



TEBODIN
Consultants & Engineers

DN750 leiding Bornerbroek – Epe (DLD)
Sterkteberekening leiding Bornerbroek - Epe
in verband met bodemdaling ter plaatse van
de AKZO Nobel zoutcavernes

N.V. Nederlandse Gasunie

November 2009

Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Project: DN750 Leiding Bornerbroek – EPE (DLD)

Ordernummer: 40829.00
Documentnummer: 40829.00-1931011
Revisie: 0

Auteur: J.J.W. Gerritsen
Telefoon: 074 249 64 90
Telefax: 074 242 57 12
E-mail: j.gerritsen@tebodin.nl

Datum: november 2009

**Sterkteberekening leiding Bornerbroek - Epe
in verband met bodemdaling ter plaatse van
de AKZO Nobel zoutcavernes**

0	11-11-2009	Origineel	J.J.W. Gerritsen	W.K. van Dam	T.A. Wester
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd	Vrijgegeven

© Copyright Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

	Inhoudsopgave	Pagina
	Samenvatting	4
1	Inleiding	5
2	Ontwerpgegevens	5
2.1	Tracébeschrijving	5
2.2	Procesgegevens	5
2.3	Materiaalgegevens	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Belastingen	7
2.5.1	Eigengewicht	7
2.5.2	Bodemdaling en sinkholevorming	7
2.5.3	Verkeersbelasting	7
3	Sterkteberekening	8
3.1	Belastingcombinatie 2	8
3.2	Belastingcombinatie 3 en 4	8
3.2.1	Omschrijving berekeningen	8
3.2.2	Belastingsfactoren	9
3.2.3	Toetswaarden spanning, rek en vervorming	9
4	Resultaten sterkteberekening	10
4.1	Beoordeling belastingcombinatie 2	10
4.2	Beoordeling belastingcombinatie 3 en 4	10
4.3	Verklaring van de resultaten	11
	Conclusie	12
	Bijlagen	13
	1. Tekeningen	
	2. Grondgegevens	
	3. GeoControl rapport	
	4. Bepaling horizontale grondverplaatsingen	
	5. Berekening grondmechanische parameters	
	6. Berekening eigengewicht leiding	
	7. Berekeningsresultaten PLE	

Samenvatting

Ten behoeve van de aanleg van de verbinding tussen Bornerbroek en Epe (Duitsland) wordt een nieuwe 30 inch aardgastransportleiding aangelegd. De leiding doorkruist het pekelwingebied van AKZO Nobel Base Chemicals Hengelo. Ten gevolge van de pekelwinning ontstaan holtes in het zoutgesteente (cavernes). Door opwaartse migratie van de cavernes wordt het dragend vermogen van het zoutdak kleiner. Er kan dan bodemdaling plaatsvinden. De mogelijkheid bestaat dat de gehele gesteentemassa boven de caverne bezwijkt bij verdere migratie. Er ontstaat dan een sinkhole. In dit rapport worden de gevolgen van bodemdaling en sinkholevorming voor leiding A-670 sterkte technisch getoetst.

Op basis van de in dit rapport beschreven uitgangspunten is de passage van hoofdtransportleiding Bornerbroek – Epe (A-670) met het pekelwingebied getoetst aan de eisen conform NEN 3650: 2006. De bodemdalingsgegevens zijn verkregen uit rapport S00607, versie 2: "Bepaling van de mogelijke toekomstige bodemdaling ter plaatse van de Rijksweg A35.", uitgevoerd door GeoControl in opdracht van AKZO Nobel.

Conform het advies uit Tebodin rapport 37311.00-1931080 d.d. 09-2009 is de 30 graden 5DN bocht ten oosten van caverne 155 vervangen door een 10DN bocht in deze berekening. De maximaal berekende spanning in de leiding zonder bodemdaling bedraagt 74% van de toetsspanning. De berekende vervorming bedraagt maximaal 95% van de toelaatbare vervorming. Rekening houdend met het ontstaan van bodemdaling (phase II) en sinkholevorming (phase III) is de maximaal berekende spanning 72% van de toetsspanning. De maximaal berekende vervorming van de leiding na het ontstaan van bodemdaling bedraagt 95% van de toelaatbare vervorming.

De bodemdaling veroorzaakt axiale en laterale grondverplaatsingen rond de leiding. De leidingvervormingen als gevolg van deze verplaatsingen blijven ruim binnen de toelaatbare elastische vervorming van de leiding. In dit systeem resulteren de verplaatsingen als gevolg van de bodemdaling in een verlaging van de belastingen op de bochten, omdat de verlenging door expansie deels vereffend wordt door de horizontale en verticale grondverplaatsingen. Daarnaast veroorzaken de grondverplaatsingen hogere grondwrijvingskrachten in de richting van het centrum van de bodemdalingen, waardoor de expansiekrachten op de bochten verminderen.

Uit de resultaten van de uitgevoerde sterkteberekeningen blijkt dat de spanningen, rekken en vervormingen aan de toetsingscriteria conform NEN 3650:2006 voldoen.

1 Inleiding

Ten behoeve van de aanleg van de verbinding tussen Bornebroek en Epe (Duitsland) wordt een nieuwe 30 inch aardgastransportleiding aangelegd. De leiding doorkruist het pekelwingsgebied van AKZO Nobel Base Chemicals Hengelo. Ten gevolge van de pekelwinning ontstaan holtes in het zoutgesteente (cavernes). Hierbij ontstaat bodemdaling met de kans dat de gehele gesteentemassa boven de caverne bezwijkt en er een sinkhole ontstaat. In dit rapport worden de gevolgen van bodemdaling en sinkholevorming voor leiding A-670 getoetst aan de eisen van NEN 3650: 2006.

Op basis van de gegeven uitgangspunten is een sterkteberekening uitgevoerd. De toetsing is uitgevoerd volgens NEN 3650-1: 2006 en NEN 3650-2: 2006. In dit rapport worden de sterkteberekening en de bijbehorende resultaten gepresenteerd.

2 Ontwerpgegevens

2.1 Tracébeschrijving

De configuratie van de 30 inch hoofdtransportleiding A-670 ter plaatse van de kruising met het pekelwingsgebied is ingevoerd volgens de routekaarten A-670-KR-020 tot en met A-670-KR-024 en detailkaart A-670-XW-024-1. De tekeningen zijn opgenomen in bijlage 1.

2.2 Procesgegevens

De procesgegevens van gasleiding A-670 zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Procesgegevens leiding A-670

Inwendige ontwerpdruk	p_d	7,99	N/mm ²
Minimum ontwerptemperatuur	T_{min}	+ 5	°C
Maximum ontwerptemperatuur	T_{max}	+ 50	°C

2.3 Materiaalgegevens

De leidinggegevens van gasleiding A-670 zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Materiaalgegevens leiding A-670

Uitwendige diameter	D_e	762 mm (30")
Wanddikte	d	10,0/11,9 mm
Negatieve fabricagetolerantie		0,50 mm
Materiaal		L480MB
Rekgrens L415MB (geldig t/m 50 °C)	R_e	480 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E	$2,1 \cdot 10^5$ N/mm ²
Dwarscontractiecoëfficiënt	ν	0,3 -
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	$11,6 \cdot 10^{-6}$ mm/mm°C

2.4 Grondmechanische gegevens

Er is grond- en laboratoriumonderzoek uitgevoerd voor het tracé van de gastransportleiding A-670. De voor de sterkteberekening relevante boringen en sonderingen van het grondonderzoek zijn opgenomen in bijlage 2.

De grondmechanische parameters zijn berekend op basis van de in het grondonderzoek gebruikte grondeigenschappen. De berekening en omrekening van de grondmechanische parameters zijn opgenomen in bijlage 5.

Alle parameters zijn berekend exclusief de onzekerheidsfactoren. Deze factoren, weergegeven in tabel 3, zijn opgenomen in de berekening.

Tabel 3: Partiële factoren grondparameters conform NEN 3650-1:2006

PLE notatie	Omschrijving	Zand	Klei/Veen
KLH	Horizontale beddingconstante	1,70	1/1,70
KLS	Verticale beddingconstante, omlaag	2,00	1/1,60
KLT	Verticale beddingconstante, omhoog	1,40	1/1,90
F	Wrijving	1/1,14	1/2,36
UF	Axiale verplaatsing	1,60	1,50
RVS	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	2,00	1/1,60
RVT	Passieve grondlast, top	1,50	1,50
RH	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	1,60	1/2,00
SOILNB	Neutrale grondlast, top	1,10	1,10

De grondwaterstand is aangenomen op 1,5 meter onder het maaiveld. De gasleiding bevindt zich ter plaatse het pekelwingsgebied onder de grondwaterstand. De dekking op de leiding bedraagt 1,7 meter in de veldstrekking.

2.5 Belastingen

2.5.1 Eigengewicht

De berekening van het eigengewicht van leiding A-670 is opgenomen in bijlage 6.

2.5.2 Bodemdaling en sinkholevorming

Ten gevolge van de pekelwinning ontstaan holtes in het zoutgesteente (cavernes). Door opwaartse migratie van de cavernes wordt het dragend vermogen van het zoutdak kleiner. Er zal dan (phase II) bodemdaling plaatsvinden. De mogelijkheid bestaat dat de gehele gesteentemassa boven de caveerne bezwijkt bij migratie tot ca. 40 m onder de basis van het Tertiair. Er ontstaat dan een (phase III) sinkhole. Deze sinkholevorming kan voorkomen worden door de cavernes te vullen met een vaste stof. In de berekening is uitgegaan van de optelsom van de uiteindelijke maximale phase II en phase III bodemdaling, die kan optreden wanneer er geen opvulling van de cavernes plaatsvindt. Niet bij alle cavernes is sinkholevorming mogelijk. Sinkholevorming is mogelijk voor de cavernes 151-152, 162-164 en 173-175. In het geval van een sinkhole ontstaat alsnog een bodemdalingssom, waardoor het bodemdalingengebied uitgestrekter wordt. De leiding A-670 valt nergens binnen de contouren van de sinkholes en ondergaat daardoor sinusvormige bodemdaling bij elke caveerne.

Indien door toekomstige rekenmodellen blijkt dat de leiding wel binnen de contouren van een sinkhole valt, dient herberekening te worden overwogen.

De berekende bodemdalingen verlopen sinusvormig over de invloedslengte en zijn bepaald aan de hand van de bodemdalinggrafieken uit het GeoConsult rapport. Naast de bodemdaling is ook de horizontale grondverplaatsing meegenomen in de sterkteberekening. De grondverplaatsingen in x- en y-richting zijn berekend uit de horizontale vervormingsgrafieken uit het GeoConsult rapport. De horizontale grondverplaatsingen langs de leiding zijn genormaliseerd naar het globale assenstelsel. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Bodemdaling en grondverplaatsingen

Caverne	invloedslengte	max. bodemdaling	max. x-verplaatsing	max. y-verplaatsing
B149-150	175 m	40 mm	16 mm	23 mm
B151-152	150 m	1050 mm	302 mm	394 mm
B153-155	250 m	250 mm	70 mm	52 mm
B162-164	150 m	600 mm	259 mm	332 mm
B173-175	170 m	1600 mm	416 mm	556 mm
B180-181	205 m	4 mm	3 mm	3 mm

De relevante delen van het rapport S00607, versie 2: "Bepaling van de mogelijke toekomstige bodemdaling ter plaatse van de Rijksweg A35.", uitgevoerd door GeoControl, zijn opgenomen in bijlage 3.

2.5.3 Verkeersbelasting

Voor het tracé in de veldstrekking is een toevallige verkeerslast aangenomen conform paragraaf C.5 uit NEN 3650-1:2006. Bij een gronddekking van 1,70 meter bedraagt de toevallige verkeerslast 7 kN/m². Ter plaatse van de A35 is de verkeersbelasting 16 kN/m².

3 Sterkteberekening

De berekening is uitgevoerd als een volledige sterkteberekening conform NEN 3650: 2006.

3.1 Belastingcombinatie 2

In belastingcombinatie 2 (BC 2) wordt de leiding alleen belast door de inwendige druk. De omtrekspanning ten gevolge van inwendige druk wordt getoetst aan de rekgrens van het materiaal (bij ontwerptemperatuur) gedeeld door de materiaalfactor (1,1).

Voor L480 MB is de toetswaarde van de spanning in deze belastingcombinatie 436 N/mm².

Met behulp van de ketelformule kan de omtrekspanning berekend worden:

$$\sigma_p = \gamma_p \frac{p_d (D_e - d_{min})}{2d_{min}}$$

waarin:

- σ_p = omtrekspanning ten gevolge van inwendige druk [N/mm²]
- p_d = ontwerpdruk [N/mm²]
- D_e = uitwendige diameter [mm]
- d_{min} = minimale wanddikte (nominale wanddikte – fabricagetolerantie) [mm]
- γ_p = partiële factor voor inwendige druk: 1,25 [-]

De resultaten van de toetsing aan belastingcombinatie 2 zijn weergegeven in paragraaf 4.1.

3.2 Belastingcombinatie 3 en 4

De berekeningen voor de beoordeling van belastingcombinatie 3 en 4 zijn met behulp van het computerprogramma PLE van Expert Design Systems te Rijswijk uitgevoerd.

3.2.1 Omschrijving berekeningen

Belastingcombinatie 3

In belastingcombinatie 3 (BC 3) wordt de situatie berekend waarbij de leiding belast wordt met uitwendige belastingen en maximale temperatuursverschillen in drukloze situatie.

Belastingcombinatie 4

Belastingcombinatie 4 (BC 4) houdt in dat de leiding belast wordt met uitwendige belastingen en maximale temperatuursverschillen inclusief inwendige druk.

3.2.2 Belastingsfactoren

De belastingsfactoren die voor belastingcombinatie 3 en 4 in rekening gebracht moeten worden, zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Belastingsfactoren conform NEN 3650-2:2006

Belastingen	BC 3	BC 4
Inwendige druk	-	1,15
Temperatuurverschillen	1,10	1,10
Opgedrongen vervormingen	1,10	1,10
Verkeersbelastingen	1,35	1,35
Eigengewicht	1,10	1,10

3.2.3 Toetswaarden spanning, rek en vervorming

Spanningen

De berekeningen voor belastingscombinatie 3 en 4 moeten worden getoetst aan de grenswaarde voor de spanning met:

$$\sigma_v \leq 0,85 \frac{R_e + R_e(\theta)}{\gamma_m}$$

waarin:

- σ_v = vergelijkspanning volgens vormveranderingsarbeidshypothese Von Mises [N/mm²]
- R_e = koude rekgrens [N/mm²]
- $R_e(\theta)$ = rekgrens bij ontwerptemperatuur [N/mm²]
- γ_m = materiaalfactor; 1,1 [-]

Voor L480 MB is de toetswaarde voor de spanning bij deze belastingcombinaties 742 N/mm².

Rekken

In BC 3 en 4 mag volgens de NEN 3650: 2006, D.3.2 de berekende blijvende rek niet groter zijn dan 0,50 %. Indien aan de spanningeis wordt voldaan, komt deze eis te vervallen.

Vervormingen

In BC 3 en 4 moet de maximale ovalisatie in drukloze situatie kleiner of gelijk zijn aan 15%. Ten behoeve van inspecties moet de leiding raagbaar zijn. Deze voorwaarde vereist dat de maximale ovalisatie kleiner of gelijk moet zijn aan 5%.

De resultaten van de toetsing aan BC 3 en 4 zijn weergegeven in paragraaf 4.2.

4 Resultaten sterkteberekening

4.1 Beoordeling belastingcombinatie 2

Het resultaat van de berekening voor BC 2 (inwendige druk) is weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: BC 2 – Berekeningsresultaat belastingcombinatie 2

Wanddikte	Berekende spanning t.o.v. toelaatbare spanning
10 mm	0,91
11,9 mm	0,75

De leiding voldoet aan de toetsing volgens BC 2.

4.2 Beoordeling belastingcombinatie 3 en 4

De resultaten van de PLE berekeningen zijn opgenomen in bijlage 7. In tabel 7 zijn de berekende maximale spanningen en vervormingen weergegeven als ratio ten opzichte van de toelaatbare spanningen en vervormingen in de situatie dat er geen bodemdaling optreedt. Bij de berekening is aangenomen dat de 30 graden 5DN bocht ten oosten van caverne 155 vervangen is door een 10DN bocht, conform het advies uit Tebodin rapport 37311.00-1931080 d.d 09-2009.

Tabel 7: Berekeningsresultaat belastingcombinatie 3 en 4 zonder sinkhole

Belastingcombinatie	Berekende maximale spanning t.o.v. toelaatbare spanning	Berekende vervorming t.o.v. toelaatbare vervorming
3	0,64	0,95
4	0,74	0,28

In tabel 8 zijn de berekende maximale spanningen en vervormingen weergegeven in de situatie dat er wel bodemdaling en sinkholevorming optreedt.

Tabel 8: Berekeningsresultaat belastingcombinatie 3 en 4 met sinkhole incident

Belastingcombinatie	Berekende maximale spanning t.o.v. toelaatbare spanning	Berekende vervorming t.o.v. toelaatbare vervorming
3	0,64	0,95
4	0,72	0,28

De berekende spanningen zijn lager dan toetsspanning. Gesteld wordt dat de rek ook voldoet aan de grenswaarde, aangezien de berekende spanningen in het elastische gebied liggen. De leiding voldoet aan de toetsing volgens belastingcombinatie 3 en 4.

4.3 Verklaring van de resultaten

De maximaal berekende spanningen en verplaatsingen van de situatie met bodemdaling en sinkholevorming wijken niet significant af van de situatie zonder bodemdaling. De berekende spanningen in het systeem zijn zelfs iets lager. De hoogste spanningsconcentraties zijn berekend ter plaatse van de bochten in het model.

De bodemdaling veroorzaakt axiale en laterale grondverplaatsingen rond de leiding. De leidingvervormingen als gevolg van deze verplaatsingen blijven ruim binnen de toelaatbare elastische vervorming van de leiding. In dit systeem resulteren de verplaatsingen als gevolg van de bodemdaling in een verlaging van de belastingen op de bochten, omdat de verlenging door expansie deels vereffend wordt door de horizontale en verticale grondverplaatsingen. Daarnaast veroorzaken de grondverplaatsingen hogere grondwrijvingskrachten in de richting van het centrum van de bodemdalingen, waardoor de expansiekrachten op de bochten verminderen.

Conclusie

De kruising van de transportgasleiding A-670 met het pekewingebied van AKZO Nobel Base Chemicals Hengelo is sterktechnisch getoetst conform NEN 3650: 2006.

De maximaal berekende spanning in de situatie zonder bodemdaling bedraagt 74% van de toetsspanning. De berekende vervorming bedraagt dan maximaal 95% van de toelaatbare vervorming. Rekeninghoudend met het ontstaan van bodemdaling en sinkholevorming is de maximaal berekende spanning 72% van de toetsspanning. De maximaal berekende vervorming van de leiding na het ontstaan van een sinkhole bedraagt 95% van de toelaatbare vervorming. Bij de berekening is aangenomen dat de 30 graden 5DN bocht ten oosten van caverne 155 vervangen is door een 10DN bocht, conform het advies uit Tebodin rapport 37311.00-1931080 d.d. 09-2009.

Uit de resultaten van de uitgevoerde sterkteberekeningen blijkt dat de spanningen, rekken en vervormingen aan de toetsingscriteria conform NEN 3650:2006 voldoen.

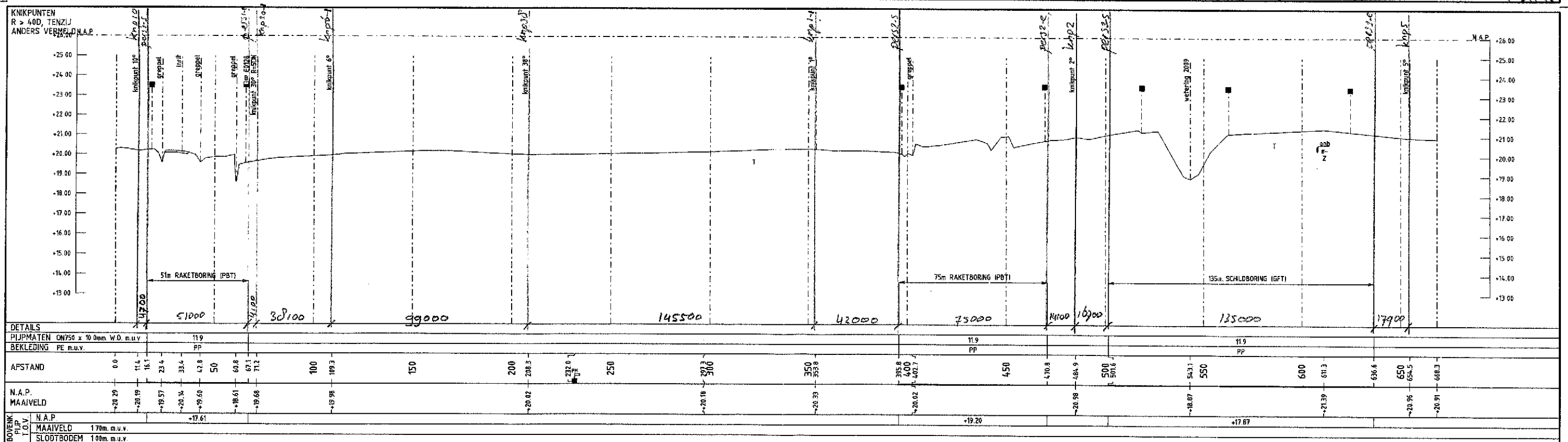
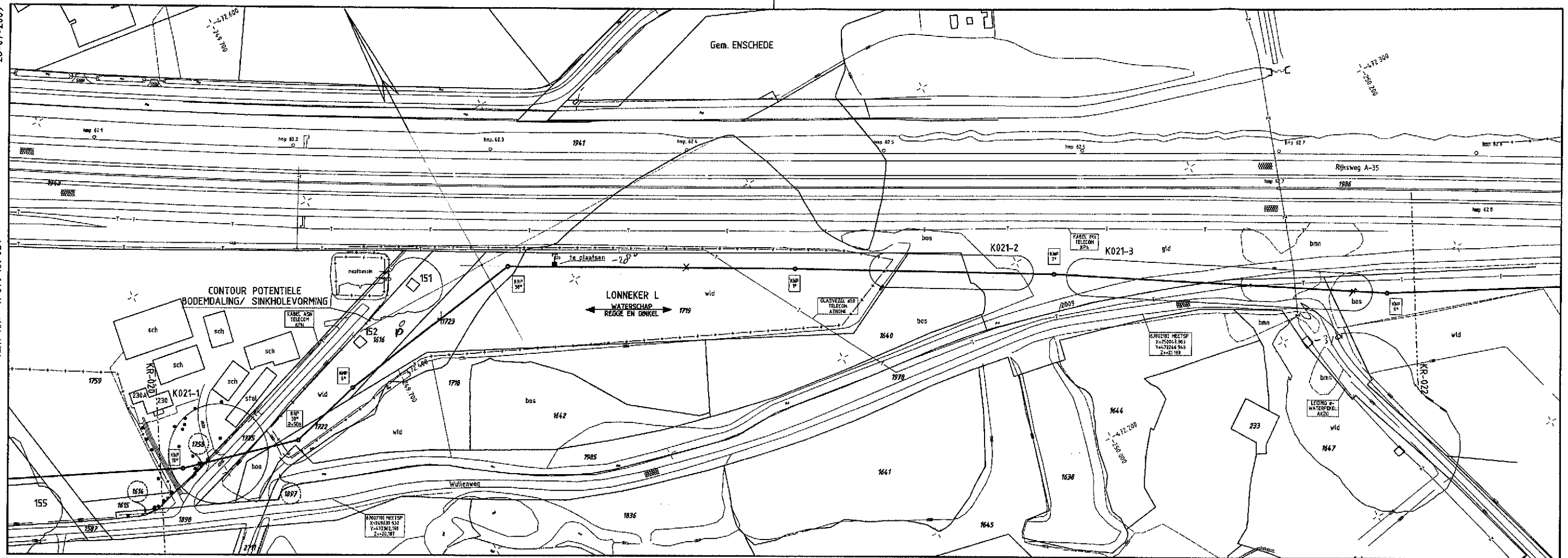
Bijlagen

- 1. Tekeningen**
- 2. Grondgegevens**
- 3. GeoControl rapport**
- 4. Bepaling horizontale grondverplaatsingen**
- 5. Berekening grondmechanische parameters**
- 6. Berekening eigengewicht leiding**
- 7. Berekeningsresultaten PLE**

Bijlage 1. Tekeningen

Tekeningnummer	Omschrijving	Revisie	Datum
A-670-KR-020	Routekaart DN750/DN900 Leiding Bornebroek – Epe (DLD)	3	22-07-2009
A-670-KR-021	Routekaart DN750/DN900 Leiding Bornebroek – Epe (DLD)	4	27-07-2009
A-670-KR-022	Routekaart DN750/DN900 Leiding Bornebroek – Epe (DLD)	4	28-07-2009
A-670-KR-023	Routekaart DN750/DN900 Leiding Bornebroek – Epe (DLD)	4	28-07-2009
A-670-KR-024	Routekaart DN750/DN900 Leiding Bornebroek – Epe (DLD)	5	05-08-2009
A-670-XW-024-1	Detailkaart-wegkruising nieuwbouw Kruising Rijksweg A-35 DN750/DN900 Leiding Bornebroek – Epe (DLD)	1	17-06-2009
A-670-KR-019-030	Contouren bodemdalingkaart AN in relatie met trace gastransportleiding	15	16-10-2009





BIJBEHORENDE TEKENINGEN			MATERIAALSTAAT												LEGENDA		SITUATIE		SCHAAL		1:1000		TITEL	
DETAIL	TEKENING TITEL	TEKENING NR.	STALEN PIJP				OVERIGE MATERIALEN				OVERIGE MATERIALEN													
			LENGTE	DIAM.	M.O.	BEK.	MAT.	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE										
	CULTUURTECHNISCHE KAART	A-670-KR-021	407.3m.	DN750	10.0mm	PE	L480 MB	12.37.394	1	DN750 BOCHT 30° R=SDN 10.0mm	11.57.502	30m.	HEETDRAAD ZWART	62.01.300										
			261.0m.	DN750	11.9mm	PP	L480 MB	12.49.366	6	MARKERINGSPAAL 1.80m. 63mm	18.40.190													
									6	STABILISATIERING 63mm	18.40.192													
									6	STICKER MARKERINGSPAAL 63mm	18.40.194													
									1	KB PAAL 1.00m. 110mm	18.40.186													
									1	STABILISATIERING 110mm	18.40.188													
									1	STICKER KB PAAL 110mm	18.40.189													

LEGENDA		SITUATIE		SCHAAL		1:1000	
	AANHANGPAAL		PROFIEL		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	HEETPAAL		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	SCHEMIPAAL		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	VLEESPAAL MET KABEL		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	VLEESPAAL MET DRAAD		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	ZWARTDRAAD		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL

SITUATIE		SCHAAL		1:1000	
	PROFIEL		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL
	HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

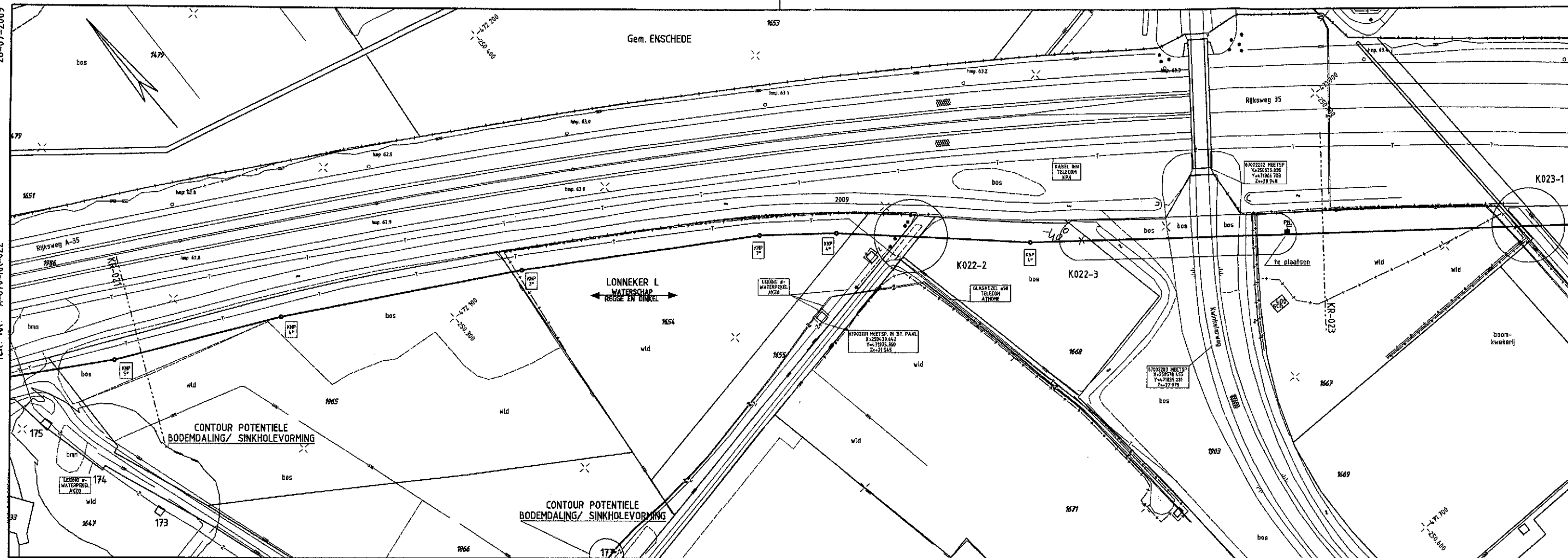
STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

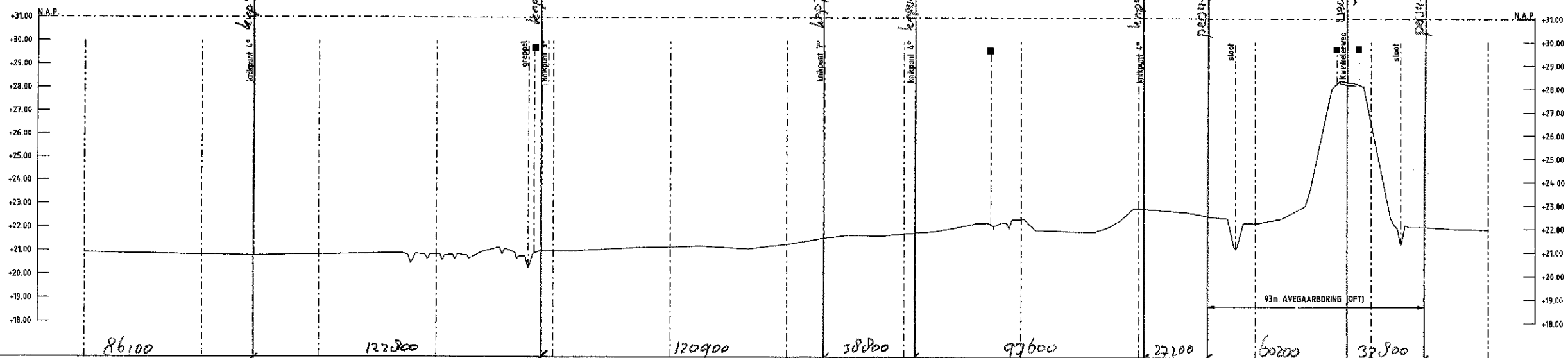
STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	

STATUS		GEWENSDOOR		V.O.		T.A.T.T.		© 2008 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE	



KNIPUNTEN
R > 400, TENZIJ
ANDERS VERMELD.



DETAILS
PIJPMATEN DN750 x 10.0mm. W.D. m.u.v.
BEKLEDING PE m.u.v.

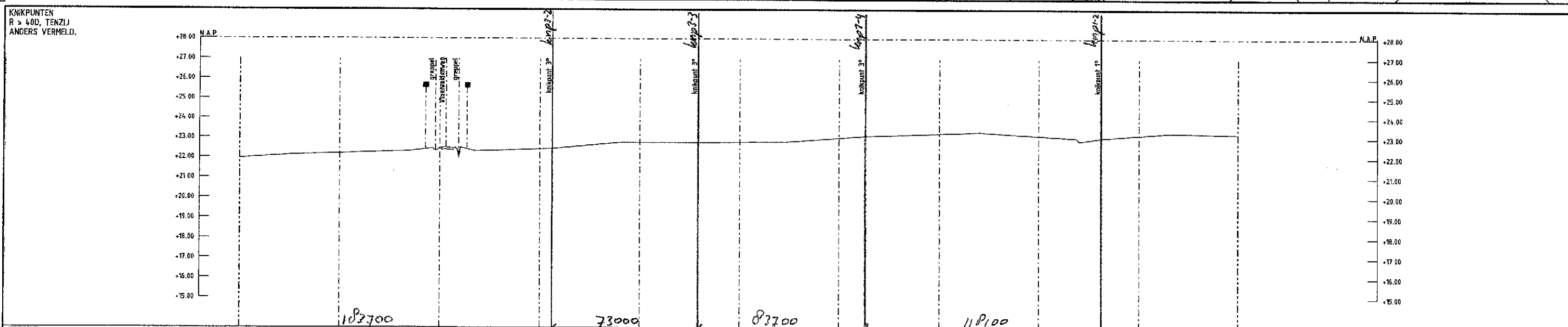
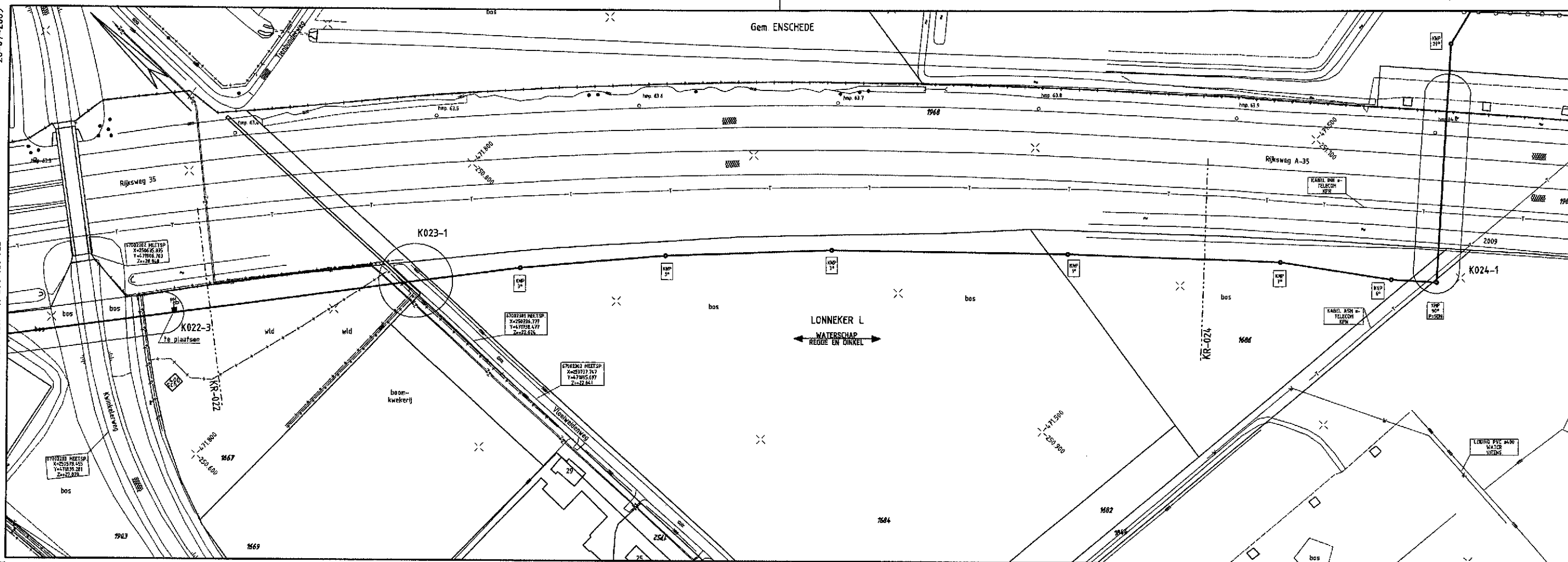
AFSTAND	0.0	50	72.3	100	134.7	150	189.9	195.1	200	250	300	316.0	350	354.8	400	416.2	450	453.4	479.6	491.5	500	501.2	519	550	552.5	572.5	582.9	600.0
N.A.P. MAAIVELD	+20.91	+20.79	+20.79	+20.89	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98	+20.98

BIJBEHOORENDE TEKENINGEN				MATERIAALSTAAT				LEGENDA				SITUATIE				ROUTEKAART			
DETAIL	TEKENING TITEL	TEKENING NR.	STALEN PIJP	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	OVERIGE MATERIALEN	SITUATIE	SCHAAL	1:1000	1:1000	1:1000	1:1000	1:1000	1:1000
	CULTUURTECHNISCHE KAART	A-670-KR-022	LENGTE	DIAM	W.D.	BEK.	MAT.	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING
			507.0m	DN750	10.0mm	PE	L480 MB	12.37.384	4	MARKERINGSPAAL 1.80m 63mm	18.40.190								
			93.0m	DN750	11.9mm	PP	L480 MB	12.40.386	4	STABILISATIERING 63mm	18.40.192								
									4	STICKER MARKERINGSPAAL 63mm	18.40.194								

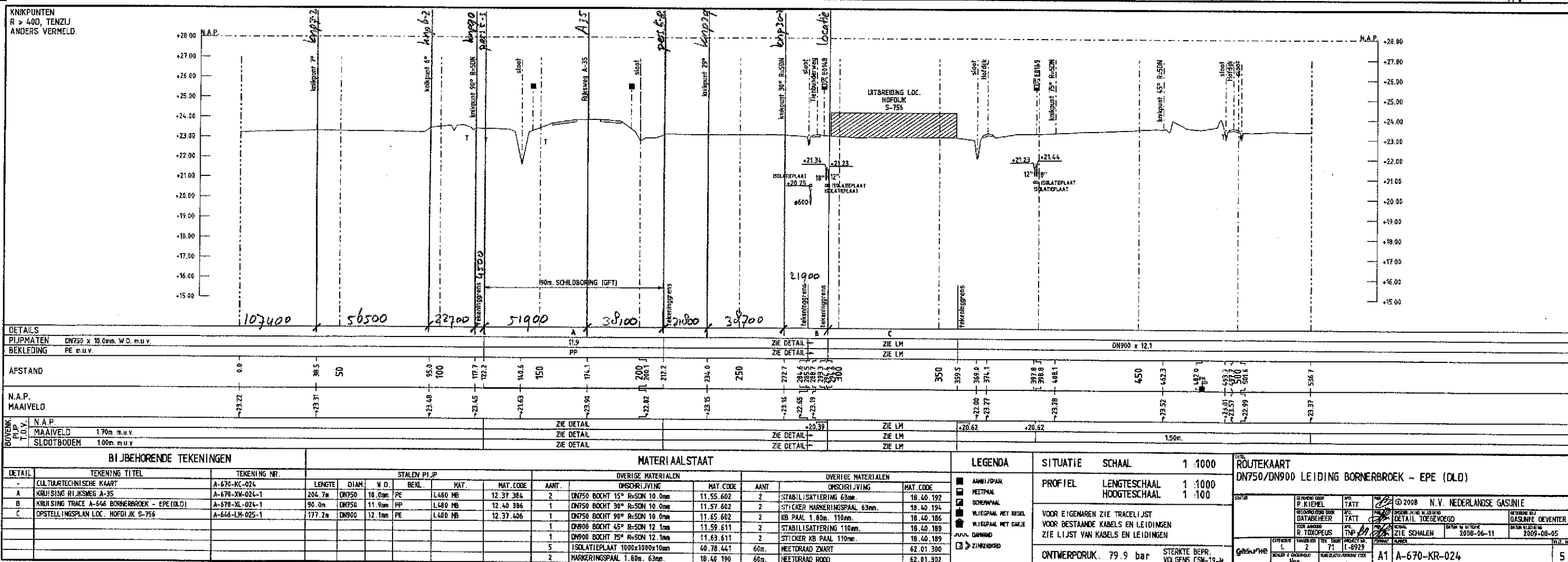
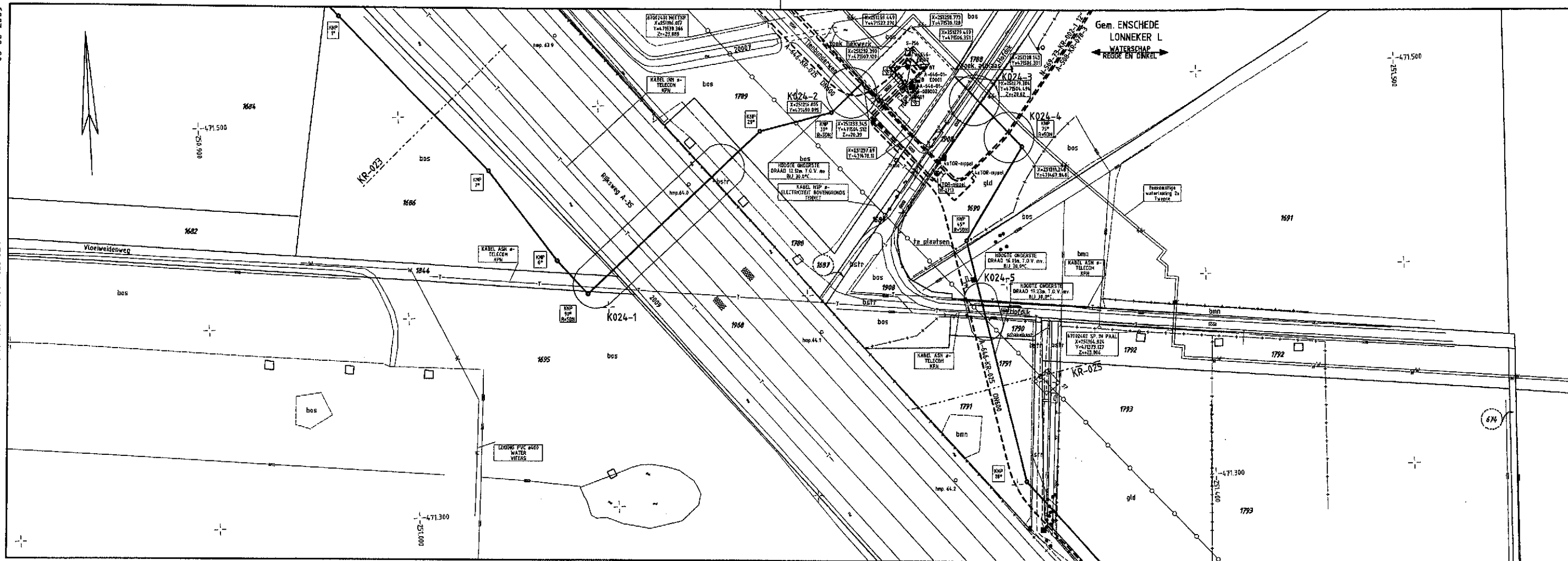
VOOR EIGENAREN ZIE TRACELIJST
VOOR BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN
ZIE LIJST VAN KABELS EN LEIDINGEN

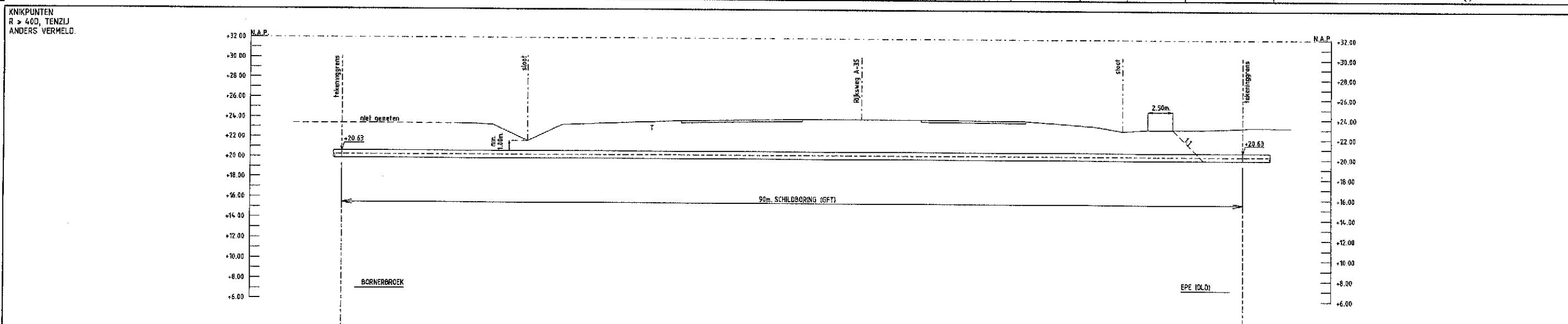
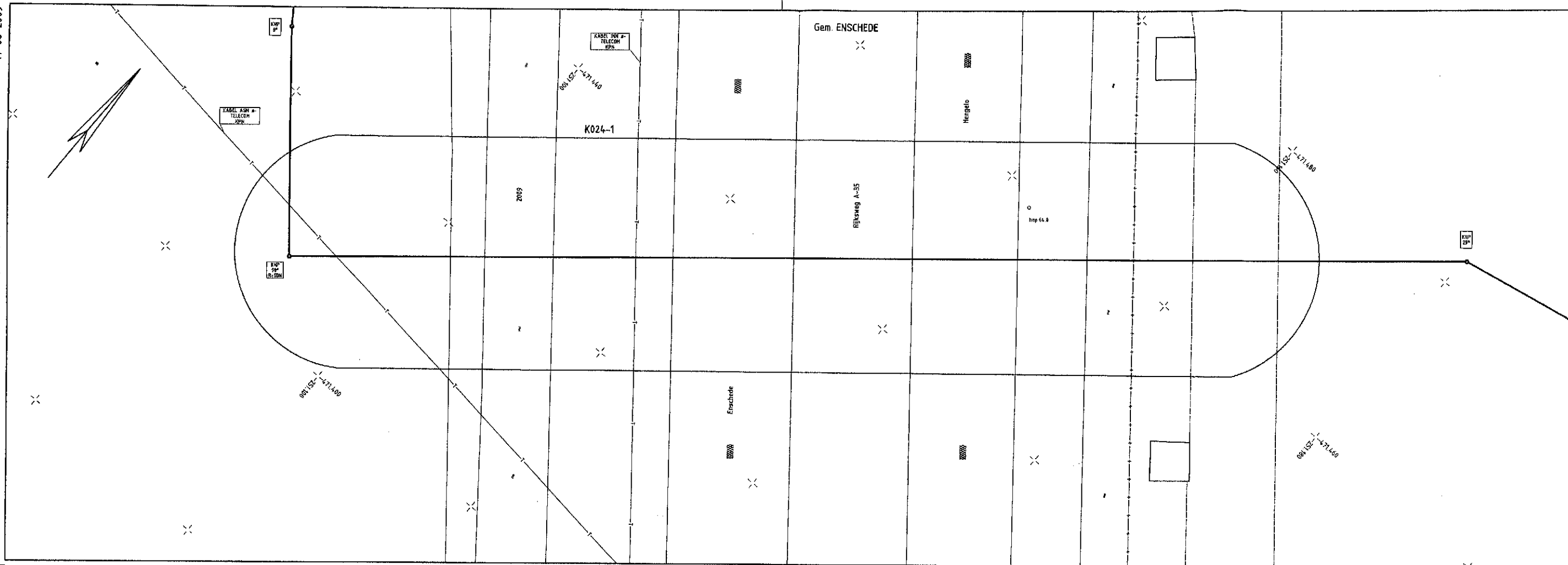
ONTWERPDRUK: 79.9 bar
STERKTE BEPR. VOLGENS CSM-19-N

TYPE										ROUTEKAART									
DN750/DN900 LEIDING BORNERBROEK - EPE (OLD)																			
STATUS																			
ONTWERPDRUK					APR					2008					N.V. NEDERLANDSE GASUINE				
P. KIEHL					TATT					[Signature]									
GEWISPELDEKOP					APR					PROFIEL INRIJSTEKEND					BETROFFEN BILJ				
DATABASEER					TATT					[Signature]					GASUINE & DEVENTER				
TECHN. APPROV.					APR					SCHAAL					DATUM 14.05.2008				
R. TOXPEUSE					TATT					21E SCHALEN					DATUM 06.06.11				
															DATUM 09.07.28				
CATEGORIE					PRESENTATIE					TECH. NOOR					PROJECT NR.				
1					2					71					1-8929				
GASUINE					NEDERL. & OVERSEAS					SCHAAL					NEDERL.				
										A1					A-670-KR-022				
															4				

[illegible]

BIJBEHORENDE TEKENINGEN			MATERIAALSTAAT												LEGENDA		SITUATIE		SCHAAL		1 :1000		TITEL	
DETAIL	TEKENING TITEL	TEKENING NR.	STALEN PIJP						OVERIGE MATERIALEN				OVERIGE MATERIALEN				■ AANW./SPAAL ■ WETPAAL ■ SCHENPAAL ■ VLIETPAAL MET BEGL. ■ VLIETPAAL MET DAKJE ■ DAKPAAL ■ ZWINGERSBORD		PROFIEL		LENGTESCHAAL 1 :1000 HOOGTESCHAAL 1 :100		ROUTEKAART DN750/DN900 LEIDING BORNERBROEK - EPE (OLD)	
-	CUL.TOARTECHNISCHE KAART	A-670-KR-023	LENGTE	DIA.M	V.D.	BEKL.	MAT.	MAT.CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT.CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT.CODE										
			500.0m	DN750	10.0mm	PE	1480	12.37.384	2	MARKERINGSPAAL 1.80m 63mm	18.40.190													
									2	STABILISATIERING 63mm	18.40.192													
									2	STICKER MARKERINGSPAAL 63mm	18.40.194													

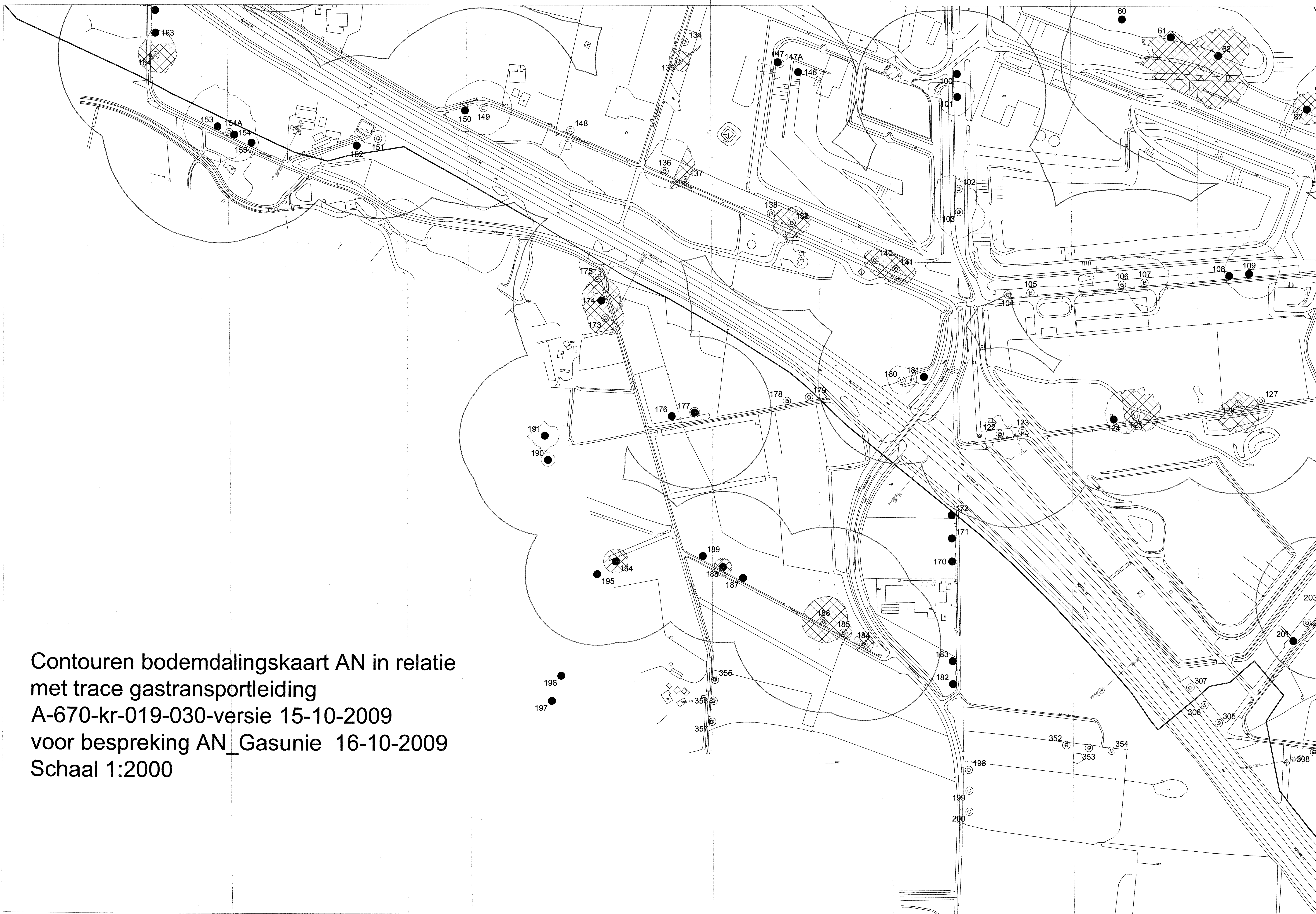




DETAILS		DN750 x 10.0mm W.D.m.u.v	
PLJPMATEN		PE m.u.v.	
BEKLEDING		PP	
AFSTAND	122.2	134.0	134.0
N.A.P.	23.40	23.49	23.49
MAAIVELD	21.63	23.26	23.26
BOVENK. P.J.P. T.O.V.	23.71	23.89	23.89
N.A.P.	23.90	23.99	23.99
MAAIVELD	23.00	23.00	23.00
SLOOTBODEM	23.00	23.00	23.00

[illegible]

Contouren bodemdalingskaart AN in relatie
met trace gastransportleiding
A-670-kr-019-030-versie 15-10-2009
voor bespreking AN_Gasunie 16-10-2009
Schaal 1:2000



Bijlage 2. Grondgegevens

Documentnummer	Omschrijving	Datum
074106445:0.2	Gastransportleiding Bomerbroek – Epe (A-670) Grondmechanisch onderzoek	18-09-2009

**GRONDMECHANISCH ONDERZOEK LEIDING A-
670 BORNERBROEK - EPE (D) (DN750 / DN900)
GRONDMECHANISCH ONDERZOEK**

N.V. NEDERLANDSE GASUNIE
GASTRANSPORT SERVICE

B02032.100213.001
074106445:0.2
B02032.100112.001

HOOFDSTU

1 Inleiding

In opdracht van de N.V. Nederlandse Gasunie is door ARCADIS Nederland BV in de periode april – juni 2009 cultuurtechnische, geohydrologische en grondmechanische onderzoeken uitgevoerd voor de aanleg van de aardgasleiding tussen Bornerbroek en Epe DN 750 (24") en DN 900 (30") A-670.

