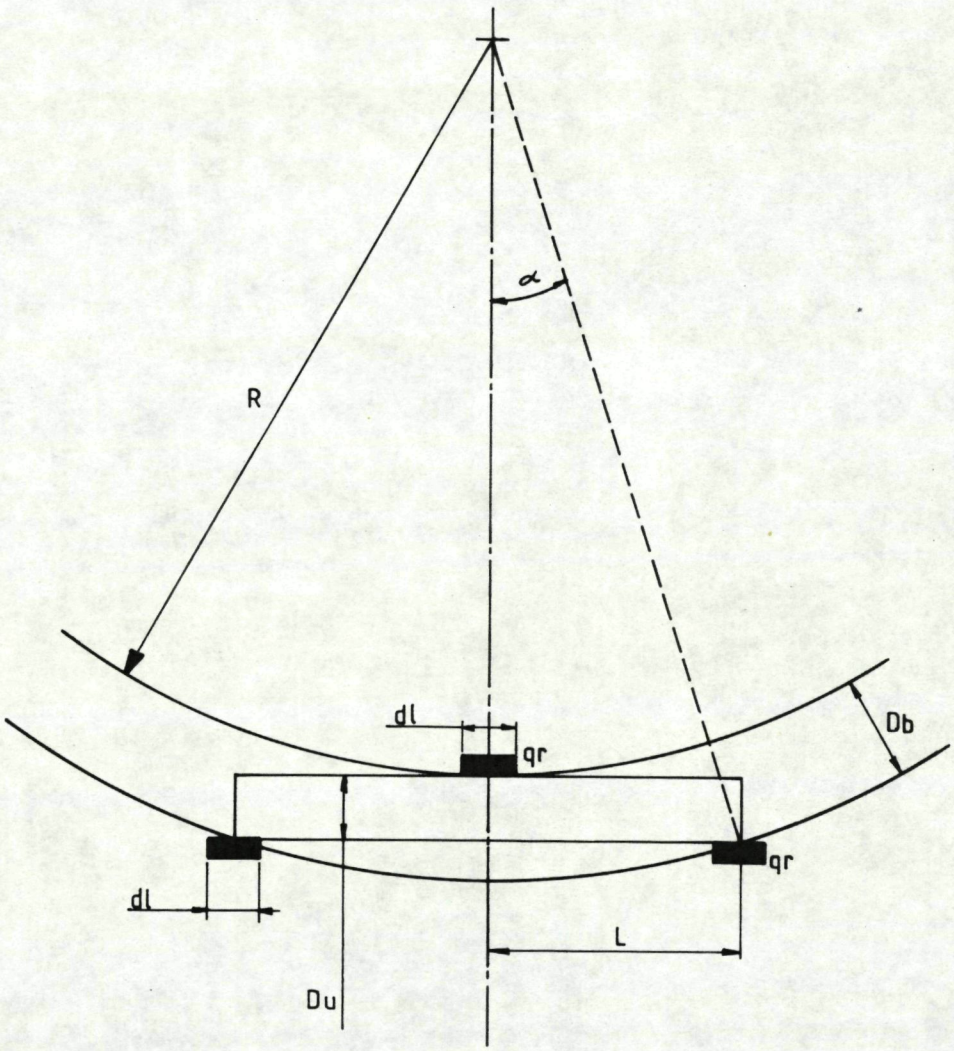
Sitl= 1,2 * Stl = 332,00 N/mm2

6b. Controle van de berekende spanningen:

			Bereikte schadefactoren:
Fase 1:			
Sax =	213,47 N/mm2 <=	276,67 N/mm2	0,77
Fase 2:			
Sax =	167,31 N/mm2 <=	276,67 N/mm2	0,60
Stan=	46,77 N/mm2 <=	276,67 N/mm2	0,17
Si =	194,95 N/mm2 <=	332,00 N/mm2	0,59
Fase 3:			
Sax =	191,98 N/mm2 <=	276,67 N/mm2	0,69
Stan=	276,44 N/mm2 <=	276,67 N/mm2	1,00
Si =	298,76 N/mm2 <=	332,00 N/mm2	0,90

Conclusie: de bestuurbare horizontale boring voldoet
aan de gestelde eisen m.b.t. de toelaatbare spanningen

Gasunie



Gasunie
Gasunie

12/02/90

TN/OW 8954 kruising met het Noord Holl Kanaal noordzijde (balgzand)

DE BEPALING VAN DE VEILIGHEIDSZONE (PIJPLEIDINGCODE 1972).
Combinatie van 3 dimensionale- en vereenvoudigde berekening.