Het tracé heeft een totale lengte van circa 28 km en is verdeeld over 44 routekaarten, waarvan het gedeelte (15 km) Bornerbroek tot aan station Hofdijk 30" leiding is en van (13 km) station Hofdijk tot aan de Duitse grens 24".

Deze rapportage behandelt het uitgevoerde grondmechanische onderzoek van leiding A-670

Bij de uitvoering van de cultuur- en geohydrologische onderzoeken is door middel van veldwerk een inventarisatie gemaakt van de bodemkundige en (geo)hydrologische situatie van bovengenoemd tracé. In dit grondmechanische rapport is ook gebruik gemaakt van deze onderzoeken.

Bij het uitvoeren van het onderzoek zijn de voorschriften en voorwaarden in acht genomen zoals in het offerteverszoek vermeld:

- Algemene Voorwaarden voor het verrichten van advies- en ingenieursdiensten, uitgave december 2001.
- Gasunie Technische Standaard, CSK-25-N, zesde uitgave (versie 6) september 2007.
- Gasunie Technische Standaard, OSK-02-N, vijfde uitgave (versie 5K) maart 2008.

In deze rapportage zijn de relevante delen hieruit overgenomen zodat lezing van het rapport zonder kennis van deze voorschriften en voorwaarden mogelijk is.

Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van het veldwerk dat voor de verschillende tracéonderdelen is uitgevoerd. Een beschrijving van het tracé is opgenomen in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 zijn de constructieve aspecten per kruisingstype samengevat.

HOOFDSTU

2 Veldwerk en bodemkartering

Het grondmechanisch onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar de te leggen leiding de bestaande infrastructuur als wegen, brede watergangen, spoorlijnen, andere leidingtracés, kruist. Hier moeten specifieke werkzaamheden worden verricht. De specifieke werkzaamheden bestaan onder meer uit het verrichten van: Open ontgravingen, gestuurde boringen (HDD) en persingen (PBT). In totaal zijn ten behoeve van het grondmechanisch onderzoek 98 diepboringen en 148 sonderingen uitgevoerd. Dit veldwerk is uitgevoerd in de periode maart - mei 2009.

Bij het uitgevoerde veldonderzoek is rekening gehouden met bruikbare gegevens uit bestaande grondmechanische onderzoeken. In onderstaande tabel 2.1 staan de archiefboringen en archiefsonderingen die gebruikt zijn tijdens de aanleg van de A646.

Tabel 2.1

Gebruikte archiefgegevens

Kruising	Naam kruising	Wijze	type	Gebruik archiefsondering	gebruik archiefboring
K001-1	Rijksweg A1	GFT	B1	K03-01-A t/m D	K03-01-E t/m G
K026-1	Halmersweg, Windmolenweg, Loerhazenweg	HDD	C2	N14A-02-A t/m F	N14A-02-G t/m J
K027-2	Loerhazenweg	HDD	C2	N15A-06-A	N15A-06-F
K027-1	Vijver / Park	HDD	C2	N15A-06-A t/m E	N15A-06-F t/m H
K028-1	Vijver / Park	HDD	C2	N15A-07-B	nvt
K032-4	Usseferrondweg/sportvereniging/moestuinen	HDD	C2	N18-13-B, D t/m F	N18-13-G t/m I
K035-1	Burgemeester van Veenlaan	GFT	B2	K19-6-A, B, D t/m F	K19-06-G t/m I

Bij de uitvoering van het cultuur- en geohydrologische onderzoek is door middel van veldwerk een inventarisatie gemaakt van de bodemkundige en (geo)hydrologische situatie van het tracé. Tevens is een inventarisatie gemaakt van de cultuurtoestand van de werkstrook en de waterhuishouding op en in de directe omgeving van de werkstrook.

De bodemkundige en (geo)hydrologische situatie zoals volgt uit de veldwerkzaamheden is uitgewerkt door middel van een geplotte schematisatie van de afzonderlijke boringen. Deze zijn weergegeven op de cultuurtechnische kaarten en zijn opgenomen in het Cultuurtechnisch Rapport.

In het Geohydrologische Rapport zijn de te verwachten grondwaterstandverlagingen in de omgeving tijdens de aanleg van de leiding weergegeven. Daarnaast staan in deze rapportage de gegevens voor de waterbeheerders als; onttrekkingsdebieten, analysesresultaten grondwater en te verwachten zettingen.

De uitgevoerde werkzaamheden worden in onderstaande paragrafen 2.1 en 2.2 beschreven.

2.1

VELDSTREKKING

Voor de veldstrekking zijn de volgende werkzaamheden verricht:



- Minimaal 1 handboring per perceel of per 50 m leidinglengte tot 1,20 m beneden maaiveld.
- Daar waar sprake is van een bestaande parallelle leiding zijn geen extra boringen uitgevoerd. Hiervoor zijn de boringen van 2004 voor aardgasleidingnummer A646 benut.
- Aan de andere zijde van de nieuwe leiding zijn eveneens om de 50,0 m boringen geplaatst (de B-boringen). De B-boringen liggen op circa 20,0 m uit de hartlijn van de nieuwe leiding. De boringen op de hartlijn van de nieuwe leiding en de B-boringen verspringen ten opzichte van elkaar.
- Per kilometer minimaal 4 boringen tot 1,00 m minus onderkant leiding. In twee van deze boringen is een peilfilter aangebracht voor het nemen van een grondwatermonster en het bepalen van de stijghoogte van het grondwater. Per boring zijn vervolgens de te onderscheiden bodemlagen bepaald.

Voor kleihoudende gronden in het tracé (in de hartlijn) is bij iedere boring het lutumpercentage, het siltgehalte en het organische stofgehalte per bodemlaag geschat. In de zandgronden is bij iedere boring (in de hartlijn) het M-63 cijfer, het silt-/lutumgehalte en het organische stofgehalte per bodemlaag geschat. Bij veengronden en gronden met veenlagen is het organische stofgehalte geschat.

Per 2 km tracé-lengte zijn de veldschattingen van organische stof en lutum, silt en M63 van de ondiepe boringen getoetst aan een laboratoriumanalyse.

2.2

KRUISINGEN

Op basis van de OSK-02-N worden in het algemeen de volgende typen kruisingen onderscheiden:

Type A

*Open ontgraving*¹

- A1: waterstaatswerk (waterkering of vaarweg).
- A2: overige objecten (watergang of eenvoudige weg).
- A3: sloten en bestaande leidingkruisingen.



Type B

Persingen/boringen (OFT, PBT en GFT)

- B1: waterstaatswerk (waterkering, weg of vaarweg) met open of gesloten front techniek.
- B2: Overige objecten (watergang, weg, spoorweg).
- B3: overige objecten (weg- of leidingkruisingen) met pneumatische boortechiek of open front techniek.



¹ In dit tracé zijn geen A1 en A2 kruisingen opgenomen



Type C

Horizontaal gestuurde boring (HDD)

C1: waterstaatswerk (waterkering, weg of vaarweg).

C2: overige objecten.

In de volgende tabel staan de acht gedefinieerde kruisingstypen met welk onderzoek minimaal plaats moet vinden.

Tabel 2.2

Type kruising met minimaal uit te voeren veldwerk

Type	Onderzoek volgens	GM-Advies	Sonderingen minimaal	Boringen minimaal
Type A: Open ontgraving				
A1	NEN 3651	ja	4	2
A2	NEN 3650	ja	2	1
A3	NEN 3650	nee	0	1
Type B: Persing/boring (OFT/GFT/PBT)¹				
B1	NEN 3651	ja	4	2
B2	NEN 3650	ja	2 (4)	2
B3	NEN 3650	nee	1	1
Type C: Horizontaal gestuurde boring (HDD)				
C1	NEN 3651	ja	(4) 2	2
C2	NEN 3650	ja	2	1

De keuze van het plaatsen van een damwand en/of kwelscherm ten tijde van de aanleg van de leiding is afhankelijk van de eisen van de vergunningverlener en resultaten van onderhavig onderzoek.

Bij een open ontgraving en bij pers- en ontvangstopputten dienen de boringen en sonderingen voldoende informatie te verschaffen om tevens eventuele damwandberekening te kunnen uitvoeren en informatie te verschaffen over de geohydrologische opbouw ten behoeve van het berekenen van het waterbezwaar. Normaliter worden hier boringen gedaan tot 5 m beneden de onderzijde van de buis bij persingen waarbij daarnaast sonderingen worden geplaatst tot 15 m - maaiveld. Bij een open ontgraving en bij pers- en ontvangstopputten is de diepte echter afhankelijk van het voorkomen van watervoerende zandlagen.

In het boorgat van boringen is ter plaatse van de pers- en/of ontvangstopput en op minimaal twee locaties per kruising een peilbuislocatie ingericht. Op deze locatie zijn twee peilbuizen geplaatst met een filter in een dieper gelegen watervoerende zandlaag en een filter in de bovengelige grondlagen (freatisch). Op een aantal locaties is slechts één peilbuis geplaatst in verband met de bodemopbouw ter plaatse.

De stijghoogten van het grondwater in de peilbuizen zijn twee maal opgenomen met een wachttijd van twee weken tussen de eerste en de tweede meting.

Het grondwater is een week na plaatsing bemonsterd en geanalyseerd op het standaardlozingspakket van Gasunie aangevuld met extra eisen van het waterschap Regge en Dinkel tezamen bestaande uit: de parameters CZV, ijzer, chloride, droogrest, zuurstof, stikstof (Kjeldahl), mangaan en arseen.

Ter plaatse van het geplande boortracé moet worden vastgesteld waar zoet, brak of zout water wordt verwacht in verband met uitvlokken van de boorspoeling. Daarom is

plaatselijk van het diepere grondwater de zuurgraad (pH), droogrest, chloride en ijzer bepaalt.

Ook in geval van ophogingen of andere maatregelen die tot zetting van de grondlagen onder de leiding kunnen leiden is het noodzakelijk de dikte van de samendrukbare grondlagen vast te stellen.

Sonderingen zijn uitgevoerd volgens NEN 5140 met de meting van plaatselijke kleef. Op de sondeerstaat is het wrijvingsgetal weergegeven.

Ter plaatse van HDD tracés is de bodemkwaliteit ter hoogte van het geplande tracé onderzocht. Hiertoe zijn grondmonsters onderzocht in een geaccrediteerd laboratorium (Eurofins Analytico te Barneveld) met analyses op het *Standaardpakket Bodem* (voorbehandeld conform AS3000)

2.3 **FACILITEITEN**

Ten behoeve van de dimensionering van de fundering van de faciliteiten zijn sonderingen en minimaal één boring uitgevoerd. De sonderingen zijn met een tussenafstand van 15 m uitgevoerd (Volgens NEN 6740 kan onder voorwaarden deze afstand worden vergroot tot 25 m). De diepte van de sonderingen is afhankelijk van de grondopbouw en de toe te passen funderingsmethode. Het grondmechanisch onderzoek op de faciliteiten valt niet binnen het bereik van de opdracht.

2.4 **ALGEMEEN**

In bijlage 1 is een overzichtstekening opgenomen waarop de kruisingen staan weergegeven. In bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van alle kruisingen op het leidingtracé. In de kolom "onderzoek" van dit overzicht staat aangegeven of grondmechanisch onderzoek heeft plaatsgevonden. De kolom "advies" geeft vervolgens aan of er grondmechanische parameters zijn berekend.

Berekeningen

Ten behoeve van de gestuurde boringen/persingen heeft specifiek grondonderzoek plaatsgevonden waarin een aantal grondmechanische parameters zijn bepaald volgens NEN 3650-1 bijlage C4 en NPR 365. De betreffende berekende parameters zijn in de bijlagen per kruising in tabelvorm opgenomen.

Bij de berekeningsresultaten betreffende de grondmechanische parameters kunnen de volgende kanttekeningen worden gemaakt:

- de opgegeven waarden zijn exclusief de hydrostatische waterdruk (alleen de korrelspanning is in de berekening meegenomen, conform NEN 3650) en eventuele verkeersbelasting (door de constructeur dient rekening gehouden te worden met lokaal optredende verkeersbelasting);
- alle parameters zijn berekend exclusief de onzekerheidsfactoren volgens NEN 3650;
- de parameters zijn opgegeven voor snelle belastingveranderingen (ongedraineerde parameters) en langzame belastingveranderingen (gedraineerde parameters).

Bij kruisingen waarbij een grondmechanisch advies gegeven moet worden is in de betreffende bijlage een document opgenomen met de grondmechanische aspecten met betrekking tot de uitvoering ervan. In dit document staan de volgende aandachtspunten:

- Globale bodemgesteldheid en grondwaterstanden;
- Zetting;
- Kwelweganalyse;
- Uitvoeringsaspecten;
- Stabiliteit en invloed op de omgeving.

Laboratoriumonderzoek kruisingen

In het laboratorium zijn van ongeroerde grondmonsters het volumegewicht, watergehalte en indien van toepassing de ongedraineerde schuifsterkte bepaald. Voor de uit te voeren horizontale boringen zijn van relevante grondmonsters korrelverdelingen bepaald. De analyseresultaten en de korrelverdelingsdiagrammen zijn in de betreffende bijlagen per kruising opgenomen.

Laboratoriumonderzoek veldstrekking

In het laboratorium zijn op een aantal monsters uit de veldstrekking het M63 getal het organische stof gehalte en de korrelverdeling bepaald. De analyseresultaten zijn opgenomen in paragraaf 4.6.2.

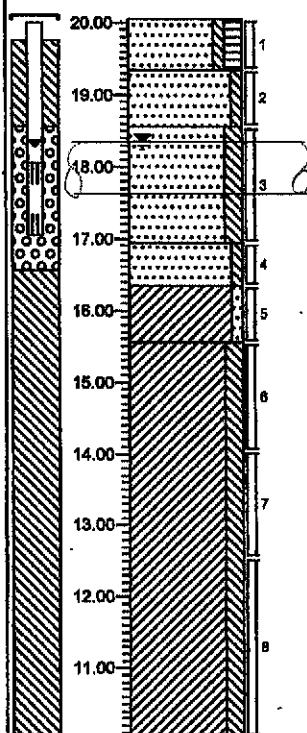
Veldwerk

Bij de uitvoering van het cultuurtechnisch onderzoek zijn op een vijftal plaatsen in de uitgevoerde boringen handmatig Torvane-proeven uitgevoerd. In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven waarin per meetpunt een laagbeschrijving, de k-waarde, de torvane-waarde en de relevante grondwaterstanden per kaartblad zijn opgenomen.

Boring: B39-K019-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104HL/DAB



20.05	akker
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, sporen wortels, grijsbruin
19.39	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, lichtbruin
18.55	
	Zand, matig fijn, matig siltig, resten klei, grijs
18.09	
	Zand, matig grof, zwak siltig, resten leem, stenen, donkergrijs
16.35	
	Klei, zwak zandig, grijs
15.85	
	Klei, matig siltig, donkergrijs
10.05	

Uitvoering: 27-05-2009

X: 248825.55
Y: 472794.42

MV (m tov NAP): 20.05
GWS (cm tov MV): 170

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

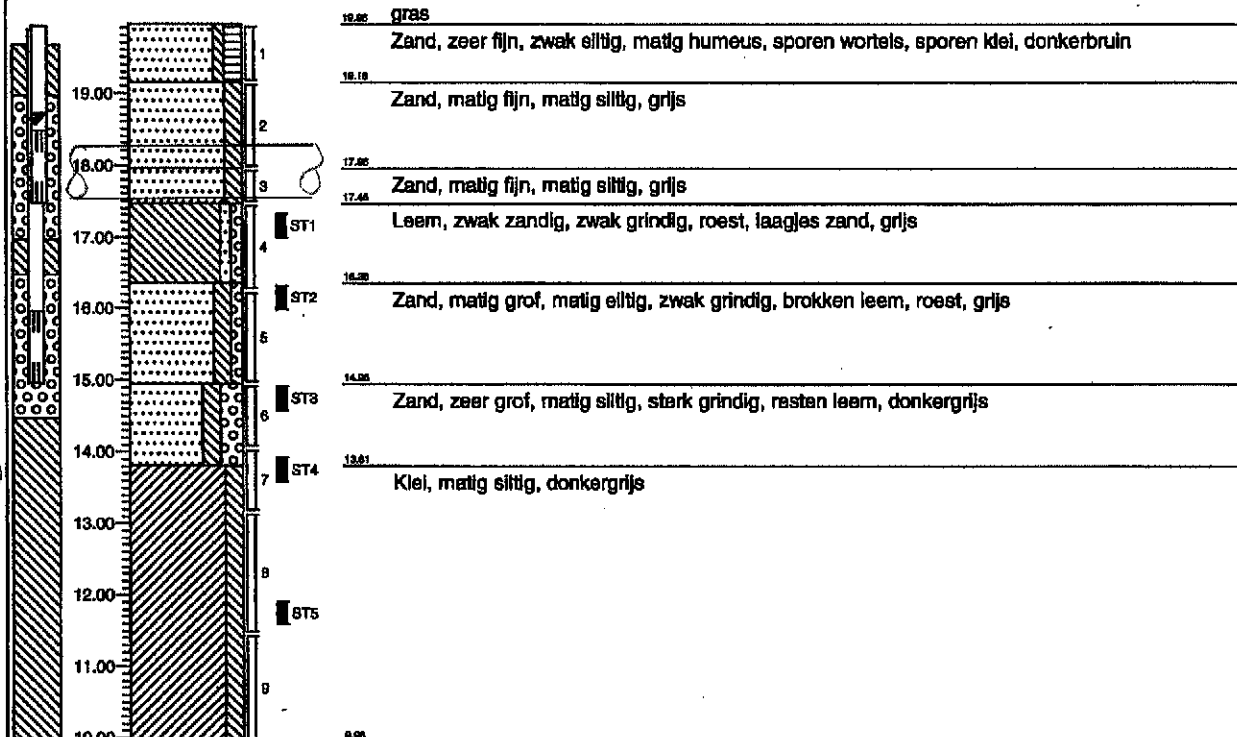
Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B40-K019-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 HL/DAB



Uitvoering: 26-05-2009

X: 248890.02
Y: 472772.26

MV (m tov NAP): 19.86
GWS (cm tov MV):

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

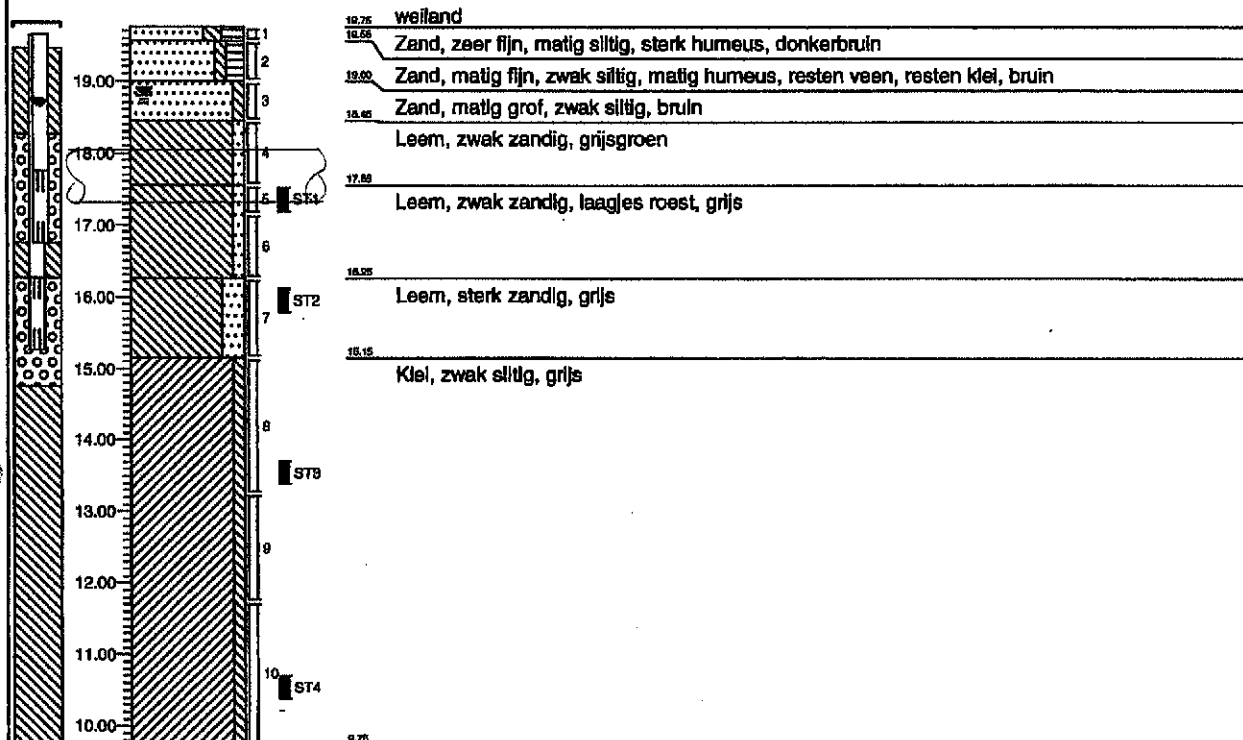
Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B41-K019-2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 MLB



Uitvoering: 30-06-2009

X: 248979.33
Y: 472746.36

MV (m tov NAP): 19.75
QWS (cm tov MV): 95

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

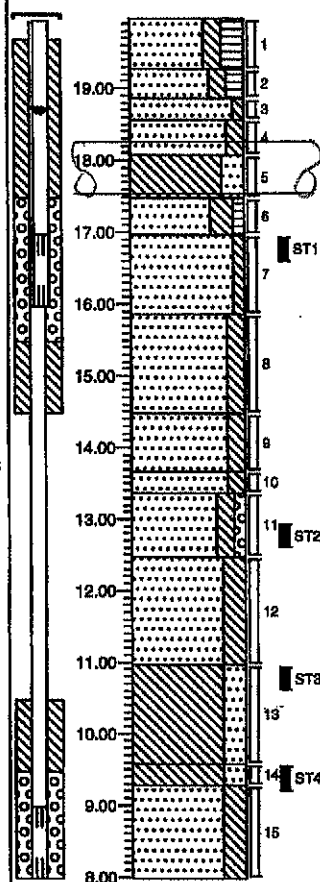
Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B43-K020-2

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 MLB



19.97	weiland
	Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, bruin
19.57	
19.57	Zand, matig grof, matig siltig, matig humeus, bruin
19.57	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
18.97	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
17.47	Leem, sterk zandig, grijs
16.97	Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, grijsbruin
16.97	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijs
16.97	
	Zand, matig grof, matig siltig, grijs
14.57	
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
13.97	
13.97	Zand, matig fijn, matig siltig, resten leem, grijs
	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig, insluitingen leem, grijs
12.47	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, laagjes leem, grijs
10.97	
	Leem, sterk zandig, insluitingen zand, grijs
9.57	
9.57	Leem, sterk zandig, grijs
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, laagjes leem, grijs
7.97	

Uitvoering: 30-06-2009

 X: 249335.57
Y: 472662.34

 MV (m tov NAP): 19.97
GWS (cm tov MV):

 GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

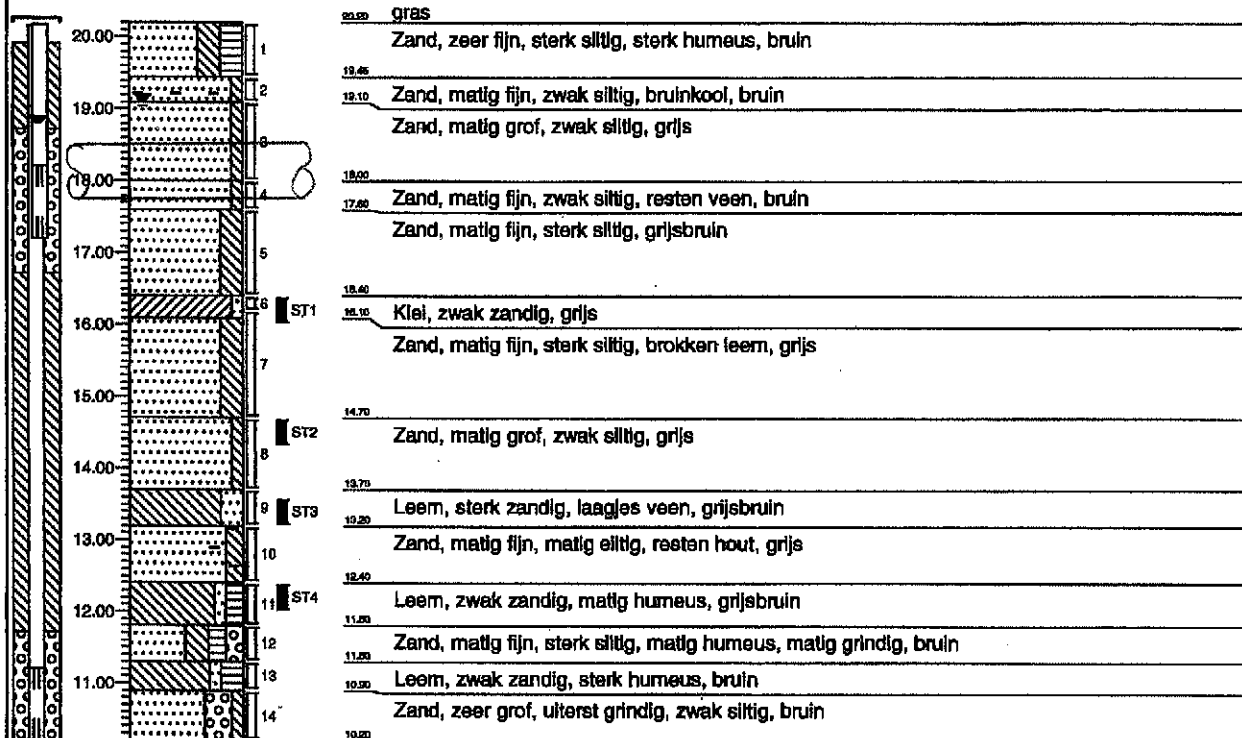
 Aanleg gasleiding Bornebroek - Epe
Leiding A-670

 Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

Boring: B44-K021-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 MLB



Uitvoering: 08-07-2008

 X: 249617.62
Y: 472489.01

 MV (m tov NAP): 20.2
GWS (cm tov MV): 110

 GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

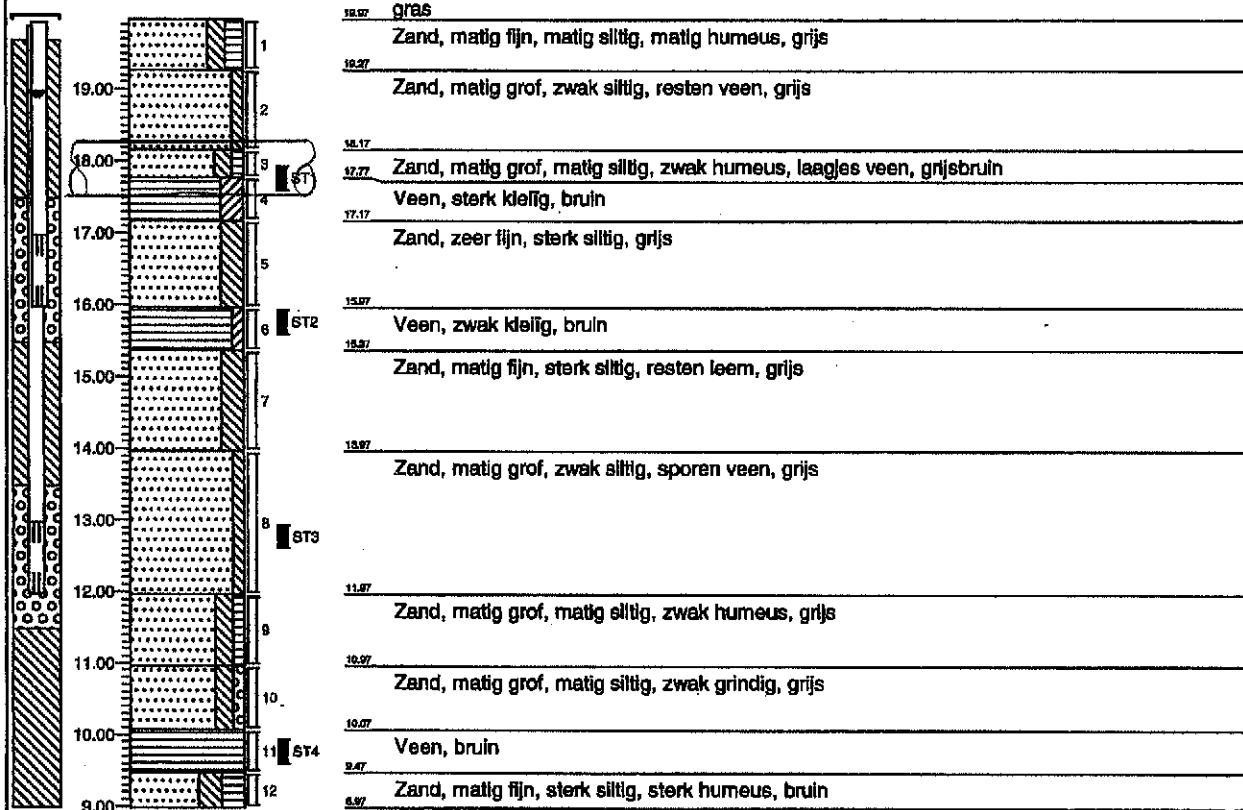
 Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

 Aanleg gasleiding Bornebroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B45-K021-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 MLB



Uitvoering: 30-06-2009

 X: 249723.02
Y: 472438.31

 MV (m tov NAP): 19.97
GWS (cm tov MV):

 GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

Fugro Ingenieursbureau B.V.

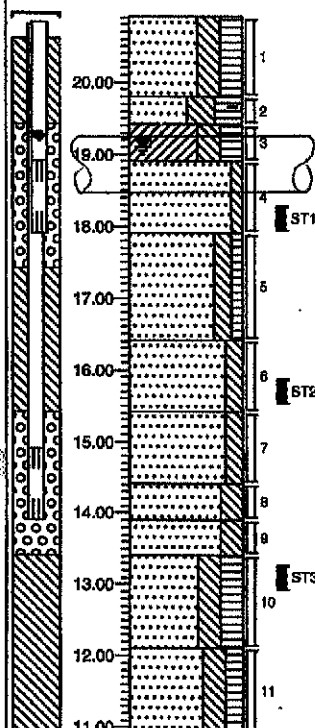
5009-0003-000

 Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B46-K021-3

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 MLB



20.91	berm
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, sterk humeus, bruin
19.81	
19.41	Zand, zeer fijn, uiterst siltig, uiterst humeus, resten hout, bruin
18.91	Klei, sterk siltig, sterk humeus, brokken veen, bruin
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen veen, grijs
17.91	
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, grijs
16.41	
	Zand, matig fijn, matig siltig, laagjes klei, grijs
15.41	
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
14.41	
	Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs
13.91	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijs
12.41	
	Zand, matig fijn, sterk siltig, sterk humeus, grijsbruin
11.11	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, brokken leem, grijs
10.91	

Uitvoering: 08-07-2009

X: 250021.51
Y: 472263.13

MV (m tov NAP): 20.91
GWS (cm tov MV): 180

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

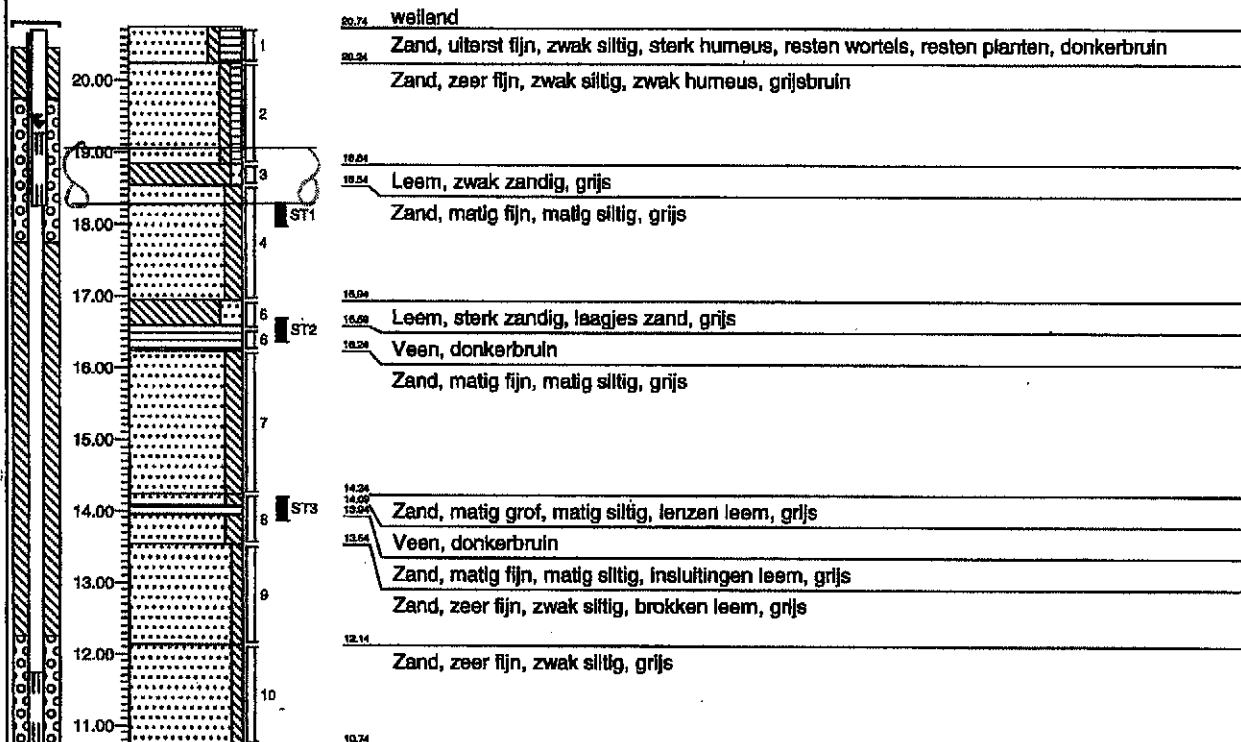
Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B96-K009-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 HL/DAB



Uitvoering: 16-06-2009

 X: 250140.8
Y: 472183.88

 MV (m tov NAP): 20.74
GWS (cm tov MV):

 GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

 Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

 Aanleg gasleiding Bornebroek - Epe
Leiding A-670

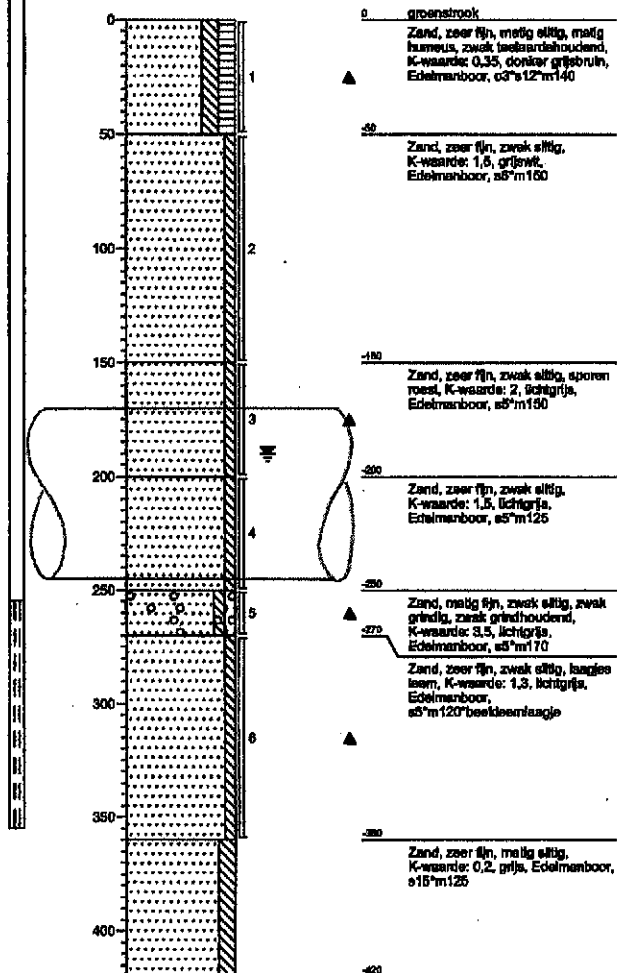
Boring: 022012C

GWS: 190

GHG: 140

GLG: 240

Opmerking:



Projectnaam: Bornebroek Epe

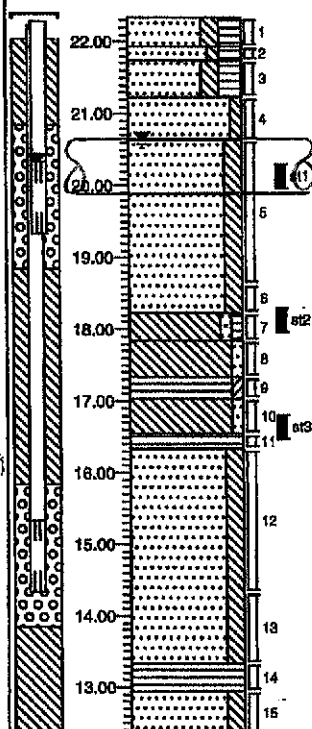
Projectcode: B02032100213001

Opdrachtgever:

Boring: B97-K021-3

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 HL/DAB



22.34	bosgrond
21.94	Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, donkerbruin
21.74	Zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, resten wortels, donkerbruin
21.24	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk humeus, donkerbruin
20.54	Zand, zeer fijn, zwak siltig, bruingrijs
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbruin
18.24	
17.94	Leem, zwak zandig, zwak humeus, bruin
17.24	Leem, zwak zandig, bruingrijs
17.04	Veen, zwak kleilig, brokken leem, donkerbruin
16.54	Leem, zwak zandig, lenzen zand, bruingrijs
16.24	Veen, donkerbruin, mineraalarm
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
13.04	
12.04	Veen, donkerbruin, mineraalarm
12.54	Zand, zeer fijn, matig siltig, grijs

Uitvoering: 17-06-2009

X: 250532.33
Y: 471892.21

MV (m tov NAP): 22.34
QWS (cm tov MV): 170

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

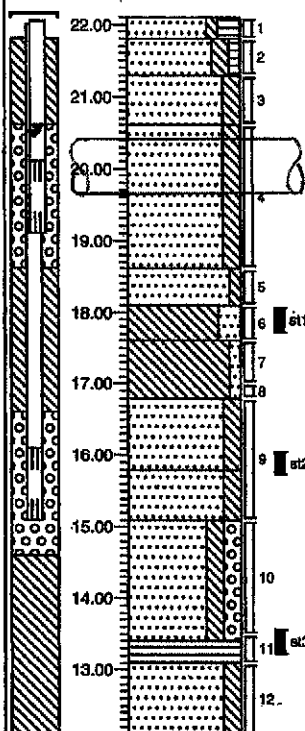
Fugro Ingenieursbureau B.V.
5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B98-K022-3

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 HL/DAB



22.10	weiland
21.60	Zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, resten wortels, donkerbruin
21.30	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruingrijs
	Zand, matig fijn, matig siltig, beigegrijs
20.80	Zand, matig grof, matig siltig, grijs
18.60	
18.40	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
17.60	Leem, sterk zandig, insluitingen zand, bruingrijs
	Leem, zwak zandig, grijs
16.80	
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
15.80	
	Zand, matig grof, matig siltig, grijs
15.10	
	Zand, matig grof, matig siltig, matig grindig, grijs
13.40	
13.10	Veen, donkerbruin, mineraalarm
	Zand, matig grof, matig siltig, grijs
12.10	

Uitvoering: 17-06-2009

 X: 260634.05
Y: 471850.3

 MV (m tov NAP): 22.1
GWS (cm tov MV):

 GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

Fugro Ingenieursbureau B.V.