Nom diam	=	48,00 inch
D uitw.	=	1220,00 mm
Wanddikte	=	15,30 mm
Ontwerpdruk	=	66,20 bar
(80 bar,66,2 bar,40 bar)		
Gronddekking	=	1,25 m
Vochtconstante	=	0,02
Dijkhoogte	=	1,30 m
Lengte	=	0,00 km
Qve station	=	1500000 m3/h

RESULTATEN

Diepte kuil	=	3,2020 m
Ontgrondingskuil	=	18,5907 m
Veiligheidszone	=	23,7907 m
Qve	=	1,5000E+06 m3/h

TUSSEN RESULTATEN

D inw.	=	1189,40 mm
I begin	=	9341303,02 N
I eind	=	219604,17 N
GBi1	=	10,36 m
GBe1	=	2,54 m
Invloed begin I	=	7,82 m
GBx	=	10,77 m
weerstandfactor	=	0,000
Qve leiding	=	1,50E+06 m3/h

TOELICHTING

Ontgrondingskuil	= de lengte van de kuil in straalrichting.
Veiligheidszone	= de som van de ontgrondingskuil en 4* de dijkhoogte.
I begin	= beginimpulsflux van de straal.
I eind	= eindimpulsflux van de straal (stationaire eindwaarde).
GBi1	= kuilgrootte na beginimpuls en t1.
GBe1	= kuilgrootte na stationaire eindwaarde en t1.
t1	= tijdsduur erosie (sec), hier 60sec.
invloed begin I	= GBi1 - GBe1.
GBx	= kuilgrootte alsof er van meet af leind geheerst heeft.

Gasunie

12/02/90

TN/OW 8954 kruising met het Noord Holl Kanaal zuidzijde (Oudelandertocht)

DE BEPALING VAN DE VEILIGHEIDSZONE (PIJPLEIDINGCODE 1972).
Combinatie van 3 dimensionale- en vereenvoudigde berekening.

Nom diam	=	48,00 inch
D uitw.	=	1220,00 mm
Wanddikte	=	15,30 mm
Ontwerpdruk	=	66,20 bar
(80 bar,66,2 bar,40 bar)		
Gronddekking	=	1,25 m
Vochtconstante	=	0,02
Dijkhoogte	=	3,00 m
Lengte	=	0,00 km
Qve station	=	1500000 m3/h

RESULTATEN

Diepte kuil	=	3,2020 m
Ontgrondingskuil	=	18,5907 m
Veiligheidszone	=	30,5907 m
Qve	=	1,5000E+06 m3/h

TUSSEN RESULTATEN

D inw.	=	1189,40 mm
I begin	=	9341303,02 N
I eind	=	219604,17 N
GBi1	=	10,36 m
GBe1	=	2,54 m
Invloed begin I	=	7,82 m
GBx	=	10,77 m
weerstandfactor	=	0,000
Qve leiding	=	1,50E+06 m3/h

TOELICHTING

Ontgrondingskuil	= de lengte van de kuil in straalrichting.
Veiligheidszone	= de som van de ontgrondingskuil en 4* de dijkhoogte.
I begin	= beginimpulsflux van de straal.
I eind	= eindimpulsflux van de straal (stationaire eindwaarde).
GBi1	= kuilgrootte na beginimpuls en t1.
GBe1	= kuilgrootte na stationaire eindwaarde en t1.
t1	= tijdsduur erosie (sec), hier 60sec.
invloed begin I	= GBi1 - GBe1.
GBx	= kuilgrootte alsof er van meet af leind geheerst heeft.