5009-0003-000

 Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

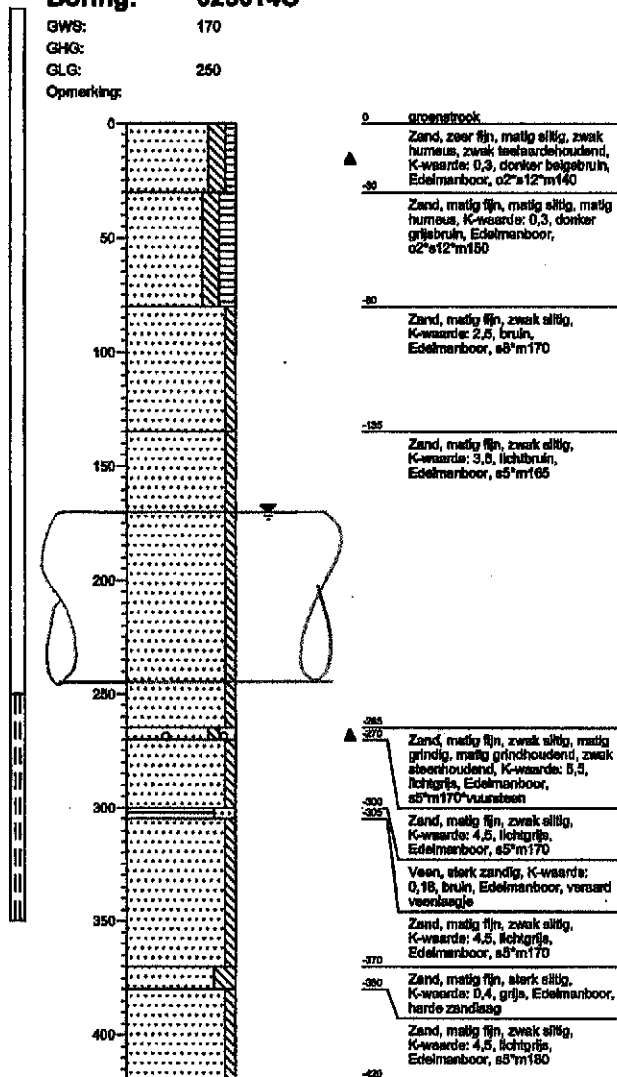
Boring: 023014C

GWS: 170

GHG: 250

GLG: 250

Opmerking:



Projectnaam: Bornebroek Epe

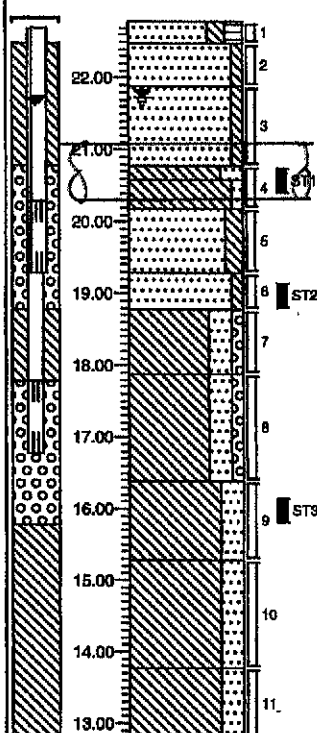
Projectcode: B02032100213001

Opdrachtgever:

Boring: B50-K024-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 HL/DAB



22.78	gras
22.45	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, sporen wortels, donkerbruin
21.85	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin
	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijs
20.78	
20.50	Leem, sterk zandig, insluitingen zand, grijs
20.15	Leem, zwak zandig, grijs
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
19.25	
18.75	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijs
	Leem, sterk zandig, zwak grindig, grijs
17.85	
	Leem, sterk zandig, zwak grindig, grijs
16.05	
	Leem, sterk zandig, roest, grijs
15.05	
	Leem, sterk zandig, roest, grijs
13.75	
	Leem, sterk zandig, roest, grijs
12.75	

Uitvoering: 20-07-2009

X: 251013.05
Y: 471348.77

MV (m tov NAP): 22.78
GWS (cm tov MV): 105

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

Fugro Ingenieursbureau B.V.

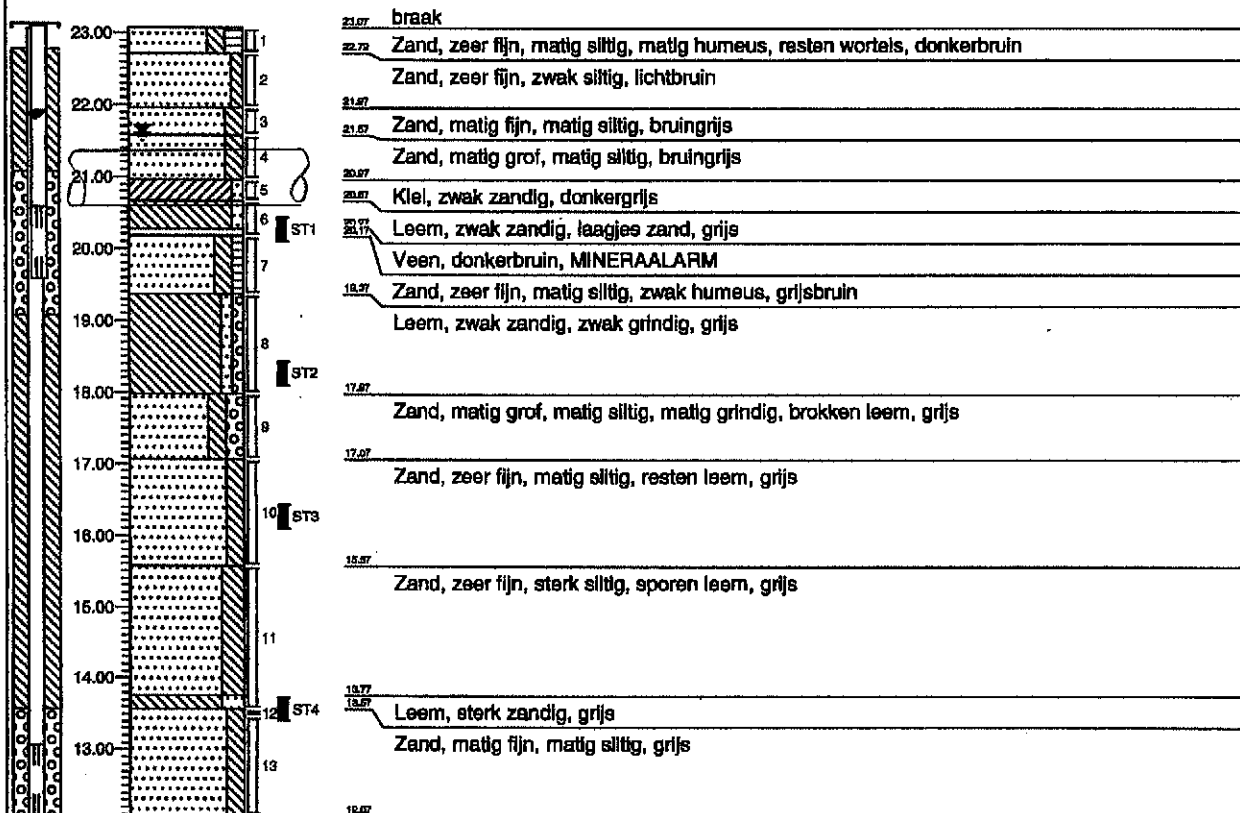
5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bomerbroek - Epe
Leiding A-670

Boring: B51-K024-1

Diepte (m tov NAP) Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104 HL/DAB



Uitvoering: 13-05-2009

X: 251156.09
Y: 471474.82

MV (m tov NAP): 23.07
GWS (cm tov MV): 145

GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):

BORING VOLGENS NEN 5119

Fugro Ingenieursbureau B.V.

5009-0003-000

Aanleg gasleiding Bornebroek - Epe
Leiding A-670

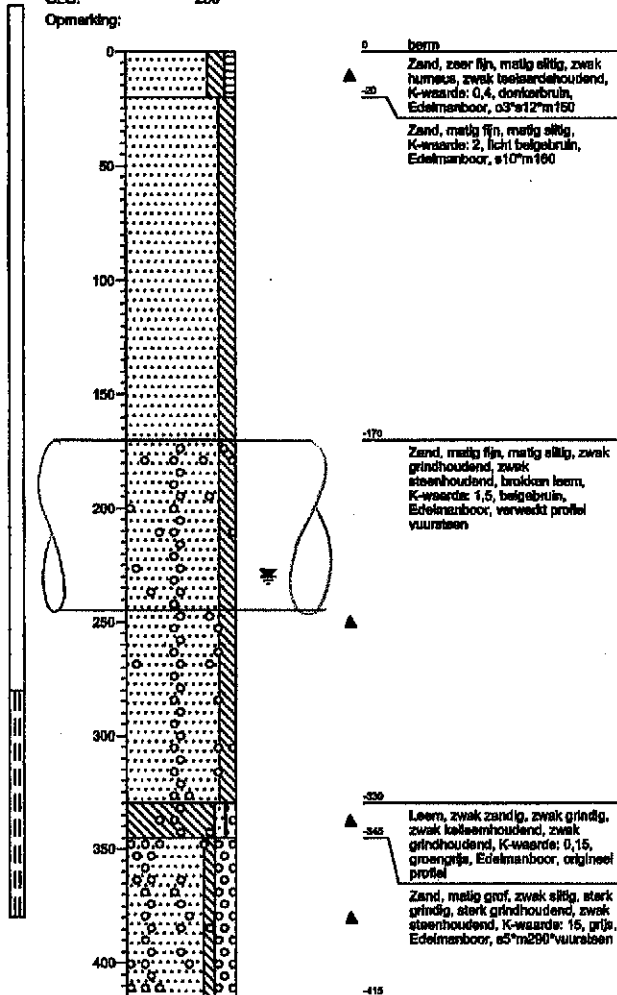
Boring: 024005C

GWS: 230

GHG:

GLG: 280

Opmerking:

**Projectnaam: Bornebroek Epe****Projectcode: B02032100213001****Opdrachtgever:**

KRUISING NEN 3850

versie:

MS017.01

INVOER:							
Doorsnede	4*	4*	5*	6*	6*	6*	Eastheid
Afstand conform tek. A-670-XW-018-1 d.d. 19-08-2009 [m]	480,8	480,8	478,8	478,8	490,5	490,5	[m]
Type	Persing	Persing	Persing	Persing	Persing	Persing	-
Grondsoort	Zand	Leem	Zand	Leem	Zand	Leem	-
Diameter van de buis Do [mm]	762	762	762	762	762	762	[mm]
BK, Leiding tov NAP, BKL [m]	17,08	17,08	17,08	17,08	17,08	17,08	[m]
Maalveld tov NAP, MV [m]	20,30	20,30	18,08	18,08	20,10	20,10	[m]
Grondwaterstand tov NAP, GWS [m]	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	[m]
Droog volumiek gewicht γ_d [kN/m ³]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	[kN/m ³]
Nat volumiek gewicht γ_n [kN/m ³]	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	[kN/m ³]
Elasticiteitsmodulus v.h. materiaal in de sleuf E [MPa]	30,0	4,0	30,0	4,0	30,0	4,0	[MPa]
(bij sleufloos elasticiteitsmodulus vd ongeroerde grond)							-
Hoek van inwendige wrijving ϕ [°]	32,5	27,5	32,5	27,5	32,5	27,5	[°]
(van de grondlaag waarin de buisleiding ligt)							-
Effectieve cohesie c' [kN/m ²]	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	2,0	[kN/m ²]
Ongedraineerde schuifsterkte c_u [kN/m ²]	0,0	44,0	0,0	44,0	0,0	44,0	[kN/m ²]
(van de sleufbodem tot 1 D daaronder)							-
RESULTATEN							
Grondsoort t.p.v. leiding	Zand	Leem	Zand	Leem	Zand	Leem	-
Dekking [m]	3,2	3,2	1,0	1,0	3,0	3,0	[m]
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS							
Neutrale gronddruk [kN/m ²]	45	45	9	9	42	42	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]	121	102	14	13	107	91	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	1623	997	368	270	1503	828	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]	5815	4920	201	178	4714	4131	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]	31952	2618	7250	708	28598	2435	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]	6390	524	1450	142	5919	487	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	545	397	107	100	497	365	[kN/m ²]
Horizontale neutrale gronddruk [kN/m ²]	22	28	6	7	21	24	[kN/m ²]
Horizontale actieve gronddruk [kN/m ²]	13	18	3	4	12	15	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]	17729	12910	6020	5810	16805	12363	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m ¹]	34	32	9	11	31	30	[kN/m ¹]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	3 - 5	6 - 10	3 - 5	6 - 10	3 - 5	6 - 10	[mm]
ONGEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS							
	NVT		NVT		NVT		
Neutrale gronddruk [kN/m ²]		45		9		42	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]		102		13		91	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		301		278		300	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]		4920		178		4131	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]		4344		4016		4331	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]		695		643		693	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		209		173		207	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]		9673		13877		9989	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m ¹]		63		63		63	[kN/m ¹]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]		6 - 10		6 - 10		6 - 10	[mm]

* = ter plaatse van doorsnede 1 t/m 3 en 4 t/m 8 zijn waarden aangehouden voor zowel zand en klei respectievelijk zand en leem; door de constructeur dient de maatgevende situatie te worden bepaald.

LEIDINGPARAMETERS NEN 3850**Kruising:****K019-1-2****AANLEG GASLEIDING BORNERBROEK - EPE (D); A-670****Bijlage:****50**

KRUISING NEN 3650

versie:

MS017.01

INVOER:							
Doorsnede	1*	1*	2*	2*	3*	3*	Eenhed
Afstand conform tek. A-670-XW-019-1 d.d. 19-08-2009 [m]	409,5	409,5	421,1	421,1	437,5	437,5	[m]
Type	Persing	Persing	Persing	Persing	Persing	Persing	-
Grondsoort	Zand	Klei	Zand	Klei	Zand	Klei	-
Diameter van de buis Do [mm]	762	762	762	762	762	762	[mm]
BK. Leiding tov NAP, BKL [m]	17,08	17,08	17,08	17,08	17,08	17,08	[m]
Maasveld tov NAP, MV [m]	20,24	20,24	18,48	18,48	19,66	19,66	[m]
Grondwaterstand tov NAP, GWS [m]	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	[m]
Droog volumiek gewicht γ_d [kN/m ³]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	[kN/m ³]
Nat volumiek gewicht γ_n [kN/m ³]	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	[kN/m ³]
Elasticiteitsmodulus van materiaal in de sleuf E [MPa]	30,0	4,0	30,0	4,0	30,0	4,0	[MPa]
(bij sleufloos elasticiteitsmodulus vd ongeroerde grond)							-
Hoek van inwendige wrijving ϕ [°]	32,5	20,0	32,5	20,0	32,5	20,0	[°]
(van de grondslag waarin de buisleiding ligt)							-
Effectieve cohesie c' [kN/m ²]	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	[kN/m ²]
Ongedraineerde schuifsterkte c_u [kN/m ²]	0,0	80,0	0,0	80,0	0,0	80,0	[kN/m ²]
(van de sleufbodem tot 1 D daaronder)							-
RESULTATEN							
Grondsoort t.p.v. leiding	Zand	Klei	Zand	Klei	Zand	Klei	-
Dekking [m]	3,2	3,2	1,4	1,4	2,6	2,6	[m]
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS							
Neutrale gronddruk [kN/m ²]	44	44	14	14	34	34	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]	116	98	24	21	79	68	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	1573	625	518	337	1228	531	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]	5288	4834	488	428	3018	2645	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]	30971	8207	10188	4428	24133	8972	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]	6194	1641	2038	885	4827	1394	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	525	304	152	165	390	254	[kN/m ²]
Horizontale neutrale gronddruk [kN/m ²]	22	31	8	11	17	24	[kN/m ²]
Horizontale actieve gronddruk [kN/m ²]	12	21	4	8	10	16	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]	17273	10017	7582	7725	14453	9428	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m]	33	36	12	22	26	32	[kN/m]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	3 - 5	6 - 10	3 - 5	6 - 10	3 - 5	6 - 10	[mm]
ONGEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS							
	NVT		NVT		NVT		
Neutrale gronddruk [kN/m ²]		44		14		34	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]		98		21		68	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		547		520		541	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]		4834		428		2645	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]		14348		13642		14201	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]		2296		2183		2272	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		379		333		368	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]		17748		23643		19418	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m]		115		115		115	[kN/m]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]		6 - 10		6 - 10		6 - 10	[mm]

* = ter plaatse van doorsnede 1 t/m 3 en 4 t/m 8 zijn waarden aangehouden voor zowel zand en klei respectievelijk zand en leem; door de constructeur dient de maatgevende situatie te worden bepaald.

LEIDINGPARAMETERS NEN 3650**Kruising.:****K019-1-1****AANLEG GASLEIDING BORNERBROEK - EPE (D); A-670****Bijlage:****50**

KRUISING NEN 3650

versie:

MS017.01

INVOER:							
Doorsnede	1*	1*	2*	2*	3*	3*	Eenhed
Afstand conform tek. A-670-XV-024-1 dd. 27-05-2009 [m]	122,2	122,2	140,6	140,6	174,1	174,1	[m]
Type	Persing	Persing	Persing	Persing	Persing	Persing	-
Grondsoort	Zand	Veen	Zand	Veen	Zand	Veen	-
Diameter van de buis Do [mm]	762	762	762	762	762	762	[mm]
BK. Leiding tov NAP, BKL [m]	20,63	20,63	20,63	20,63	20,63	20,63	[m]
Maalveld tov NAP, MV [m]	23,50**	23,50**	21,63	21,63	23,90	23,90	[m]
Grondwaterstand tov NAP, GWS [m]	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	[m]
Droog volumiek gewicht γ_d [kN/m ³]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	[kN/m ³]
Nat volumiek gewicht γ_n [kN/m ³]	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	[kN/m ³]
Elasticiteitsmodulus v/h materiaal in de sleuf E [MPa]	15,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,5	[MPa]
(b) sleufoos elasticiteitsmodulus vd ongeroerde grond)							-
Hoek van inwendige wrijving ϕ [°]	30,0	15,0	30,0	15,0	30,0	15,0	[°]
(van de grondlaag waarin de buisleiding ligt)							-
Effectieve cohesie c' [kN/m ²]	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	2,0	[kN/m ²]
Ongedraineerde schuifsterkte cu [kN/m ²]	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	[kN/m ²]
(van de sleufbodem tot 1 D daaronder)							-
RESULTATEN							
Grondsoort t.p.v leiding	Zand	Veen	Zand	Veen	Zand	Veen	-
Dekking [m]	2,9	2,9	1,0	1,0	3,3	3,3	[m]
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS							
Neutrale gronddruk [kN/m ²]	40	40	9	9	47	47	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]	71	88	11	13	87	108	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	1095	254	263	80	1276	292	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]	1495	851	68	39	2125	1210	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]	10773	666	2590	209	12557	766	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]	2155	133	518	42	2511	153	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	384	123	65	39	480	143	[kN/m ²]
Horizontale neutrale gronddruk [kN/m ²]	22	32	6	9	25	37	[kN/m ²]
Horizontale actieve gronddruk [kN/m ²]	13	24	4	7	15	27	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]	13372	4302	4792	2226	14824	4613	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m]	29	19	8	7	33	21	[kN/m]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	5 - 8	6 - 10	5 - 8	6 - 10	5 - 8	6 - 10	[mm]
ONGEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS							
	NVT		NVT		NVT		
Neutrale gronddruk [kN/m ²]		40		9		47	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]		88		13		108	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		204		190		205	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]		851		39		1210	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]		2008		1867		2021	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]		321		299		323	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		140		118		143	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]		6956		9462		6546	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m]		43		43		43	[kN/m]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]		6 - 10		6 - 10		6 - 10	[mm]

* = ter plaatse van alle doorsneden zijn waarden aangehouden voor zowel zand als voor veen; door de constructeur dient de maatgevende situatie te worden bepaald.

** = maalveld niet ingemeten door opdrachtgever; maalvelddoogte bepaald op basis van tekening A-670-XV-024-1 d.d. 27-05-2009

LEIDINGPARAMETERS NEN 3650**Kruising:****K024-1-1****AANLEG GASLEIDING BORNERBROEK - EPE (D); A-670****Bijlage:****52**

KRUISING NEN 3650

versie:

MS017.01

INVOER:					
Doorsnede	4*	4*	5*	5*	Eenheid
Afstand conform tek. A-870-XW-024-1 dd. 27-5-2009 [m]	200,1	200,1	212,2	212,2	[m]
Type	Persing	Persing	Persing	Persing	-
Grondsoort	Zand	Veen	Zand	Veen	-
Diameter van de buis Do [mm]	762	762	762	762	[mm]
BK. Leiding tov NAP, BKL [m]	20,63	20,63	20,63	20,63	[m]
Maaiveld tov NAP, MV [m]	22,62	22,62	23,20	23,20	[m]
Grondwaterstand tov NAP, GWS [m]	21,7	21,7	21,7	21,7	[m]
Droog volumiek gewicht γ_d [kN/m ³]	17,0	17,0	17,0	17,0	[kN/m ³]
Nat volumiek gewicht γ_n [kN/m ³]	17,0	17,0	17,5	17,5	[kN/m ³]
Elasticiteitsmodulus v.h. materiaal in de sleuf E [MPa]	15,0	1,5	15,0	1,5	[MPa]
(bij sleufoos elasticiteitsmodulus vd ongeroerde grond)					-
Hoek van inwendige wrijving ϕ [°]	30,0	15,0	30,0	15,0	[°]
(van de grondlaag waarin de buisleiding ligt)					-
Effectieve cohesie c' [kN/m ²]	0,0	2,0	0,0	2,0	[kN/m ²]
Ongedraineerde schuifsterkte c_u [kN/m ²]	0,0	30,0	0,0	30,0	[kN/m ²]
(van de sleufbodem tot 1 D daaronder)					-
RESULTATEN					
Grondsoort t.p.v. leiding	LZ	KV	LZ	KV	-
Dekking [m]	2,2	2,2	2,6	2,6	[m]
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS					
Neutrale gronddruk [kN/m ²]	27	27	34	34	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]	42	49	58	67	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	727	177	914	217	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]	657	374	1055	601	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]	7153	466	8997	568	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]	1431	63	1799	114	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]	238	84	310	104	[kN/m ²]
Horizontale neutrale gronddruk [kN/m ²]	15	22	18	27	[kN/m ²]
Horizontale actieve gronddruk [kN/m ²]	9	16	11	20	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]	9649	3410	11513	3852	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m ¹]	19	14	24	16	[kN/m ¹]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	5 - 8	6 - 10	5 - 8	6 - 10	[mm]
ONGEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS					
	NVT		NVT		
Neutrale gronddruk [kN/m ²]		27		34	[kN/m ²]
Passieve gronddruk [kN/m ²]		49		67	[kN/m ²]
Verticaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		201		203	[kN/m ²]
Verticale beddingsconstante, omhoog kv,top [kN/m ³]		374		601	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,1 [kN/m ³]		1978		1997	[kN/m ³]
Verticale beddingsconstante, omlaag kv,2 [kN/m ³]		317		319	[kN/m ³]
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [kN/m ²]		135		138	[kN/m ²]
Horizontale beddingsconstante kh,30 [kN/m ³]		7760		7283	[kN/m ³]
Wrijving [kN/m ¹]		43		43	[kN/m ¹]
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]		6 - 10		6 - 10	[mm]

* = ter plaatse van alle doorsneden zijn waarden aangehouden voor zowel zand als voor veen;
door de constructeur dient de maatgevende situatie te worden bepaald.

LEIDINGPARAMETERS NEN 3650**Kruising:****K024-1-2****AANLEG GASLEIDING BORNERBROEK - EPE (D); A-870****Bijlage:****52**

Bijlage 3. GeoControl rapport

Documentnummer	Omschrijving	Versie	Datum
S00607	Bepaling van de mogelijke toekomstige bodemdaling ter plaatsse van de Rijksweg A35."	2	09-2006

BEPALING VAN DE MOGELIJKE TOEKOMSTIGE BODEMDALING TER PLAATSE VAN DE RIJKSWEG A35

Versie 2

GeoControl Rapport S00607

In opdracht van: AKZO-NOBEL

SEPTEMBER 2006

Auteur: Dr. R.F. Bekendam

GeoControl

Meidoorn 93, 6226 WG Maastricht

Tel.: 043-3628523, Fax: 043-3628524

E-mail: geocontrol@planet.nl

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. LOCATIE EN DIAMETER VAN DE MOGELIJKE PUINKOLOM; PHASE III BODEMDALING	3
3. OPVULLING VAN DE CAVERNES	7
4. PHASE II BODEMDALING	9
5. RUIMTELIJKE VERDELING VAN PHASE II EN III BODEMDALING	10
6. ONTWIKKELING VAN PHASE II EN III BODEMDALING IN DE TIJD	11
7. SAMENVATTING	12
8. LITERATUUR	14

BIJLAGEN

**BIJLAGE 1: OVERZICHT PER BORINGENSERIE VAN PHASE II BODEMDALING,
PHASE III BODEMDALING EN VOLUMES VULMATERIAAL**

**BIJLAGE 2: PLATTEGRONDEN EN PROFIELEN PER BORINGENSERIE VAN PHASE
II-, EN VAN DE OPTELSOM VAN PHASE II EN III BODEMDALING:
BODEMDALING, SCHEEFSTELLING EN HORIZONTALE VERVORMING**

**BIJLAGE 3: COMPILATIES VAN PHASE II-, EN VAN DE OPTELSOM VAN PHASE II
EN III BODEMDALING**

BIJLAGE 4: MASSA BALANS BORINGENSERIE 180-181

1. INLEIDING

Dit rapport is opgesteld in opdracht van Akzo Nobel Base Chemicals Hengelo, overeenkomstig de door GeoControl op 2 februari 2006 uitgebrachte offerte M00601 en de opdrachtverlening kenmerk 4500122597/0110 van 13 februari 2006.

Er zijn 12 klasse 1 en klasse 2 boringenseries, waarvan de critical area (het talud van) de rijksweg A35 raakt, snijdt of overlapt. Deze cavernes kunnen in de toekomst Phase II en Phase III bodemdaling veroorzaken, die ook effect heeft op de rijksweg. Het gaat om de boringenseries 122, 136, 138, 148, 149, 151, 153, 162, 165, 167, 173 en 180. Boringenserie 167 is reeds op mogelijke bodemdaling onderzocht [1], maar voor de volledigheid zijn de eindresultaten voor deze caverne ook in het hier geoffreerde onderzoeksrapport opgenomen.

Als grondslag dienden onder andere de volgende door Akzo-Nobel beschikbaar gestelde documenten:

- Een plattegrond van het boorterrein in de omgeving van de A35 met sonarcontouren: "p55_60_14_35(C).pdf"
- plattegrond "P55_91_44_925(E).pdf"
- topografie van het boorterrein in de omgeving van de A35: "topo rw35.dxf"
- Een tabel met klassen en holruimtevolumes Geocontrol: "RW 35 selectie stand 31-12-2005.pdf"
- Per boringenserie een lengteprofiel en een tabel met sonar/gamma/CCI- en productiegegevens (waaronder tonnage gewonnen zout): "Boorputtenbeheer Hengelo – Situatieschets (serie [nummer boringenserie]).pdf"
- Per boringenserie één of meer dwarsprofielen: "Boorputtenbeheer Hengelo – Echolog [nummer boring]).pdf"
- Boringcoördinaten en klassen "boringen en klassen_query 15032005.xls"
- Stratigrafische niveau's: "Twenthe-Rijn Stratigrafie_dieptes mv.xls"
- Enkele aanvullende sonar gegevens (B148, B167-169)

Per boringenserie is, voor het geval dat er geen opvulling plaats vindt, bepaald of Phase III bodemdaling mogelijk is, en zo ja, of deze dan gepaard zal gaan met de vorming van een sinkhole. De uiteindelijke maximale Phase III bodemdaling, tilt en horizontale

deformatie(extensie en compressie) zijn voor deze gevallen berekend, inclusief de initiële en uiteindelijke maximale diepte van de sinkhole, indien van toepassing.

Voor iedere boringenserie is vervolgens de benodigde hoeveelheid vaste stof (in m³) uitgerekend, die net voldoende is om Phase III bodemdaling te verhinderen, alsmede de dan door de opvulling nieuwe verkregen hoogte van de caverne. In dit laatste geval kan migratie net niet tot 40 m onder de basis van het Tertiair optreden en is alleen sprake van mogelijke Phase II bodemdaling. Deze uiteindelijke maximale Phase II bodemdaling, tilt en horizontale deformatie (extensie en compressie) werden eveneens berekend.

Verder is de ruimtelijke verdeling van de uiteindelijke maximale Phase II bodemdaling, tilt en horizontale deformatie(extensie en compressie) bij opvulling gecalculeerd, en zijn de resultaten daarvan per boringenserie weergegeven in een plattegrond en twee profielen. Hiervan staat het ene profiel loodrecht op de snelweg, en loopt door het centrum van de bodemdalingskom en over de as van de weg. Het andere profiel loopt parallel aan – en over de as van de weg. Dergelijke plattegronden en profielen zijn eveneens berekend voor de optelsom van de uiteindelijke maximale Phase II en Phase III bodemdaling, die kan optreden wanneer niet tot opvulling wordt overgegaan.

Tenslotte is een schatting gemaakt van de ontwikkeling van Phase II en III bodemdaling als functie van de tijd.

Er kan nog worden opgemerkt dat de werkmethode dezelfde is als die voor boringenseries I24-I25 en 167-169 is toegepast in [1] en [2]. In die rapporten is de ruimtelijke verdeling van Phase II bodemdaling niet bepaald. In dit onderzoek is dit wel het geval.

2. LOCATIE EN DIAMETER VAN DE MOGELIJKE PUINKOLOM; PHASE III BODEMDALING

Aan de hand van de sonargegevens is geanalyseerd boven welk deel van de caveerne het zoutdak (zout C) dunner is dan 5 m. Vervolgens is voor dit gedeelte bepaald of de gemiddelde caveernehogte groot genoeg is voor opwaartse migratie tot minimaal 40 m onder de basis van het Tertiair. In dit geval is Phase III bodemdaling mogelijk. Hierbij is een bulking factor van 1.10 gehanteerd. Bij enkele cavernes bleek een dergelijke migratie mogelijk te zijn voor bijna het gehele oppervlak. In de meeste gevallen echter is Phase III bodemdaling slechts mogelijk boven een beperkt deel van de caveerne. Dit gedeelte is dan door een duidelijk verschil in hoogte gescheiden van de rest van de caveerne. Voor cavernes van onvoldoende hoogte voor Phase III bodemdaling is de mogelijkheid van alleen Phase II bodemdaling ingecalculeerd, daar waar het zoutdak (zout C) dunner is dan 5 m.

Het gedeelte van het cavernedak waar opwaartse migratie kan plaatsvinden kon in alle gevallen door een cirkel worden benaderd. Deze benadering heeft geen grote invloed op de vorm en de diepte van het bodemdalinggebied aan het maaiveld, maar brengt wel een belangrijke vereenvoudiging van de berekeningen daarvan met zich mee.

De radius van de puinkolom en de gemiddelde diepte van het dak en van de bodem van het gedeelte van de caveerne, waar opwaartse migratie mogelijk is, zijn per boringenserie weergegeven in Bijlage 1.

In Tabel 2.1 zijn de klassen per boring volgens de berekeningen van Akzo-Nobel vergeleken met die volgens dit onderzoek. In de meeste gevallen komen de resultaten met elkaar overeen, maar voor drie boringen is dit niet het geval:

- B137 is klasse 1 (nieuwe klasse) in het systeem van Akzo-Nobel, maar is klasse 2 volgens dit onderzoek. Dit komt doordat in de berekening van Akzo-Nobel een gemiddelde diepte van het cavernedak van 443.58 m is gehanteerd, terwijl het cavernedak waar opwaartse migratie kan plaats vinden (minder dan 5 m zout C) hoger ligt, namelijk gemiddeld op ca. 436 m diepte.
- Ook B15I is klasse 1 (nieuwe klasse) in het systeem van Akzo-Nobel, maar is klasse 2 volgens dit onderzoek. Dit komt doordat in dit onderzoek migratie tot 40 m onder de basis

Boring	Oude Klasse AKZO	Nieuwe Klasse AKZO	Klasse Dit rapport
122	0	1	1
123	0	0	0
136	2	1	1
137	2	1	2
138	0	1	1
139	2	2	2
148	0	1	1
149	0	1	1
150	2	1	1
151	2	1	2
152	0	0	0
153	2	1	1
154	2	1	1
155	2	1	1
162	0	0	0
163	0	0	0
164	2	2	2
165	2	1	1
166	2	1	1
167	0	0	0
168	2	2	2
169	0	0	0
173	2	2	2
174	2	2	2
175	2	2	2
180	2	2	1
181	0	0	0

Tabel 2.1

van het Tertiair als voorwaarde voor Phase III bodemdaling is gehanteerd, in plaats van migratie tot de basis van het Tertiair zelf.

- B180 is klasse 2 (nieuwe klasse) in het systeem van Akzo-Nobel, maar is klasse 1 volgens dit onderzoek. Deze afwijking ligt aan de bijzondere geometrie van de caverne en wordt verduidelijkt in Bijlage 4.

In Tabel 2.2 zijn de drie mogelijkheden van Phase III bodemdaling weergegeven:

- 1) Phase IIIA in de vorm van een sinkhole, gevolgd door trogvormige Phase IIIB bodemdaling.
- 2) Phase IIIA in de vorm van een trog, die zich verdiept tijdens Phase IIIB.
- 3) Alleen trogvormige Phase IIIB bodemdaling.

	Phase III A + B Sinkhole	Phase III A + B Trough	Phase III B Trough
Height of migrated cavern at 40 m below the base of the Tertiary (m)	$H_{cav,m} \geq 6$	$4 < H_{cav,m} < 6$	$0 < H_{cav,m} \leq 4$
Depth of the rock depression at the base of the Tertiary (m)	$H_{cav,m} \geq 2$	$0 < H_{cav,m} < 2$	$H_{cav,m} = 0$

Tabel 2.2

De mogelijkheid bestaat dat de gehele gesteentemassa boven de caverne bezwijkt bij migratie tot ca. 40 m onder de basis van het Tertiair. Wanneer de caverne-hoogte op dit niveau of al lager niet tot nul is gereduceerd door het bulking effect, moet rekening worden gehouden met Phase III bodemdaling. Omdat de resterende 40 m dikke gesteentemassa ook opbreekt, zal de uiteindelijke depressie aan de top van het gesteentepakket minder diep zijn, namelijk $40 \cdot (B-1) = 4$ m, dan de eerdere cavernehoogte 40 m lager.

Phase III A bodemdaling is het gevolg van de beweging van het grondpakket (Tertiair en Kwartair) in de depressie aan de top van de gesteentemassa, die is ontstaan als gevolg van cavernemigratie tot 40 m onder de basis van het Tertiair en het vervolgens bezwijken van het bovenste deel van de gesteentemassa boven de gemigreerde holruimte. Afhankelijk van de diepte van deze depressie ontwikkelt zich aan maaiveld een sinkhole of een bodemdalingstrog.

Phase IIIB vindt daarna plaats en is het gevolg van de compactie van de puinkolom onder het gewicht van het grondpakket. In het geval van een sinkhole ontstaat dan alsnog een bodemdalingskom, waardoor het bodemdalingsgebied alsnog uitgestrekter wordt. In het geval van een trog, wordt deze verder verdiept, maar verandert niet in horizontale omvang. Voor een hoogte van de gemigreerde holruimte, op 40 m onder de basis van het Tertiair, tussen 0 en 4 m ontstaat geen depressie aan de basis van het Tertiair, maar is de bovenste 40 m van het gesteente zodanig opgebroken dat het grondpakket de puinkolom rechtstreeks belast en compacteert. In dit geval treedt alleen Phase III B bodemdaling op.

Bij de bepaling van de Phase III bodemdaling, scheefstelling en horizontale vervorming is aangenomen dat de diameter van de depressie aan de bovenkant van het gesteentepakket gelijk is aan die van de puinkolom. De berekeningen zijn gebaseerd op een Litwinsky invloedsfunctie met $n = 4$, een strain-coëfficiënt $C = 0.1$, een grenshoek (angle of draw) van 45° , een angle of break van 80° , en een unit weight van het grondpakket van $2 \cdot 10^4 \text{ N/m}^3$. Voor een maximale schatting is de maximale compactiecoëfficiënt van $7 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{N}$ gebruikt.

De resultaten zijn per boringenserie weergegeven in Bijlage 1. Hierin zijn ook de initiële- en uiteindelijke diepte van de sinkhole vermeld, indien van toepassing. De radius van de sinkhole is gelijk aan die van de puinkolom. Bij de berekening van de in Bijlage 1 vermelde maximale scheefstelling is ervan uitgegaan dat deze boven de cirkelvormige buitenrand van de puinkolom optreedt. De uiteindelijke berekening van de ruimtelijke verdeling van de scheefstelling (Hoofdstuk 5) laat zien dat dit niet precies het geval is en dat de maxima doorgaans iets hoger liggen dan in Bijlage I vermeld. De exacte waarden zijn duidelijk af te lezen in de plattegronden en profielen van Bijlage 2.

In een aparte notitie S00608 wordt de invloed van twee belangrijke uitgangsparameters op de bodemdalingsprognose ter plaatse van de A35 nader toegelicht. Het gaat hierbij om de waarde van de bulking factor en het bezwijken van de gesteentebedekking boven een caverne bij nadering van de basis van het Tertiair.

3. OPVULLING VAN DE CAVERNES

Voor alle zes klasse 2 cavernes zijn de door opvulling te realiseren reductie in hoogte berekend, die noodzakelijk zijn om Phase III bodemdaling te voorkomen (Bijlage 1). Hierbij zijn ook de hoogtereducties bepaald die bewerkstelligen dat slechts trogvormige Phase III A en B bodemdaling optreedt in plaats van sinkholevorming (indien van toepassing), en slechts Phase III A in plaats van Phase III A en B. Hierbij is aangenomen dat de compactiecoëfficiënt voor het toe te passen vulmiddel hetzelfde is als voor het natuurlijke gesteentepuin.

Bij het bepalen van de hoeveelheid vulmiddel, ter voorkoming van het mogelijk optreden van Phase III bodemdaling, is het van belang drie caverne-geometrieën te onderscheiden (Fig. 3.1):

- Een caverne met geometrie 1 kan door een cilindervorm, zonder belangrijke uitstulpingen naar boven of beneden, worden benaderd. Het benodigde volume vulmateriaal is gelijk aan de noodzakelijke reductie van de cavernehoogte (in %), vermenigvuldigd met het totale volume van de caverne (boringenseries 138-139, 167-169, 173-175).
- Een caverne met geometrie 2 heeft een uitstulping naar beneden. De noodzakelijke reductie van de cavernehoogte kan worden bereikt door alleen de uitstulping op te vullen (boringenserie 136-137). Het benodigde volume vulmateriaal is beduidend kleiner dan voor een caverne met geometrie 1, en is berekend door de benodigde hoogtereductie te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het basisvlak van de uitstulping.
- Een caverne met geometrie 3 heeft een uitstulping naar boven (boringenseries 151-152, 162-164). Het benodigde volume vulmateriaal is beduidend groter dan voor een caverne met geometrie 1, omdat het relatief brede onderste deel van de caverne eerst moet worden opgevuld. In dit geval kon met de beschikbare gegevens slechts een schatting worden gemaakt van het volume vulmateriaal.

Het volume van de totale caverne is verkregen door het tonnage gewonnen zout, volgens de gegevens van Akzo-Nobel, te vermenigvuldigen met 0.4545, het aantal kubieke meters per ton. De benodigde volumes vulmiddel zijn weergegeven in Bijlage 1.

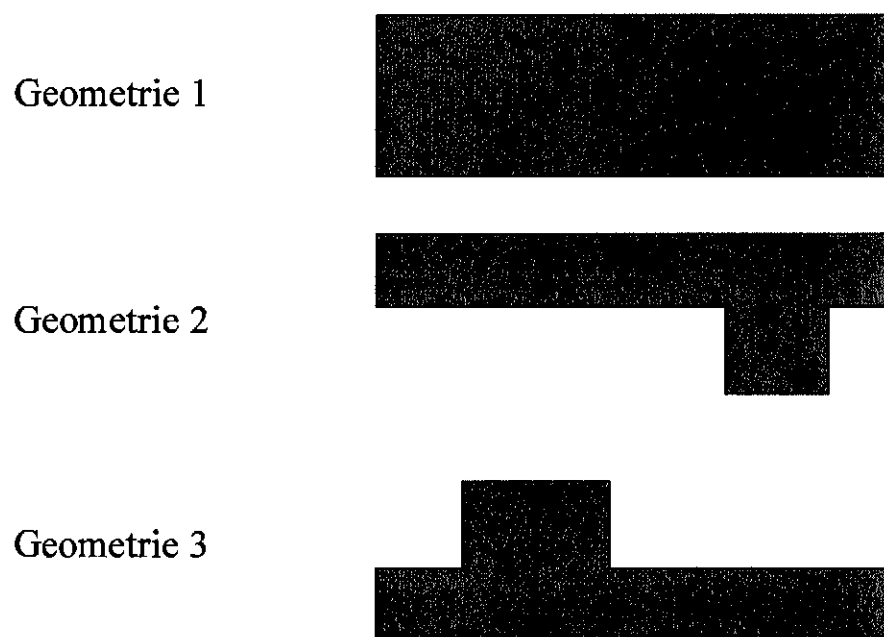


Fig. 3.1

4. PHASE II BODEMDALING

Met het huidige geomechanische model is het niet mogelijk de Phase II bodemdaling exact te kwantificeren. In dit rapport is een zo goed mogelijke maximale schatting gemaakt. Het is van belang op te merken dat de hier geschatte Phase II bodemdaling de maximaal mogelijke waarde voorstelt. Het is niet onwaarschijnlijk dat deze in werkelijkheid lager of zelfs beduidend lager uitvalt.

De hoeveelheid bodemdaling tijdens het omhoog migreren (Fase II) wordt zeer sterk door de diameter van de caverne bepaald. Voor een diameter van 120 m voorspellen numerieke berekeningen een totale Fase II bodemdaling van maximaal 30 cm op het moment dat de holruimte tot op 40 m onder de basis van het Tertiair is gearriveerd. Er bestaan duidelijke aanwijzingen dat Phase II bodemdaling van 10-15 mm/jaar heeft plaats gevonden in het gebied van boringen 1-50, waar caverne-diameters van 100 tot 200 m zijn bereikt [3]. Bij caverne 70 van uiteindelijk 35 m diameter bedroeg de totale Fase II bodemdaling maximaal 10 cm. Op basis van deze gegevens is de maximaal mogelijke Phase II bodemdaling in het centrum van de zakkingskom als volgt geschat:

Diameter $\leq$ 30 m	: 50 mm
30 m < Diameter $\leq$ 60 m	: 100 mm
60 m < Diameter $\leq$ 100 m	: 200 mm
100 < Diameter	: 300 mm

De hoeveelheid scheefstelling (tilt) en horizontale vervorming zijn bepaald door de aanname dat de bodemdaling het gevolg is van bewegingen in de ondergrond op de gemiddelde diepte van de puinkolom. Wanneer migratie door bulking het niveau 40 m onder de basis van het Tertiair niet kan bereiken, worden bovengenoemde waarden in overeenkomst met de dan kleinere hoogte van de puinkolom verminderd.

Net als voor Phase III, zijn de berekeningen gebaseerd op een Litwinsky invloedsfunctie met $n = 4$, een strain-coëfficiënt $C = 0.1$, een grenshoek (angle of draw) van 45° en een angle of break van 80° . De resultaten zijn per boringenserie weergegeven in Bijlage 1.

5. RUIMTELIJKE VERDELING VAN PHASE II EN III BODEMDALING

Op basis van de resultaten van de spreadsheetberekening, die deels in Bijlage 1 zijn weergegeven, is de ruimtelijke verdeling van de uiteindelijke maximale Phase II bodemdaling, tilt en horizontale deformatie (extensie en compressie) bij opvulling berekend. De resultaten daarvan zijn per boringenserie weergegeven in een plattegrond en twee profielen (Bijlage 2). Hiervan staat het ene profiel loodrecht op de snelweg, en loopt door het centrum van de bodemdalingsskom en over de as van de weg. Het andere profiel loopt parallel aan – en over de as van de weg. De horizontale schaal van de profielen is dezelfde als die van de plattegronden. Het betreft hier de maximaal mogelijke bodemdaling, die ook kan optreden bij de in Hoofdstuk 3 berekende opvulling.

Dergelijke plattegronden en profielen zijn eveneens berekend voor de optelsom van de uiteindelijke maximale Phase II en Phase III bodemdaling, die kan optreden wanneer niet tot opvulling wordt overgegaan. Wanneer zich een sinkhole kan vormen, is deze op schaal weergegeven en zijn de initiële- en uiteindelijke dieptes aangegeven.

Tenslotte zijn in Bijlage 3 compilatieplattegronden gepresenteerd voor de bodemdaling van alle bestudeerde boringenseries samen. Het blijkt dat er geen overlap is van Phase II bodemdaling, wanneer waardes vanaf 50 mm worden beschouwd. De mogelijke Phase II bodemdaling boven boringenseries 148 en 180-181 bedraagt minder dan 50 mm, en is in deze plattegrond niet weergegeven. Ook voor optelsom van de uiteindelijke maximale Phase II en Phase III bodemdaling bestaat, vanaf 50 mm, niet of nauwelijks overlap.

Onder de A35 zelf kan Phase II bodemdaling van meer dan 50 mm optreden bij boringenseries 122-123, 149-150, 150-151, 165-166 en 173-175. De A35 kan door Phase III bodemdaling alleen significant worden beïnvloed bij boringenseries 150-151 (trogvormig) en 173-175 (sinkhole met daarna trogvormige bodemdaling).

6. ONTWIKKELING VAN PHASE II EN III BODEMDALING IN DE TIJD

Bij de meeste hier bestudeerde cavernes bevindt het dak zich ofwel in het onderste gedeelte van de Top Anhydriet, ofwel in het onderste gedeelte van de steenbank tussen Zout C en Zout D, ofwel in het bovenste gedeelte van Zout C, ofwel in Zout D. Het is niet te voorspellen wanneer een caveerne door de bovenste steenbank/zoutlaag en Top Anhydriet-laag heen zal breken en Phase II bodemdaling begint. De praktijk wijst uit dat het doorbreken van deze lagen tientallen jaren kan duren.

Phase II bodemdaling zal zich ontwikkelen ná het doorbreken van de anhydritische laag. De verticale afstand tussen het huidige cavernedak en het niveau 40 m onder de basis van het Tertiair bedraagt voor de onderzochte boringen 260-290 m, met uitzondering van boringenserie 167-169. Bij een migratiesnelheid van 10-14 m/jaar duurt Phase II dus ca. 18 tot 29 jaar. Na deze 18 tot 29 jaar begint, afhankelijk van de vullingsgraad, eventueel Phase III.

Alleen bij boringenserie 167-169 is een deel van de caveerne al meer dan 100 m in de kleisteen gemigreerd [1]. De caveerne migreert omhoog met een snelheid van 9.5 m/jaar, en zal, indien deze niet voldoende zou worden opgevuld, in 2020 op het niveau op 40 m onder de basis van het Tertiair arriveren [1]. Deze caveerne wordt momenteel opgevuld.

Voor de boringenseries waar sprake is van mogelijke sinkhole-vorming, zal deze zich na afloop van Phase II bodemdaling binnen enkele dagen ontwikkelen. Een Phase III trog ontwikkelt zich geleidelijk in 100-200 jaar. Ongeveer 80 % ontstaat in de eerste 20 jaar. Deze tijdsperiode is ook van toepassing op het ontstaan van de uiteindelijke diepte van een sinkhole, vanaf het moment van de initiële vorming.

7. SAMENVATTING

Van de 12 bestudeerde cavernes bevinden 11 daarvan zich nog onder- of net in de direct boven de zoutformatie gelegen anhydritische laag. Het is niet te voorspellen wanneer de caverne door deze laag heen zal breken en Phase II bodemdaling begint. Dit kan tientallen jaren duren. Vanaf het moment dat de anhydritische laag is doorbroken, duurt het ca. 18-29 jaar voordat de Phase II bodemdaling zich geleidelijk geheel heeft ontwikkeld. Alleen bij boringenserie 167-169 is een deel van de caverne al omhoog gemigreerd, en zal, indien deze niet tijdig voldoende zou worden opgevuld, in 2020 overgaan in Phase III bodemdaling

Met het huidige geomechanische model is het niet mogelijk de Phase II bodemdaling exact te kwantificeren. In dit rapport is een zo goed mogelijke maximale schatting gemaakt. Het is van belang op te merken dat de hier geschatte Phase II bodemdaling de maximaal mogelijke waarde voorstelt. Het is niet onwaarschijnlijk dat deze in werkelijkheid lager of zelfs beduidend lager uitvalt. De resultaten zijn weergegeven in de tabellen, kaarten en profielen van Bijlagen 1-3. Phase II bodemdaling van meer dan 50 mm kan onder de A35 optreden bij boringenseries I22-I23, 149-150, 150-151, 165-166 en 173-175.

Voor 6 van de 12 boringenseries is Phase 3 bodemdaling mogelijk, namelijk voor boringenseries 136-137, 138-139, 151-152, 162-164, 167-169 en 173-175. Er zijn drie mogelijkheden van Phase III bodemdaling:

- 1) Phase IIIA in de vorm van een sinkhole, gevolgd door trogvormige Phase IIIB bodemdaling.
- 2) Phase IIIA in de vorm van een trog, die zich verdiept tijdens Phase IIIB.
- 3) Alleen trogvormige Phase IIIB bodemdaling.

Van de bovengenoemde 6 boringenseries is er bij boringenseries 136-137, 162-164, 167-169 en 173-175 sprake van sinkholevorming, gevolgd door trogvormige Phase IIIB bodemdaling. Bij boringenserie 138-139 vormt zich trogvormige bodemdaling Phase IIIA en B, en voor boringenserie 151-152 alleen trogvormige bodemdaling Phase IIIB. De uiteindelijke dieptes van de sinkholes variëren van 7 tot 28 m. De A35 kan alleen significant door Phase III bodemdaling worden beïnvloed bij boringenseries 150-151 en 173-175. De sinkhole van boringenserie 173-175 raakt de snelweg op ca. 15 m na net niet. De resultaten zijn weergegeven in de tabellen, kaarten en profielen van Bijlagen 1-3.

Sinkhole-vorming ontwikkelt zich binnen enkele dagen, uiteraard na afloop van Phase II bodemdaling. Een Phase III trog ontwikkelt zich geleidelijk in 100-200 jaar. Ongeveer 80 % ontstaat in de eerste 20 jaar. Deze tijdspanne is ook van toepassing op het ontstaan van de uiteindelijke diepte van een sinkhole, vanaf het moment van de initiële vorming.

Voor alle zes klasse 2 cavernes zijn de benodigde volumes vulmiddel berekend, die noodzakelijk zijn om Phase III bodemdaling te voorkomen (Bijlage 1). Hierbij zijn ook de hoogtereducties bepaald die bewerkstelligen dat slechts trogvormige Phase III A en B bodemdaling optreedt in plaats van sinkholevorming (indien van toepassing), en slechts Phase III A in plaats van Phase III A en B.

GeoControl notitie nr.: S00608 Versie 2

In opdracht van: Akzo-Nobel

Datum: 12-9-2006

TOELICHTING UITGANGSPARAMETERS M.B.T. DE BEPALING VAN DE OPWAARTSE CAVERNEMIGRATIE TER PLAATSE VAN DE A35

1. Inleiding

In het rapport S00607 Versie 2 is de mogelijke toekomstige bodemdaling ter plaatse van de A35 bepaald. Hierbij is onder andere uitgegaan van:

- een bulking factor van 1.11.
- het bezwijken van de gehele gesteentemassa boven de caveerne wanneer deze tot 40 m onder de basis van het Tertiair is gemigreerd.

In deze notitie worden deze uitgangspunten toegelicht en de invloed daarvan op de bodemdaling, ten opzichte van een bulking factor van 1.10 en het intact blijven van de gesteentebedekking als geheel bij cavernemigratie tot dicht onder de basis van het Tertiair. Verder worden voor verschillende combinaties van uitgangsparameters het type bodemdaling en de klasse van de boringen bepaald.

2. Waarde van de bulking factor

In Appendix 2 van het GeoControl rapport S0041 van januari 2005 is de bulking factor opnieuw geëvalueerd. Deze Appendix is voor de volledigheid als Bijlage 1 aan deze notitie toegevoegd. Slechts in drie gevallen was een adequate bepaling van de bulking factor mogelijk, met als resultaat 1.116, 1.10 en 1.105 of hoger. Van deze bepalingen is de gemiddelde waarde ongeveer 1.11. In een worst case scenario kan een conservatieve waarde van 1.10 worden gehanteerd. Op verzoek van het Staatstoezicht op de Mijnen, wordt voor de bepaling van de mogelijke toekomstige bodemdaling boven de A35 een bulking factor van 1.11 toegepast.

3. Het bezwijken van de gesteentebedekking bij nadering van de basis van het Tertiair

In de secties 3.1 en 3.2 van het GeoControl rapport M00508 betreffende de bodemdaling boven caveerne 146-147 (zie bijlage 2 van dit rapport) is uiteengezet dat het boogeffect boven een migrerende caveerne verdwijnt, of op zijn minst sterk afneemt, wanneer de caveerne de basis van het Tertiair nadert, en de dikte van de gesteentebedekking sterk afneemt.

Vereenvoudigde elastische numerieke experimenten voor een caveerne van 120 m diameter laten zien dat de doorbuiging van het cavernedak en de bodemdaling aan het oppervlak een abrupte versnelling vertonen wanneer het cavernedak tot 40 m onder de basis van het Tertiair is genaderd. In een elasto-plastisch model zal dan waarschijnlijk plastisch gedrag van de resterende gesteentebedekking optreden, overeenkomend met bezwijken van de gesteentemassa als geheel. Dit zou betekenen dat vanaf enkele tientallen meters onder de basis van het Tertiair geen geleidelijke afbrokkeling van daklagen meer plaatsvindt. Natuurlijk is het bezwijken van gesteentebedekking op dit moment niet voldoende gekwantificeerd. Voorlopig is echter, op basis van de huidige kennis, het bezwijken van de gesteentebedekking bij migratie tot 40 m onder de basis van het Tertiair een redelijke aanname.

Dit bezwijken heeft in de meeste gevallen (Phase III A+B, voor Phase III A als trogvormige bodemdaling en voor Phase III A als sinkholevorming) geen invloed op de bodemdalingsprognose. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat ook voor de resterende 40 m het bulking effect optreedt. Er is echter één geval waar wel sprake is van een verschil: wanneer de hoogte van de gemigreerde caveerne 40 m onder de basis van het Tertiair groter is dan 0 en kleiner of gelijk aan 4 m. Zonder het bezwijken van de gehele resterende gesteentebedekking zou er in dit geval geen Phase III bodemdaling kunnen optreden. Immers, door het bulking effect kan de caveerne de basis van het Tertiair niet bereiken. Wij moeten er echter rekening mee houden dat de gehele resterende gesteentebedekking wel bezwijkt. Door het bulking effect wordt de hoogte van de gemigreerde caveerne tot nul gereduceerd aan de basis van het Tertiair, en treedt Phase III A dus niet op. Maar is er wel een puinkolom tot aan de basis van het Tertiair ontstaan. Compactie van de puinkolom door het grondpakket, dat nu de puinkolom rechtstreeks belast, brengt dus trogvormige Phase III B bodemdaling aan het oppervlak met zich mee.

4. Toepassing cavernes A35

Vervolgens is de invloed op de bodemdalingsprognose voor de vier verschillende combinaties van uitgangsparemeters bepaald. De meest gunstige combinatie, met minimale bodemdaling, is een bulkingfactor van 1.11 en migratie tot de basis van het Tertiair (zonder bezwijken van de gehele resterende gesteentemassa). De minst gunstige combinatie, met maximale bodemdaling, is een bulkingfactor van 1.10 en migratie tot 40 m onder de basis van het Tertiair (met daarna bezwijken van de gehele resterende gesteentemassa). In Tabel 1 zijn de hoogtes van de gemigreerde holruimtes en het type bodemdaling weergegeven, in Tabel 2 de klassen. Alleen voor boring 139 en 151 blijken verschillende combinaties van paremeters tot verschillende prognoses te leiden.

Voor de uiteindelijke, in het rapport S00607 Versie 2 gehanteerde uitgangsparemeters (bulkingfactor van 1.11 en migratie tot 40 m onder de basis van het Tertiair), treedt bij boring 139 Phase III A en B (als trogvormige bodemdaling) op, en bij boring 151 alleen trogvormige Phase III B. Bij boring 151 gaat het om een diameter van slechts 35 m of zelfs minder, wanneer deze tijdens de opwaartse migratie is afgenomen. De kans dat de gehele resterende gesteentemassa bezwijkt wanneer deze tot 40 m dikte is afgenomen is voor deze diameter kleiner dan voor een diameter van 120 m, zoals die in de numerieke experimenten is gehanteerd. Voor deze boring is de hoogte van de gemigreerde holruimte 3.1 m op 40 m onder de basis van het Tertiair. Bezwijken kan echter alsnog optreden bij verdere migratie, en dus verdere afname van de dikte van het gesteentedak, voordat de hoogte van de holruimte 12 m beneden het Tertiair tot 0 is afgenomen.

Op pag. 3 en 4 van het rapport S00607 betreffende de A35 worden voor drie boringen afwijkingen geconstateerd tussen de klassen volgens de berekeningen van Akzo-Nobel en die van het rapport. De in deze notitie uitgevoerde variatie van paremeters laat geen verdere afwijkingen zien.

5. Outlook

Het bezwijken van de resterende gesteentebedekking boven een caveerne bij nadering van de basis van het Tertiair wordt veroorzaakt door verzwakking van de spanningsboog boven de holruimte. Door een spanningsboog wordt een belangrijk deel van de verticale belasting op de met vloeistof gevulde holruimte zijwaarts afgebogen. De sterkte van de spanningsboog neemt af met een toename van de overspanning van de holruimte en met een afname van de resterende gesteentebedekking. Het effect van de spanningsboog is in de gesteentebedekking veel sterker dan in de daarboven gelegen Tertiaire- en Quartaire grondlagen. Dit komt doordat de sterkte-eigenschappen en de stijfheid van de gesteentelagen veel groter zijn dan die van de grondlagen. Daarom is met name de dikte van de gesteentebedekking van belang.

Op dit moment is het bezwijken van gesteentebedekking niet voldoende gekwantificeerd. Op basis van een beperkt aantal numerieke experimenten wordt nu voorlopig aangenomen dat voor alle bij Hengelo voorkomende cavernediameters de gesteentebedekking bezwijkt bij migratie tot 40 m onder de basis van het Tertiair. Voor cavernes met een overspanning van minder dan 30-40 m zou dit een (te) conservatieve benadering kunnen zijn.

Voor Akzo-Nobel kan het van belang zijn het effect van spanningsbogen boven migrerende cavernes nader te kwantificeren. Men denke aan bodemdalingsprognoses en maximale toegestane hoogtes van nieuwe cavernes. In de wetenschappelijke literatuur zijn spanningsboogeffecten wel beschreven, maar deze zijn of te algemeen of te specifiek voor een bepaalde configuratie. Om het effect voor het winningsgebied rond Hengelo nader te kwantificeren, zou specifiek naar voor dit gebied typische configuraties moeten worden gekeken. Voor een dergelijk onderzoek zijn numerieke experimenten, bij verschillende cavernediameters en gesteentebedekkingen, het meest geschikt. Dit onderzoek zou kunnen worden aangevuld met ervaringen en gegevens uit andere gebieden van oplossingsmijnbouw met vergelijkbare configuraties.

6. Literatuur

- R.F. Bekendam (2000) *Subsidence over upwards migrated salt solution cavities in the Hengelo brine field – A follow-up study-*, GeoControl rapport (Akzo-Nobel contract nr. 51/020727), In opdracht van Akzo-Nobel, pp 164
- R.F. Bekendam (2005) *Compaction of rock debris combined with the bulking effect, and the assessment of final subsidence in relation to initial cavern dimensions*, GeoControl rapport S0041 (Akzo-Nobel contract nr. 51/60000190), In opdracht van Akzo-Nobel, pp 42
- R.F. Bekendam (2005) *Assessment of the maximum possible subsidence over cavern 146-147_Version 2*, GeoControl rapport M00508, In opdracht van Akzo-Nobel, pp 12
- R.F. Bekendam (2006) *Bepaling van de mogelijke toekomstige bodemdaling ter plaatse van de Rijksweg A35 Versie 2*, GeoControl rapport M00607, In opdracht van Akzo-Nobel, pp 88
- Van Sambeek, L.L. & Ratigan, J.L. (2002), Technical review of a method to predict subsidence over upward migrating salt-solution cavities in the Twenthe-Rijn Concession, The Netherlands, RSI-1608, RESPEC, prepared for Stuurgroep Bodemdaling Boeldershoek, p/a Staatstoezicht op de Mijnen, The Netherlands.

Boring	Diepte			Hoogte holruimte aan basis Tertiar			Hoogte holruimte aan basis Tertiar			Type bodemdaling		
	bodem caverne	dak caverne	basis Tertiar	B=1.11 Criterium:	B=1.10 Criterium:	B=1.11 Criterium:	B=1.10 Criterium:	B=1.11 Criterium:	B=1.10 Criterium:	B=1.11 Criterium:	B=1.10 Criterium:	B=1.11 Criterium:
				migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis	migratie tot basis
	(mv)	(mv)	(mv)	Tertiar	Tertiar	Tertiar	Tertiar	Tertiar	Tertiar	Tertiar	Tertiar	Tertiar
122	475.5	449	120	***	***	***	***	***	***	***	***	***
123	470	449.5	118.56	***	***	***	***	***	***	***	***	***
136	436	414	129	***	***	***	***	***	***	***	***	***
137	475.58	436.08	129.5	5.78	8.84	5.78	8.84	5.78	8.84	A+B sinkhole	A+B sinkhole	A+B sinkhole
138	479.51	455.01	130	***	***	***	***	***	***	***	***	***
139	475.17	440.67	128.5	0.16	3.28	0.16	3.28	0.16	3.28	A+B trog	A+B trog	A+B sinkhole
148	467.75	447.75	125	***	***	***	***	***	***	***	***	***
149	460.4	437.4	126	***	***	***	***	***	***	***	***	***
150	462.4	441.4	128	***	***	***	***	***	***	***	***	***
151	480.92	446.92	126	***	1.91	0.00	1.91	0.00	1.91	A+B trog	B trog	A+B trog
152	479.89	460.89	126	***	***	***	***	***	***	***	***	***
153	464.17	441.35	141	***	***	***	***	***	***	***	***	***
154	463.21	441.55	141	***	***	***	***	***	***	***	***	***
155	463.69	441.45	141	***	***	***	***	***	***	***	***	***
162	494.08	463.08	135	***	***	***	0.00	0.00	0.00	***	***	***
163	493	463.23	140	***	***	***	0.00	0.00	0.00	***	***	***
164	483.2	435.2	140	15.53	18.48	15.53	18.48	15.53	18.48	A+B sinkhole	A+B sinkhole	A+B sinkhole
165	461.41	438.91	134	***	***	***	***	***	***	***	***	***
166	461.41	438.91	134	***	***	***	***	***	***	***	***	***
167	476.86	465.86	125	***	***	***	***	***	***	***	***	***
168	352.7	306.5	125	26.24	28.05	26.24	28.05	26.24	28.05	A+B sinkhole	A+B sinkhole	A+B sinkhole
169	486.95	469.95	130	***	***	***	***	***	***	***	***	***
173	494.02	451.02	119	6.48	9.80	6.48	9.80	6.48	9.80	A+B sinkhole	A+B sinkhole	A+B sinkhole
174	494.02	451.02	119	6.48	9.80	6.48	9.80	6.48	9.80	A+B sinkhole	A+B sinkhole	A+B sinkhole
175	494.02	451.02	119	6.48	9.80	6.48	9.80	6.48	9.80	A+B sinkhole	A+B sinkhole	A+B sinkhole
180	458.25	449.15	124	***	***	***	***	***	***	***	***	***
181	480.03	465.03	123	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Tabel 1

Boring	Klasse AKZO		Klasse dit rapport							
	Oud	Nieuw	B=1.11		B=1.10		B=1.11		B=1.10	
			Criterium:	migratie tot basis Tertiar	Criterium:	migratie tot basis Tertiar	Criterium:	migratie tot basis Tertiar	Criterium:	migratie tot basis Tertiar
122	0	1		1		1		1		1
123	0	0		0		0		0		0
136	2	1		1		1		1		1
137	2	1		2		2		2		2
138	0	1		1		1		1		1
139	2	2		2		2		2		2
148	0	1		1		1		1		1
149	0	1		1		1		1		1
150	2	1		1		1		1		1
151	2	1		1		2		2		2
152	0	0		0		0		0		0
153	2	1		1		1		1		1
154	2	1		1		1		1		1
155	2	1		1		1		1		1
162	0	0		0		0		0		0
163	0	0		0		0		0		0
164	2	2		2		2		2		2
165	2	1		1		1		1		1
166	2	1		1		1		1		1
167	0	0		0		0		0		0
168	2	2		2		2		2		2
169	0	0		0		0		0		0
173	2	2		2		2		2		2
174	2	2		2		2		2		2
175	2	2		2		2		2		2
180	2	2		2		1		1		1
181	0	0		0		0		0		0

Tabel 2

BIJLAGE 1

APPENDIX 2 GEOCONTROL RAPPORT S0041

APPENDIX 2: RE-EVALUATION OF THE BULKING FACTOR

In the report of 1996 [3] the bulking factor was estimated from 4 cases, wells 15, 18-24, 33-34 and 70. The result was a bulking factor between 1.07 and 1.11. With the present knowledge, including the theory presented in this report, these bulking factors are re-evaluated.

B15

A bulking factor was estimated, based on sonar measurements in 1970 and 1971, a period without backfilling. The bulking factor B' was assessed as follows:

$$B' = V_{\text{broken rock}} / V_{\text{intact rock}} = \Delta h_{\text{floor}} / \Delta h_{\text{roof}} \quad (\text{A2.1})$$

$\Delta h_{\text{floor}} / \Delta h_{\text{roof}}$ proved to be 28.3/26.1, resulting in a B' of 1.084. Application of Eq. 3.6 results in a negative compaction of – 0.20 m to – 0.35 (expansion) and a true bulking factor B of 1.075 to 1.070. However, cavern bottom and roof were not flat. The values of Δh_{floor} and Δh_{roof} are not too accurate accordingly, and an error of ± 1 m is justified. Since the measured caverns were only 9.95 m and 7.8 m high, the relative error is large and values of B' between 1.007 and 1.17 result. For a more accurate assessment of B cases have to be analysed where Δh_{floor} and Δh_{roof} are much greater.

B18-24

By comparing the original depths of the base and top of the salt overburden rock with the depths after formation of the debris column, measured in exploration well 01, a value of B'=1.116 results, according to:

$$B' = h_{\text{broken rock}} / h_{\text{intact rock}} \quad (\text{A2.2})$$

Positive and negative compaction cancel each other out, resulting in a hardly any change of the bulking factor: B = 1.112 to 1.114.

Since these heights are more than 200 m, the error is relatively small. Considering an error of ± 1 m, B' varies between 1.111 to 1.121, an error of just ± 0.005 .

B70

Application of Eq. A2.1 to cavity roof and floor depths of 1970 (sonar) and 1975 (well data) gives $B' < 1$, which is impossible. Application of Eq. A2.1 to cavity roof and floor depths of 1975 (well data) and 1977 (sonar) gives $B' = 1.07 \pm 0.07$, considering a measuring error of ± 1 m. In both calculations the heights are small (less than 30 m) resulting in an inaccurate assessment of B.

However, by comparing the cavity roof and floor depths of 1977 (sonar) and these during sinkhole formation in 1991 (3.5 m sinkhole depth) a value of B' of 1.10 ± 0.01 , also considering a measuring error of ± 1 m. Again the net compaction is negligible in this case and $B = B'$.

B33-34

A sonar measurement of 1964 indicated a cavern with a floor and roof at 388.5 and 363.8 m. Phase III surface subsidence developed in the area, but not directly over the measured cavern. This means that B' is equal to or more than 1.105. Due to a small amount of compaction the minimum value of B varies between 1.104 and 1.103. A measuring error of ± 1 m in the sonar data results in an error of B' of 0.001, which is small.

Conclusion

The assessment of the bulking factor is inaccurate for cavity migration heights of a few tens of metres. Instead, cases where migration heights of a few hundreds of metres should be analysed. This was possible for three cases, each resulting in a bulking factor B of about 1.10^1 .

¹ Voetnoot 12-9-2006: 1.10 is een sterke afronding naar beneden. De gemiddelde waarde is ongeveer 1.11.

BIJLAGE 2

Secties 3.1 en 3.2 uit GEOCONTROL RAPPORT M00508

3.1 Origin of Phase II surface subsidence

During Phase II (upward cavern migration) subsidence must develop at the surface by the following mechanisms (Bekendam, 2000):

- 1. The thickness of the roof rock mass over the cavity decreases, resulting in a reduction of its stiffness. As a consequence, the roof will deflect more, inducing an increase of subsidence at the surface.
- 2. Cavity roof deflection induces surface subsidence according to an angle of draw of about 35° for the claystones and 45° for the clay. When the cavity roof is approaching the surface, subsidence becomes concentrated in a more confined area. Accordingly, the maximum subsidence in the centre of the trough will increase.
- 3. Over a cavity the vertical stress of the overburden is deflected laterally towards the surrounding rock mass by a so-called pressure arch. For this arching effect a given thickness of the rock overburden is necessary. If the cavity roof attains a level close to the top of the claystones, the pressure arch will disappear. Roof deflection and surface subsidence will increase rapidly.
- 4. When the cavity migrates upwards, rock stresses decrease in general. This effect could induce the opposite, i.e. a reduction of surface subsidence.
- 5. When the cavity approaches the surface, the vertical walls of the debris chimney increase in height. Their convergence becomes more and more important in terms of surface subsidence. Finally, floor heave will affect surface subsidence, albeit in a probably negligible extent.
- 6. In the course of time, creep may induce some increase of cavity convergence and surface subsidence.

3.2 Numerical experiments on the development of phase II surface subsidence

Phase II subsidence was calculated numerically by Bekendam (2000) and Van Sambeek (2002) for a cavern of 120 m diameter and 20 m initial height, with an initial roof level at 380 m depth (Fig. 2). These parameters are roughly representative for cavern 146-147. Depending on the chosen value and the anisotropy of the elastic moduli, a total surface subsidence ranging from 100 to 300 mm had developed when the cavern roof had migrated to 160 m

depth. Since field data show that the stopping rate, without delay in the anhydritic layer, is 10-14 m/year, the cavern will migrate over this vertical distance of 220 m in about 16 to 22 years. Thus, the numerical result corresponds to an average surface subsidence rate of about 4.5 to 19 mm/year. It is expected that the subsidence rate is strongly affected by the cavern diameter. The anisotropy of the elastic moduli also determined if Phase II surface subsidence develops mainly at the start of the cavern migration or is produced more gradually.

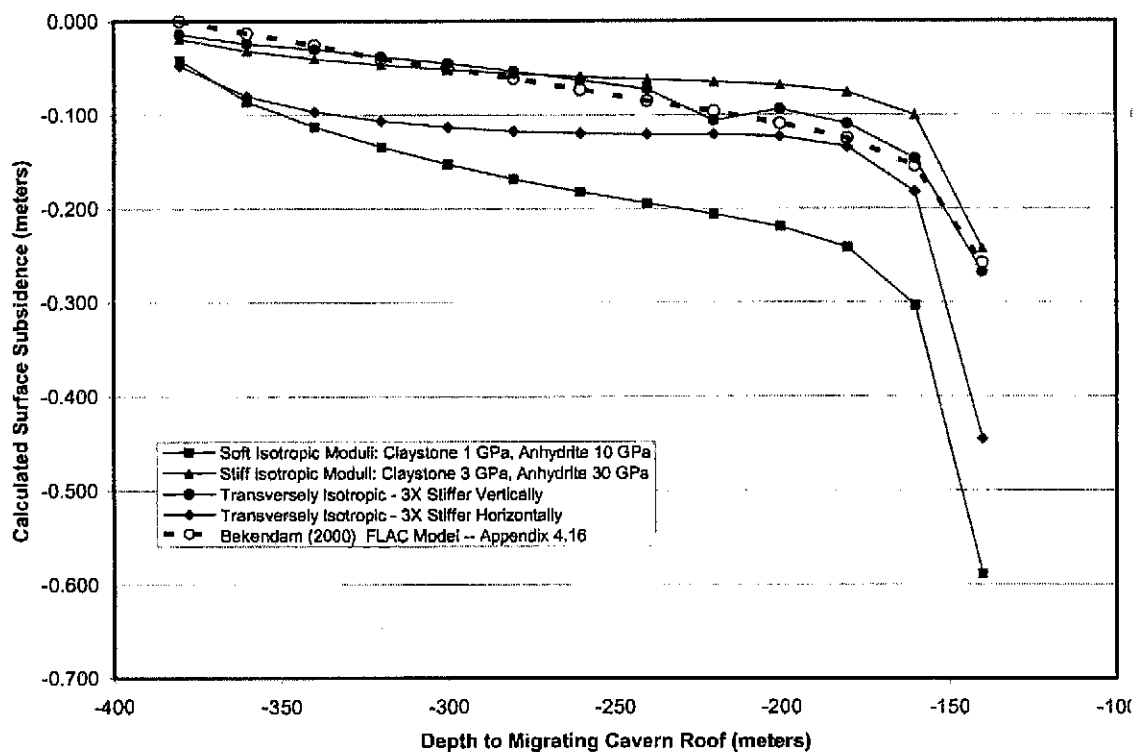
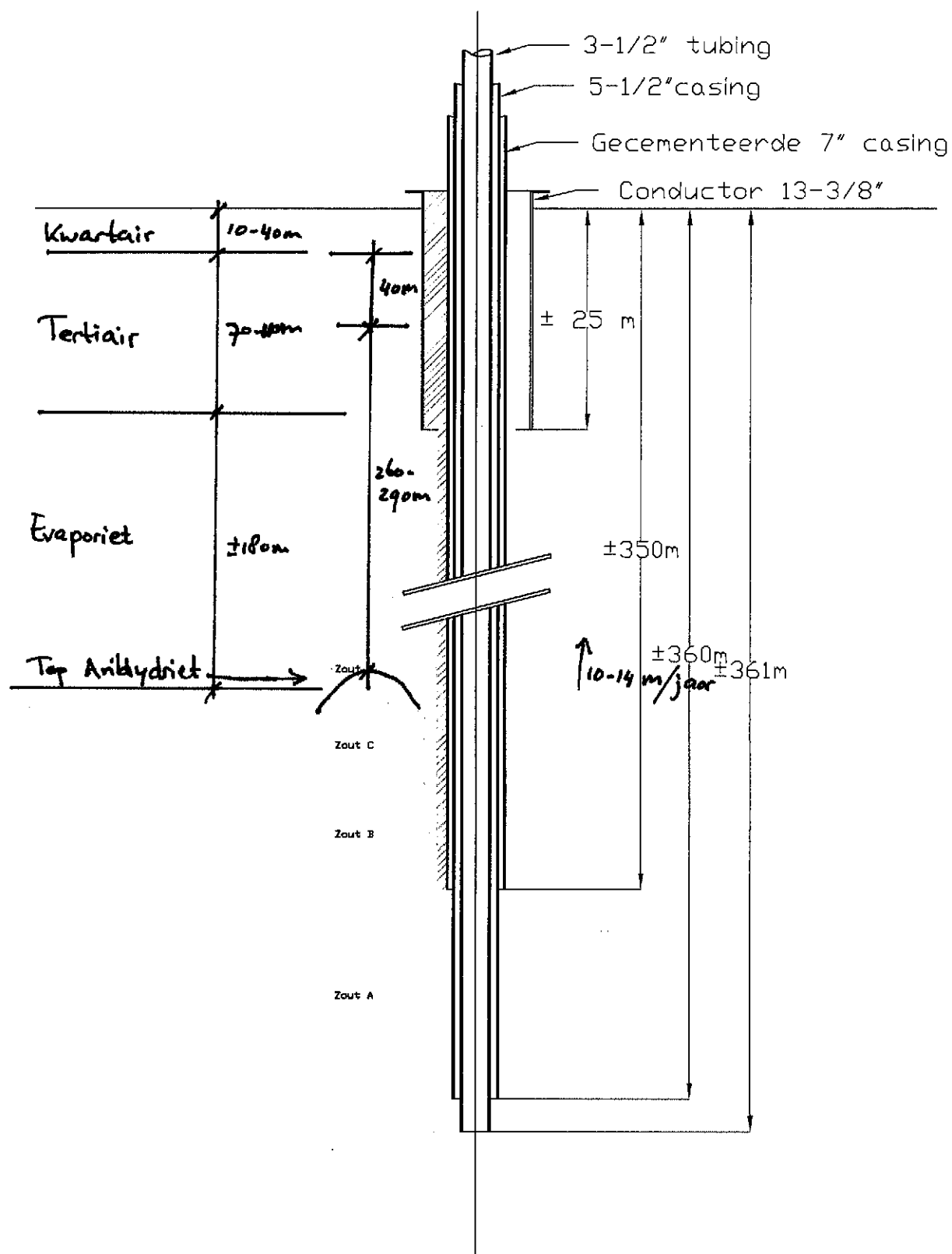


Fig. 2 Numerical results of Phase II surface subsidence (from Van Sambeek & Ratigan, 2002)

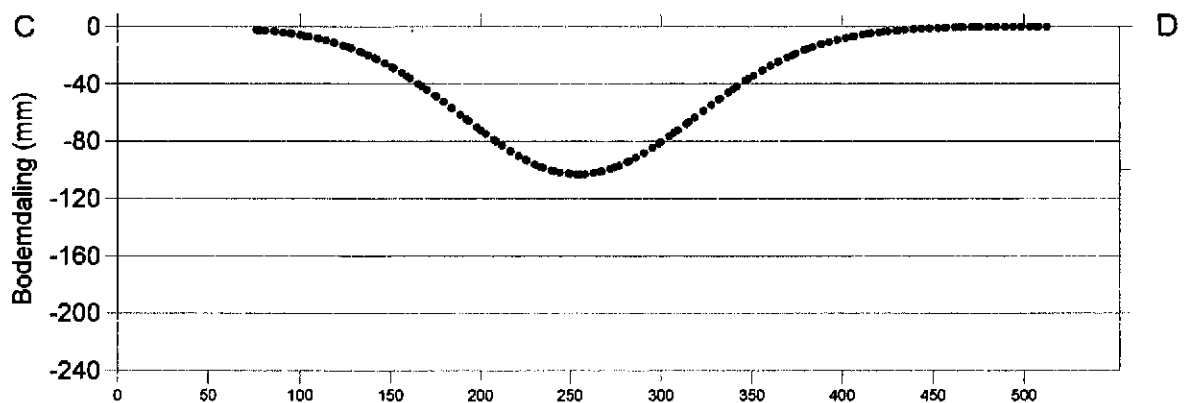
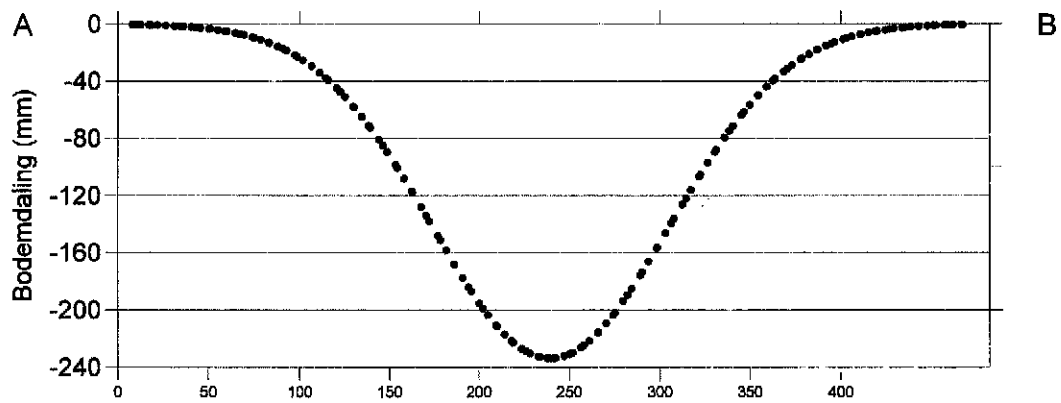
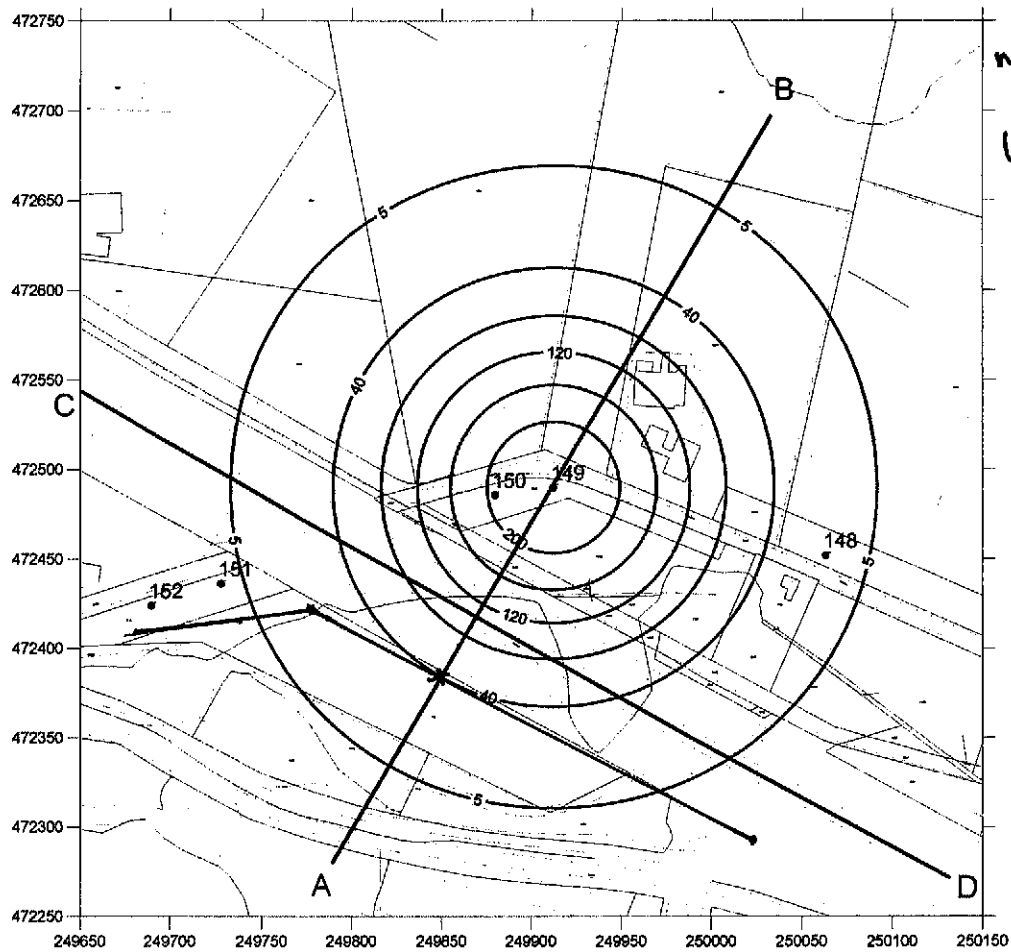
When the cavity further approached the base of the soil mass, subsidence strongly accelerated. The experiments were stopped at a roof depth of 140 m, 20 m below the base of the rock-soil boundary, because at that stage the pressure arch had disappeared (see point 3 above), resulting in plastic behaviour and failure of the remaining rock overburden (not modelled here), associated with the onset of phase III subsidence. At this roof depth the total Phase II surface subsidence ranges from 250 to 600 mm.

The calculations are not completely realistic, because only elastic behaviour was modelled and the models were plane-strain. An axisymmetric- or true 3D-model will result in less surface subsidence. On the opposite, incorporating plastic behaviour may result in more surface subsidence, compared with the existing numerical results, but probably only for the migration from -160 to -140 m depth. At shallower depths, just below the base of the soil formation, collapse of the complete remaining rock overburden must taken into account anyway. Nevertheless, an indication could be given of the development of subsidence and its order of magnitude.

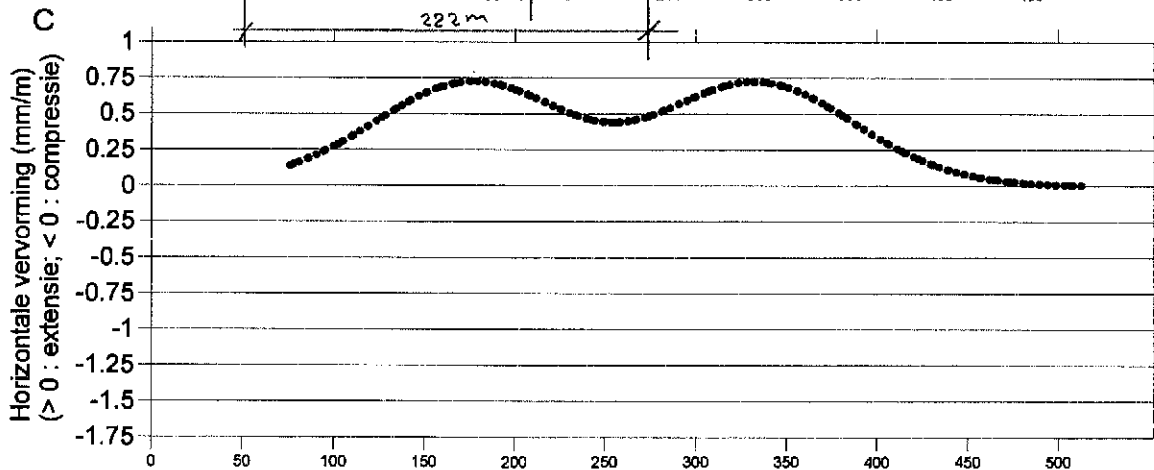
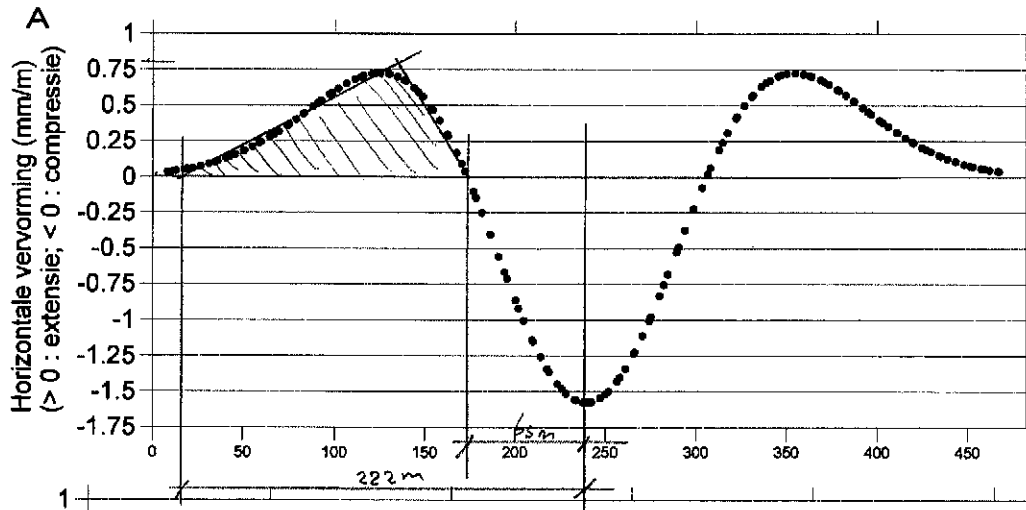
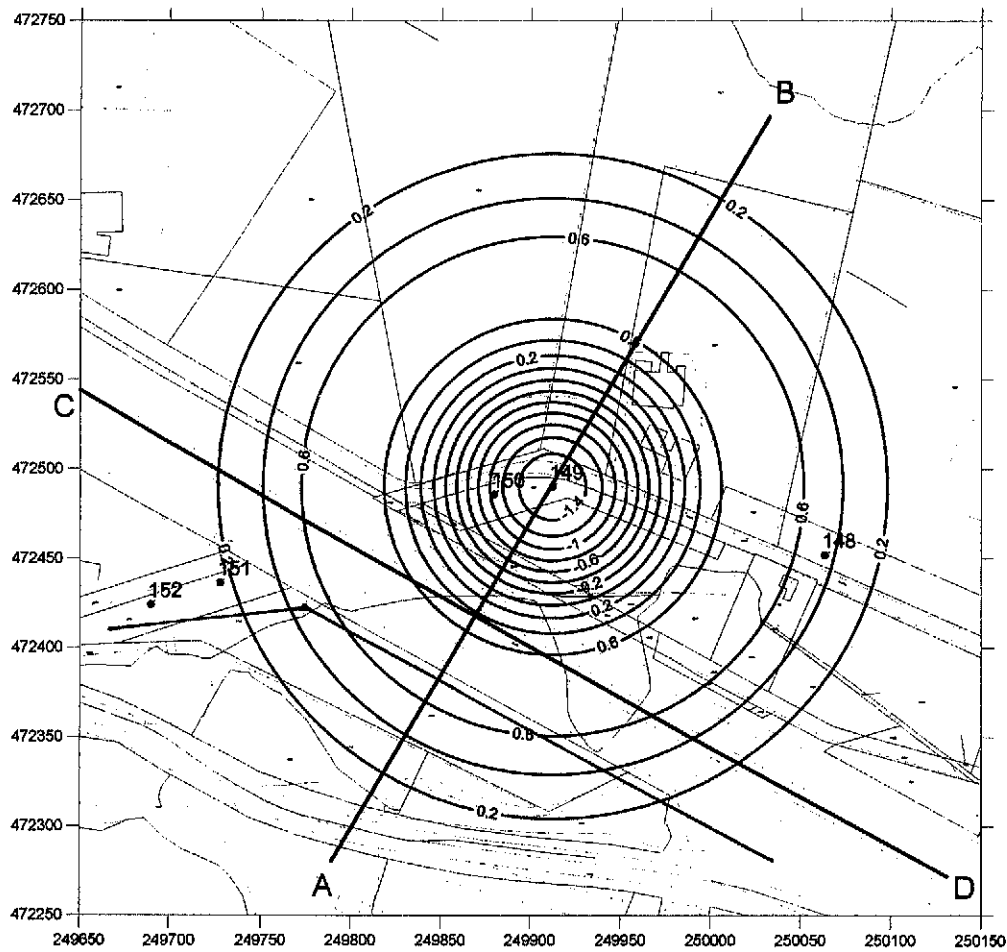


Standaardverbuizing van boorgaten

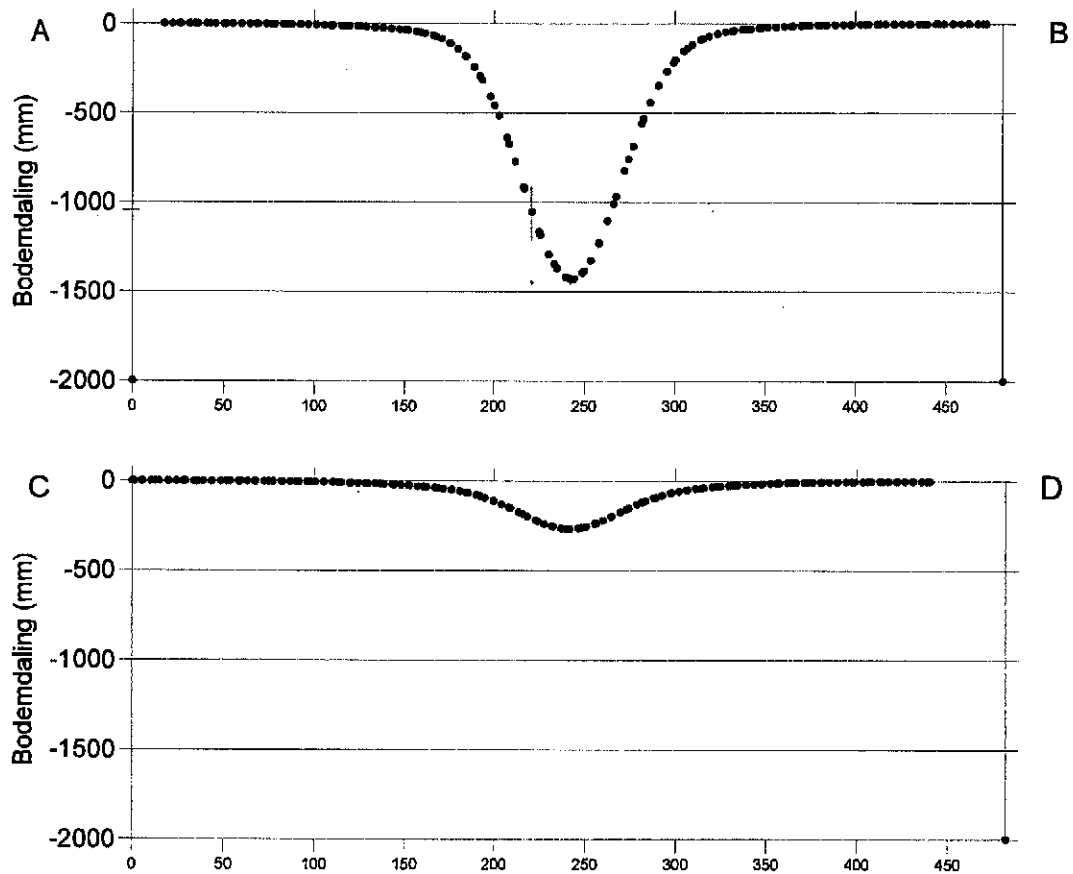
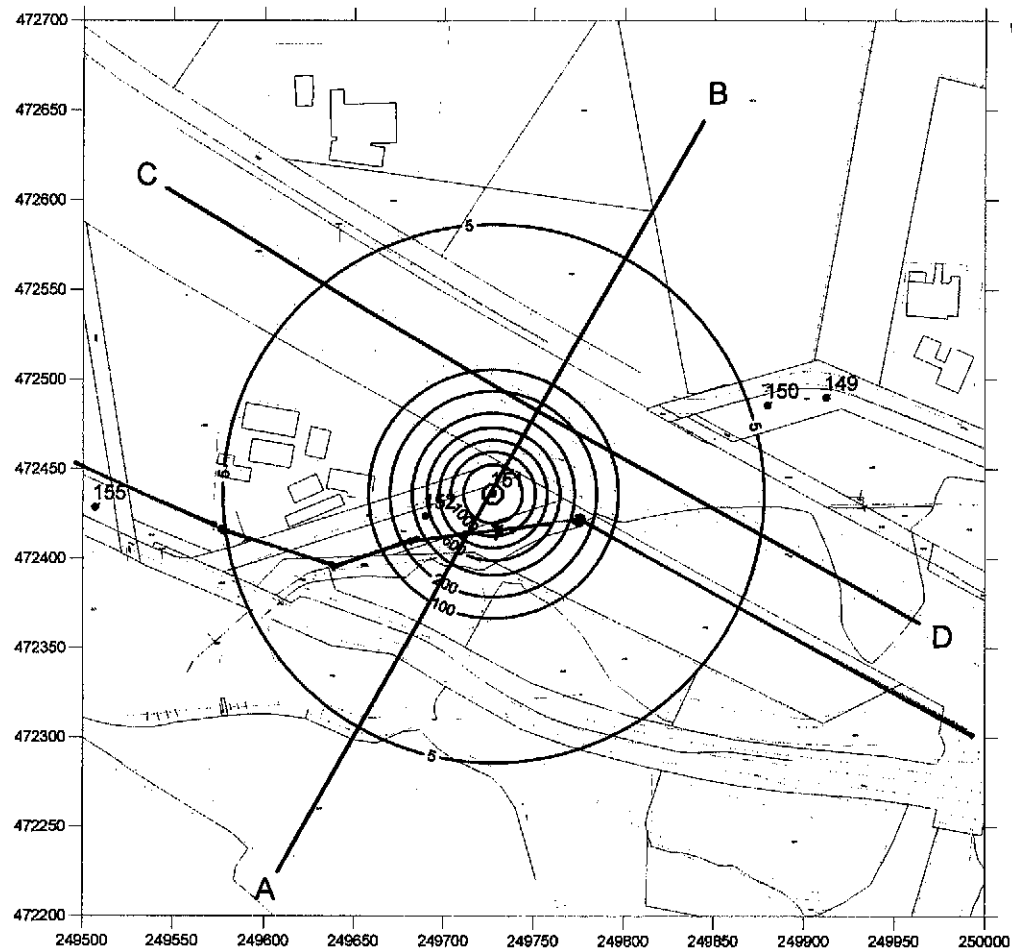
Phase II bodemdaling B149-150 in mm