Gasunie

Bijlage ; blad 1 van 1

TN/OW 8954 48" Noord Hollandsch Kanaal

VEREENVOUDIGDE BEREKENING AFPERSDRUK
(volgens Pijpleidingcode 1972)

Gegevens:

Du	=	1220,00	mm
t	=	26,10	mm
Re	=	415,00	N/mm2
R	=	120000,00	mm
E	=	205800,00	N/mm2
beta	=	120,00	deg
G(grondg)	=	-	kN/m3
H(dekking)	=	-	m
Q(grond)	=	0,2	N/mm2

Resultaten:

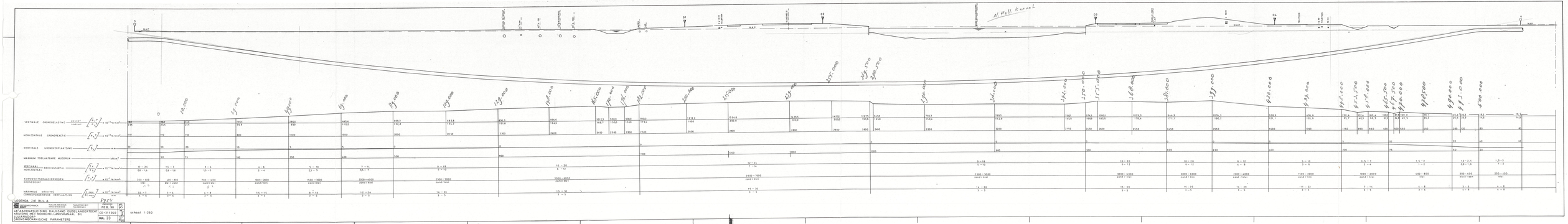
Qtotaal:		255	N/mm		
rechte buis (bodem)					
Afpersdruk:		13,19	N/mm2		
		132	bar		
Spanningen:					
sigma r	=	301,92	N/mm2		
sigma q	=	71,58	N/mm2		
sigma y	=	373,50	N/mm2	0,9Re =	373,5 N/mm2
bocht omhoog(bodem)					
Afpersdruk:		13,23	N/mm2		
		132,26	bar		
Spanningen:					
sigma r	=	302,63	N/mm2		
sigma q	=	71,58	N/mm2		
sigma y	=	374,21	N/mm2	0,9Re =	373,5 N/mm2
bocht omlaag (bodem)					
Afpersdruk		13,14	N/mm2		
		131,44	bar		
Spanningen:					
sigma r	=	300,77	N/mm2		
sigma q	=	71,58	N/mm2		
sigma y	=	372,35	N/mm2	0,9Re =	373,5 N/mm2