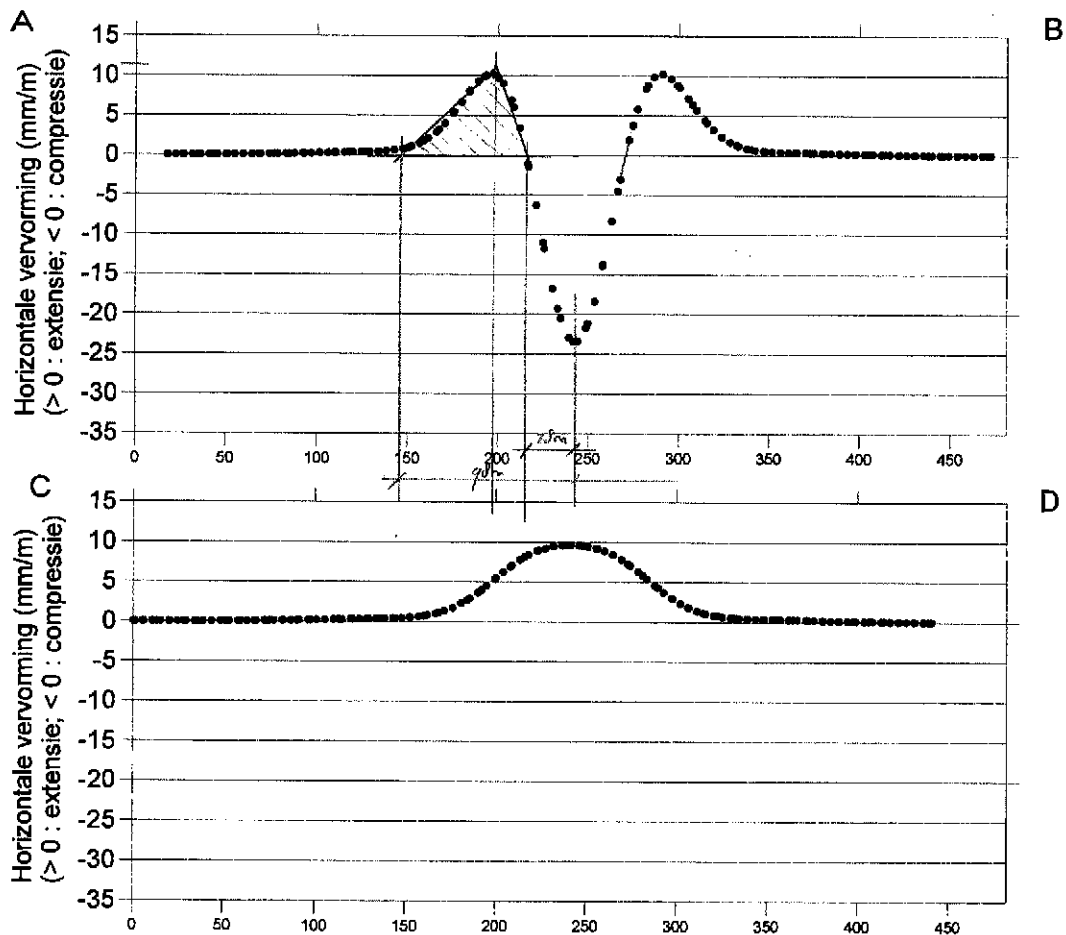
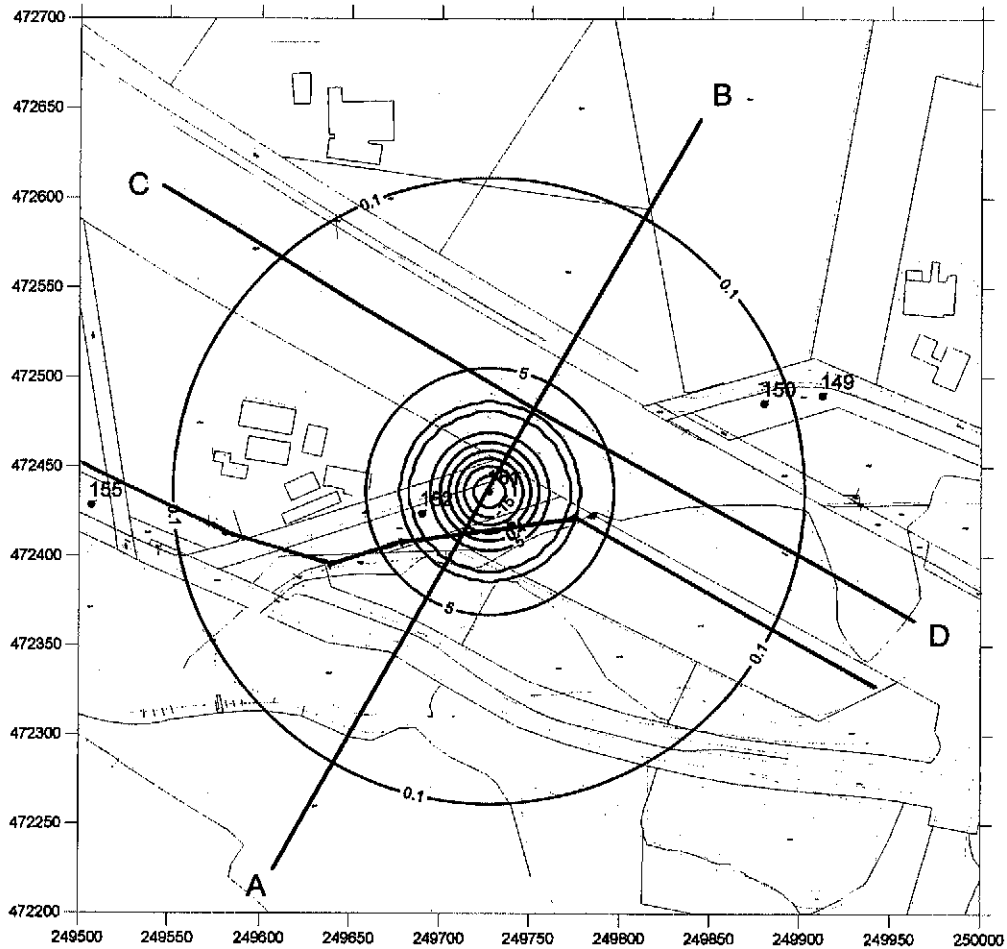
Phase II horizontale vervorming B149-150 in mm/m
(rode contourlijnen = compressie, zwarte contourlijnen = extensie)



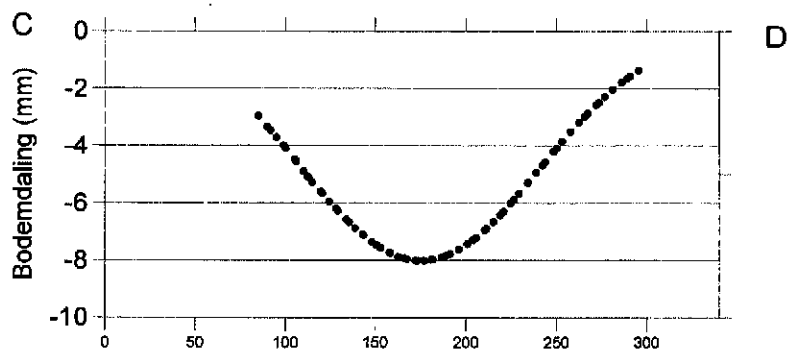
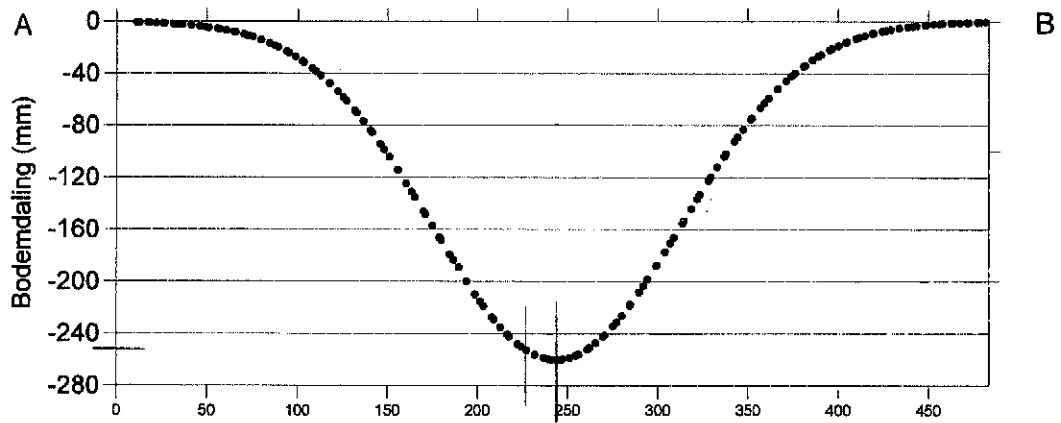
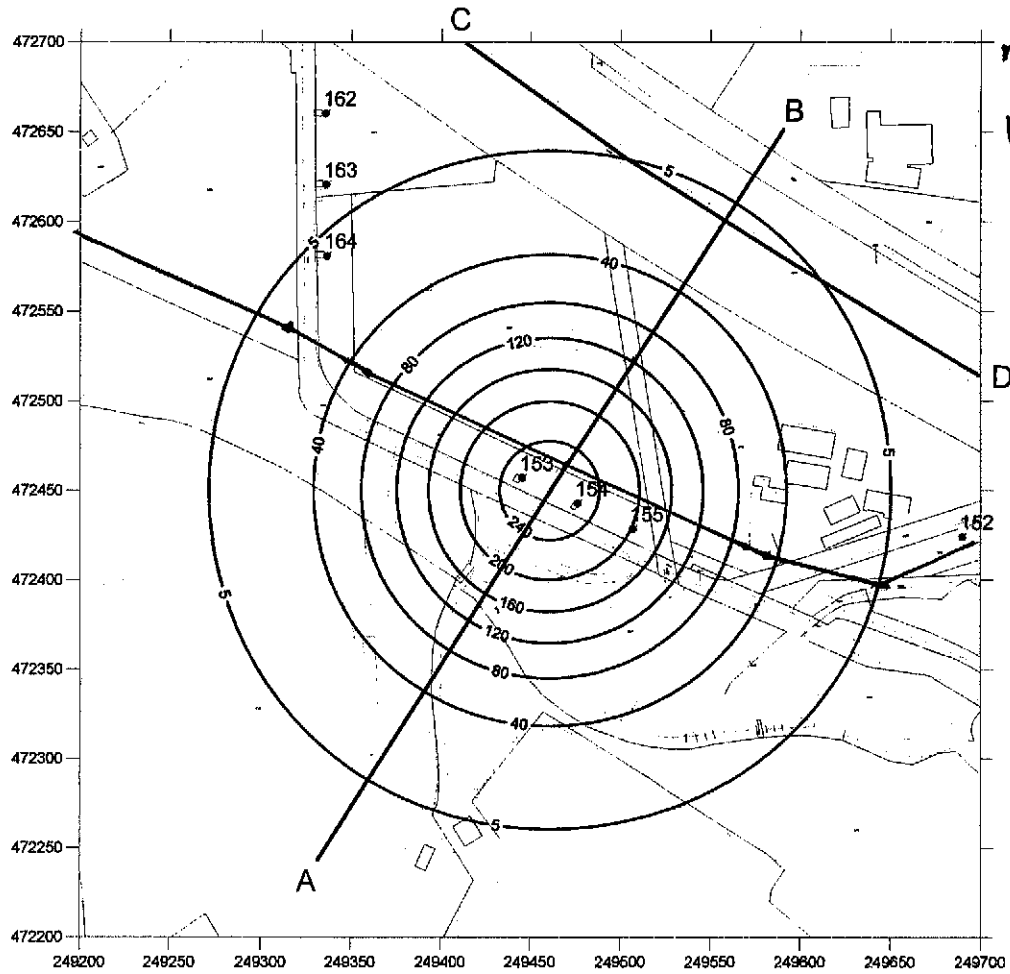
Phase II en uiteindelijke Phase III bodemdaling B151-152 in mm



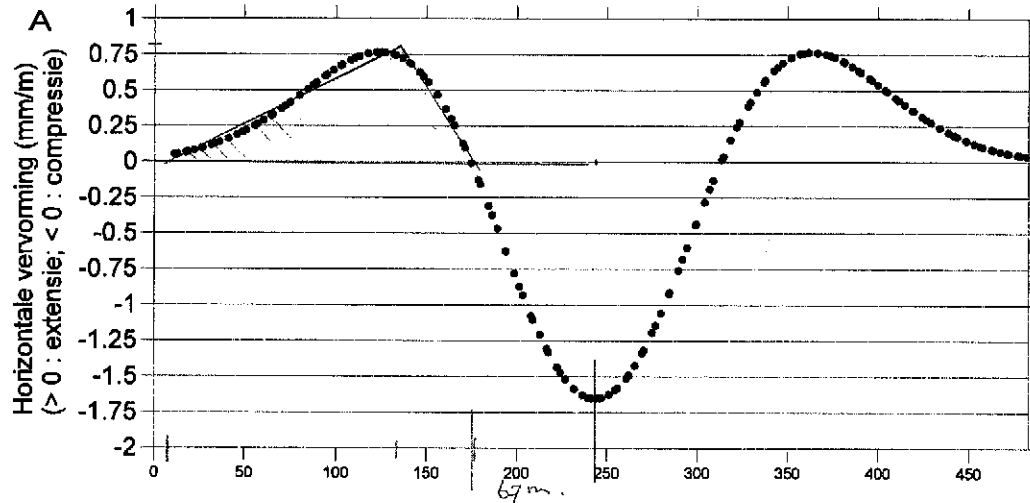
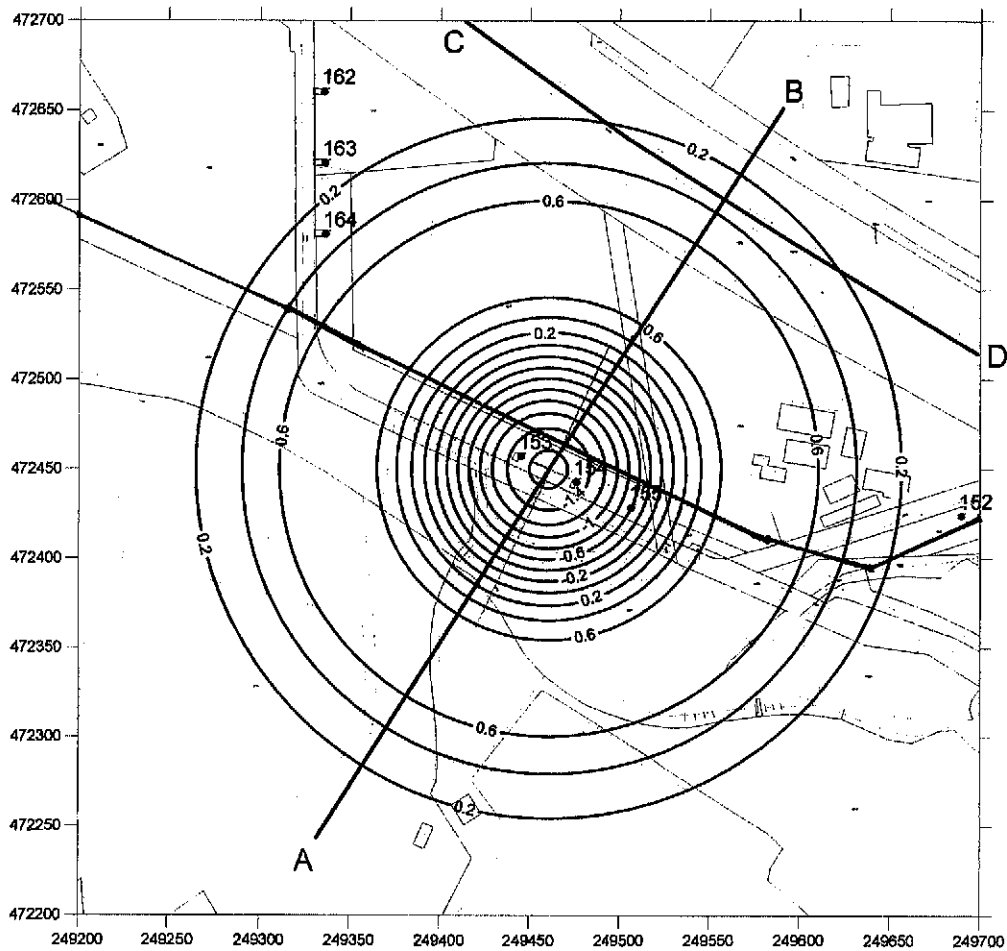
Phase II en uiteindelijke Phase III horizontale vervorming B151-152 in mm/m
(rode contourlijnen = compressie, zwarte contourlijnen = extensie)



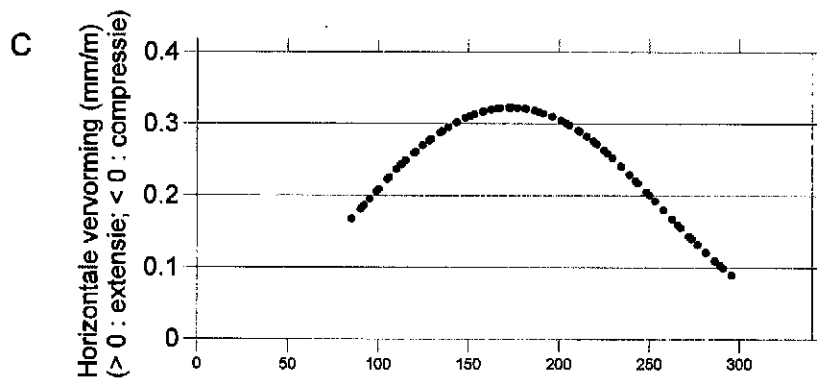
Phase II bodemdaling B153-155 in mm



Phase II horizontale vervorming B153-155 in mm/m
(rode contourlijnen = compressie, zwarte contourlijnen = extensie)

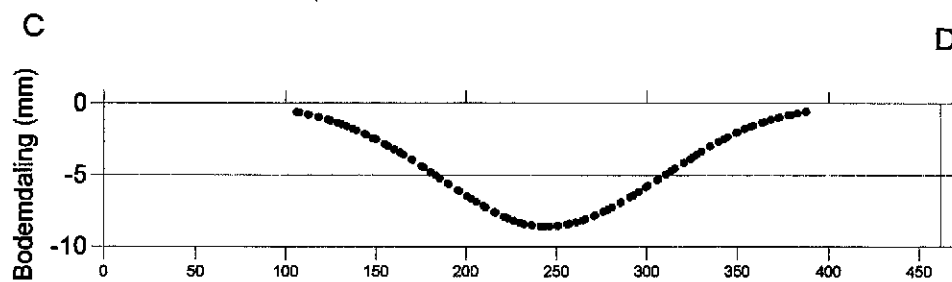
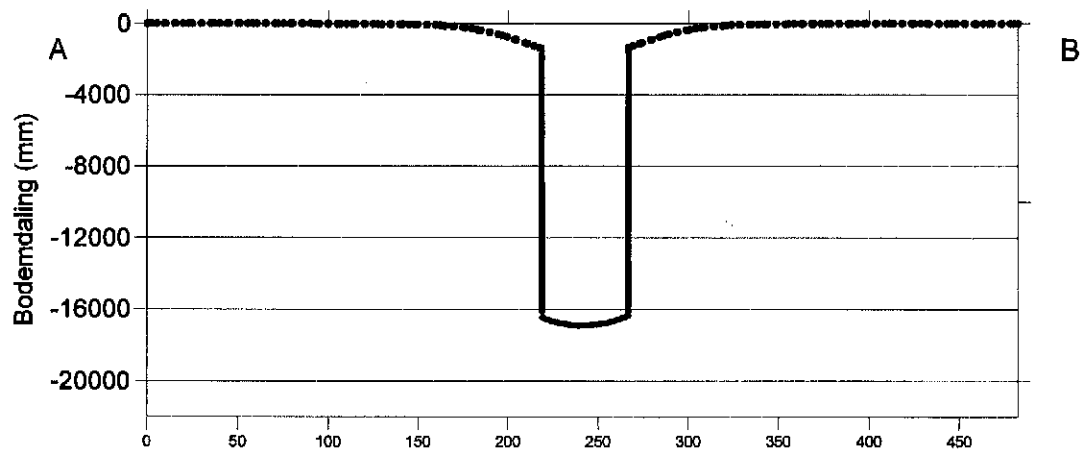
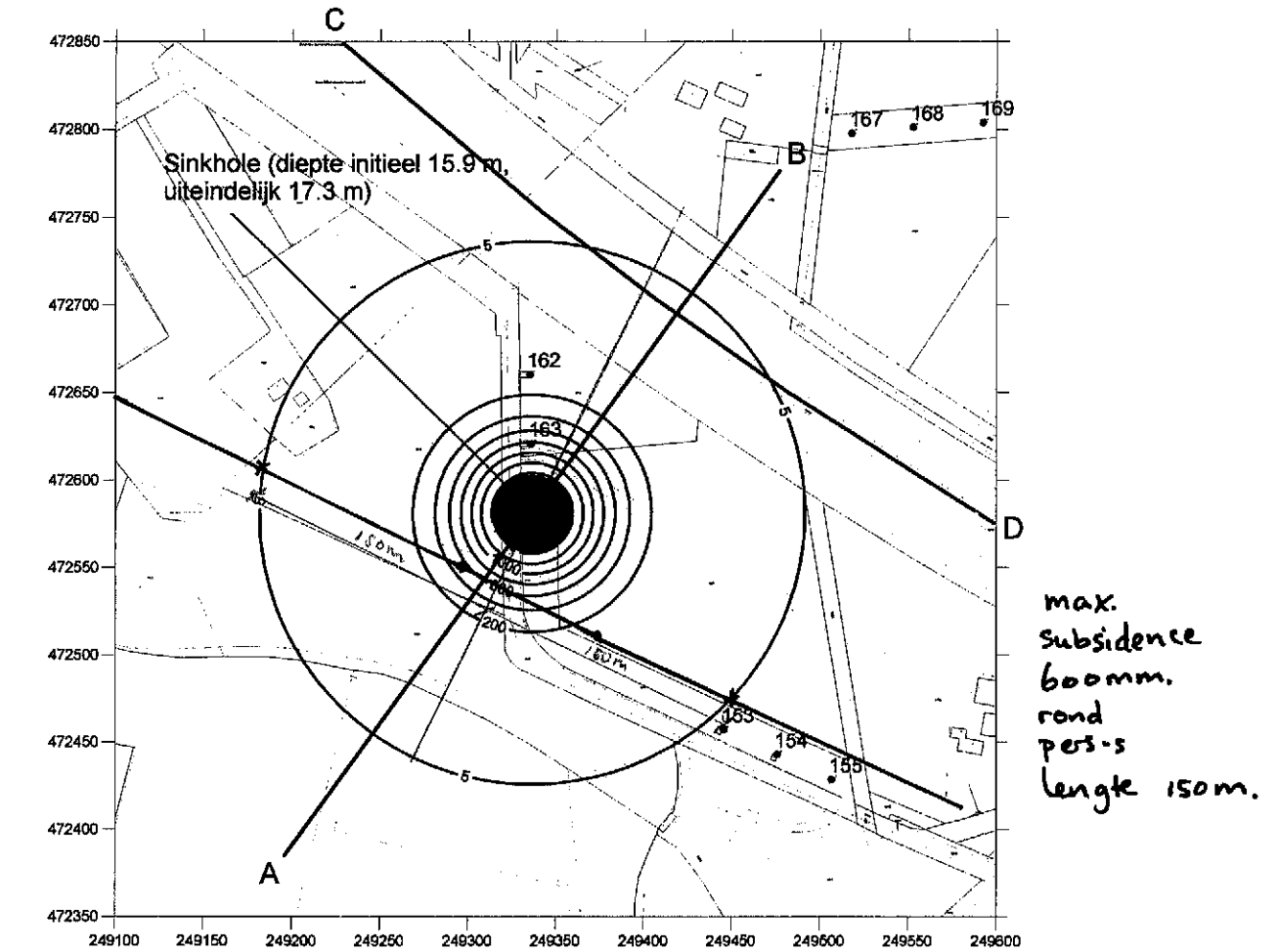


B

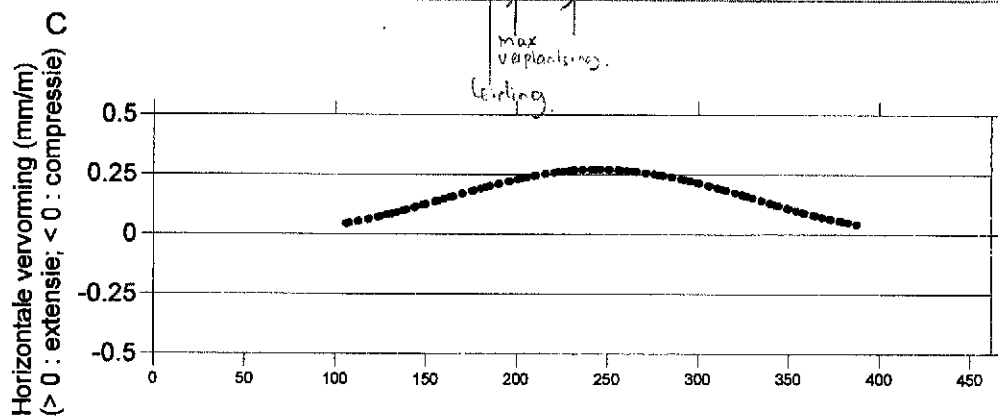
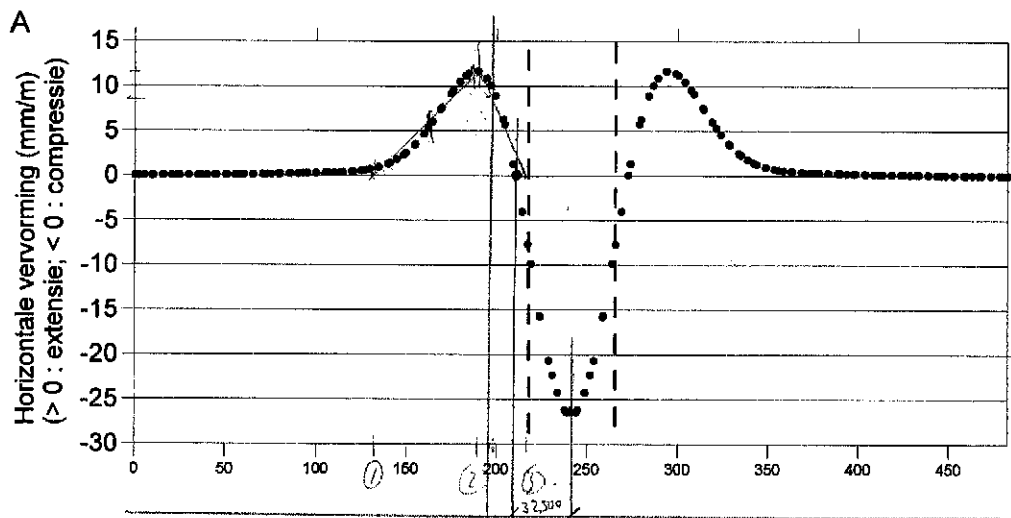
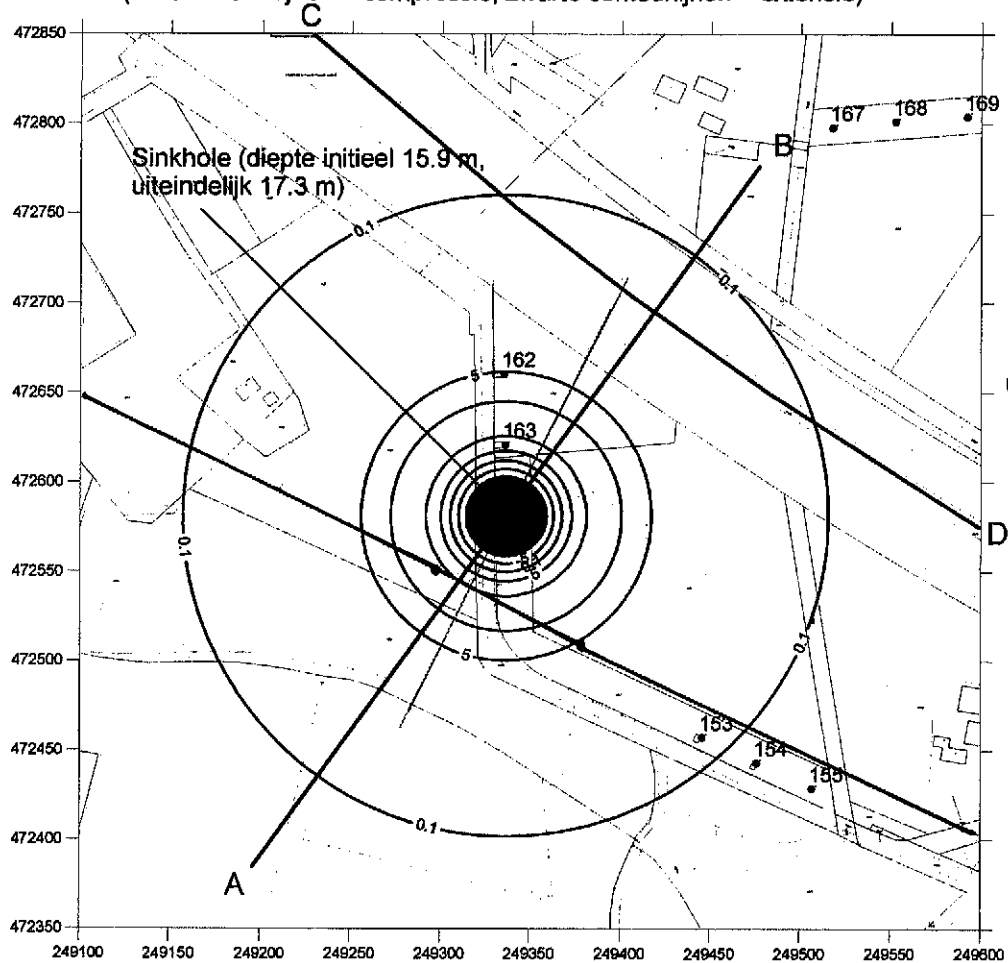


D

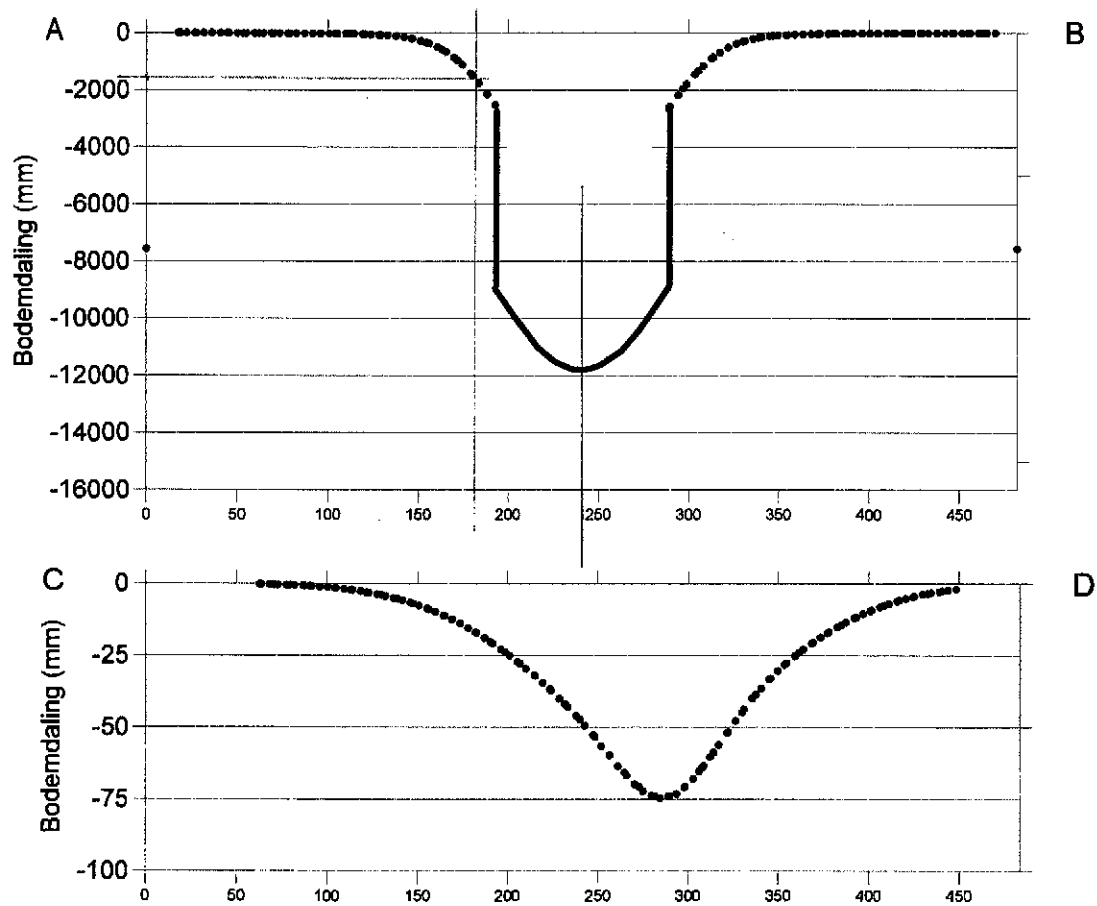
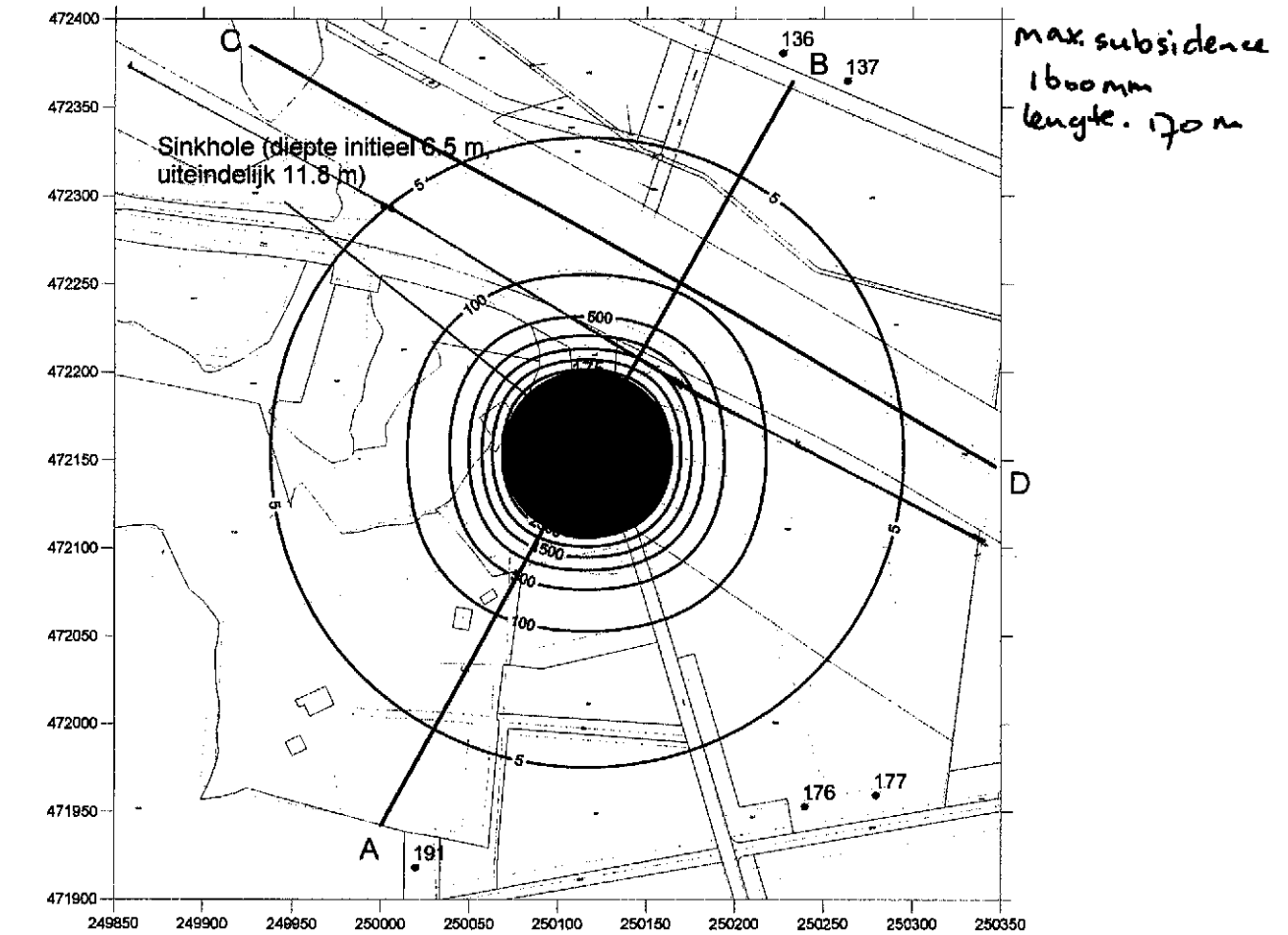
Phase II en uiteindelijke Phase III bodemdaling B162-164 in mm



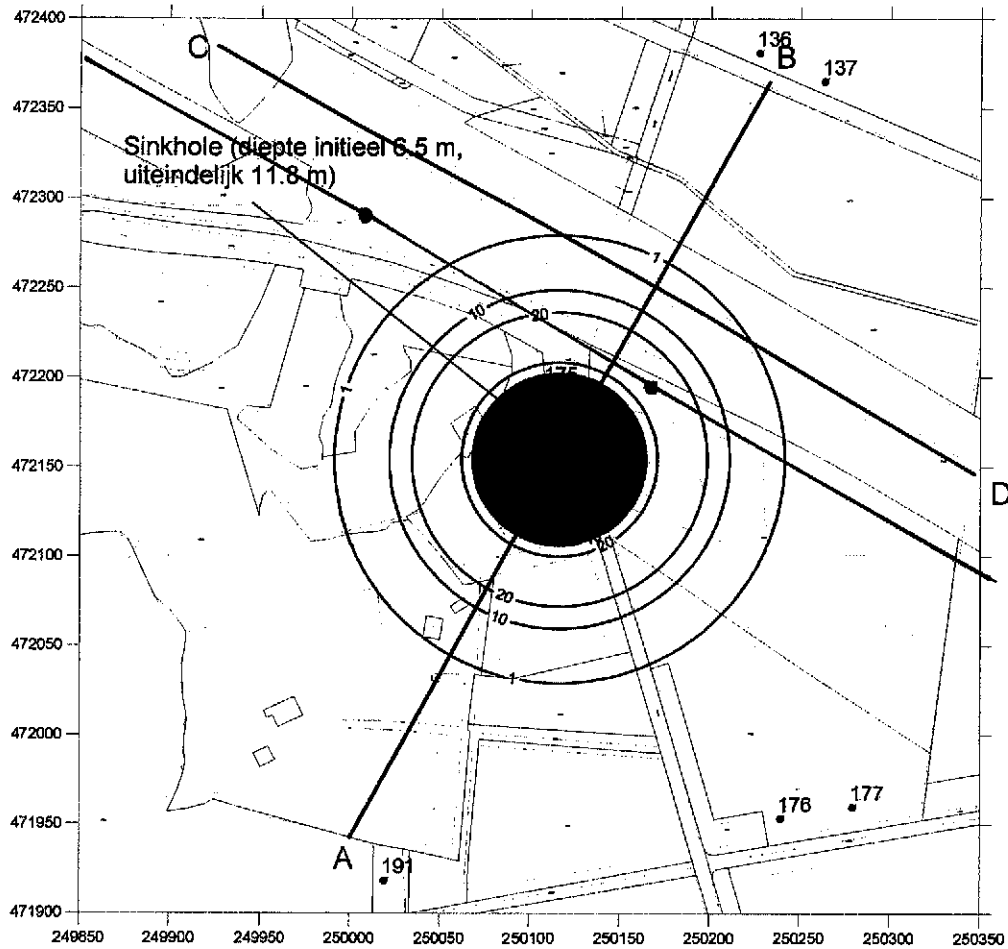
Phase II en uiteindelijke Phase III horizontale vervorming B162-164 in mm/m
(rode contourlijnen = compressie, zwarte contourlijnen = extensie)



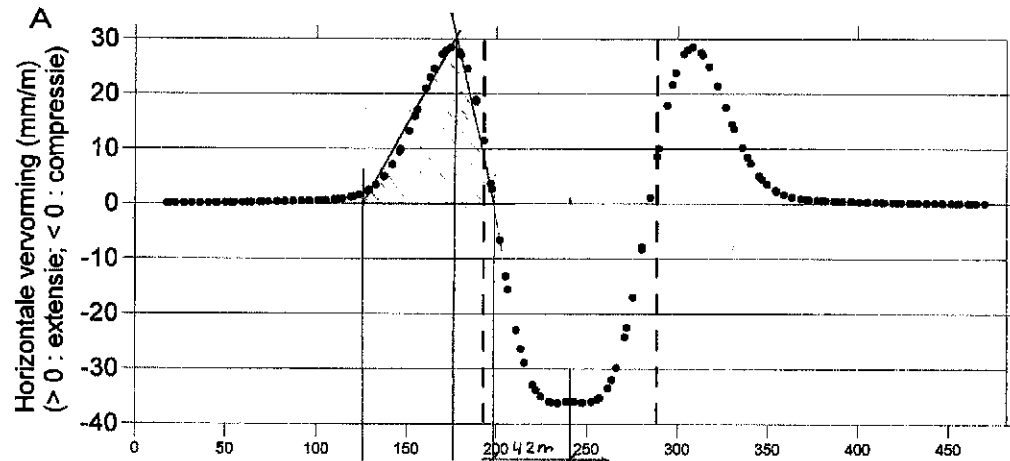
Phase II en uiteindelijke Phase III bodemdaling B173-175 in mm



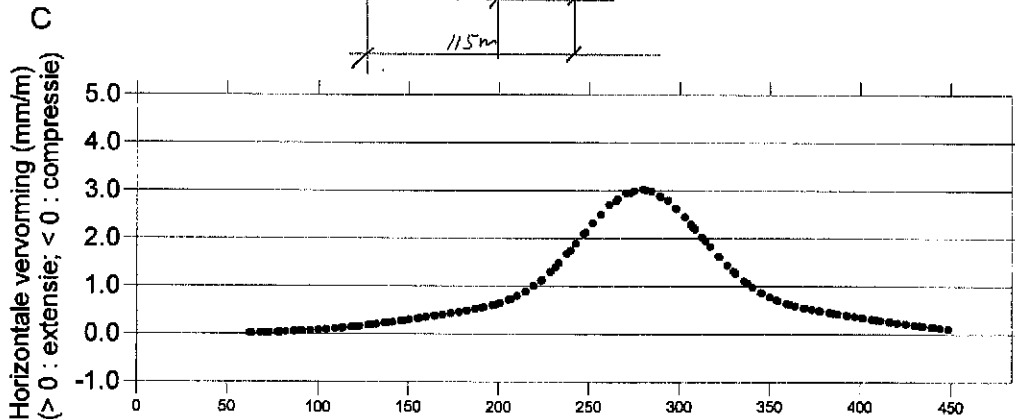
Phase II en uiteindelijke Phase III horizontale vervorming B173-175 in mm/m
(rode contourlijnen = compressie, zwarte contourlijnen = extensie)



$y = 63 \text{ m}$
max. verplaatsing
1095 mm
 $x_1 = 115 \text{ m}$
 $x_2 = 42 \text{ m}$

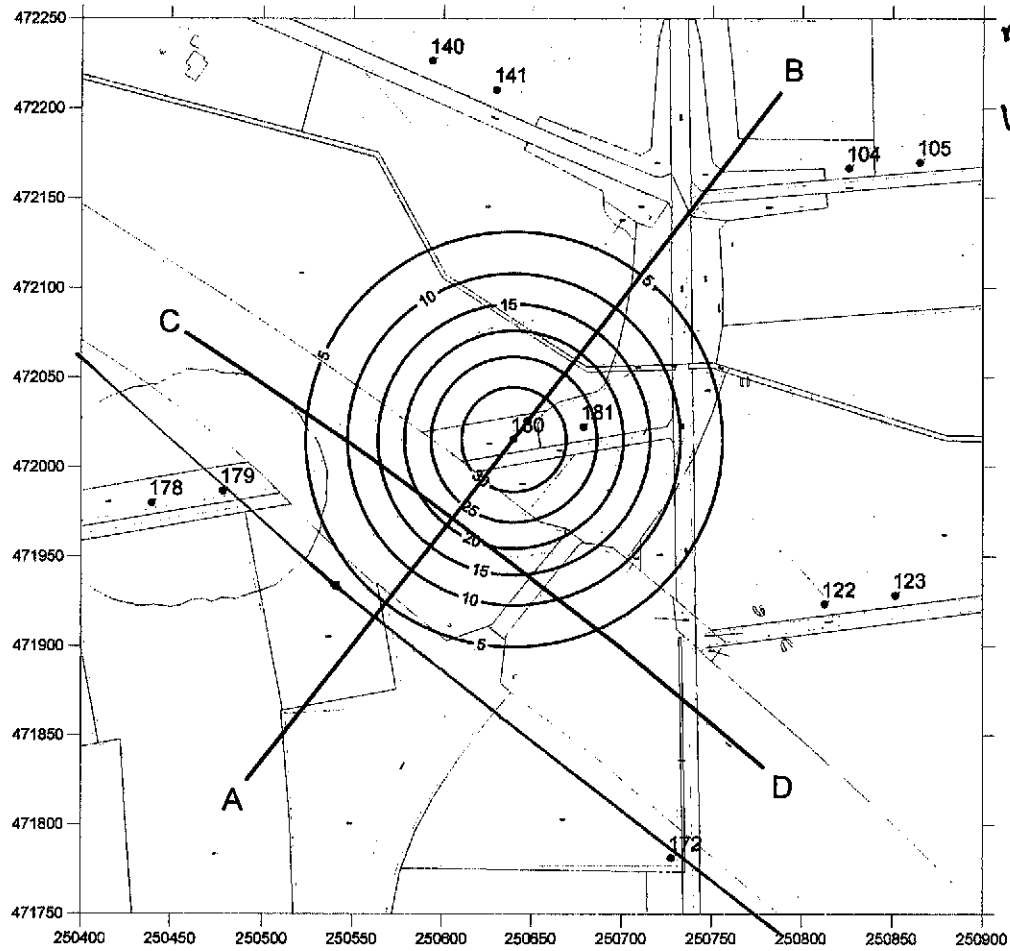


B

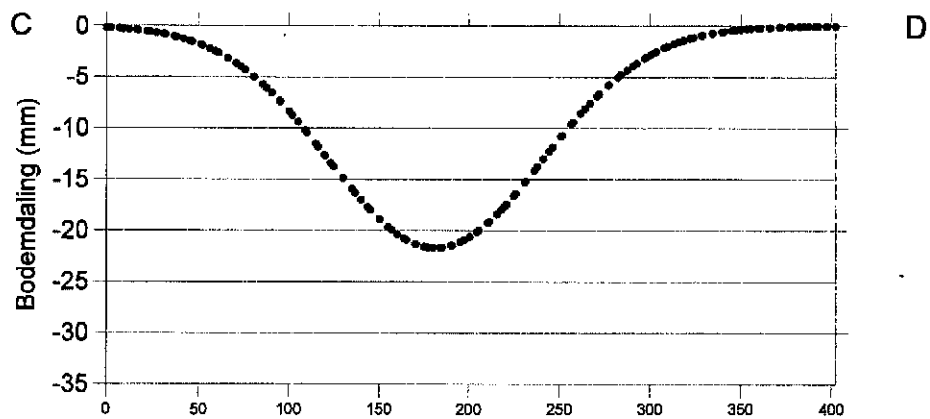
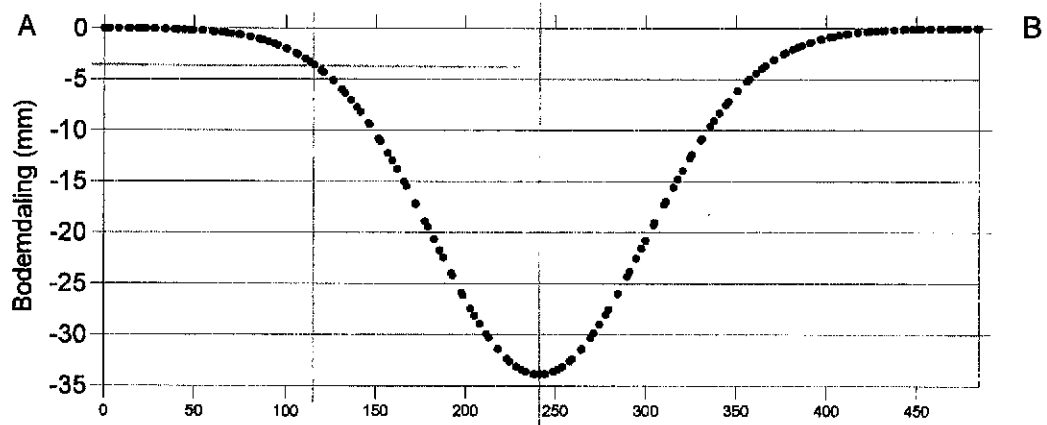


D

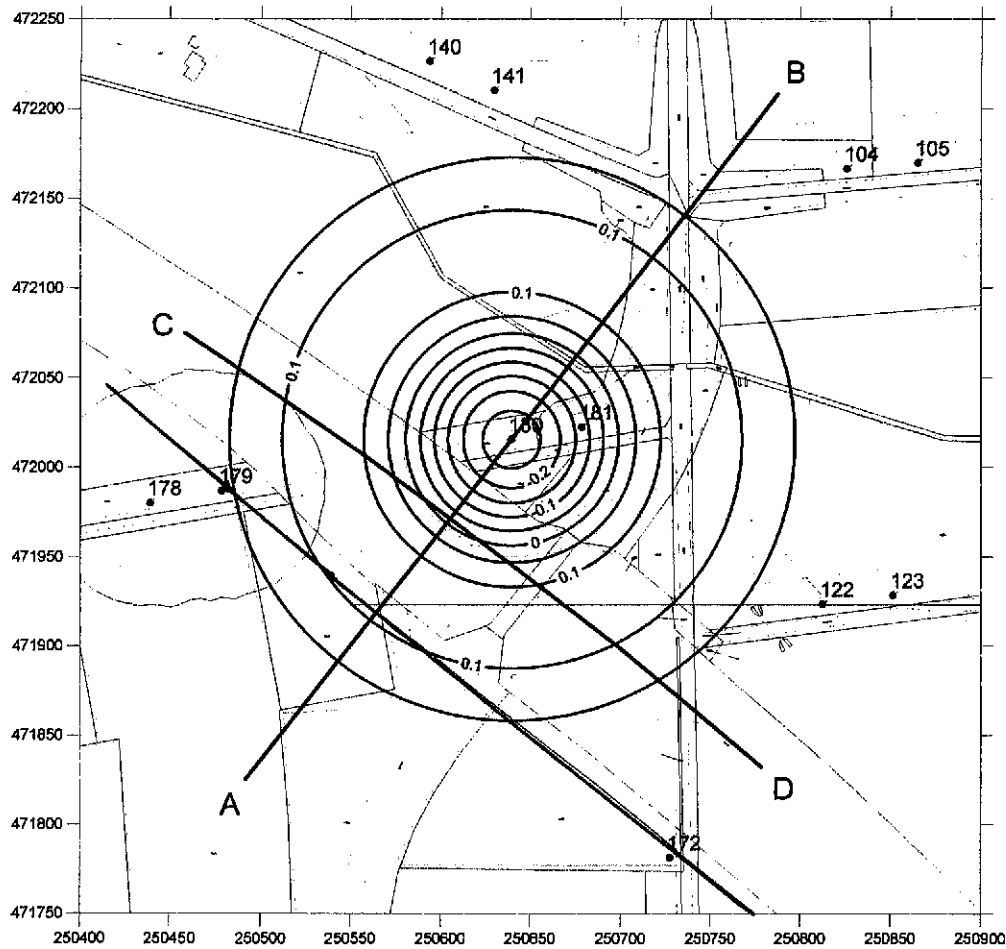
Phase II bodemdaling B180-181 in mm



max subsidence
3.5 mm
length: 205 m.



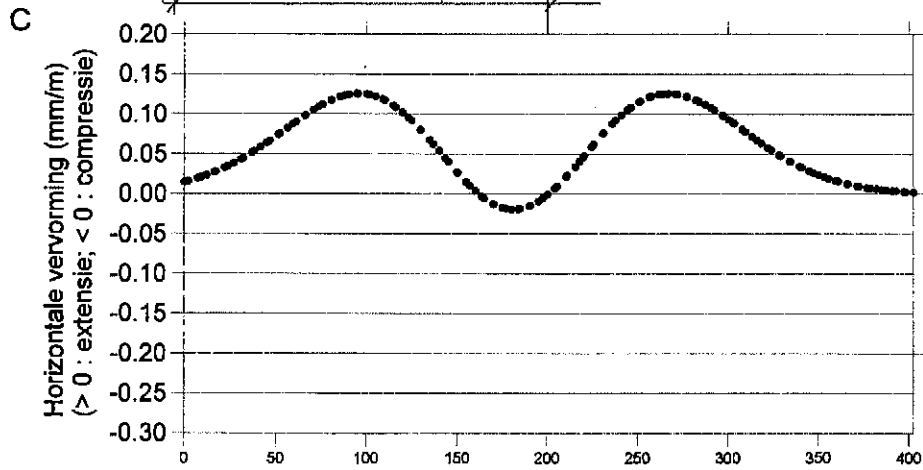
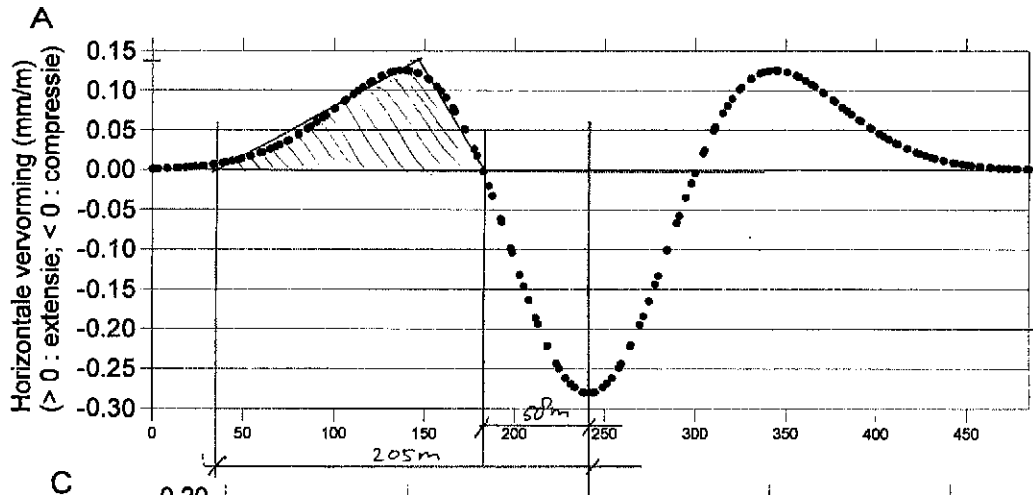
Phase II horizontale vervorming B180-181 in mm/m
(rode contourlijnen = compressie, zwarte contourlijnen = extensie)



$y = 120m$
max verplaatsing
10,3 mm

$x_1 = 205m$

$x_2 = 58m$



B

D

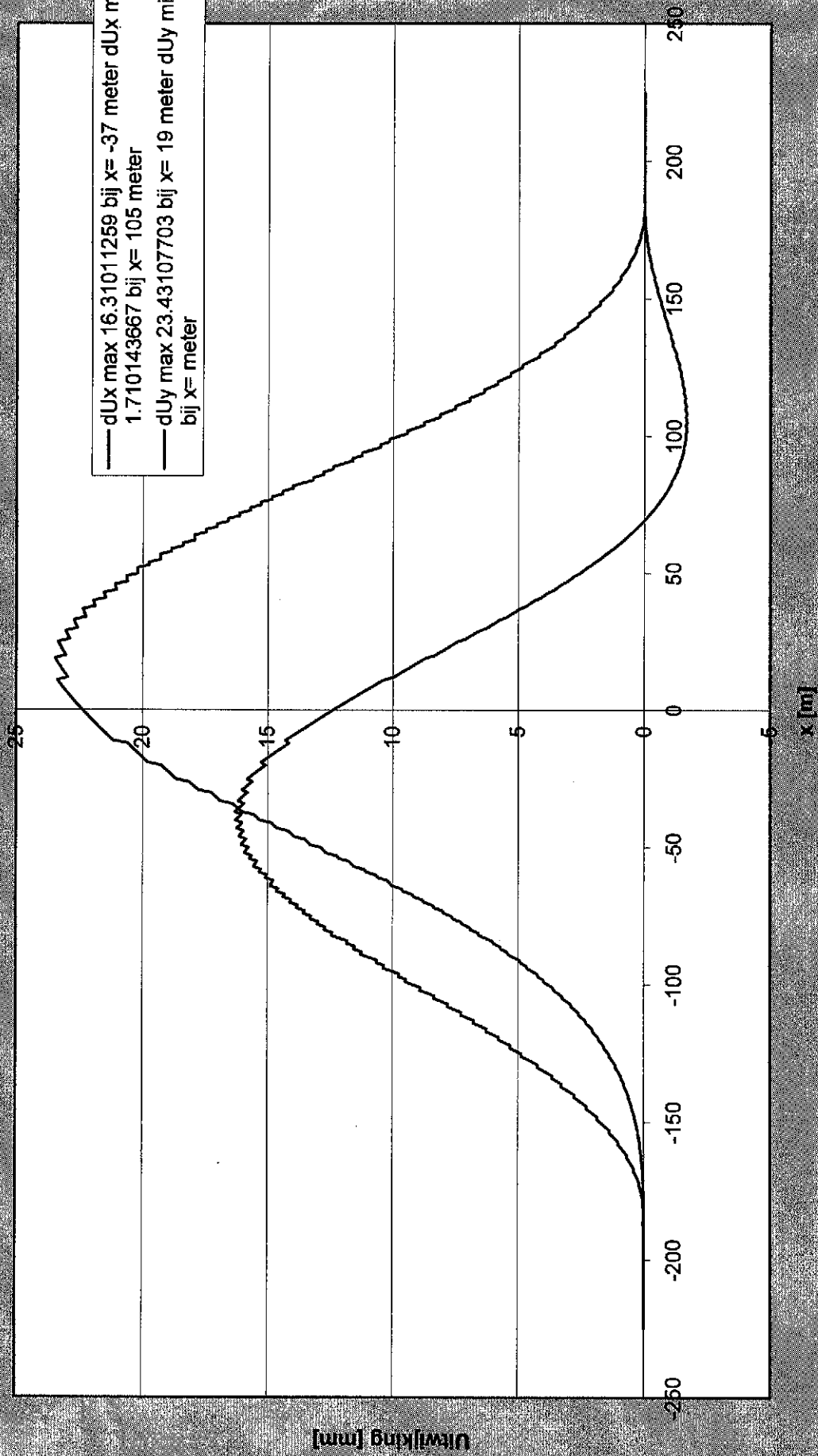
Bijlage 4. Bepaling horizontale grondverplaatsingen

Omschrijving

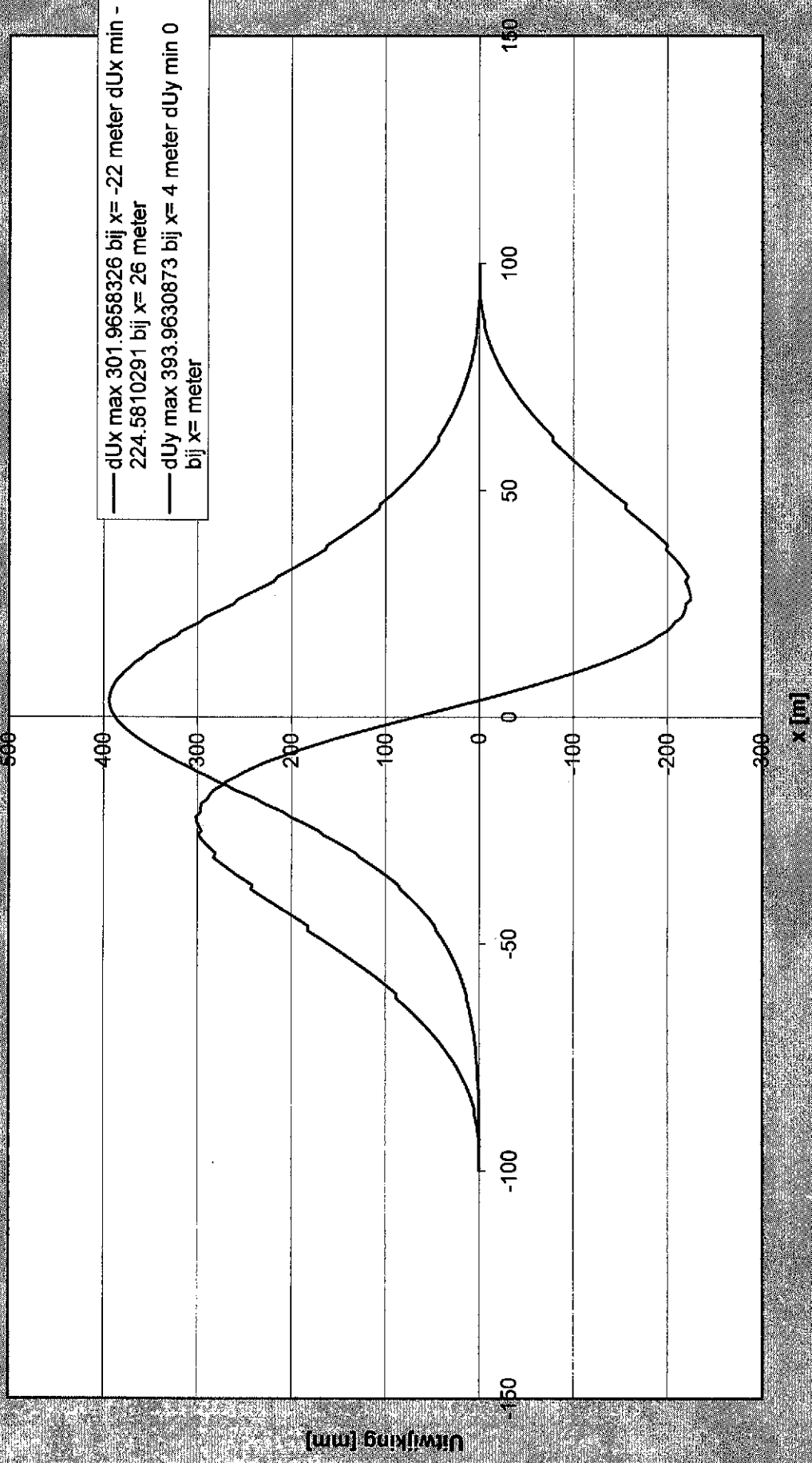
Datum

- | | |
|--|------------|
| • Horizontale grondverplaatsing caverne B149-150 | 02-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing caverne B151-152 | 02-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing caverne B153-155 | 02-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing caverne B162-164 | 02-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing caverne B173-175 | 02-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing caverne B180-181 | 02-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing in X-richting | 09-11-2009 |
| • Horizontale grondverplaatsing in Y-richting | 09-11-2009 |

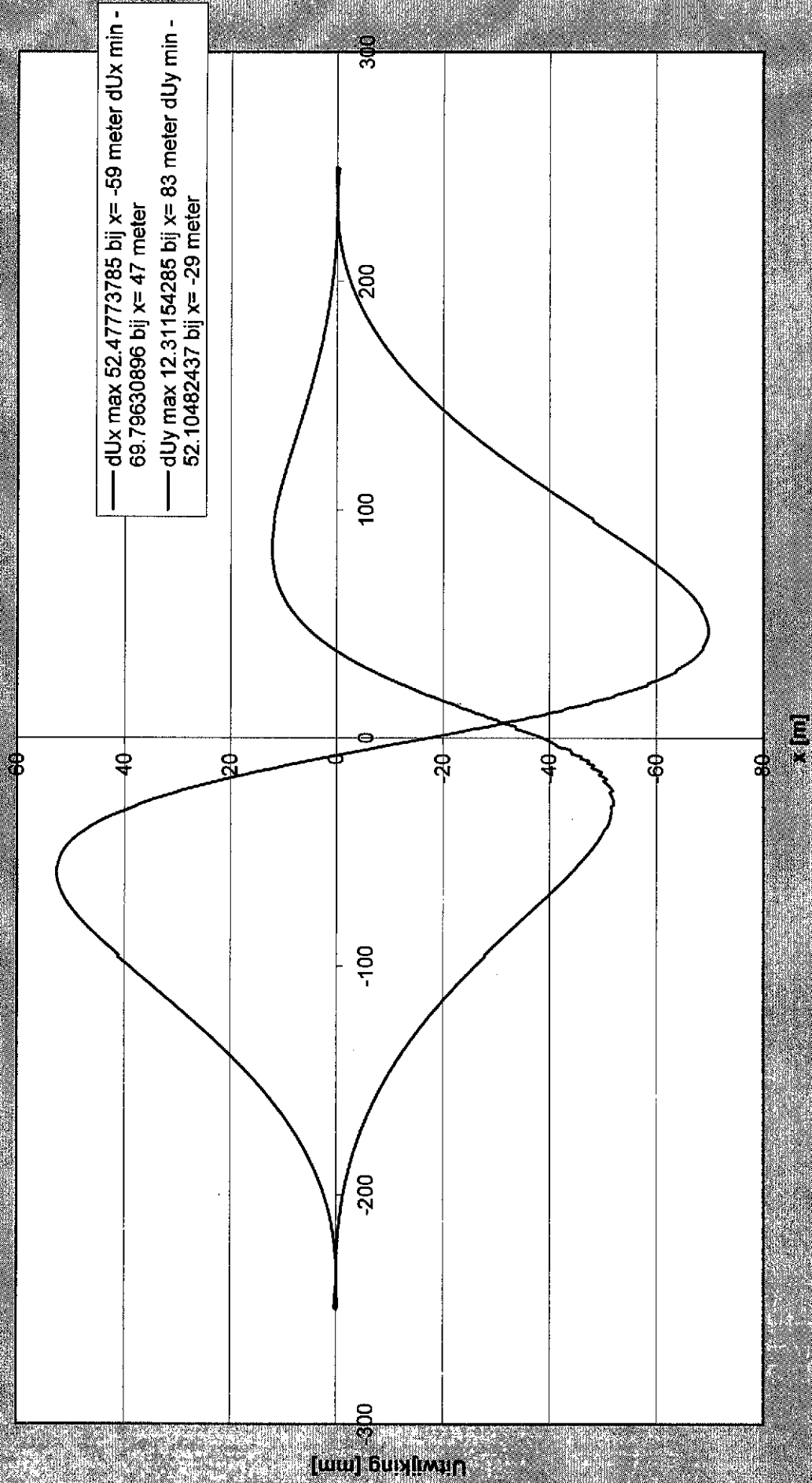
B149-150



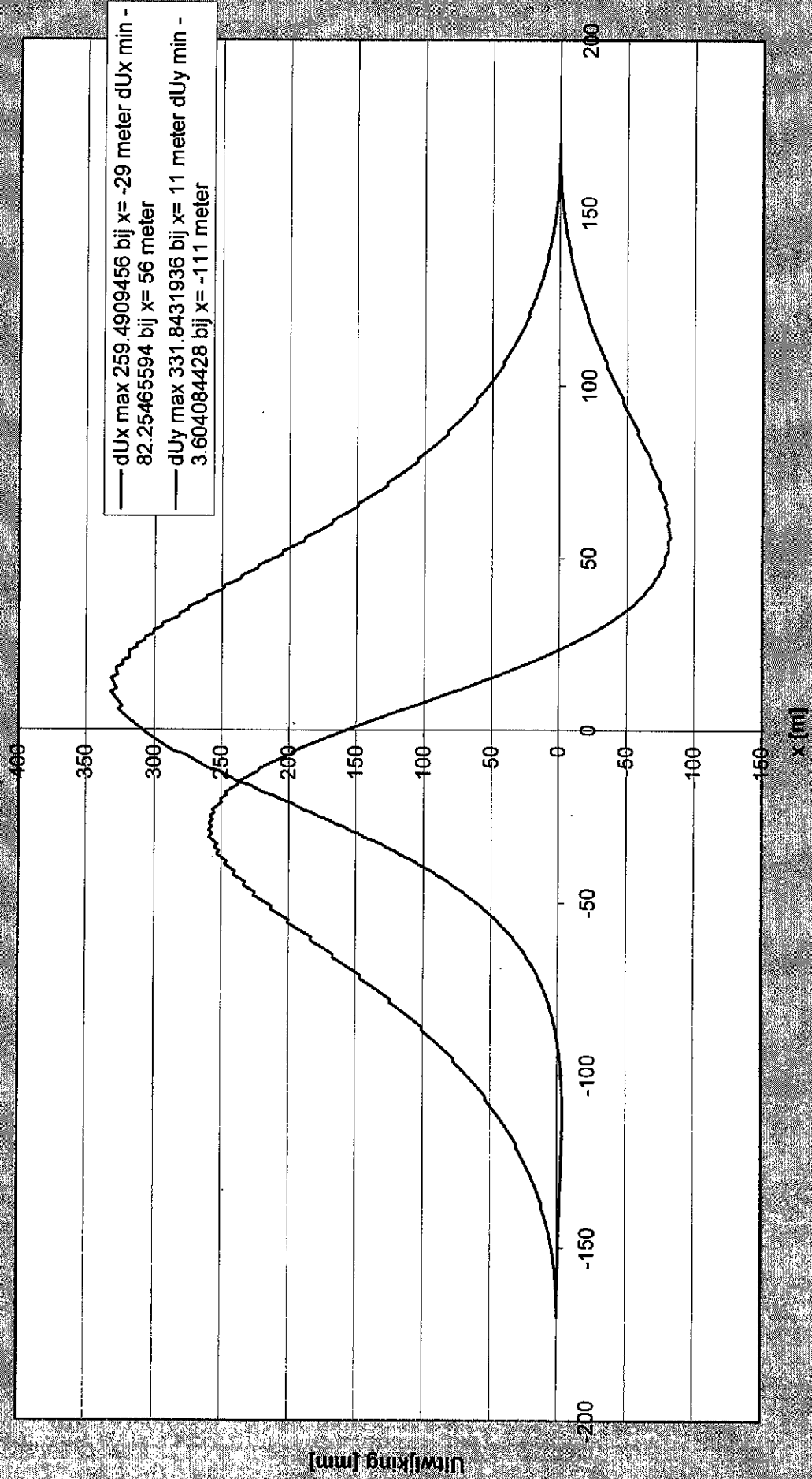
B151-152



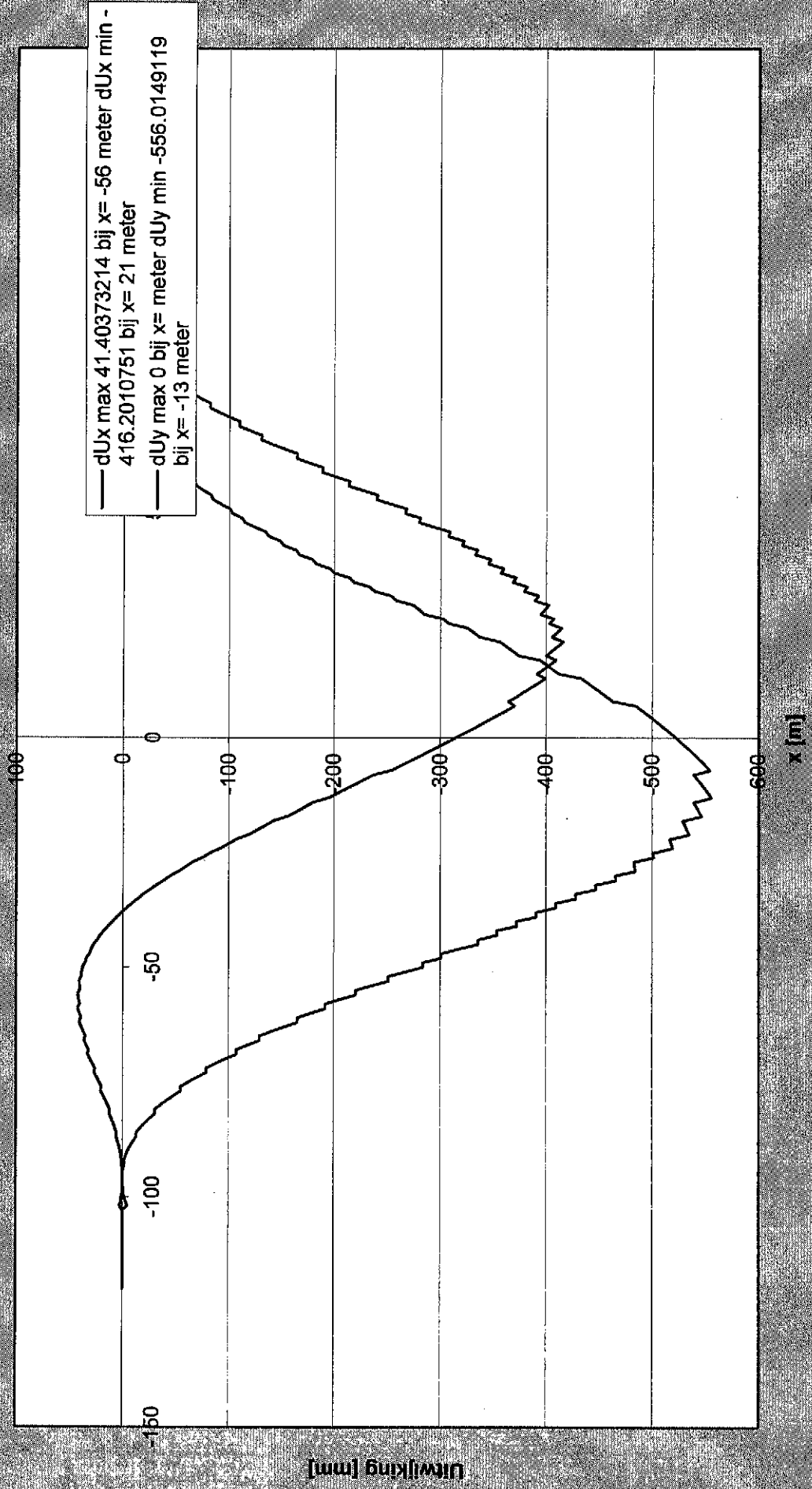
B153-155



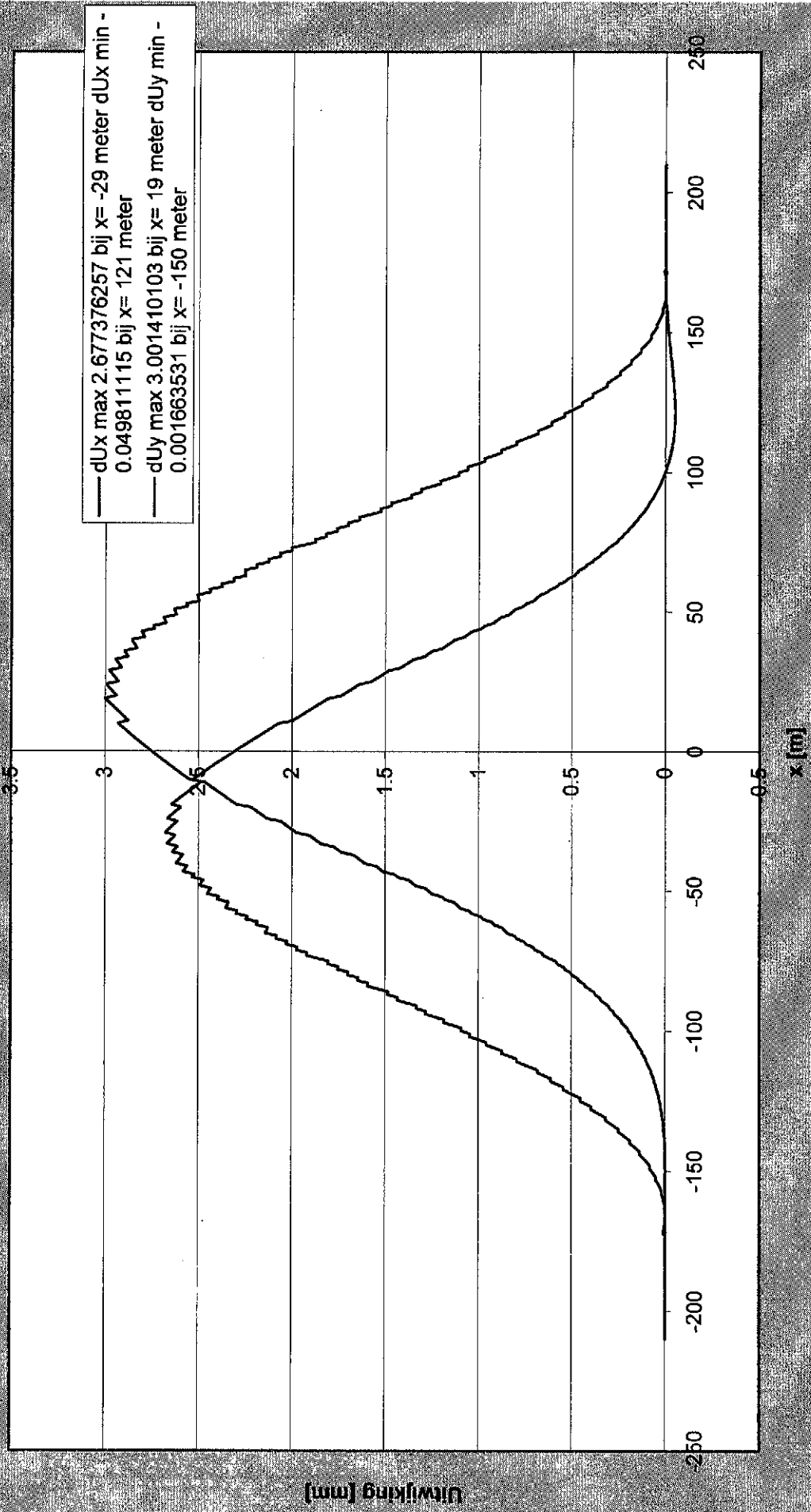
B162-164



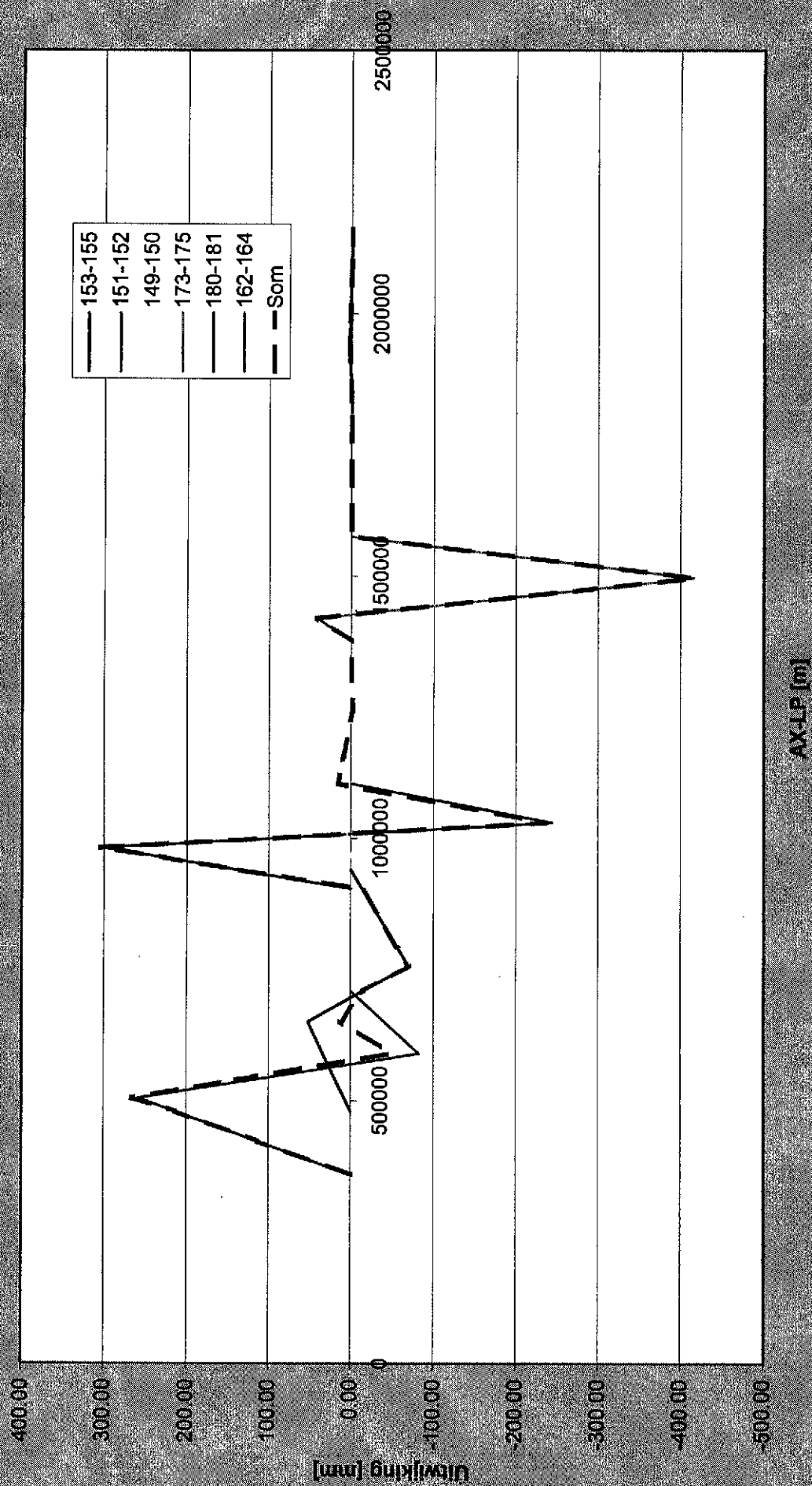
B173-175



B180-181



X-displacement

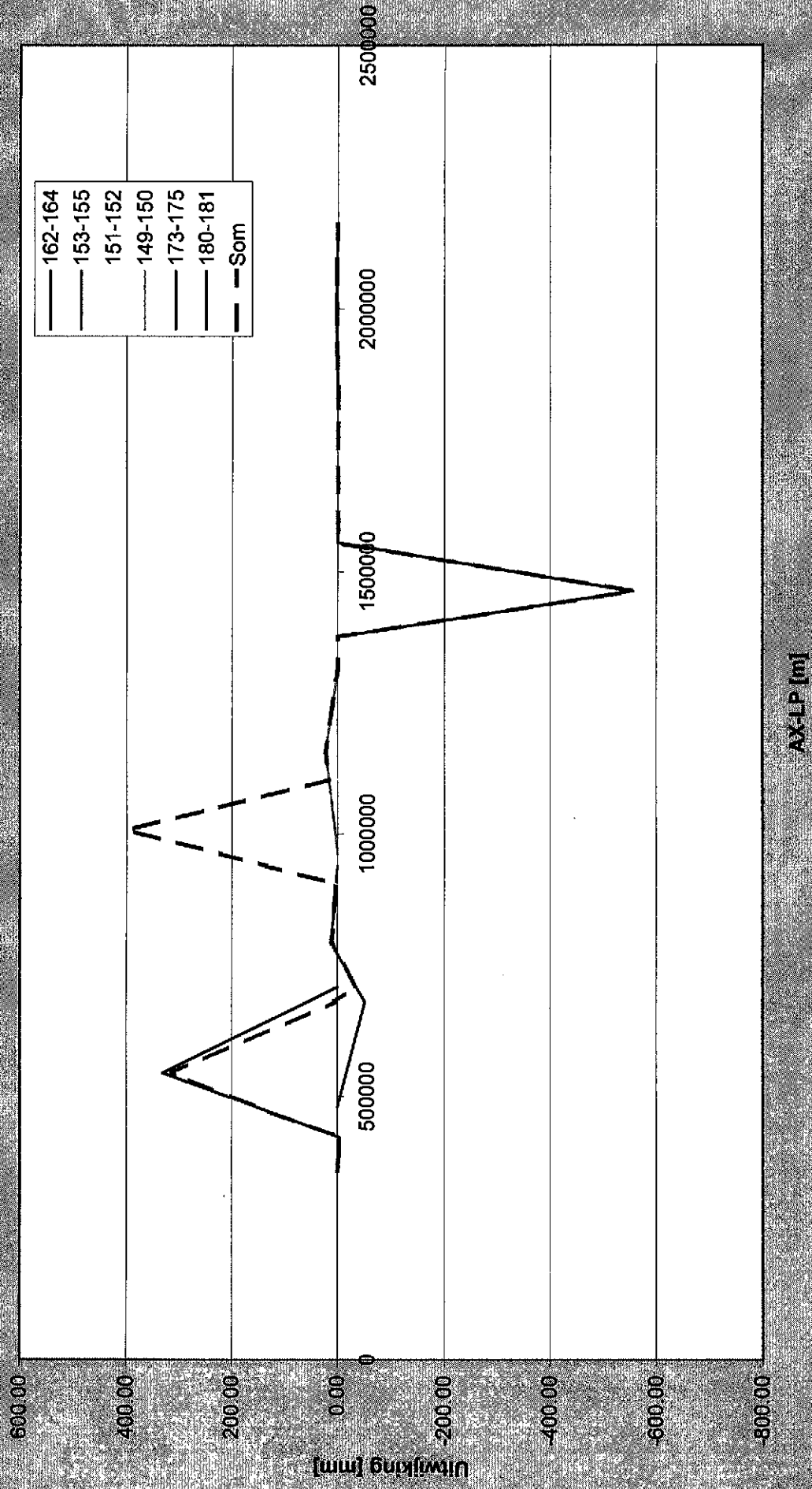


AX-LP [m]

AX-LP	sinkhole	X-displ					Som
		162-164	153-155	151-152	149-150	173-175	180-181
358800	162-164s	0.00					0.00
422800	162-164a	113.75					113.75
479264	153-155s	214.10	0.00				214.10
504800	162-164b	259.49	7.84				267.33
533800	162-164m	142.90	16.74				159.63
544800	162-164c	98.67	20.11				118.78
589800	162-164d	-82.25	33.92				-48.33
650264	153-155a	-40.46	52.48				12.02
680264	153-155b	-19.72	17.87				-1.85
708800	162-164e	0.00	-15.04				-15.04
709264	153-155m		-15.58				-15.58
756264	153-155c		-69.80				-69.80
792264	153-155d		-56.07				-56.07
903686	151-152s	-13.57	0.00				-13.57
923686	151-152a	-5.94	77.43				71.49
939264	153-155e	0.00	137.74				137.74
982416	149-150s		227.37	0.00			227.37
977416	149-150a		285.44	1.77			287.21
981686	151-152b		301.97	2.28			304.25
1003686	151-152m		51.47	4.88			56.35
1007686	151-152c		5.92	5.35			11.27
1029686	151-152d		-244.58	7.95			-236.63
1100416	149-150b		-10.81	16.31			5.50
1103686	151-152e		0.00	16.06			16.06
1137416	149-150m			11.61			11.61
1156416	149-150c			9.20			9.20
1242416	149-150d			-1.71			-1.71
1312416	149-150e			0.00			0.00
1375618	173-175s				0.00		0.00
1419618	173-175a				41.40		41.40
1462618	173-175b				-214.14		-214.14
1475618	173-175m				-291.40		-291.40
1496618	173-175c				-416.20		-416.20
1555618	173-175d				-105.37		-105.37
1575618	173-175e				0.00		0.00
1811394	180-181s					0.00	0.00
1851394	180-181a					0.73	0.73
1957394	180-181b					2.68	2.68
1986394	180-181m					2.15	2.15
2005394	180-181c					1.81	1.81
2107394	180-181d					-0.05	-0.05
2161394	180-181e					0.00	0.00

blauw = gegeven
zwart = geïnterpoleerd

Y-displacement



AX-LP [m]

AX-LP	sinkhole	Y-displ						Som
		162-164	153-155	151-152	149-150	173-175	180-181	
358800	162-164s	0.00						0.00
422800	162-164a	-3.60						-3.60
479264	153-155s	151.65	0.00					151.65
533800	162-164m	301.60	-14.14					287.46
544800	162-164c	331.84	-16.99					314.85
680264	153-155b	57.74	-52.10					5.64
708800	162-164e	0.00	-35.69					-35.69
756264	153-155c		-8.39					-8.39
792264	153-155d		12.31					12.31
903686	151-152s		2.98	0.00				2.98
939264	153-155e		0.00	134.77				134.77
962416	149-150s			222.47	0.00			222.47
1007686	151-152c			393.96	5.47			399.43
1103686	151-152e			0.00	17.06			17.06
1156416	149-150c				23.43			23.43
1312416	149-150e				0.00			0.00
1375618	173-175s					0.00		0.00
1462618	173-175b					-556.01		-556.01
1555618	173-175d					0.00		0.00
1575618	173-175e					0.00		0.00
1811394	180-181s						0.00	0.00
1851394	180-181a						0.00	0.00
2005394	180-181c						3.00	3.00
2161394	180-181e						0.00	0.00

blauw = gegeven
zwart = geïnterpoleerd

Bijlage 5. Berekening grondmechanische parameters

Omschrijving

Datum

- | | |
|--|------------|
| • Omrekening grondmechanische parameters | 28-10-2009 |
| • Berekening grondmechanische parameters | 28-10-2009 |

Omrekening grondmechanische parameters
 Gasunie Noord-Zuid, leiding A-670
 40829
 Akzo Sinkholes
 28 oktober 2009

Rekenwaarden exclusief rekenfactor		Doorsnede Ident Grondsoort	1 dummy1 zand	2 knp13 leem	3 knp25 leem	4 knp4 zand	5 pers-s zand	6 pers-e zand	7 knp3 zand	8 knp10 zand	9 pers1-s zand	10 pers1-e zand	11 knp30-1 zand	12 vb3 zand	13 pers2-s zand	14 pers2-e zand	15 knp2 zand	16 pers3-s zand	17 pers3-e zand	18 vb7 zand	19 knp5 zand	20 vb9 zand	21 pers4-s zand	22 weg zand	23 pers4-e zand	24 knp3-2 zand	25 vb10 zand	26 knp90 zand	27 pers5-s zand	28 pers5-e zand	29 vb11 zand	30 knp29 zand	
Horizontale beddingsconstante	KLH	N/mm ³	0.0133	0.0099	0.0099	0.0133	0.0146	0.0146	0.0133	0.0151	0.0151	0.0151	0.0151	0.0133	0.0133	0.0133	0.0133	0.0169	0.0169	0.0169	0.0133	0.0133	0.0133	0.0349	0.0133	0.0133	0.0133	0.0133	0.0163	0.0160	0.0160	0.0163	0.0133
Verticale beddingsconstante, omlaag	KLS	N/mm ³	0.0068	0.0094	0.0094	0.0068	0.0237	0.0237	0.0068	0.0084	0.0253	0.0253	0.0084	0.0068	0.0204	0.0204	0.0068	0.0313	0.0313	0.0104	0.0068	0.0068	0.0204	0.0943	0.0204	0.0068	0.0068	0.0097	0.0286	0.0286	0.0087	0.0068	
Verticale beddingsconstante, omhoog	KLT	N/mm ³	0.00057	0.0004	0.0004	0.0006	0.0018	0.0018	0.0006	0.0013	0.0023	0.0023	0.0013	0.0006	0.0010	0.0010	0.0006	0.0047	0.0047	0.0027	0.0006	0.0006	0.0010	0.0837	0.0010	0.0006	0.0006	0.0022	0.0037	0.0037	0.0022	0.0006	
Wrijving	F	N/mm ²	0.0090	0.0092	0.0092	0.0090	0.0105	0.0105	0.0090	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112	0.0090	0.0090	0.0090	0.0090	0.0138	0.0138	0.0138	0.0090	0.0090	0.0090	0.0402	0.0090	0.0090	0.0090	0.0129	0.0127	0.0127	0.0129	0.0090	
Axiale verplaatsing	UF	mm	2.5	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buis	RVS	N/mm ²	1.03	0.65	0.65	1.03	1.20	1.20	1.03	1.28	1.28	1.28	1.28	1.03	1.03	1.03	1.03	1.59	1.59	1.59	1.03	1.03	1.03	4.79	1.03	1.03	1.03	1.48	1.45	1.45	1.48	1.03	
Passieve grondlast, top	RVT	N/mm ²	0.046	0.046	0.046	0.046	0.062	0.062	0.046	0.070	0.070	0.070	0.070	0.046	0.046	0.046	0.046	0.105	0.105	0.105	0.046	0.046	0.046	0.847	0.046	0.046	0.046	0.092	0.090	0.090	0.092	0.046	
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	RH	N/mm ²	0.29	0.22	0.22	0.29	0.37	0.37	0.29	0.40	0.40	0.40	0.40	0.29	0.29	0.29	0.29	0.55	0.55	0.55	0.29	0.29	0.29	2.08	0.29	0.29	0.29	0.50	0.49	0.49	0.50	0.29	
Neutrale grondlast, top	SOILNB	N/mm ²	0.028	0.028	0.028	0.028	0.033	0.033	0.028	0.035	0.035	0.035	0.035	0.028	0.028	0.028	0.028	0.044	0.044	0.044	0.028	0.028	0.028	0.135	0.028	0.028	0.028	0.041	0.040	0.040	0.041	0.028	

Rekenwaarden inclusief rekenfactoren		Doorsnede Ident Grondsoort	1 dummy1 zand	2 knp13 leem	3 knp25 leem	4 knp4 zand	5 pers-s zand	6 pers-e zand	7 knp3 zand	8 knp10 zand	9 pers1-s zand	10 pers1-e zand	11 knp30-1 zand	12 vb3 zand	13 pers2-s zand	14 pers2-e zand	15 knp2 zand	16 pers3-s zand	17 pers3-e zand	18 vb7 zand	19 knp5 zand	20 vb9 zand	21 pers4-s zand	22 weg zand	23 pers4-e zand	24 knp3-2 zand	25 vb10 zand	26 knp90 zand	27 pers5-s zand	28 pers5-e zand	29 vb11 zand	30 knp29 zand
Horizontale beddingsconstante	KLH	N/mm ³	0.0227	0.0058	0.0058	0.0227	0.0248	0.0248	0.0227	0.0257	0.0257	0.0257	0.0257	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0287	0.0287	0.0287	0.0227	0.0227	0.0227	0.0593	0.0227	0.0227	0.0227	0.0277	0.0272	0.0272	0.0277	0.0227
Verticale beddingsconstante, omlaag	KLS	N/mm ³	0.0136	0.0059	0.0059	0.0136	0.0474	0.0474	0.0136	0.0166	0.0505	0.0505	0.0166	0.0136	0.0407	0.0407	0.0136	0.0826	0.0826	0.0209	0.0136	0.0136	0.0407	0.1888	0.0407	0.0136	0.0136	0.0194	0.0573	0.0573	0.0194	0.0136
Verticale beddingsconstante, omhoog	KLT	N/mm ³	0.0008	0.0002	0.0002	0.0008	0.0025	0.0025	0.0008	0.0019	0.0032	0.0032	0.0019	0.0008	0.0014	0.0014	0.0008	0.0066	0.0066	0.0038	0.0008	0.0008	0.0014	0.1172	0.0014	0.0008	0.0008	0.0030	0.0051	0.0051	0.0030	0.0008
Wrijving	F	N/mm ²	0.0079	0.0039	0.0039	0.0079	0.0092	0.0092	0.0079	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.0121	0.0121	0.0121	0.0079	0.0079	0.0079	0.0353	0.0079	0.0079	0.0079	0.0113	0.0111	0.0111	0.0113	0.0079
Axiale verplaatsing	UF	mm	4.0	5.3	5.3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buis	RVS	N/mm ²	2.07	0.41	0.41	2.07	2.41	2.41	2.07	2.57	2.57	2.57	2.57	2.07	2.07	2.07	2.07	3.18	3.18	3.18	2.07	2.07	2.07	9.58	2.07	2.07	2.07	2.96	2.91	2.91	2.96	2.07
Passieve grondlast, top	RVT	N/mm ²	0.069	0.069	0.069	0.069	0.093	0.093	0.069	0.105	0.105	0.105	0.105	0.069	0.069	0.069	0.069	0.158	0.158	0.158	0.069	0.069	0.069	1.270	0.069	0.069	0.069	0.136	0.135	0.135	0.138	0.069
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	RH	N/mm ²	0.47	0.11	0.11	0.47	0.59	0.59	0.47	0.64	0.64	0.64	0.64	0.47	0.47	0.47	0.47	0.88	0.88	0.88	0.47	0.47	0.47	3.33	0.47	0.47	0.47	0.79	0.76	0.76	0.79	0.47
Neutrale grondlast, top	SOILNB	N/mm ²	0.030	0.030	0.030	0.030	0.036	0.036	0.030	0.039	0.039	0.039	0.039	0.030	0.030	0.030	0.030	0.048	0.048	0.048	0.030	0.030	0.030	0.148	0.030	0.030	0.030	0.045	0.044	0.044	0.045	0.030



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

open ontgraving
 1.70 m dekking

Idents		Boring
knip29	knip2	B40-K019-1
vb10	vb3	B44-K021-1
knip3-2	knip3	B46-K021-3
vb9	knip4	B50-K024-1
knip5		