Gasunie

Rapport: TN/OW 8954
Revisie: 0

Bijlage : Grondmechanisch rapport

Gasunie


N.A.P.
01
02
03
04
Hollandsch Diep
Hollandsche IJssel
Nieuwe Merwede
Oude Merwede
Dordtsche Kil
Noordendijk
Zuidendijk
Noordelijke Randweg
Zuidelijke Randweg
Spijkenisse
Hoogvliet
Rotterdam
Vlaardingen
Schiedam
Maassluis
Vondelingenplaat
Rijksweg A15
Rijksweg A29
Rijksweg A20
Rijksweg A16
Rijksweg A4
Rijksweg A13
Rijksweg A12
Rijksweg A27
Rijksweg A59
Rijksweg A58
Rijksweg A50
Rijksweg A2
Rijksweg A67
Rijksweg A73
Rijksweg A76
Rijksweg A79
Rijksweg A28
Rijksweg A1
Rijksweg A30
Rijksweg A7
Rijksweg A9
Rijksweg A10
Rijksweg A8
Rijksweg A5
Rijksweg A44
Rijksweg A45
Rijksweg A46
Rijksweg A48
Rijksweg A40
Rijksweg A42
Rijksweg A43
Rijksweg A41
Rijksweg A35
Rijksweg A37
Rijksweg A38
Rijksweg A31
Rijksweg A32
Rijksweg A33
Rijksweg A34
Rijksweg A36
Rijksweg A39
Rijksweg A50
Rijksweg A51
Rijksweg A52
Rijksweg A53
Rijksweg A54
Rijksweg A55
Rijksweg A56
Rijksweg A57
Rijksweg A58
Rijksweg A59
Rijksweg A60
Rijksweg A61
Rijksweg A62
Rijksweg A63
Rijksweg A64
Rijksweg A65
Rijksweg A66
Rijksweg A67
Rijksweg A68
Rijksweg A69
Rijksweg A70
Rijksweg A71
Rijksweg A72
Rijksweg A73
Rijksweg A74
Rijksweg A75
Rijksweg A76
Rijksweg A77
Rijksweg A78
Rijksweg A79
Rijksweg A80
Rijksweg A81
Rijksweg A82
Rijksweg A83
Rijksweg A84
Rijksweg A85
Rijksweg A86
Rijksweg A87
Rijksweg A88
Rijksweg A89
Rijksweg A90
Rijksweg A91
Rijksweg A92
Rijksweg A93
Rijksweg A94
Rijksweg A95
Rijksweg A96
Rijksweg A97
Rijksweg A98
Rijksweg A99
Rijksweg A100
Rijksweg A101
Rijksweg A102
Rijksweg A103
Rijksweg A104
Rijksweg A105
Rijksweg A106
Rijksweg A107
Rijksweg A108
Rijksweg A109
Rijksweg A110
Rijksweg A111
Rijksweg A112
Rijksweg A113
Rijksweg A114
Rijksweg A115
Rijksweg A116
Rijksweg A117
Rijksweg A118
Rijksweg A119
Rijksweg A120
Rijksweg A121
Rijksweg A122
Rijksweg A123
Rijksweg A124
Rijksweg A125
Rijksweg A126
Rijksweg A127
Rijksweg A128
Rijksweg A129
Rijksweg A130
Rijksweg A131
Rijksweg A132
Rijksweg A133
Rijksweg A134
Rijksweg A135
Rijksweg A136
Rijksweg A137
Rijksweg A138
Rijksweg A139
Rijksweg A140
Rijksweg A141
Rijksweg A142
Rijksweg A143
Rijksweg A144
Rijksweg A145
Rijksweg A146
Rijksweg A147
Rijksweg A148
Rijksweg A149
Rijksweg A150
Rijksweg A151
Rijksweg A152
Rijksweg A153
Rijksweg A154
Rijksweg A155
Rijksweg A156
Rijksweg A157
Rijksweg A158
Rijksweg A159
Rijksweg A160
Rijksweg A161
Rijksweg A162
Rijksweg A163
Rijksweg A164
Rijksweg A165
Rijksweg A166
Rijksweg A167
Rijksweg A168
Rijksweg A169
Rijksweg A170
Rijksweg A171
Rijksweg A172
Rijksweg A173
Rijksweg A174
Rijksweg A175
Rijksweg A176
Rijksweg A177
Rijksweg A178
Rijksweg A179
Rijksweg A180
Rijksweg A181
Rijksweg A182
Rijksweg A183
Rijksweg A184
Rijksweg A185
Rijksweg A186
Rijksweg A187
Rijksweg A188
Rijksweg A189
Rijksweg A190
Rijksweg A191
Rijksweg A192
Rijksweg A193
Rijksweg A194
Rijksweg A195
Rijksweg A196
Rijksweg A197
Rijksweg A198
Rijksweg A199
Rijksweg A200
Rijksweg A201