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	1.70	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwaterniveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	10.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	2.7	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	9.4	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	33.0	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.13	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{H1})	KLH	0.0133	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0088	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0006	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0090	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdragvermogen, buis (P_{we})	RVS	1.03	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.046	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdragvermogen (q_{he})	RH	0.29	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.028	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.029	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.013	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.007	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

open ontgraving
 2.53 m dekking

Idents
 knp30-1
 knp10

Boring
 B44-K021-1

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	2.53	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwatermiveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	10.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	3.8	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	10.4	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	38.9	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.54	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante ($k_{h,1}$)	KLH	0.0151	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0084	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0013	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0112	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buis (P _{we})	RVS	1.28	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.070	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{ho})	RH	0.40	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (q_n)	SOILNB	0.035	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.020	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.008	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.004	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

open ontgraving
 3.52 m dekking

Idents	Boring
vb7	B96-K009-1

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	3.52	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwaterniveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	10.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	5.1	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	11.5	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	44.3	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.85	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{h1})	KLH	0.0189	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag (k_{v1})	KLS	0.0104	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0027	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0138	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buisas (P_{we})	RVS	1.59	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.105	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{he})	RH	0.55	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.044	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.015	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.005	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.003	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

open ontgraving
 3.17 m dekking

Idents	Boring
knp90 vb11	B50-K024-1

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_o	782	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	782	mm
Gronddekking	H	3.17	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwatermiveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.6	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	10.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	4.7	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	11.2	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	42.6	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.75	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante ($k_{h,1}$)	KLH	0.0163	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0097	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0022	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_o$)	F	0.0129	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdragvermogen, buis (P_{we})	RVS	1.48	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.092	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdragvermogen (q_{hb})	RH	0.50	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.041	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.016	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.006	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.003	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

open ontgraving
 1.70 m dekking

Idents
 knp13
 knp25

Boring
 B41-K019-2

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)

klei/veen

Uitwendige diameter leiding

D_u

762

mm

Uitwendige diameter isolatie

D_{iso}

762

mm

Gronddekking

H

1.70

m

Hoogte droge grond

H_d

1.5

m - mv

Grondwaterniveau

H_w

1.5

m - mv

Volumegewicht droog

γ_d

17.0

kN/m³

Volumegewicht nat

γ_n

19.3

kN/m³

Hoek van inwendige wrijving

φ

27.5

°

Wrijvingshoek buis/grond

δ

18.3

°

Gedraineerde cohesie

c'

2.0

kN/m²

Ongedraineerde cohesie

c_u

44.0

kN/m²

Alfa-factor

α

0.6

-

Elasticiteitsmodulus grond

E

2.0

N/mm²

Adhesie

a

2.0

kN/m²

Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen

27.5

°

Diepte/breedte verhouding

D/B

2.7

-

Gronddrukfactor, verticale korrelspanning

K_q'

6.3

-

Gronddrukfactor, cohesie

K_c'

23.2

-

Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie

K_{cu}

6.13

-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)

PLE notatie

Waarde

Eenheid

Rekenfactor

Horizontale beddingsconstante (k_{h1})

KLH

0.0099

N/mm³

1.70 L

Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)

KLS

0.0084

N/mm³

1.80 L

Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)

KLT

0.0004

N/mm³

1.90 L

Wrijving ($W/\pi D_u$)

F

0.0092

N/mm²

2.36 L

Axiale verplaatsing (u_{max})

UF

3.5

mm

1.50 H

Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buis (P_{wb})

RVS

0.65

N/mm²

1.60 L

Passieve grondlast, top (q_p)

RVT

0.046

N/mm²

1.50 H

Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{ho})

RH

0.22

N/mm²

2.00 L

Neutrale grondlast, top (Q_n)

SOILNB

0.028

N/mm²

1.10 H

Verkeerslast

Wegkruising conform grafiek I

0.029

N/mm²

Wegkruising conform grafiek II

0.013

N/mm²

Leiding in open veld

0.007

N/mm²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

persing
 2.27 m dekking

Idents	Boring
pers-s	B43-K020-2
pers-e	

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	2.27	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwaterniveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	30.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	3.5	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	10.1	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	37.2	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.43	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante ($k_{h,1}$)	KLH	0.0146	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0237	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0018	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0105	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buis (P _{we})	RVS	1.20	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.082	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{he})	RH	0.37	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.033	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.022	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.009	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.005	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

persing
 2.53 m dekking

Idents
 pers1-s
 pers1-e

Boring
 B44-K021-1

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	2.53	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwaterniveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	30.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	3.8	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	10.4	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	38.9	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.54	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{h1})	KLH	0.0151	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag (k_{v1})	KLS	0.0263	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0023	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0112	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buisas (P_{we})	RVS	1.28	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.070	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{he})	RH	0.40	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.035	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.020	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.008	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.004	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

persing
 1.70 m dekking

Idents	Boring
pers2-s	B46-K021-3
pers2-e	B97-K021-3
pers4-s	
pers4-e	

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	1.70	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwaterniveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	ϕ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	30.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	2.7	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	9.4	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	33.0	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.13	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{h1})	KLH	0.0133	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0204	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0010	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0090	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buisas (P_{we})	RVS	1.03	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.046	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{he})	RH	0.29	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.028	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.029	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.013	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.007	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

persing
 3.52 m dekking

Idents
 pers3-s
 pers3-e

Boring
 B46-K021-3

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	3.52	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwatermiveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	30.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	5.1	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	11.5	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	44.3	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.85	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{h1})	KLH	0.0169	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag (k_{v1})	KLS	0.0313	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0047	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0138	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdragvermogen, buisas (P_{we})	RVS	1.59	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.105	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdragvermogen (q_{he})	RH	0.55	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.044	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.015	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.005	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.003	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

persing
 8.16 m dekking

Idents
 weg

Boring
 B97-K021-3

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	782	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	782	mm
Gronddekking	H	8.16	m
Hoogte droge grond	H_d	7.7	m - mv
Grondwaterniveau	H_w	7.7	m - mv
Volumegegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.6	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	30.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	11.2	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	15.0	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	58.6	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	7.46	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{h1})	KLH	0.0349	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0943	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0837	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0402	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdraagvermogen, buisas (P_{we})	RVS	4.79	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.847	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (q_{he})	RH	2.08	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.135	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.006	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.002	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.001	N/mm ²



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening grondparameters

conform NEN 3650-1:2006

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40829
Case: Berekening grondparameters
Datum: 28 oktober 2009

persing
 3.17 m dekking

Idents
 pers5-s
 pers5-e

Boring
 B50-K024-1

Grondsoort (Zand, Klei, Veen)		zand	
Uitwendige diameter leiding	D_u	762	mm
Uitwendige diameter isolatie	D_{iso}	762	mm
Gronddekking	H	3.17	m
Hoogte droge grond	H_d	1.5	m - mv
Grondwatervniveau	H_w	1.5	m - mv
Volumegewicht droog	γ_d	17.0	kN/m ³
Volumegewicht nat	γ_n	19.0	kN/m ³
Hoek van inwendige wrijving	φ	32.5	°
Wrijvingshoek buis/grond	δ	21.7	°
Gedraineerde cohesie	c'	0.0	kN/m ²
Ongedraineerde cohesie	c_u	0.0	kN/m ²
Alfa-factor	α	0.8	-
Elasticiteitsmodulus grond	E	30.0	N/mm ²
Adhesie	a	0.0	kN/m ²
Gronddrukfactoren volgens Brinch Hansen		32.5	°
Diepte/breedte verhouding	D/B	4.7	-
Gronddrukfactor, verticale korrelspanning	K_q'	11.2	-
Gronddrukfactor, cohesie	K_c'	42.6	-
Gronddrukfactor, ongedraineerde cohesie	K_{cu}	6.75	-

Grondparameter (notatie NEN 3650-1:2003)	PLE notatie	Waarde	Eenheid	Rekenfactor
Horizontale beddingsconstante (k_{h1})	KLH	0.0160	N/mm ³	1.70 H
Verticale beddingsconstante, omlaag ($k_{v,1}$)	KLS	0.0286	N/mm ³	2.00 H
Verticale beddingsconstante, omhoog ($k_{v,top}$)	KLT	0.0037	N/mm ³	1.40 H
Wrijving ($W/\pi D_u$)	F	0.0127	N/mm ²	1.14 L
Axiale verplaatsing (u_{max})	UF	2.5	mm	1.60 H
Verticaal evenwichtsdragvermogen, buis (P _{we})	RVS	1.45	N/mm ²	2.00 H
Passieve grondlast, top (q_p)	RVT	0.090	N/mm ²	1.50 H
Horizontaal evenwichtsdragvermogen (q_{hc})	RH	0.49	N/mm ²	1.60 H
Neutrale grondlast, top (Q_n)	SOILNB	0.040	N/mm ²	1.10 H

Verkeerslast	Wegkruising conform grafiek I	0.016	N/mm ²
	Wegkruising conform grafiek II	0.006	N/mm ²
	Leiding in open veld	0.003	N/mm ²

Bijlage 6. Berekening eigengewicht leiding

Omschrijving

Datum

- | | |
|--|------------|
| • Eigengewicht leiding met een diameter van 762,0 mm, wanddikte 10,0 mm; | 03-09-2009 |
| • Eigengewicht leiding met een diameter van 762,0 mm, wanddikte 11,9 mm. | 03-09-2009 |



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening eigengewicht

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40539.02
Case: Berekening eigengewicht, wanddikte 10.0 mm
Datum: 3 september 2009

INVOER

Diameter buis	D_b	762.00	mm (30 inch)
Wanddikte	t	10.00	mm
Dikte externe coating	t_{ec}	0.00	mm
Dikte interne coating	t_{ic}	0.00	mm
Dichtheid (grond-)water	ρ_w	1000	kg/m ³
Dichtheid buis	ρ_b	7850	kg/m ³
Dichtheid externe coating	ρ_{ec}	0	kg/m ³
Dichtheid interne coating	ρ_{ic}	0	kg/m ³
Dichtheid medium	ρ_m	10	kg/m ³

UITVOER

Eigengewicht leiding, beneden grondwaterspiegel <i>DEADW</i>	-2.66	N/mm, de leiding drijft op
Eigengewicht leiding, boven grondwaterspiegel	1.90	N/mm



TEBODIN Pijpleidingen

Consultants & Engineers

Berekening eigengewicht

Project: Noord-Zuid, leiding A-670
Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Ordernummer: 40539.02
Case: Berekening eigengewicht, wanddikte 11.9 mm
Datum: 3 september 2009

INVOER

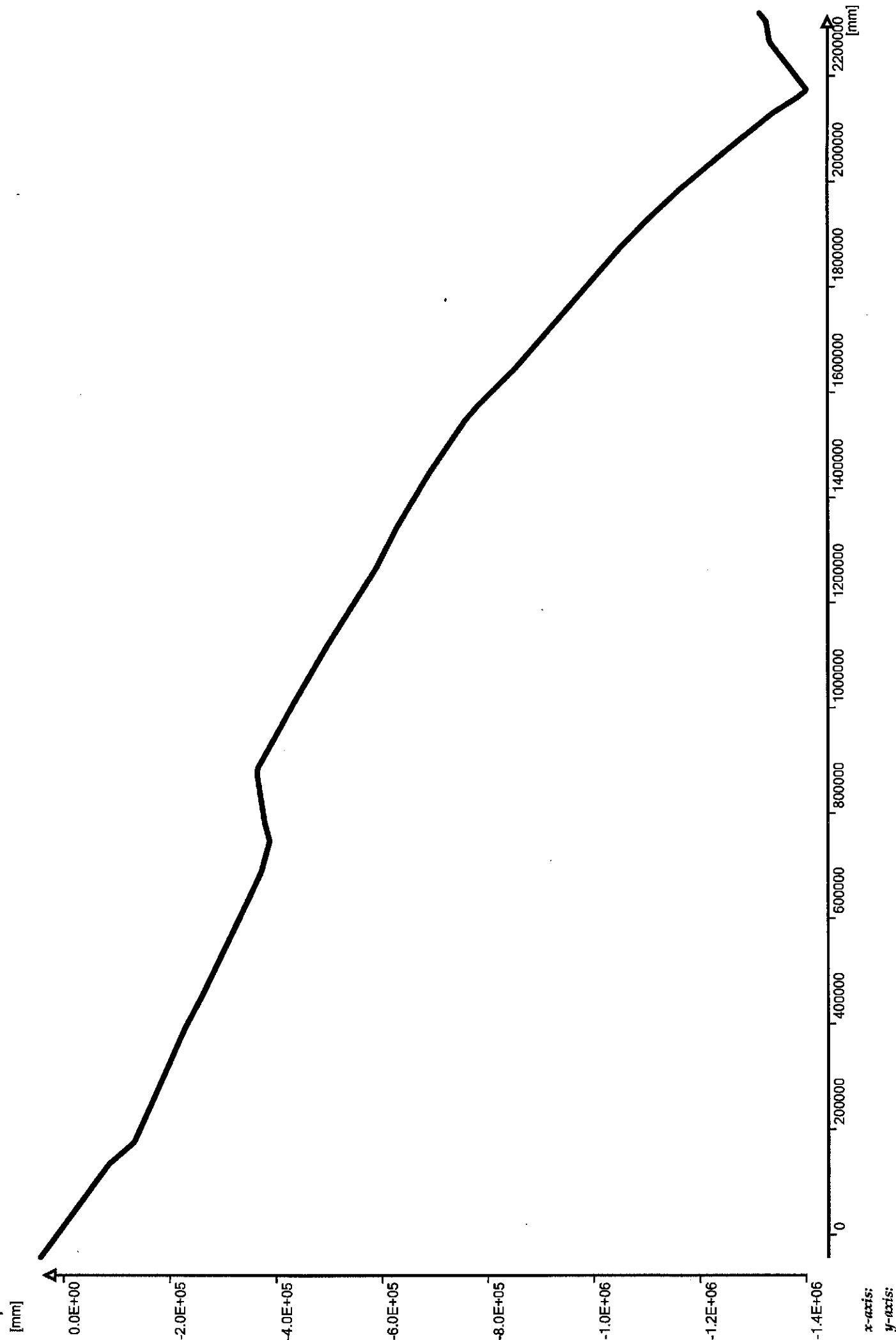
Diameter buis	D_b	762.00	mm (30 inch)
Wanddikte	t	11.90	mm
Dikte externe coating	t_{ec}	0.00	mm
Dikte interne coating	t_{ic}	0.00	mm
Dichtheid (grond-)water	ρ_w	1000	kg/m ³
Dichtheid buis	ρ_b	7850	kg/m ³
Dichtheid externe coating	ρ_{ec}	0	kg/m ³
Dichtheid interne coating	ρ_{ic}	0	kg/m ³
Dichtheid medium	ρ_m	10	kg/m ³

UITVOER

Eigengewicht leiding, beneden grondwaterspiegel <i>DEADW</i>	-2.32	N/mm, de leiding drijft op
Eigengewicht leiding, boven grondwaterspiegel	2.24	N/mm

Bijlage 7. Berekeningsresultaten PLE

Omschrijving	Datum
• Horizontale configuratie	10-11-2009
• Belastingcombinatie 4 zonder bodemdaling ○ Volledige invoer ○ Berekende spanningen ○ Berekende vervorming ○ Verplaatsingen	10-11-2009
• Belastingcombinatie 3 zonder bodemdaling ○ Verkorte invoer ○ Berekende spanningen ○ Berekende vervorming	10-11-2009
• Belastingcombinatie 4 met bodemdaling en sinkholevorming ○ Volledige invoer ○ Berekende spanningen ○ Berekende vervorming ○ Verplaatsingen	10-11-2009
• Belastingcombinatie 3 met bodemdaling en sinkholevorming ○ Verkorte invoer ○ Berekende spanningen ○ Berekende vervorming	10-11-2009



Pipeline origin
Ple4Win: A670 bc4 [27-10-2009] Occ.:1

	Definition name	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	Bend radius	Angle	MD	MD2	MD3
		mm	mm	mm			mm	mm	mm
1	start	0	0	18020					

Pipeline polygon points
Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:5

	Definition name	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	Bend radius	Angle	MD	MD2	MD3
		mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1	dummy1	161803	-117557	18020	0			1500	
2	knp13	16180	-11756	18020	30480		750	1500	20
3	knp25	40872	-47018	17700	30480		750	1500	20
4	knp4	215323	-95868	18490	30480		750	1500	20
5	pers-s	13951	-7418	18280	0			1500	
6	pers-e	15893	-8450	18280	0			1500	
7	knp3	30991	-16478	18080	30480		750	1500	20
8	knp10	238540	-111233	17610	30480		750	1500	20
9	pers1-s	4540	-1216	17610	0			1500	
10	pers1-e	49262	-13200	17610	0			1500	
11	knp30-1	3960	-1061	17610	7500		750	1500	20
12	vb3	9659	2588	18280	30480		750	1500	20
13	knp6-1	27143	7273	18280	30480		750	1500	20
14	knp38	97781	15487	18320	30480		750	1500	20
15	knp1-1	127257	-70540	18630	30480		750	1500	20
16	vb5	19053	-11000	18630	30480		750	1500	20
17	vb6	8660	-5000	19200	30480		750	1500	20
18	pers2-s	8660	-5000	19200	0			1500	
19	pers2-e	64952	-37500	19200	30480		750	1500	20
20	knp2	12211	-7050	18500	30480		750	1500	20
21	pers3-s	14162	-8850	17870	30480		750	1500	20
22	pers3-e	114486	-71539	17870	0			1500	
23	vb7	8480	-5299	17870	30480		750	1500	20
24	knp5	6700	-4186	19260	30480		750	1500	20
25	knp4-1	76716	-39089	19090	30480		750	1500	20
26	knp3-1	105260	-63247	19280	30480		750	1500	20
27	knp7-1	100231	-67606	19830	30480		750	1500	20
28	knp4-2	29283	-25455	20060	30480		750	1500	20
29	knp4-3	69014	-69014	21100	30480		750	1500	20
30	vb8	5434	-4724	21100	30480		750	1500	20
31	vb9	7547	-6561	20120	30480		750	1500	20
32	pers4-s	7547	-6561	20120	0			1500	
33	weg	45434	-39495	20120	0			1500	
34	pers4-e	24754	-21519	20120	0			1500	
35	knp3-2	138640	-120518	20760	30480		750	1500	20
36	knp3-3	52512	-50710	21090	30480		750	1500	20
37	knp3-4	57083	-61214	21410	30480		750	1500	20
38	knp1-2	75913	-90470	21330	30480		750	1500	20
39	knp7-2	67589	-83465	21610	30480		750	1500	20
40	knp6-2	29940	-47915	21780	30480		750	1500	20
41	vb10	7819	-10008	21780	30480		750	1500	20
42	knp90	6157	-7880	20630	3750		750	1500	20
43	pers5-s	3546	2770	20630	0			1500	
44	A35	40898	31953	20630	0			1500	
45	pers5-e	30023	23457	20630	0			1500	
46	vb11	7880	6157	20630	30480		750	1500	20
47	knp29	9299	7265	21450	30480		750	1500	20
49	knp30-2	38224	6054	21450	3750		750	1500	20
50	locatie	17019	13782	21450	0			1500	

Polygon point data
Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:10

	Definition name	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	Bend radius	Angle	MD	MD2	MD3
		mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1	start	0	0	18020			90		
2	dummy1	161803	-117557	18020	0.00120046950479491	0.00120046950479491	90		0
3	knp13	177983	-129313	18020	13.0021037172911	12.9988300150597	90.2942964809283		30480
4	knp25	218855	-176331	17700	25.0047252499623	25.0000806719426	89.807961714439		30480
5	knp4	434178	-272199	18490	4.11235465115374	4.00038442799365	90.7614552319139		30480
6	pers-s	448129	-279617	18280	0.761457078345984	0.00167693772044686	90		0
7	pers-e	464022	-288067	18280	0.326475397524575	0.000988879617182192	90.3264738999009		0
8	knp3	495013	-304545	18080	3.00804825224191	2.99970733059723	90.1023138778418		30480

Polygon point data

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:10

	Identical	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	Bend angle	Hor. bend angle	Angle Z-axis, leaving p.	Bend at
		mm	mm	mm	°	°	°	mm
9	knip10	733553	-415778	17610	10.0062740575858	10.0057562941448	90	30480
10	pers1-s	738093	-416994	17610	0.00607328762328052	0.00607328762328052	90	0
11	pers1-e	787355	-430194	17610	0.00137510284702103	0.00137510284702103	90	0
12	knip30-1	791315	-431255	17610	30.219549530999	29.99826515535	86.1667973236951	7500
13	vb3	800974	-428667	18280	3.83320275544753	0.000779515911631279	90	30480
14	knip6-1	828117	-421394	18280	6.00014664334242	6.00010214803746	89.9768501572601	30480
15	knip38	925898	-405907	18320	38.0001995578464	38.0001072374733	89.8779266612127	30480
16	knip1-1	1053155	-476447	18630	1.00675229730092	0.99932467156134	90	30480
17	vb5	1072208	-487447	18630	3.26240126358897	0.0013021825513988	86.7375989960124	30480
18	vb6	1080868	-492447	19200	3.26240100398769	0	90	30480
19	pers2-s	1089528	-497447	19200	0.000763959502023681	0.000763959502023681	90	0
20	pers2-e	1154480	-534947	19200	2.84213059808752	4.87548859382514E-05	92.8421305976696	30480
21	knip2	1166691	-541997	18500	2.11289659600686	2.00183138404236	92.1604534105601	30480
22	pers3-s	1180853	-550847	17870	2.16045405709076	0.00167180282113577	90	30480
23	pers3-e	1295339	-622386	17870	0.000449647816083143	0.000449647816083143	90	0
24	vb7	1303819	-627685	17870	9.97881295470518	0.00436621537636483	80.0211879908327	30480
25	knip5	1310519	-631871	19260	11.2497630003137	4.99601244100637	90.1131267630358	30480
26	knip4-1	1387235	-670960	19090	4.00510264381268	4.00001883825956	89.9113502802015	30480
27	knip3-1	1492495	-734207	19280	3.00448721304906	2.99957498489823	89.739351152923	30480
28	knip7-1	1592726	-801813	19830	7.00024887179569	6.99989996511209	89.6603653016961	30480
29	knip4-2	1622009	-827268	20060	4.00937945780998	4.00036058014501	89.3894976527409	30480
30	knip4-3	1691023	-896282	21100	4.04448963529103	3.99822316494539	90	30480
31	vb8	1696457	-901006	21100	5.59700455507357	0.000354891635765853	95.5970045438579	30480
32	vb9	1704004	-907567	20120	5.59700454385785	0	90	30480
33	pers4-s	1711551	-914128	20120	0.00225645671747543	0.00225645671747543	90	0
34	weg	1756985	-953623	20120	0.001016055566879	0.001016055566879	90	0
35	pers4-e	1781739	-975142	20120	0.199616373635365	0.00087092570436198	89.8003855262881	0
36	knip3-2	1920379	-1095660	20760	3.00040275799262	2.99983904810665	89.7409937920871	30480
37	knip3-3	1972891	-1146370	21090	3.00036964004983	3.00012977818909	89.7809480501911	30480
38	knip3-4	2029974	-1207584	21410	3.01119363470303	3.00013848128231	90.0388117067637	30480
39	knip1-2	2105887	-1298054	21330	1.01727353300481	0.999716541027169	89.8506253431686	30480
40	knip7-2	2173476	-1381519	21610	7.00069480730525	7.00068464259181	89.8276061616767	30480
41	knip6-2	2203416	-1429434	21780	6.00261711220463	6.00015010501227	90	30480
42	vb10	2211235	-1439442	21780	6.56009773771558	0.00249746362675296	96.5600972643959	30480
43	knip90	2217392	-1447322	20630	89.9935207876811	89.9934780859104	90	3750
44	pers5-s	2220938	-1444552	20630	0.00438622827243762	0.00438622827243762	90	0
45	A35	2261836	-1412599	20630	0.000564062086368722	0.000564062086368722	90	0
46	pers5-e	2291859	-1389142	20630	0.00157162406077305	0.00157162406077305	90	0
47	vb11	2299739	-1382985	20630	3.97501608961068	0.00278839741201864	86.0249848868234	30480
48	knip29	2309038	-1375720	21450	29.2471535731592	28.9994572720539	90	30480
49	knip30-2	2347262	-1369666	21450	30.0007075649319	30.0007075649319	90	3750
50	locatie	2364281	-1355884	21450				

Bend location data

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:10

	Identical	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	start	0	0	18020	0	0	18020	0	0	18020
2	dummy1	161803	-117557	18020	161803	-117557	18020	161803	-117557	18020
3	knip13	157261.501...	-151923.388...	17324.14557...	175173.066...	-127271.369...	18020	180261.671...	-131934.319...	18002.1595...
4	knip25	237422.440...	-151239.482...	18312.07002...	214421.043...	-171230.301...	17734.7148...	225029.227...	-179079.944...	17722.6526...
5	knip4	421140.676...	-298849.113...	11416.98275...	433178.305...	-271753.907...	18486.3322...	435144.127...	-272712.707...	18475.4571...
6	pers-s	448129	-279617	18280	448129	-279617	18280	448129	-279617	18280
7	pers-e	464022	-288067	18280	464022	-288067	18280	464022	-288067	18280
8	knip3	508587.494...	-277337.645...	20352.39870...	494306.396...	-304169.296...	18084.5600...	495738.307...	-304883.216...	18078.5709...
9	knip10	744015.911...	-387027.699...	17923.24690...	731134.669...	-414650.314...	17614.7648...	736130.484...	-416468.356...	17610
10	pers1-s	738093	-416994	17610	738093	-416994	17610	738093	-416994	17610
11	pers1-e	787355	-430194	17610	787355	-430194	17610	787355	-430194	17610
12	knip30-1	791282.773...	-423550.629...	18606.17738...	789358.963...	-430730.920...	17610	793266.657...	-430732.079...	17745.3773...
13	vb3	801957.610...	-428397.032...	-12199.9993...	799990.988...	-428930.384...	18211.8130...	801959.212...	-428403.011...	18280
14	knip6-1	834462.804...	-451248.632...	18397.81354...	826574.003...	-421807.447...	18280	829694.761...	-421144.107...	18280.6454...
15	knip38	920300.118...	-437653.421...	18405.47664...	915532.048...	-407548.806...	18315.7595...	935077.248...	-410995.161...	18342.3607...
16	knip1-1	1038259.63...	-502782.711...	14933.97265...	1052920.78...	-476317.172...	18629.4294...	1053386.91...	-476580.893...	18630
17	vb5	1071450.21...	-487023.534...	49109.99757...	1071456.29...	-487013.010...	18630	1072958.48...	-487880.303...	18679.3966...
18	vb6	1081619.69...	-492881.006...	-11280	1080117.51...	-492013.696...	19150.6034...	1081619.69...	-492881.006...	19200
19	pers2-s	1089528	-497447	19200	1089528	-497447	19200	1089528	-497447	19200
20	pers2-e	1153825.43...	-534568.483...	-11279.9999...	1153825.17...	-534568.936...	19200	1155134.02...	-535324.598...	19162.5079...
21	knip2	1152197.17...	-566951.277...	28326.46653...	1166204.83...	-541716.311...	18527.8697...	1167167.31...	-542294.654...	18478.8110...

Bend location data

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:10

	Identific	X-coordinate mm	Y-coordinate mm	Z-coordinate mm	X-coordinate mm	Y-coordinate mm	Z-coordinate mm	X-coordinate mm	Y-coordinate mm	Z-coordinate mm
22	pers3-s	1181352.88...	-551131.565...	48349.99088...	1180365.96...	-550542.644...	17891.6659...	1181340.39...	-551151.557...	17870
23	pers3-e	1295339	-622386	17870	1295339	-622386	17870	1295339	-622386	17870
24	vb7	1301569.37...	-626263.681...	48349.99714...	1301562.37...	-626274.876...	17870	1306041.59...	-629073.621...	18331.1045...
25	knip5	1319229.28...	-621269.477...	-8122.12526...	1308011.60...	-630304.440...	18739.8093...	1313193.75...	-633233.862...	19254.0728...
26	knip4-1	1372467.97...	-697600.931...	20626.82836...	1386285.41...	-670476.160...	19092.1042...	1388148.51...	-671508.900...	19091.6489...
27	knip3-1	1476134.88...	-759877.382...	21025.69238...	1491809.83...	-733795.307...	19278.7632...	1493157.67...	-734653.978...	19283.6363...
28	knip7-1	1574136.16...	-826037.059...	20174.76709...	1591180.43...	-800770.512...	19821.5189...	1594132.99...	-803036.062...	19841.0510...
29	knip4-2	1601244.08...	-849510.749...	22120.79173...	1621203.82...	-826568.079...	20053.6758...	1622763.35...	-828022.357...	20071.3677...
30	knip4-3	1711603.10...	-874249.170...	16495.40868...	1690262.03...	-895521.031...	21088.5326...	1691835.22...	-896988.097...	21100
31	vb8	1695331.30...	-900029.942...	-9379.99993...	1695332.57...	-900028.488...	21100	1697576.06...	-901978.858...	20954.6866...
32	vb9	1705128.42...	-908544.518...	50600	1702884.93...	-906594.141...	20265.3133...	1705128.42...	-908544.518...	20120
33	pers4-s	1711551	-914128	20120	1711551	-914128	20120	1711551	-914128	20120
34	weg	1756985	-953623	20120	1756985	-953623	20120	1756985	-953623	20120
35	pers4-e	1781739	-975142	20120	1781739	-975142	20120	1781739	-975142	20120
36	knip3-2	1899782.22...	-1118133.90...	21363.61000...	1919776.55...	-1095136.30...	20757.2189...	1920953.21...	-1096214.50...	20763.6085...
37	knip3-3	1951146.81...	-1167740.38...	20683.93272...	1972316.79...	-1145815.49...	21086.3915...	1973435.39...	-1146953.79...	21093.0518...
38	knip3-4	2007224.55...	-1227716.45...	18798.64777...	2029427.63...	-1206998.09...	21406.9371...	2030488.95...	-1208197.69...	21409.4573...
39	knip1-2	2082769.46...	-1317103.58...	26968.81423...	2105713.06...	-1297846.71...	21330.1832...	2106057.28...	-1298264.28...	21330.7054...
40	knip7-2	2148615.29...	-1399251.50...	21710.47155...	2172302.68...	-1380070.07...	21605.1393...	2174463.97...	-1383100.12...	21615.6097...
41	knip6-2	2228408.62...	-1411935.88...	20903.01906...	2202569.15...	-1428078.74...	21775.1916...	2204399.87...	-1430693.31...	21780
42	vb10	2210168.66...	-1438058.36...	-8699.99781...	2210159.56...	-1438065.48...	21780	2212303.45...	-1440809.45...	21580.4343...
43	knip90	2218053.49...	-1442077.88...	21058.41989...	2215098.53...	-1444386.72...	21058.3714...	2220346.88...	-1445013.75...	20630
44	pers5-s	2220938	-1444552	20630	2220938	-1444552	20630	2220938	-1444552	20630
45	A35	2261836	-1412599	20630	2261836	-1412599	20630	2261836	-1412599	20630
46	pers5-e	2291859	-1389142	20630	2291859	-1389142	20630	2291859	-1389142	20630
47	vb11	2298918.66...	-1383653.05...	51109.99252...	2298905.52...	-1383636.23...	20630	2300570.50...	-1382335.37...	20703.3234...
48	knip29	2321612.74...	-1404276.10...	17125.37102...	2302786.09...	-1380604.40...	20898.6975...	2316892.93...	-1374475.91...	21450
49	knip30-2	2345682.91...	-1366119.35...	21450	2346269.53...	-1369823.18...	21450	2348042.89...	-1369033.62...	21450
50	locatie	2364281	-1355884	21450	2364281	-1355884	21450	2364281	-1355884	21450

Polygon subdivision data

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:10

			Bend	Polygon	1st tangent	1st extension	2nd extension	2nd tangent	Calc. bend	Polygon	Calc. bend
				mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1	2	OK	199999.647...	0		199999.647...	0		1492.53468...	
2	2	3	OK	19999.8983...	0		2692.95071...	13833.6235...	3473.32417...	1346.47535...	691.681175...
3	3	4	OK	62300.2015...	3473.32417...	13833.6235...	23454.7678...	14779.9140...	6758.57196...	691.681175...	738.995701...
4	4	5	OK	235701.700...	6758.57196...	14779.9140...	202130.530...	10938.3772...	1094.30754...	738.995701...	1497.26318...
5	5	6	OK	15801.9373...	1094.30754...	10938.3772...	3769.25263...	0		546.918860...	1256.41754...
6	6	7	OK	17999.7208...	0		17999.7208...	0		1499.97673...	
7	7	8	OK	35099.9510...	0		26298.6092...	8001.05273...	800.289101...	1461.03384...	400.052636...
8	8	9	OK	263200.176...	800.289101...	8001.05273...	238422.745...	13307.7530...	2668.33607...	400.052636...	1499.51412...
9	9	1	CONN	4700.02723...	2668.33607...	1996.16295...	35.5282089...	0		665.387651...	
10	10	1	OK	50999.8494...	0		50999.8494...	0		1499.99557...	
11	11	1	OK	4099.67327...	0		96.7803496...	1977.86489...	2025.02803...	96.7803496...	659.288297...
12	12	1	OK	10022.1217...	2025.02803...	3955.72978...	472.430334...	2548.96654...	1019.96708...	659.288297...	472.430334...
13	13	1	OK	28100.5156...	1019.96708...	10195.8661...	4647.46698...	10639.7871...	1597.42822...	509.793308...	1161.86674...
14	14	1	OK	98999.8622...	1597.42822...	10639.7871...	61828.0478...	14439.4340...	10495.1650...	531.989357...	1472.09637...
15	15	1	OK	145500.280...	10495.1650...	14439.4340...	114942.206...	5355.68418...	267.791099...	721.971703...	1492.75592...
16	16	1	OK	22000.3820...	267.791099...	5355.68418...	6831.31036...	8677.60168...	867.994692...	267.784209...	1366.26207...
17	17	1	CONN	10016.0121...	867.994692...	4338.80084...	36.3015785...	3904.92044...	867.994623...	433.880084...	
18	18	1	OK	9999.77999...	867.994623...	8677.60098...	454.184384...	0		433.880049...	454.184384...
19	19	2	OK	75000.0820...	0		66684.2224...	7559.73139...	756.128190...	1481.87160...	377.986569...
20	20	2	OK	14117.4013...	756.128190...	5291.81197...	201.320266...	7306.07170...	562.069214...	377.986569...	201.320266...
21	21	2	OK	16711.7217...	562.069214...	7868.07722...	236.333883...	7470.51809...	574.723336...	562.005515...	236.333883...
22	22	2	OK	134999.528...	574.723336...	11493.1047...	122931.700...	0		574.655238...	1499.16707...
23	23	2	CONN	9999.49003...	0		39.3368598...	7299.17726...	2660.97591...		663.561569...
24	24	2	OK	8021.51457...	2660.97591...	1327.12313...	283.385200...	748.075990...	3001.95432...	663.561569...	283.385200...
25	25	2	OK	86100.6589...	3001.95432...	14961.5198...	56418.3413...	10653.0995...	1065.74395...	748.075990...	1484.69319...
26	26	2	OK	122800.190...	1065.74395...	10653.0995...	102290.424...	7991.58079...	799.341254...	532.654977...	1482.46992...
27	27	2	OK	120901.311...	799.341254...	7991.58079...	97832.8632...	12413.2229...	1864.30310...	399.579039...	1482.31611...
28	28	2	OK	38800.8249...	1864.30310...	12413.2229...	12791.9405...	10664.4753...	1066.88292...	620.661147...	1421.32672...
29	29	3	OK	97606.0755...	1066.88292...	10664.4753...	74040.6196...	10757.8642...	1076.23336...	533.223768...	1480.81239...
30	30	3	OK	7200.31471...	1076.23336...	2151.57285...	249.480886...	2233.10556...	1489.92204...	537.893214...	249.480886...
31	31	3	OK	10048.1008...	1489.92204...	3721.84260...	368.940044...	2977.47408...	1489.92203...	744.368521...	368.940044...
32	32	3	OK	10000.1964...	1489.92203...	8188.05372...	322.220734...	0		744.368520...	322.220734...
33	33	3	OK	60200.5264...	0		60200.5264...	0		1468.30552...	
34	34	3	OK	32799.8151...	0		32799.8151...	0		1490.90069...	

Polygon subdivision data

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ:10

			Bev d7	Polygon end	1st tangent	1st extension	2nd pipe e	2nd extension	2nd tangent	Calc. bend d	Pipe elem. e	Calc. bend d
				mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
35	35	3	OK	183700.973...	0		174922.002...	7980.71662...	798.254091...		1495.05984...	399.035831...
36	36	3	OK	73000.8434...	798.254091...	7980.71662...	55442.9989...	7980.62853...	798.245276...	399.035831...	1498.45943...	399.031426...
37	37	3	OK	83700.2095...	798.245276...	7980.62853...	66110.7903...	8009.41908...	801.126313...	399.031426...	1469.12867...	400.470954...
38	38	3	OK	118100.003...	801.126313...	8009.41908...	103607.213...	5411.65467...	270.589841...	400.470954...	1480.10305...	270.582733...
39	39	4	OK	107399.988...	270.589841...	5411.65467...	87439.3081...	12414.0137...	1864.42216...	270.582733...	1482.02217...	620.700685...
40	40	4	OK	56500.2630...	1864.42216...	12414.0137...	29979.5721...	10644.1679...	1598.08714...	620.700685...	1498.97860...	532.208396...
41	41	4	OK	12700.2686...	1598.08714...	4257.66717...	444.608055...	4653.08918...	1746.81713...	532.208396...	444.608055...	581.636148...
42	42	4	CONN	10066.0592...	1746.81713...	2326.54459...	34.3482549...	2208.77331...	3749.57596...	581.636148...		736.257770...
43	43	4	CONN	4499.66843...	3749.57596...	736.257770...	13.8347014...		0	736.257770...		
44	44	4	OK	51900.2949...	0		51900.2949...		0		1482.86556...	
45	45	4	OK	38100.0180...	0		38100.0180...		0		1465.38531...	
46	46	4	OK	10000.1524...	0		483.962575...	8458.45829...	1057.73157...		483.962575...	528.653643...
47	47	4	OK	11828.9486...	1057.73157...	1057.30728...	346.633905...	1414.43583...	7952.84003...	528.653643...	346.633905...	707.217917...
48	48	4	OK	38700.4533...	7952.84003...	1414.43583...	5780.71211...	9817.70859...	1004.83428...	707.217917...	1445.17802...	490.885429...
49	49	5	OK	21899.5407...	1004.83428...	9817.70859...	11076.9978...		0	490.885429...	1384.62473...	

Identification names

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ:10

	Identification nam	Node nu	X-coordinate	X pipeline axis	X projected pipe axis
			mm	mm	mm
1	start	1	0	0	0
2	dummy1	135	161803	199999.647644689	199999.647644689
3	knp13s	157	175173.066471948	216526.221874402	216526.221874402
4	knp13	162	177849.756146736	219984.627752383	219999.546044432
5	knp13e	167	180261.6716903	223443.033630363	223472.824396132
6	knp25s	223	214421.043984155	275511.339005952	275540.44291308
7	knp25	232	219295.288200915	282162.300316679	282298.925720316
8	knp25e	241	225029.227782858	288813.261627405	289057.45972069
9	knp4s	416	433178.305973192	516662.083121035	516905.001400602
10	knp4	418	434169.605638065	517755.920842001	517999.302794683
11	knp4e	420	435144.127388852	518849.758562967	519093.513697748
12	pers-s	443	448129	533557.388403444	533799.844715769
13	pers-e	455	464022	551557.109206834	551799.565519159
14	knp3s	493	494306.396179157	585856.771173944	586098.670672021
15	knp3	495	495017.676630731	586656.876447906	586898.946781511
16	knp3e	497	495738.307121419	587456.981721867	587699.234606774
17	knp10s	696	731134.669984345	847188.532820368	847430.371592689
18	knp10	700	733592.864480258	849850.083425554	850098.703409434
19	knp10e	704	736130.484163342	852511.634030739	852767.039480538
20	pers1-s	707	738093	854543.325193598	854798.730643397
21	pers1-e	741	787355	905543.174644357	905798.580094157
22	knp30-1s	745	789358.96338808	907617.819885655	907873.225335455
23	knp30-1	748	791313.885880687	909595.684777351	909898.253373822
24	knp30-1e	751	793266.657168945	911573.549669046	911918.751212434
25	vb3s	763	799990.988391659	918550.676329374	918880.269309875
26	vb3	765	800974.550263675	919570.262946215	919897.954619359
27	vb3e	767	801959.212047371	920589.849563056	920917.921702004
28	knp6-1s	811	826574.003604396	946072.96987338	946401.042012327
29	knp6-1	814	828125.697130082	947668.937946799	947998.470237404
30	knp6-1e	817	829694.761076536	949264.906020218	949595.898332091
31	knp38s	899	915532.048897781	1036172.17504139	1036503.1602595
32	knp38	913	925593.016254777	1046279.77888557	1046998.32442921
33	knp38e	927	935077.248364878	1056387.38272975	1057493.46563484
34	knp1-1s	1044	1052920.78538751	1191124.70752827	1192230.48462163
35	knp1-1	1045	1053154.42514507	1191392.49173753	1192498.27511306
36	knp1-1e	1046	1053386.91523716	1191660.27594679	1192766.06621228
37	vb5s	1091	1071456.29019479	1212524.87217415	1213630.66243964
38	vb5	1093	1072207.69291625	1213392.63234217	1214498.65713247
39	vb5e	1095	1072958.48171911	1214260.39251019	1215365.24513285
40	vb6s	1114	1080117.51834064	1222540.41537416	1223631.84919866
41	vb6	1116	1080868.30461731	1223408.17547312	1224498.43713005
42	vb6e	1118	1081619.69988172	1224275.93557209	1225366.43175376
43	pers2-s	1139	1089528	1233407.72094596	1234498.21712762
44	pers2-es	1204	1153825.17353977	1307651.67478206	1308742.17096373
45	pers2-e	1206	1154479.7986816	1308407.6479215	1309498.29915425
46	pers2-ee	1208	1155134.02131048	1309163.62106093	1310253.49726718
47	knp2s	1236	1166204.83211362	1321962.82501033	1323036.95752023
48	knp2	1237	1166688.53627681	1322524.83052622	1323598.33535987

	Identification nam	Node nu	X-coordinate	X pipeline axis	X projected pipe axis
			mm	mm	mm
49	knp2e	1238	1167167.31383121	1323086.8360421	1324160.0050411
50	pers3-ss	1266	1180365.9626974	1338661.76524612	1339723.86318591
51	pers3-s	1267	1180853.08884079	1339236.42048442	1340298.17799386
52	pers3-se	1268	1181340.3926342	1339811.07572273	1340872.9013299
53	pers3-e	1370	1295339	1474235.88096735	1475297.70657452
54	vb7s	1381	1301562.37734311	1481574.3950875	1482636.22069468
55	vb7	1385	1303810.47570352	1484228.64136397	1485297.19661152
56	vb7e	1389	1306041.59007159	1486882.88764043	1487917.91702073
57	knp5s	1393	1308011.60644074	1489241.47197008	1490240.82045269
58	knp5	1397	1310560.94063626	1492233.77593351	1493197.36091361
59	knp5e	1401	1313193.75221006	1495226.07989694	1496199.30938592
60	knp4-1s	1479	1386285.41826436	1577259.04060019	1578232.11019092
61	knp4-1	1481	1387225.98136198	1578324.35055514	1579297.85206784
62	knp4-1e	1483	1388148.51819942	1579389.66051009	1580363.59474644
63	knp3-1s	1592	1491809.83281627	1700324.76548421	1701298.55496617
64	knp3-1	1594	1492489.37701498	1701123.92356385	1702097.89526409
65	knp3-1e	1596	1493157.67910889	1701923.08164348	1702897.2282476
66	knp7-1s	1702	1591180.43393012	1820160.74867688	1821133.67181624
67	knp7-1	1705	1592691.32373925	1822022.73211986	1822997.95563214
68	knp7-1e	1708	1594132.99039253	1823884.71556284	1824862.22598495
69	knp4-2s	1757	1621203.8229744	1859754.35444148	1860731.23466913
70	knp4-2	1759	1621996.29118662	1860820.80197839	1861798.09885353
71	knp4-2e	1761	1622763.35732849	1861887.2495153	1862864.92121836
72	knp4-3s	1851	1690262.0312911	1957350.20881328	1958322.46137848
73	knp4-3	1853	1691035.81724727	1958425.99524233	1959398.63364714
74	knp4-3e	1855	1691835.22173285	1959501.78167138	1960474.86701026
75	vb8s	1863	1695332.57187526	1964135.94098221	1965109.0263211
76	vb8	1865	1696455.65751532	1965624.6780261	1966598.94836249
77	vb8e	1867	1697576.06138809	1967113.41506998	1968081.76720101
78	vb9s	1877	1702884.93861415	1974181.67180577	1975116.32602501
79	vb9	1879	1704005.34097008	1975670.40884667	1976599.14486056
80	vb9e	1881	1705128.4220677	1977159.14588757	1978089.06689896
81	pers4-s	1893	1711551	1985669.42034724	1986599.34135863
82	weg	1934	1756985	2045869.9467652	2046799.86777659
83	pers4-e	1956	1781739	2078669.76196285	2079599.68297424
84	knp3-2s	2093	1919776.55383216	2261572.48098772	2262501.29198495
85	knp3-2	2095	1920371.94010614	2262370.5526506	2263299.54123221
86	knp3-2e	2097	1920953.21143219	2263168.62431347	2264097.78716782
87	knp3-3s	2174	1972316.79490876	2334572.96839216	2335501.40167312
88	knp3-3	2176	1972883.54697508	2335371.03124605	2336299.63879379
89	knp3-3e	2178	1973435.39810075	2336169.09409995	2337097.87823669
90	knp3-4s	2263	2029427.6370511	2418269.9320976	2419198.1162139
91	knp3-4	2265	2029966.1460525	2419070.87400612	2419999.23667216
92	knp3-4e	2267	2030488.95258184	2419871.81591463	2420800.36280151
93	knp1-2s	2377	2105713.0687043	2536900.10343874	2537828.62347581
94	knp1-2	2378	2105886.08908263	2537170.68617231	2538099.21325555
95	knp1-2e	2379	2106057.287698	2537441.26890589	2538369.8021778
96	knp7-2s	2478	2172302.68116335	2642706.24547534	2643634.42101159
97	knp7-2	2481	2173429.62056728	2644568.3475319	2645498.83683962
98	knp7-2e	2484	2174463.97415407	2646430.44958846	2647363.25056435
99	knp6-2s	2544	2202569.15917885	2699468.20333056	2700400.7642281
100	knp6-2	2547	2203450.28139712	2701064.82851949	2701998.8441405
101	knp6-2e	2550	2204399.87236472	2702661.45370842	2703596.93128674
102	vb10s	2567	2210159.56108306	2712016.81812068	2712952.295699
103	vb10	2570	2211233.25313089	2713761.72656546	2714699.11283845
104	vb10e	2573	2212303.45716394	2715506.63501025	2716434.49281643
105	knp90s	2580	2215098.53653077	2720076.30116899	2720974.23940973
106	knp90	2584	2217585.7209277	2723021.33225001	2724699.26528729
107	knp90e	2588	2220346.88357782	2725966.36333102	2728448.84124781
108	pers5-s	2589	2220938	2726716.45580273	2729198.93371951
109	A35	2624	2261836	2778616.75072482	2781099.22864161
110	pers5-e	2650	2291859	2816716.7688088	2819199.24672559
111	vb11s	2667	2298905.52022439	2825659.18968162	2828141.66759841
112	vb11	2669	2299738.50649547	2826716.49696883	2829199.39917443
113	vb11e	2671	2300570.50635126	2827773.80425604	2830254.58624389
114	knp29s	2676	2302786.09530763	2830592.18128356	2833066.18331041
115	knp29	2687	2309445.35441063	2838371.57837429	2840999.89179127
116	knp29e	2698	2316892.9301391	2846150.97546501	2848952.73183077

Identification names

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:10

	Identification name	Node no	X coordinate	X pipeline axis	X projected pipe axis
			mm	mm	mm
117	kn30-2s	2742	2346269.53654	2875893.75451874	2878695.5108845
118	kn30-2	2744	2347208.19147703	2876875.525378	2879700.34517362
119	kn30-2e	2746	2348042.89650203	2877857.29623725	2880705.17946275
120	locatie	2774	2364281	2898752.00269675	2901599.88592224