Rijksweg A202
Rijksweg A203
Rijksweg A204
Rijksweg A205
Rijksweg A206
Rijksweg A207
Rijksweg A208
Rijksweg A209
Rijksweg A210
Rijksweg A211
Rijksweg A212
Rijksweg A213
Rijksweg A214
Rijksweg A215
Rijksweg A216
Rijksweg A217
Rijksweg A218
Rijksweg A219
Rijksweg A220
Rijksweg A221
Rijksweg A222
Rijksweg A223
Rijksweg A224
Rijksweg A225
Rijksweg A226
Rijksweg A227
Rijksweg A228
Rijksweg A229
Rijksweg A230
Rijksweg A231
Rijksweg A232
Rijksweg A233
Rijksweg A234
Rijksweg A235
Rijksweg A236
Rijksweg A237
Rijksweg A238
Rijksweg A239
Rijksweg A240
Rijksweg A241
Rijksweg A242
Rijksweg A243
Rijksweg A244
Rijksweg A245
Rijksweg A246
Rijksweg A247
Rijksweg A248
Rijksweg A249
Rijksweg A250
Rijksweg A251
Rijksweg A252
Rijksweg A253
Rijksweg A254
Rijksweg A255
Rijksweg A256
Rijksweg A257
Rijksweg A258
Rijksweg A259
Rijksweg A260
Rijksweg A261
Rijksweg A262
Rijksweg A263
Rijksweg A264
Rijksweg A265
Rijksweg A266
Rijksweg A267
Rijksweg A268
Rijksweg A269
Rijksweg A270
Rijksweg A271
Rijksweg A272
Rijksweg A273
Rijksweg A274
Rijksweg A275
Rijksweg A276
Rijksweg A277
Rijksweg A278
Rijksweg A279
Rijksweg A280
Rijksweg A281
Rijksweg A282
Rijksweg A283
Rijksweg A284
Rijksweg A285
Rijksweg A286
Rijksweg A287
Rijksweg A288
Rijksweg A289
Rijksweg A290
Rijksweg A291
Rijksweg A292
Rijksweg A293
Rijksweg A294
Rijksweg A295
Rijksweg A296
Rijksweg A297
Rijksweg A298
Rijksweg A299
Rijksweg A300
Rijksweg A301
Rijksweg A302
Rijksweg A303
Rijksweg A304
Rijksweg A305
Rijksweg A306
Rijksweg A307
Rijksweg A308
Rijksweg A309
Rijksweg A310
Rijksweg A311
Rijksweg A312
Rijksweg A313
Rijksweg A314
Rijksweg A315
Rijksweg A316
Rijksweg A317
Rijksweg A318
Rijksweg A319
Rijksweg A320
Rijksweg A321
Rijksweg A322
Rijksweg A323
Rijksweg A324
Rijksweg A325
Rijksweg A326
Rijksweg A327
Rijksweg A328
Rijksweg A329
Rijksweg A330
Rijksweg A331
Rijksweg A332
Rijksweg A333
Rijksweg A334
Rijksweg A335
Rijksweg A336
Rijksweg A337
Rijksweg A338
Rijksweg A339
Rijksweg A340
Rijksweg A341
Rijksweg A342
Rijksweg A343
Rijksweg A344
Rijksweg A345
Rijksweg A346
Rijksweg A347
Rijksweg A348
Rijksweg A349
Rijksweg A350
Rijksweg A351
Rijksweg A352
Rijksweg A353
Rijksweg A354
Rijksweg A355
Rijksweg A356
Rijksweg A357
Rijksweg A358
Rijksweg A359
Rijksweg A360
Rijksweg A361
Rijksweg A362
Rijksweg A363
Rijksweg A364
Rijksweg A365
Rijksweg A366
Rijksweg A367
Rijksweg A368
Rijksweg A369
Rijksweg A370
Rijksweg A371
Rijksweg A372
Rijksweg A373
Rijksweg A374
Rijksweg A375
Rijksweg A376
Rijksweg A377
Rijksweg A378
Rijksweg A379
Rijksweg A380
Rijksweg A381
Rijksweg A382
Rijksweg A383
Rijksweg A384
Rijksweg A385
Rijksweg A386
Rijksweg A387
Rijksweg A388
Rijksweg A389
Rijksweg A390
Rijksweg A391
Rijksweg A392
Rijksweg A393
Rijksweg A394
Rijksweg A395
Rijksweg A396
Rijksweg A397
Rijksweg A398
Rijksweg A399
Rijksweg A400
Rijksweg A401
Rijksweg A402
Rijksweg A403
Rijksweg A404
Rijksweg A405
Rijksweg A406
Rijksweg A407
Rijksweg A408
Rijksweg A409
Rijksweg A410
Rijksweg A411
Rijksweg A412
Rijksweg A413
Rijksweg A414
Rijksweg A415
Rijksweg A416
Rijksweg A417
Rijksweg A418
Rijksweg A419
Rijksweg A420
Rijksweg A421
Rijksweg A422
Rijksweg A423
Rijksweg A424
Rijksweg A425
Rijksweg A426
Rijksweg A427
Rijksweg A428
Rijksweg A429
Rijksweg A430
Rijksweg A431
Rijksweg A432
Rijksweg A433
Rijksweg A434
Rijksweg A435
Rijksweg A436
Rijksweg A437
Rijksweg A438
Rijksweg A439
Rijksweg A440
Rijksweg A441
Rijksweg A442
Rijksweg A443
Rijksweg A444
Rijksweg A445
Rijksweg A446
Rijksweg A447
Rijksweg A448
Rijksweg A449
Rijksweg A450
Rijksweg A451
Rijksweg A452
Rijksweg A453
Rijksweg A454
Rijksweg A455
Rijksweg A456
Rijksweg A457
Rijksweg A458
Rijksweg A459
Rijksweg A460
Rijksweg A461
Rijksweg A462
Rijksweg A463
Rijksweg A464
Rijksweg A465
Rijksweg A466
Rijksweg A467
Rijksweg A468
Rijksweg A469
Rijksweg A470
Rijksweg A471
Rijksweg A472
Rijksweg A473
Rijksweg A474
Rijksweg A475
Rijksweg A476
Rijksweg A477
Rijksweg A478
Rijksweg A479
Rijksweg A480
Rijksweg A481
Rijksweg A482
Rijksweg A483
Rijksweg A484
Rijksweg A485
Rijksweg A486
Rijksweg A487
Rijksweg A488
Rijksweg A489
Rijksweg A490
Rijksweg A491
Rijksweg A492
Rijksweg A493
Rijksweg A494
Rijksweg A495
Rijksweg A496
Rijksweg A497
Rijksweg A498
Rijksweg A499
Rijksweg A500
Rijksweg A501
Rijksweg A502
Rijksweg A503
Rijksweg A504
Rijksweg A505
Rijksweg A506
Rijksweg A507
Rijksweg A508
Rijksweg A509
Rijksweg A510
Rijksweg A511
Rijksweg A512
Rijksweg A513
Rijksweg A514
Rijksweg A515
Rijksweg A516
Rijksweg A517
Rijksweg A518
Rijksweg A519
Rijksweg A520
Rijksweg A521
Rijksweg A522
Rijksweg A523
Rijksweg A524
Rijksweg A525
Rijksweg A526
Rijksweg A527
Rijksweg A528
Rijksweg A529
Rijksweg A530
Rijksweg A531
Rijksweg A532
Rijksweg A533
Rijksweg A534
Rijksweg A535
Rijksweg A536
Rijksweg A537
Rijksweg A538
Rijksweg A539
Rijksweg A540
Rijksweg A541
Rijksweg A542
Rijksweg A543
Rijksweg A544
Rijksweg A545
Rijksweg A546
Rijksweg A547
Rijksweg A548
Rijksweg A549
Rijksweg A550
Rijksweg A551
Rijksweg A552
Rijksweg A553
Rijksweg A554
Rijksweg A555
Rijksweg A556
Rijksweg A557
Rijksweg A558
Rijksweg A559
Rijksweg A560
Rijksweg A561
Rijksweg A562
Rijksweg A563
Rijksweg A564
Rijksweg A565
Rijksweg A566
Rijksweg A567
Rijksweg A568
Rijksweg A569
Rijksweg A570
Rijksweg A571
Rijksweg A572
Rijksweg A573
Rijksweg A574
Rijksweg A575
Rijksweg A576
Rijksweg A577
Rijksweg A578
Rijksweg A579
Rijksweg A580
Rijksweg A581
Rijksweg A582
Rijksweg A583
Rijksweg A584
Rijksweg A585
Rijksweg A586
Rijksweg A587
Rijksweg A588
Rijksweg A589
Rijksweg A590
Rijksweg A591
Rijksweg A592
Rijksweg A593
Rijksweg A594
Rijksweg A595
Rijksweg A596
Rijksweg A597
Rijksweg A598
Rijksweg A599
Rijksweg A600
Rijksweg A601
Rijksweg A602
Rijksweg A603
Rijksweg A604
Rijksweg A605
Rijksweg A606
Rijksweg A607
Rijksweg A608
Rijksweg A609
Rijksweg A610
Rijksweg A611
Rijksweg A612
Rijksweg A613
Rijksweg A614
Rijksweg A615
Rijksweg A616
Rijksweg A617
Rijksweg A618
Rijksweg A619
Rijksweg A620
Rijksweg A621
Rijksweg A622
Rijksweg A623
Rijksweg A624
Rijksweg A625
Rijksweg A626
Rijksweg A627
Rijksweg A628
Rijksweg A629
Rijksweg A630
Rijksweg A631
Rijksweg A632
Rijksweg A633
Rijksweg A634
Rijksweg A635
Rijksweg A636
Rijksweg A637
Rijksweg A638
Rijksweg A639
Rijksweg A640
Rijksweg A641
Rijksweg A642
Rijksweg A643
Rijksweg A644
Rijksweg A645
Rijksweg A646
Rijksweg A647
Rijksweg A648
Rijksweg A649
Rijksweg A650
Rijksweg A651
Rijksweg A652
Rijksweg A653
Rijksweg A654
Rijksweg A655
Rijksweg A656
Rijksweg A657
Rijksweg A658
Rijksweg A659
Rijksweg A660
Rijksweg A661
Rijksweg A662
Rijksweg A663
Rijksweg A664
Rijksweg A665
Rijksweg A666
Rijksweg A667
Rijksweg A668
Rijksweg A669
Rijksweg A670
Rijksweg A671
Rijksweg A672
Rijksweg A673
Rijksweg A674
Rijksweg A675
Rijksweg A676
Rijksweg A677
Rijksweg A678
Rijksweg A679
Rijksweg A680
Rijksweg A681
Rijksweg A682
Rijksweg A683
Rijksweg A684
Rijksweg A685
Rijksweg A686
Rijksweg A687
Rijksweg A688
Rijksweg A689
Rijksweg A690
Rijksweg A691
Rijksweg A692
Rijksweg A693
Rijksweg A694
Rijksweg A695
Rijksweg A696
Rijksweg A697
Rijksweg A698
Rijksweg A699
Rijksweg A700
Rijksweg A701
Rijksweg A702
Rijksweg A703
Rijksweg A704
Rijksweg A705
Rijksweg A706
Rijksweg A707
Rijksweg A708
Rijksweg A709
Rijksweg A710
Rijksweg A711
Rijksweg A712
Rijksweg A713
Rijksweg A714
Rijksweg A715
Rijksweg A716
Rijksweg A717
Rijksweg A718
Rijksweg A719
Rijksweg A720
Rijksweg A721
Rijksweg A722
Rijksweg A723
Rijksweg A724
Rijksweg A725
Rijksweg A726
Rijksweg A727
Rijksweg A728
Rijksweg A729
Rijksweg A730
Rijksweg A731
Rijksweg A732
Rijksweg A733
Rijksweg A734
Rijksweg A735
Rijksweg A736
Rijksweg A737
Rijksweg A738
Rijksweg A739
Rijksweg A740
Rijksweg A741
Rijksweg A742
Rijksweg A743
Rijksweg A744
Rijksweg A745
Rijksweg A746
Rijksweg A747
Rijksweg A748
Rijksweg A749
Rijksweg A750
Rijksweg A751
Rijksweg A752
Rijksweg A753
Rijksweg A754
Rijksweg A755
Rijksweg A756
Rijksweg A757
Rijksweg A758
Rijksweg A759
Rijksweg A760
Rijksweg A761
Rijksweg A762
Rijksweg A763
Rijksweg A764
Rijksweg A765
Rijksweg A766
Rijksweg A767
Rijksweg A768
Rijksweg A769
Rijksweg A770
Rijksweg A771
Rijksweg A772
Rijksweg A773
Rijksweg A774
Rijksweg A775
Rijksweg A776
Rijksweg A777
Rijksweg A778
Rijksweg A779
Rijksweg A780
Rijksweg A781
Rijksweg A782
Rijksweg A783
Rijksweg A784
Rijksweg A785
Rijksweg A786
Rijksweg A787
Rijksweg A788
Rijksweg A789
Rijksweg A790
Rijksweg A791
Rijksweg A792
Rijksweg A793
Rijksweg A794
Rijksweg A795
Rijksweg A796
Rijksweg A797
Rijksweg A798
Rijksweg A799
Rijksweg A800
Rijksweg A801
Rijksweg A802
Rijksweg A803
Rijksweg A804
Rijksweg A805
Rijksweg A806
Rijksweg A807
Rijksweg A808
Rijksweg A809
Rijksweg A810
Rijksweg A811
Rijksweg A812
Rijksweg A813
Rijksweg A814
Rijksweg A815
Rijksweg A816
Rijksweg A817
Rijksweg A818
Rijksweg A819
Rijksweg A820
Rijksweg A821
Rijksweg A822
Rijksweg A823
Rijksweg A824
Rijksweg A825
Rijksweg A826
Rijksweg A827
Rijksweg A828
Rijksweg A829
Rijksweg A830
Rijksweg A831
Rijksweg A832
Rijksweg A833
Rijksweg A834
Rijksweg A835
Rijksweg A836
Rijksweg A837
Rijksweg A838
Rijksweg A839
Rijksweg A840
Rijksweg A841
Rijksweg A842
Rijksweg A843
Rijksweg A844
Rijksweg A845
Rijksweg A846
Rijksweg A847
Rijksweg A848
Rijksweg A849
Rijksweg A850
Rijksweg A851
Rijksweg A852
Rijksweg A853
Rijksweg A854
Rijksweg A855
Rijksweg A856
Rijksweg A857
Rijksweg A858
Rijksweg A859
Rijksweg A860
Rijksweg A861
Rijksweg A862
Rijksweg A863
Rijksweg A864
Rijksweg A865
Rijksweg A866
Rijksweg A867
Rijksweg A868
Rijksweg A869
Rijksweg A870
Rijksweg A871
Rijksweg A872
Rijksweg A873
Rijksweg A874
Rijksweg A875
Rijksweg A876
Rijksweg A877
Rijksweg A878
Rijksweg A879
Rijksweg A880
Rijksweg A881
Rijksweg A882
Rijksweg A883
Rijksweg A884
Rijksweg A885
Rijksweg A886
Rijksweg A887
Rijksweg A888
Rijksweg A889
Rijksweg A890
Rijksweg A891
Rijksweg A892
Rijksweg A893
Rijksweg A894
Rijksweg A895
Rijksweg A896
Rijksweg A897
Rijksweg A898
Rijksweg A899
Rijksweg A900
Rijksweg A901
Rijksweg A902
Rijksweg A903
Rijksweg A904
Rijksweg A905
Rijksweg A906
Rijksweg A907
Rijksweg A908
Rijksweg A909
Rijksweg A910
Rijksweg A911
Rijksweg A912
Rijksweg A913
Rijksweg A914
Rijksweg A915
Rijksweg A916
Rijksweg A917
Rijksweg A918
Rijksweg A919
Rijksweg A920
Rijksweg A921
Rijksweg A922
Rijksweg A923
Rijksweg A924
Rijksweg A925
Rijksweg A926
Rijksweg A927
Rijksweg A928
Rijksweg A929
Rijksweg A930
Rijksweg A931
Rijksweg A932
Rijksweg A933
Rijksweg A934
Rijksweg A935
Rijksweg A936
Rijksweg A937
Rijksweg A938
Rijksweg A939
Rijksweg A940
Rijksweg A941
Rijksweg A942
Rijksweg A943
Rijksweg A944
Rijksweg A945
Rijksweg A946
Rijksweg A947
Rijksweg A948
Rijksweg A949
Rijksweg A950
Rijksweg A951
Rijksweg A952
Rijksweg A953
Rijksweg A954
Rijksweg A955
Rijksweg A956
Rijksweg A957
Rijksweg A958
Rijksweg A959
Rijksweg A960
Rijksweg A961
Rijksweg A962
Rijksweg A963
Rijksweg A964
Rijksweg A965
Rijksweg A966
Rijksweg A967
Rijksweg A968
Rijksweg A969
Rijksweg A970
Rijksweg A971
Rijksweg A972
Rijksweg A973
Rijksweg A974
Rijksweg A975
Rijksweg A976
Rijksweg A977
Rijksweg A978
Rijksweg A979
Rijksweg A980
Rijksweg A981
Rijksweg A982
Rijksweg A983
Rijksweg A984
Rijksweg A985
Rijksweg A986
Rijksweg A987
Rijksweg A988
Rijksweg A989
Rijksweg A990
Rijksweg A991
Rijksweg A992
Rijksweg A993
Rijksweg A994
Rijksweg A995
Rijksweg A996
Rijksweg A997
Rijksweg A998
Rijksweg A999
Rijksweg A1000
VERTIKALE GRONDBELASTING
HORIZONTALE GRONDREACTIE
VERTIKALE GRONDVERPLAATSING
MAXIMUM TOELAATBARE MODDERUK
VERTIKAAL REDUCTIEGETAL
EVENWICHTSDRAAGVERMOGEN GRONDSOORT
MAXIMALE AFWIJKING GEMIDDELDE VERPLAATSING
LEGENDA ZIE BUL A
Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044 2600 GA Delft
Telefoon 015-69 31 61
Telex 38151 rwsdl nl
Telefax 015-57 44 20
"A9" AARDGASLEIDING BALK/ZAND OUDELANDERTOCHT
KRUISING MET NOORDELIJKE LANDZIJKANAAL BIJ
ZUILANDSDIJK
GRONDMECHANISCHE PARAMETERS
PROJECTNR.
CO-191260
BUL 33
FEB 90
schaal 1:250