Material location

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Location	Material reference
1	start	L480MB

Isotropic materials

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Material reference	Young's modulus	Poisson's ratio	Thermal expansion	Yield stress	Tensile stress
		N/mm ²		1/°C	N/mm ²	N/mm ²
1	L480MB	210000	0.3	1.16E-05	480	480

Outer diameter

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Location	Outer pipe diameter	Outer pipe ID
		mm	mm
1	start	762	

Wall thicknesses

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:2

	Location	Nom. wall thickness	Min. ABS tolerance	Nom. wall thickness	Min. ABS tolerance
		mm	mm	mm	mm
1	pers-s	10	0.5	11.9	0.5
2	pers-e	11.9	0.5	10	0.5
3	pers1-s	10	0.5	11.9	0.5
4	pers1-e	11.9	0.5	10	0.5
5	pers2-s	10	0.5	11.9	0.5
6	pers2-e	11.9	0.5	10	0.5
7	pers3-s	10	0.5	11.9	0.5
8	pers3-e	11.9	0.5	10	0.5
9	pers4-s	10	0.5	11.9	0.5
10	pers4-e	11.9	0.5	10	0.5
11	pers5-s	10	0.5	11.9	0.5
12	pers5-e	11.9	0.5	10	0.5

Deadweight

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Location	Deadweight	Deadweight
		N/mm	N/mm
1	pers-s	-2.66	-2.32
2	pers-e	-2.32	-2.66
3	pers1-s	-2.66	-2.32
4	pers1-e	-2.32	-2.66
5	pers2-s	-2.66	-2.32
6	pers2-e	-2.32	-2.66
7	pers3-s	-2.66	-2.32
8	pers3-e	-2.32	-2.66
9	pers4-s	-2.66	-2.32
10	pers4-e	-2.32	-2.66
11	pers5-s	-2.66	-2.32
12	pers5-e	-2.32	-2.66

Horizontal soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Location	Soil stiffness	Soil stiffness
		N/mm ³	N/mm ³
1	dummy1	0.0227	
2	kn3	0.00582	
3	kn25	0.00582	
4	kn4	0.0227	
5	pers-s	0.0248	
6	pers-e	0.0248	
7	kn3	0.0227	

Horizontal soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Element	Hor. soil stiffness (kN/m)	Hor. soil stiffness (N/mm)	Divid.	Multipl.	Rel. band
		N/mm²	N/mm			%
8	knp10	0.0257			1	5
9	pers1-s	0.0257			1	5
10	pers1-e	0.0257			1	5
11	knp30-1	0.0257			1	5
12	vb3	0.0227			1	5
13	pers2-s	0.0227			1	5
14	pers2-e	0.0227			1	5
15	knp2	0.0227			1	5
16	pers3-s	0.0287			1	5
17	pers3-e	0.0287			1	5
18	vb7	0.0287			1	5
19	knp5	0.0227			1	5
20	vb9	0.0227			1	5
21	pers4-s	0.0227			1	5
22	weg	0.0593			1	5
23	pers4-e	0.0227			1	5
24	knp3-2	0.0227			1	5
25	vb10	0.0227			1	5
26	knp90	0.0277			1	5
27	pers5-s	0.0272			1	5
28	pers5-e	0.0272			1	5
29	vb11	0.0277			1	5
30	knp29	0.0227			1	5

Downward vertical soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Element	Vert. soil stiffness (kN/m)	Vert. soil stiffness (N/mm)	Divid.	Multipl.	Rel. band
		N/mm²	N/mm			%
1	dummy1	0.0136			1	5
2	knp13	0.00589			1	5
3	knp25	0.00589			1	5
4	knp4	0.0136			1	5
5	pers-s	0.0474			1	5
6	pers-e	0.0474			1	5
7	knp3	0.0136			1	5
8	knp10	0.0169			1	5
9	pers1-s	0.0505			1	5
10	pers1-e	0.0505			1	5
11	knp30-1	0.0169			1	5
12	vb3	0.0136			1	5
13	pers2-s	0.0408			1	5
14	pers2-e	0.0408			1	5
15	knp2	0.0136			1	5
16	pers3-s	0.0626			1	5
17	pers3-e	0.0626			1	5
18	vb7	0.0209			1	5
19	knp5	0.0136			1	5
20	vb9	0.0136			1	5
21	pers4-s	0.0408			1	5
22	weg	0.189			1	5
23	pers4-e	0.0408			1	5
24	knp3-2	0.0136			1	5
25	vb10	0.0136			1	5
26	knp90	0.0194			1	5
27	pers5-s	0.0573			1	5
28	pers5-e	0.0573			1	5
29	vb11	0.0194			1	5
30	knp29	0.0136			1	5

Upward vertical soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Element	Vert. soil stiffness (kN/m)	Vert. soil stiffness (N/mm)	Divid.	Multipl.	Rel. band
		N/mm²	N/mm			%
1	dummy1	0.000813			1	5
2	knp13	0.000227			1	5
3	knp25	0.000227			1	5
4	knp4	0.000813			1	5
5	pers-s	0.00256			1	5

Upward vertical soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Soil type	Soil stiffness (up)	Soil stiffness (down)	Soil stiffness (avg)	Soil stiffness (std)	Soil stiffness (var)
		N/mm ²	N/mm			%
6	pers-e	0.00256	1			5
7	knp3	0.000813	1			5
8	knp10	0.00186	1			5
9	pers1-s	0.00322	1			5
10	pers1-e	0.00322	1			5
11	knp30-1	0.00186	1			5
12	vb3	0.000813	1			5
13	pers2-s	0.0014	1			5
14	pers2-e	0.0014	1			5
15	knp2	0.000813	1			5
16	pers3-s	0.00661	1			5
17	pers3-e	0.00661	1			5
18	vb7	0.00382	1			5
19	knp5	0.000813	1			5
20	vb9	0.000813	1			5
21	pers4-s	0.0014	1			5
22	weg	0.117	1			5
23	pers4-e	0.0014	1			5
24	knp3-2	0.000813	1			5
25	vb10	0.000813	1			5
26	knp90	0.00303	1			5
27	pers5-s	0.00516	1			5
28	pers5-e	0.00516	1			5
29	vb11	0.00303	1			5
30	knp29	0.000813	1			5

Longitudinal soil friction

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Soil type	Soil friction (up)	Soil friction (down)	Soil friction (avg)	Soil friction (std)	Soil friction (var)
		N/mm ²	N/mm			%
1	dummy1	0.00794	1			5
2	knp13	0.00389	1			5
3	knp25	0.00389	1			5
4	knp4	0.00794	1			5
5	pers-s	0.00924	1			5
6	pers-e	0.00924	1			5
7	knp3	0.00794	1			5
8	knp10	0.00984	1			5
9	pers1-s	0.00984	1			5
10	pers1-e	0.00984	1			5
11	knp30-1	0.00984	1			5
12	vb3	0.00794	1			5
13	pers2-s	0.00794	1			5
14	pers2-e	0.00794	1			5
15	knp2	0.00794	1			5
16	pers3-s	0.0121	1			5
17	pers3-e	0.0121	1			5
18	vb7	0.0121	1			5
19	knp5	0.00794	1			5
20	vb9	0.00794	1			5
21	pers4-s	0.00794	1			5
22	weg	0.0353	1			5
23	pers4-e	0.00794	1			5
24	knp3-2	0.00794	1			5
25	vb10	0.00794	1			5
26	knp90	0.0113	1			5
27	pers5-s	0.0111	1			5
28	pers5-e	0.0111	1			5
29	vb11	0.0113	1			5
30	knp29	0.00794	1			5

Displacement at max. soil friction

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Soil type	Soil displacement (up)	Soil displacement (down)	Soil displacement (avg)	Soil displacement (std)	Soil displacement (var)
		mm	mm			%
1	dummy1	4				1
2	knp13	5.25				1
3	knp25	5.25				1

Displacement at max. soil friction

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

		mm	mm	
4	knp4	4		1
5	pers-s	4		1
6	pers-e	4		1
7	knp3	4		1
8	knp10	4		1
9	pers1-s	4		1
10	pers1-e	4		1
11	knp30-1	4		1
12	vb3	4		1
13	pers2-s	4		1
14	pers2-e	4		1
15	knp2	4		1
16	pers3-s	4		1
17	pers3-e	4		1
18	vb7	4		1
19	knp5	4		1
20	vb9	4		1
21	pers4-s	4		1
22	weg	4		1
23	pers4-e	4		1
24	knp3-2	4		1
25	vb10	4		1
26	knp90	4		1
27	pers5-s	4		1
28	pers5-e	4		1
29	vb11	4		1
30	knp29	4		1

Sub-soil bearing capacity

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm ²	%
1	dummy1	2.07		5
2	knp13	0.407		5
3	knp25	0.407		5
4	knp4	2.07		5
5	pers-s	2.41		5
6	pers-e	2.41		5
7	knp3	2.07		5
8	knp10	2.57		5
9	pers1-s	2.57		5
10	pers1-e	2.57		5
11	knp30-1	2.57		5
12	vb3	2.07		5
13	pers2-s	2.07		5
14	pers2-e	2.07		5
15	knp2	2.07		5
16	pers3-s	3.18		5
17	pers3-e	3.18		5
18	vb7	3.18		5
19	knp5	2.07		5
20	vb9	2.07		5
21	pers4-s	2.07		5
22	weg	9.58		5
23	pers4-e	2.07		5
24	knp3-2	2.07		5
25	vb10	2.07		5
26	knp90	2.96		5
27	pers5-s	2.91		5
28	pers5-e	2.91		5
29	vb11	2.96		5
30	knp29	2.07		5

Top-soil reaction

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm ²		%
1	dummy1	0.0693		1	5
2	knp13	0.0694		1	5
3	knp25	0.0694		1	5
4	knp4	0.0693		1	5
5	pers-s	0.0932		1	5
6	pers-e	0.0932		1	5
7	knp3	0.0693		1	5
8	knp10	0.105		1	5
9	pers1-s	0.105		1	5
10	pers1-e	0.105		1	5
11	knp30-1	0.105		1	5
12	vb3	0.0693		1	5
13	pers2-s	0.0693		1	5
14	pers2-e	0.0693		1	5
15	knp2	0.0693		1	5
16	pers3-s	0.158		1	5
17	pers3-e	0.158		1	5
18	vb7	0.158		1	5
19	knp5	0.0693		1	5
20	vb9	0.0693		1	5
21	pers4-s	0.0693		1	5
22	weg	1.27		1	5
23	pers4-e	0.0693		1	5
24	knp3-2	0.0693		1	5
25	vb10	0.0693		1	5
26	knp90	0.138		1	5
27	pers5-s	0.135		1	5
28	pers5-e	0.135		1	5
29	vb11	0.138		1	5
30	knp29	0.0693		1	5

Horizontal soil reaction

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm ²		%
1	dummy1	0.466		1	5
2	knp13	0.108		1	5
3	knp25	0.108		1	5
4	knp4	0.466		1	5
5	pers-s	0.587		1	5
6	pers-e	0.587		1	5
7	knp3	0.466		1	5
8	knp10	0.644		1	5
9	pers1-s	0.644		1	5
10	pers1-e	0.644		1	5
11	knp30-1	0.644		1	5
12	vb3	0.466		1	5
13	pers2-s	0.466		1	5
14	pers2-e	0.466		1	5
15	knp2	0.466		1	5
16	pers3-s	0.877		1	5
17	pers3-e	0.877		1	5
18	vb7	0.877		1	5
19	knp5	0.466		1	5
20	vb9	0.466		1	5
21	pers4-s	0.466		1	5
22	weg	3.33		1	5
23	pers4-e	0.466		1	5
24	knp3-2	0.466		1	5
25	vb10	0.466		1	5
26	knp90	0.793		1	5
27	pers5-s	0.78		1	5
28	pers5-e	0.78		1	5
29	vb11	0.793		1	5
30	knp29	0.466		1	5

Uncertainty factors

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:3

	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.	K1S-uncer. fac.
1	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean

Start/end nodes boundary conditions

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Identification name	Boundary nodes cond.	Boundary node state
1	start	Infinite	Open
2	locatie	Fixed	Open

Internal overpressure

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Internal pressure	Internal pressure
1	start	7.99

Temperature differences

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Temperature	Temperature	Temperature	Temperature
1	start	50	5	

Soil displacement in Z-direction

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Soil displacement	Soil displacement	Soil displacement	Soil displacement
1	pers-s	-30	1.5	0
2	pers-e	0	1.5	-30
3	pers1-s	-30	1.5	0
4	pers1-e	0	1.5	-30
5	pers2-s	-30	1.5	0
6	pers2-e	0	1.5	-30
7	pers3-s	-30	1.5	0
8	pers3-e	0	1.5	-30
9	pers4-s	-30	1.5	0
10	pers4-e	0	1.5	-30
11	pers5-s	-30	1.5	0
12	pers5-e	0	1.5	-30
13	knp30-2	0	1.5	

Loading combinations

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Load combination	Load combination	Load combination	Load combination	Load combination	Load combination	Load combination	Load combination
1	start	1	1.15	1.1	1.1	1.1	0	0

Non-linear elastic soil iteration control

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Non-linear elastic soil iteration control	Non-linear elastic soil iteration control	Non-linear elastic soil iteration control
1	20	0	0

Geometrically non-linear iteration control

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Geometrically non-linear iteration control	Geometrically non-linear iteration control	Geometrically non-linear iteration control
1	50	0.001	1E-05

Neutral top-soil load

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Neutral top-soil load	Neutral top-soil load	Neutral top-soil load	Neutral top-soil load
1	dummy1	0.0304	1	1
2	knp13	0.0305	1	1
3	knp25	0.0305	1	1
4	knp4	0.0304	1	1
5	pers-s	0.0361	1	1
6	pers-e	0.0361	1	1
7	knp3	0.0304	1	1

Neutral top-soil load

Ple4Win: A670 bc4 [9-11-2009] Occ.:2

	Cell name	Neutral top-soil load	Uncorr. fac.	Load FGD	Neut.	Uncorr.	Load
		N/mm ²			N/mm		
8	kn10	0.0387	1	1			
9	pers1-s	0.0387	1	1			
10	pers1-e	0.0387	1	1			
11	kn30-1	0.0387	1	1			
12	vb3	0.0304	1	1			
13	pers2-s	0.0304	1	1			
14	pers2-e	0.0304	1	1			
15	kn2	0.0304	1	1			
16	pers3-s	0.0485	1	1			
17	pers3-e	0.0485	1	1			
18	vb7	0.0485	1	1			
19	kn5	0.0304	1	1			
20	vb9	0.0304	1	1			
21	pers4-s	0.0304	1	1			
22	weg	0.148	1	1			
23	pers4-e	0.0304	1	1			
24	kn3-2	0.0304	1	1			
25	vb10	0.0304	1	1			
26	kn90	0.045	1	1			
27	pers5-s	0.0442	1	1			
28	pers5-e	0.0442	1	1			
29	vb11	0.045	1	1			
30	kn29	0.0304	1	1			

Extra loads on top-soil

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

		N/mm ²		N/mm ²
1	pers5-s	0.007	1.35	
2	A35	0.016	1.35	
3	pers5-e	0.007	1.35	

Soil support angle functions

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Cell name	Start angle (°)	End angle (°)	Ratio (°/mm)	Ratio (°/mm)	Ratio (°/mm)
1	start	70	180	50	100	Sinus
2	pers-s	120	180	50	100	Sinus
3	pers-e	70	180	50	100	Sinus
4	pers1-s	120	180	50	100	Sinus
5	pers1-e	70	180	50	100	Sinus
6	pers2-s	120	180	50	100	Sinus
7	pers2-e	70	180	50	100	Sinus
8	pers3-s	120	180	50	100	Sinus
9	pers3-e	70	180	50	100	Sinus
10	pers4-s	120	180	50	100	Sinus
11	pers4-e	70	180	50	100	Sinus
12	pers5-s	120	180	50	100	Sinus
13	pers5-e	70	180	50	100	Sinus

Cross-sections to be calculated

Ple4Win: A670 bc4 [29-10-2009] Occ.:1

	Start location	End location	Topo. data	Allowable
				N/mm ²
1	start	locatie	Yes	

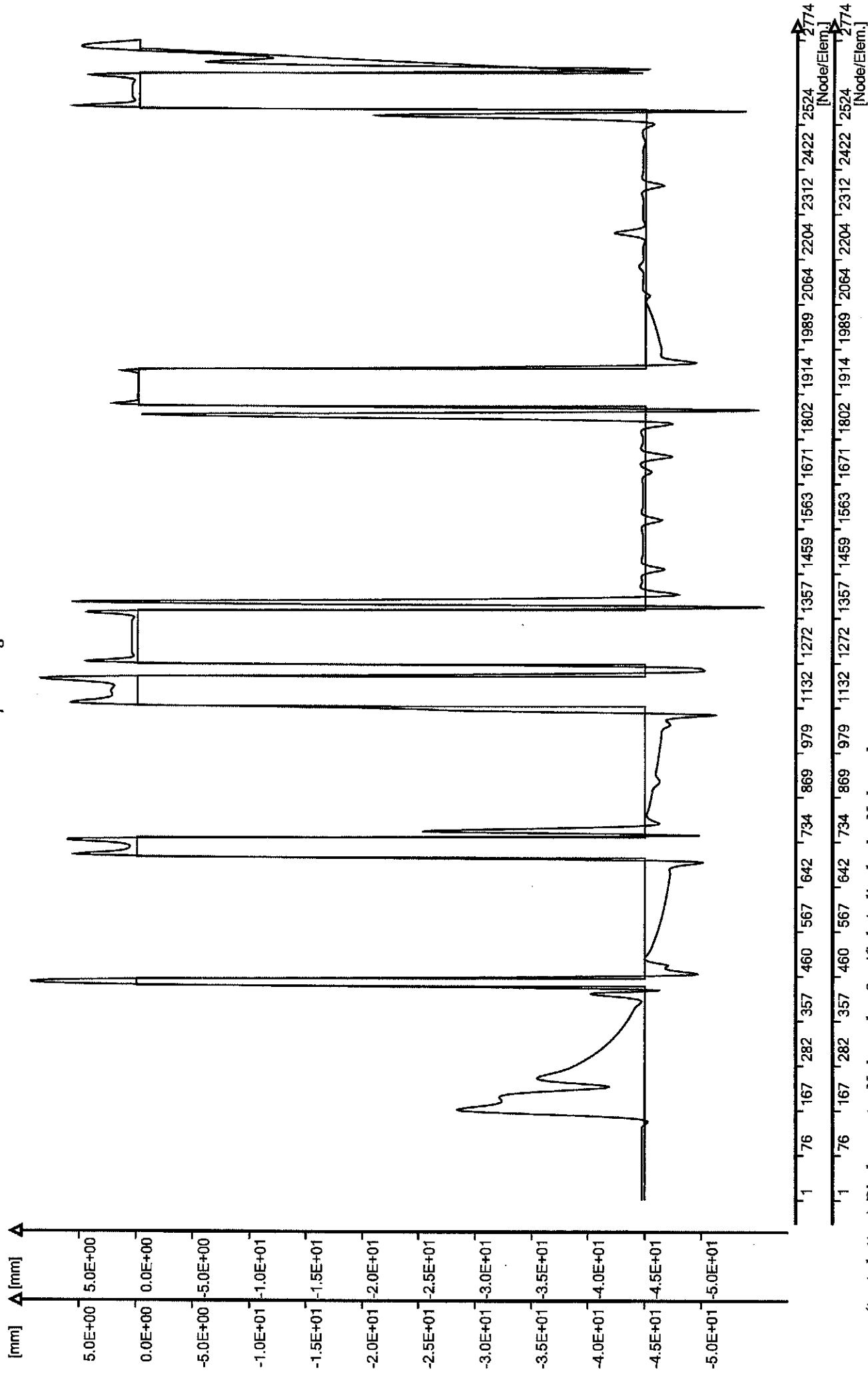
Warnings

Ple4Win: A670 bc4 Occ.:0

	Element	Material	Designation	Remarks
1	16	FUNCT320	W320/3	Extremeklt/(klt,kls) ratio
2	16	FUNCT500	W500/19	Hoop stress 76.% of yield
3	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.01, 134 (1 - 136)
4	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.41, 187 (187 - 202)
5	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 395 (261 - 395)
6	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 455 (440 - 472)
7	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.08, 675 (517 - 675)
8	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 707 (704 - 740)

9	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.57, 787 (787 - 790)
10	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.99, 837 (837 - 878)
11	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.27, 1023(939 - 1023)
12	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.10, 1070(1066 -1070)
13	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.22, 1142(1139 -1183)
14	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.50, 1290(1288 -1379)
15	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1421(1421 -1458)
16	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1503(1503 -1571)
17	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1616(1616 -1681)
18	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.92, 1729(1728 -1736)
19	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1828(1781 -1830)
20	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 3.28, 1934(1893 -2072)
21	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2118(2117 -2153)
22	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.98, 2198(2198 -2242)
23	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 2296(2287 -2356)
24	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 2400(2399 -2457)
25	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2507(2504 -2523)
26	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.42, 2590(2577 -2649)
27	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.95, 2720(2718 -2721)
28	16	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.87, 2766(2766 -2773)

Z-verplaatsingen

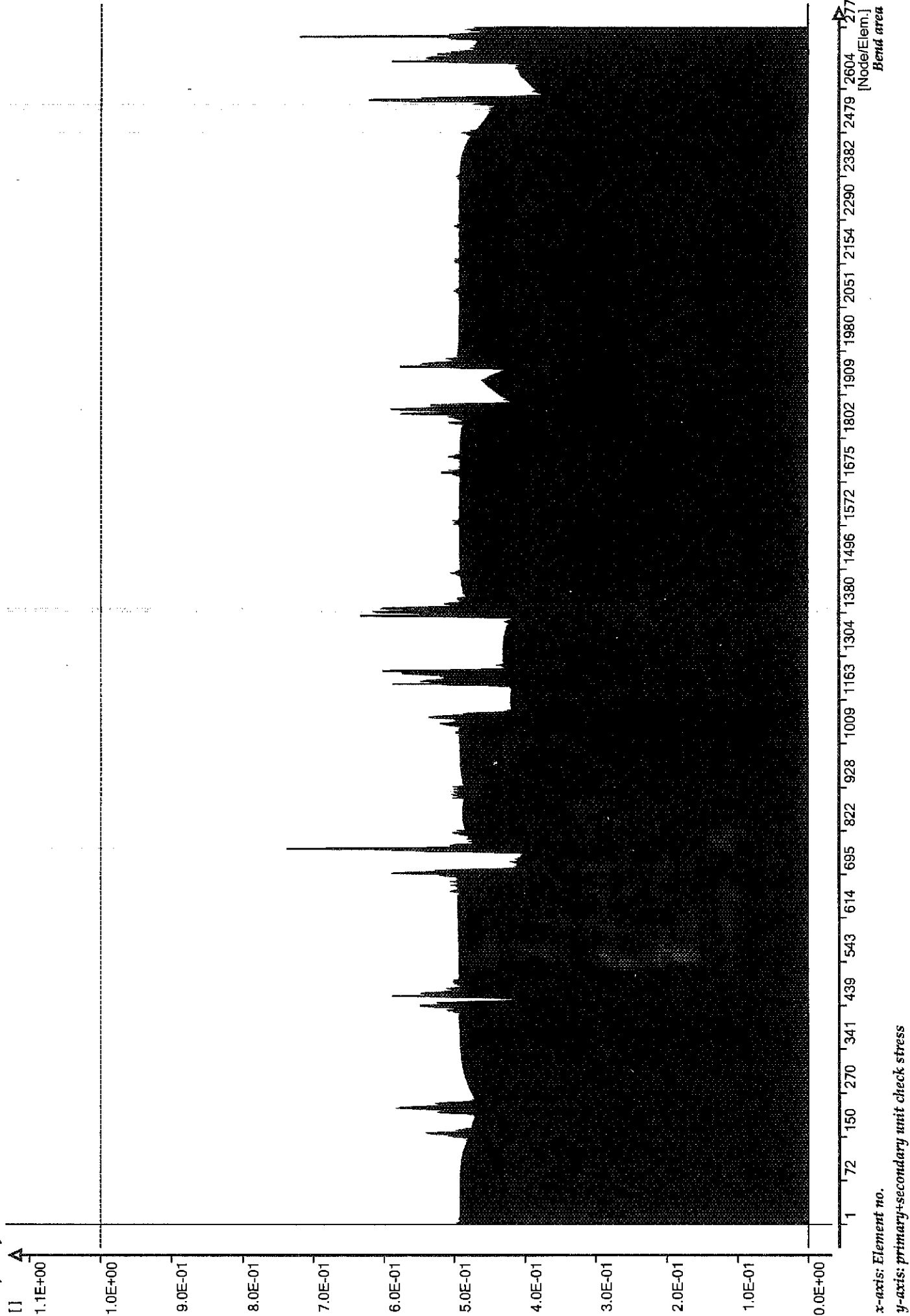


x-axes (top to bottom): Displacements - Node number, Specified pipeline loads - Node number
y-axes (left to right): Specified pipeline loads - Z-settlement, Displacements - Z-displacement

		N/mm	N/mm	N/mm ²			
1	1	480	480	741.818181818182	0.906486088267544	0.497640107108605	== == ==
443	443	480	480	741.818181818182	0.753497738486842	0.483790985343904	== ==
747	747	480	480	741.818181818182	0.930742716978548	0.736764309799465	== == ==
2595	2595	480	480	741.818181818182	0.753497738486842	0.371808018345814	== ==
2742	2742	480	480	741.818181818182	0.95774331575246	0.672651782873143	== == ==

Graphs of table "NEN3650 maximum unit check stresses"

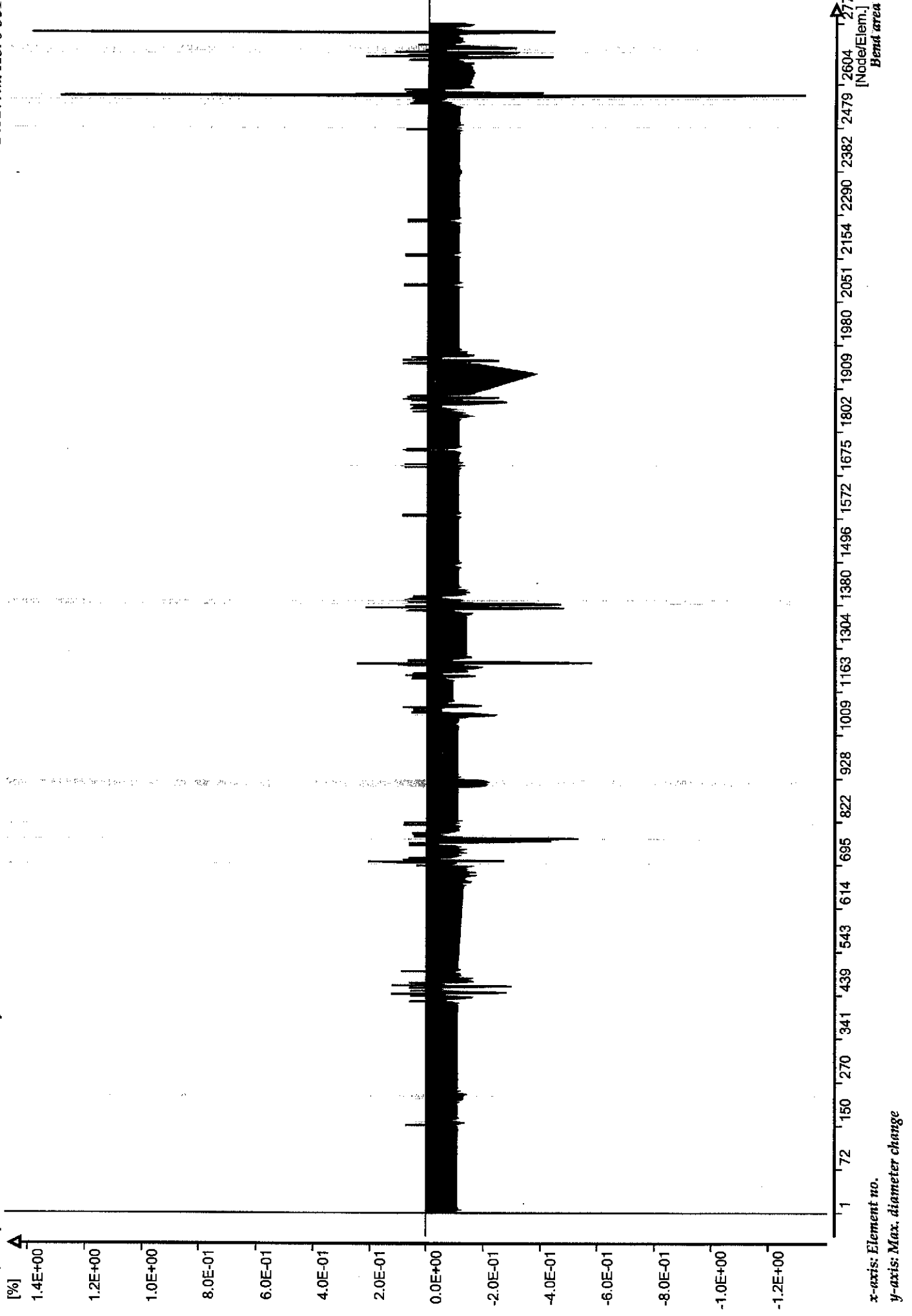
Ple4Win: A670 bc4



		mm	mm	%	mm	m	N
157	157	-0.50707419710163	0	-0.109421670936717	1.07913128755483		
1847	1847	0.0516169552347735		0.00701924117951355	0.670204277139535		
2583	2583	-4.18214062218827	1.44398951999773	1.2959945869528	5.78583197112363		
2584	2584	-4.14231649863924	1.70634981629897	1.32658872160398	5.92347988890995		
2589	2589	1.12948566782197		0.26011912091068	1.6466835086468		
2743	2743	-2.28005024125653	3.37419773573051	1.39488309904421	5.93923854154479		

Graphs of table "Maximum radial deformations (NEN 3650)"

Plot4Win: A670 bc4



x-axis: Element no.

y-axis: Max. diameter change

Loading combinations

Ple4Win: A670 bc3 [9-11-2009] Occ.:2

1	start	1	0	1.1	1.1	1.1	0	0	0

Cross-sections to be calculated

Ple4Win: A670 bc3 [29-10-2009] Occ.:1

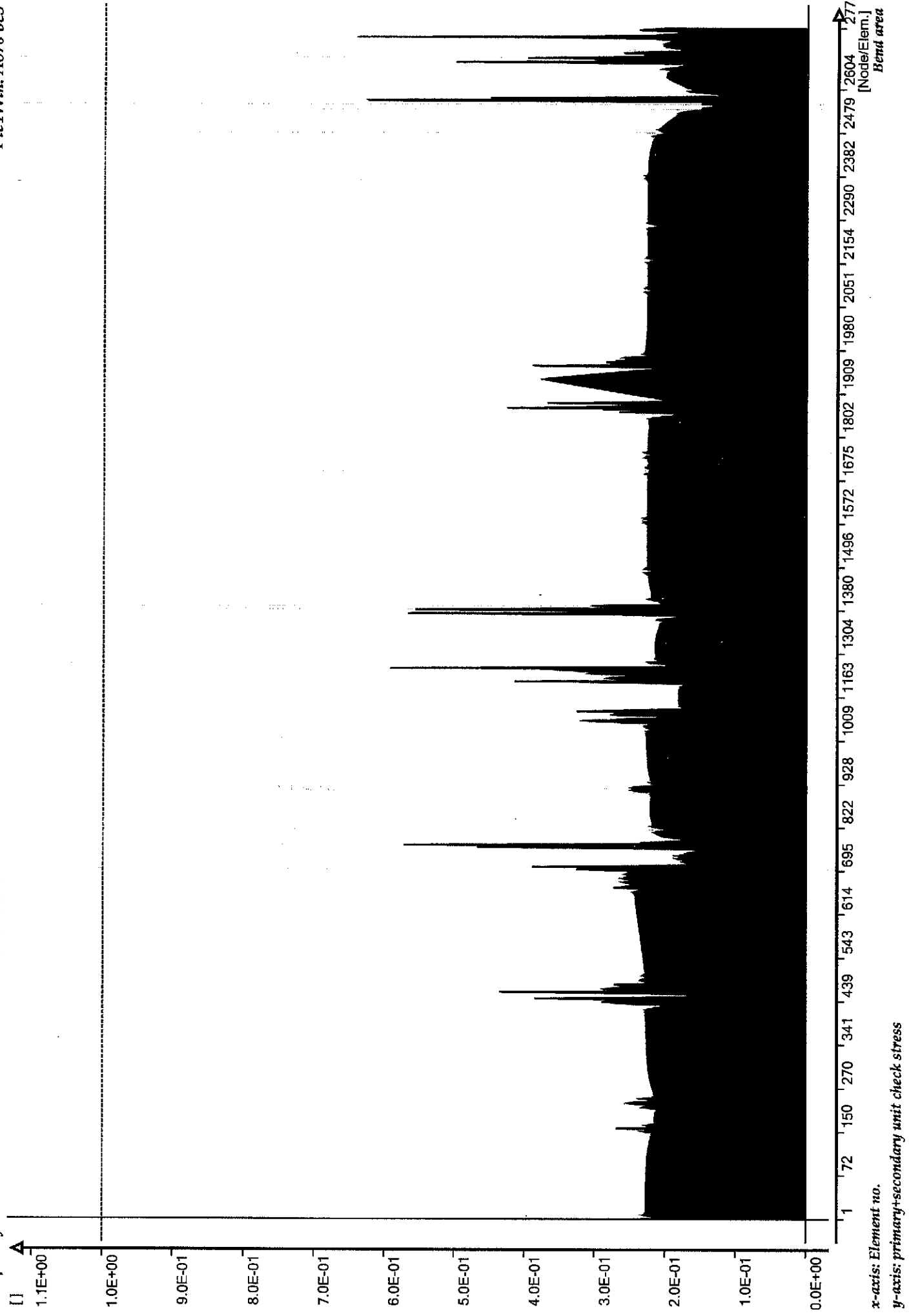
				N/mm ²
1	start	locatie	Yes	

Warnings

Ple4Win: A670 bc3 Occ.:0

1	16	FUNCT320	W320/3	Extremeklh/(klt,kls) ratio
2	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.01, 134 (1 - 136)
3	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.41, 187 (187 - 202)
4	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 395 (261 - 395)
5	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 455 (440 - 472)
6	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.08, 675 (517 - 675)
7	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 707 (704 - 740)
8	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.57, 787 (787 - 790)
9	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.99, 837 (837 - 878)
10	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.27, 1023(939 - 1023)
11	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.10, 1070(1066 - 1070)
12	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.22, 1142(1139 - 1183)
13	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.50, 1290(1288 - 1379)
14	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1421(1421 - 1458)
15	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1503(1503 - 1571)
16	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1616(1616 - 1681)
17	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.92, 1729(1728 - 1736)
18	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1828(1781 - 1830)
19	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 3.28, 1934(1893 - 2072)
20	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2118(2117 - 2153)
21	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.98, 2198(2198 - 2242)
22	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 2296(2287 - 2356)
23	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 2400(2399 - 2457)
24	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2507(2504 - 2523)
25	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.42, 2590(2577 - 2649)
26	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.95, 2720(2718 - 2721)
27	18	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.87, 2766(2766 - 2773)

		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			
1	1	480	480	741.818181818182		0.243805244194566	
2594	2594	480	480	741.818181818182		0.103382664433541	
2743	2743	480	480	741.818181818182		0.640194254503246	== ==



x-axis: Element no.

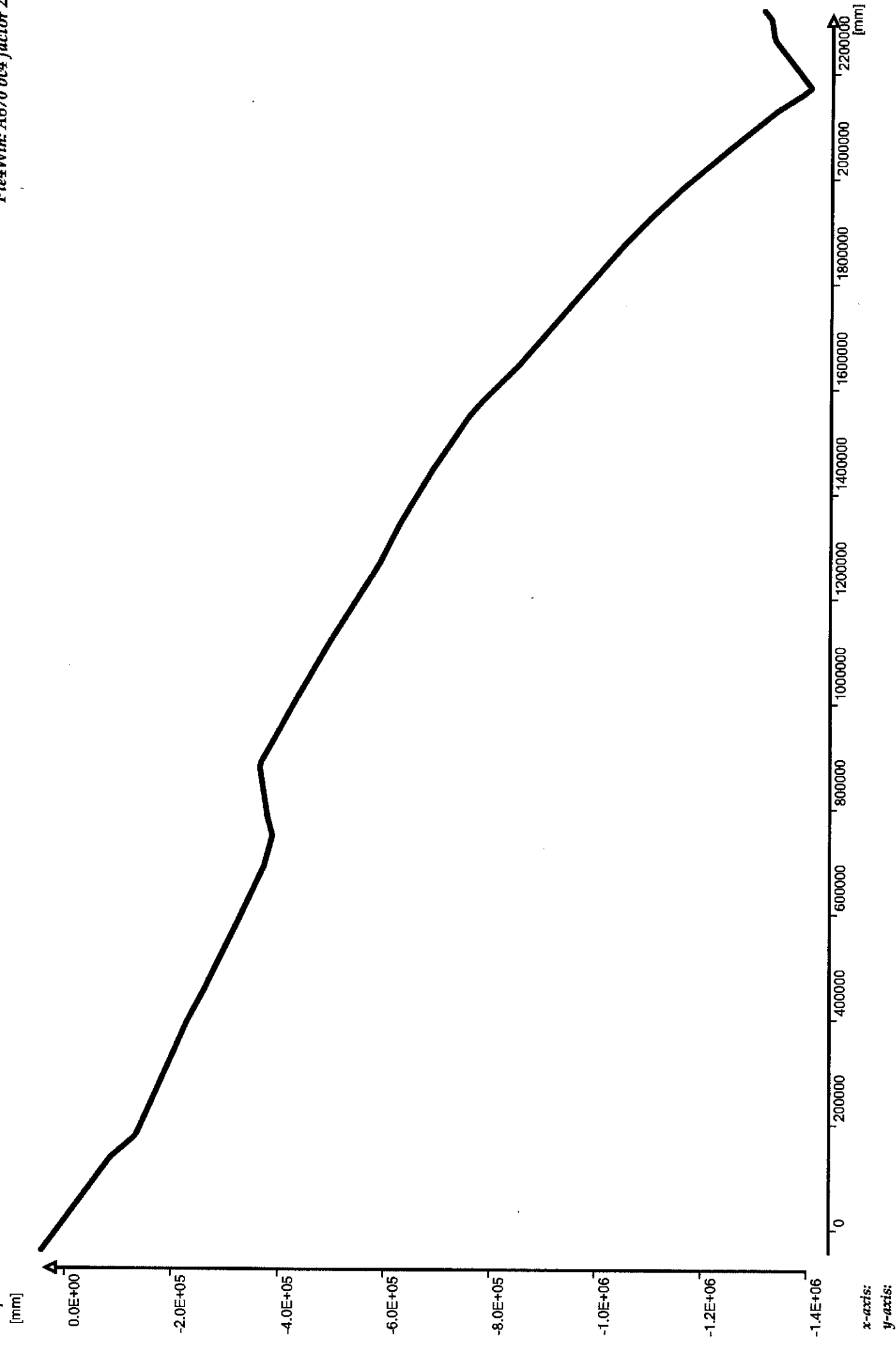
y-axis: primary+secondary unit check stress

		mm	mm	%	mm	mN
741	741	6.55541308914471		-1.60964254843807	6.55541308914471	
747	747	-8.03418285849595	9.46917110138534	3.86019071872787	15.1873593031082	
750	750	-9.49887982019515	-4.89269499594211	2.14550492427173	9.15494910614507	
2583	2583	-18.406179686226	-1.55650134064599	-4.3131790989342	-18.065551431734	
2584	2584	-17.7797286806517	2.79362865889103	-4.44231666615115	-18.4436677349819	
2743	2743	-12.0482291532184	7.02343696846749	4.74736101024652	18.225282444372	

Graphs of table "Maximum radial deformations (NEN 3650)"

Ple4Win: A670 bc3





Pipeline origin

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [27-10-2009] Occ.:1

		mm	mm	mm		mm	mm
1	start	0	0	18020			

Pipeline polygon points

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:5

		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1	dummy1	161803	-117557	18020	0		1500	
2	knp13	16180	-11756	18020	30480	750	1500	20
3	knp25	40872	-47018	17700	30480	750	1500	20
4	knp4	215323	-95868	18490	30480	750	1500	20
5	pers-s	13951	-7418	18280	0		1500	
6	pers-e	15893	-8450	18280	0		1500	
7	knp3	30991	-16478	18080	30480	750	1500	20
8	knp10	238540	-111233	17610	30480	750	1500	20
9	pers1-s	4540	-1216	17610	0		1500	
10	pers1-e	49262	-13200	17610	0		1500	
11	knp30-1	3960	-1061	17610	7500	750	1500	20
12	vb3	9659	2588	18280	30480	750	1500	20
13	knp6-1	27143	7273	18280	30480	750	1500	20
14	knp38	97781	15487	18320	30480	750	1500	20
15	knp1-1	127257	-70540	18630	30480	750	1500	20
16	vb5	19053	-11000	18630	30480	750	1500	20
17	vb6	8660	-5000	19200	30480	750	1500	20
18	pers2-s	8660	-5000	19200	0		1500	
19	pers2-e	64952	-37500	19200	30480	750	1500	20
20	knp2	12211	-7050	18500	30480	750	1500	20
21	pers3-s	14162	-8850	17870	30480	750	1500	20
22	pers3-e	114486	-71539	17870	0		1500	
23	vb7	8480	-5299	17870	30480	750	1500	20
24	knp5	6700	-4186	19260	30480	750	1500	20
25	knp4-1	76716	-39089	19090	30480	750	1500	20
26	knp3-1	105260	-63247	19280	30480	750	1500	20
27	knp7-1	100231	-67606	19830	30480	750	1500	20
28	knp4-2	29283	-25455	20060	30480	750	1500	20
29	knp4-3	69014	-69014	21100	30480	750	1500	20
30	vb8	5434	-4724	21100	30480	750	1500	20
31	vb9	7547	-6561	20120	30480	750	1500	20
32	pers4-s	7547	-6561	20120	0		1500	
33	weg	45434	-39495	20120	0		1500	
34	pers4-e	24754	-21519	20120	0		1500	
35	knp3-2	138640	-120518	20760	30480	750	1500	20
36	knp3-3	52512	-50710	21090	30480	750	1500	20
37	knp3-4	57083	-61214	21410	30480	750	1500	20
38	knp1-2	75913	-90470	21330	30480	750	1500	20
39	knp7-2	67589	-83465	21610	30480	750	1500	20
40	knp6-2	29940	-47915	21780	30480	750	1500	20
41	vb10	7819	-10008	21780	30480	750	1500	20
42	knp90	6157	-7880	20630	3750	750	1500	20
43	pers5-s	3546	2770	20630	0		1500	
44	A35	40898	31953	20630	0		1500	
45	pers5-e	30023	23457	20630	0		1500	
46	vb11	7880	6157	20630	30480	750	1500	20
47	knp29	9299	7265	21450	30480	750	1500	20
49	knp30-2	38224	6054	21450	3750	750	1500	20
50	locatie	17019	13782	21450	0		1500	

Additional idents

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [4-11-2009] Occ.:7

	mm	
1	358800	162-164s
2	422800	162-164a
3	479264	153-155s
4	504800	162-164b
5	533800	162-164m
6	544800	162-164c
7	589800	162-164d
8	650264	153-155a

Additional idents

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [4-11-2009] Occ.:7

	mm	
9	680264	153-155b
10	708800	162-164e
11	709264	153-155m
12	756264	153-155c
13	792264	153-155d
14	903686	151-152s
15	923686	151-152a
16	939264	153-155e
17	962416	149-150s
18	977416	149-150a
19	981686	151-152b
20	1003686	151-152m
21	1007686	151-152c
22	1029686	151-152d
23	1100416	149-150b
24	1103686	151-152e
25	1137416	149-150m
26	1156416	149-150c
27	1242416	149-150d
28	1312416	149-150e
29	1375618	173-175s
30	1419618	173-175a
31	1462618	173-175b
32	1475618	173-175m
33	1496618	173-175c
34	1555618	173-175d
35	1575618	173-175e
36	1811394	180-181s
37	1851394	180-181a
38	1957394	180-181b
39	1986394	180-181m
40	2005394	180-181c
41	2107394	180-181d
42	2161394	180-181e

Polygon point data

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:9

	mm	mm	mm				mm
1	start	0	0	18020		90	
2	dummy1	161803	-117557	18020	0.00120046950479491	0.00120046950479491	0
3	kn13	177983	-129313	18020	13.0021037172911	12.9988300150597	90.2942964809283
4	kn125	218855	-176331	17700	25.0047252499623	25.0000806719426	89.807961714439
5	kn14	434178	-272199	18490	4.11235465115374	4.00038442799365	90.7614552319139
6	pers-s	448129	-279617	18280	0.761457078345984	0.00167693772044686	90
7	pers-e	464022	-288067	18280	0.326475397524575	0.000988879617182192	90.3264738999009
8	kn13	495013	-304545	18080	3.00804825224191	2.99970733059723	90.1023138778418
9	kn110	733553	-415778	17610	10.0062740575858	10.0057562941448	90
10	pers1-s	738093	-416994	17610	0.00607328762328052	0.00607328762328052	90
11	pers1-e	787355	-430194	17610	0.00137510284702103	0.00137510284702103	90
12	kn130-1	791315	-431255	17610	30.219549530999	29.99826515535	86.1667973236951
13	vb3	800974	-428667	18280	3.83320275544753	0.000779515911631279	90
14	kn16-1	828117	-421394	18280	6.00014664334242	6.00010214803746	89.9768501572601
15	kn138	925898	-405907	18320	38.0001995578464	38.0001072374733	89.8779266612127
16	kn1-1	1053155	-476447	18630	1.00675229730092	0.99932467156134	90
17	vb5	1072208	-487447	18630	3.26240126358897	0.0013021825513988	86.7375989960124
18	vb6	1080868	-492447	19200	3.26240100398769	0	90
19	pers2-s	1089528	-497447	19200	0.000763959502023681	0.000763959502023681	90
20	pers2-e	1154480	-534947	19200	2.84213059808752	4.87548859382514E-05	92.8421305976696
21	kn12	1166691	-541997	18500	2.11289659600686	2.00183138404236	92.1604534105601
22	pers3-s	1180853	-550847	17870	2.16045405709076	0.00167180282113577	90
23	pers3-e	1295339	-622386	17870	0.000449647816083143	0.000449647816083143	90
24	vb7	1303819	-627685	17870	9.97881295470518	0.00436621537636483	80.0211879908327
25	kn15	1310519	-631871	19260	11.2497630003137	4.99601244100637	90.1131267630358
26	kn14-1	1387235	-670960	19090	4.00510264381268	4.00001883825956	89.9113502802015
27	kn13-1	1492495	-734207	19280	3.00448721304906	2.99957498489823	89.739351152923
28	kn17-1	1592726	-801813	19830	7.00024887179569	6.99989996511209	89.6603653016961
29	kn14-2	1622009	-827268	20060	4.00937945780998	4.00036058014501	89.3894976527409

Polygon point data

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:9

	Identical	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate	Point angle	For point angle	Angle Z-axis	Point (x)
		mm	mm	mm				mm
30	kn4-3	1691023	-896282	21100	4.04448963529103	3.99822316494539	90	30480
31	vb8	1696457	-901006	21100	5.59700455507357	0.000354891635765853	95.5970045438579	30480
32	vb9	1704004	-907567	20120	5.59700454385785	0	90	30480
33	pers4-s	1711551	-914128	20120	0.00225645671747543	0.00225645671747543	90	0
34	weg	1756985	-953623	20120	0.001016055566879	0.001016055566879	90	0
35	pers4-e	1781739	-975142	20120	0.199616373635365	0.00087092570436198	89.8003855262881	0
36	kn3-2	1920379	-1095660	20760	3.00040275799262	2.99983904810665	89.7409937920871	30480
37	kn3-3	1972891	-1146370	21090	3.00036964004983	3.00012977818909	89.7809480501911	30480
38	kn3-4	2029974	-1207584	21410	3.01119363470303	3.00013848128231	90.0388117067637	30480
39	kn1-2	2105887	-1298054	21330	1.01727353300481	0.999716541027169	89.8506253431686	30480
40	kn7-2	2173476	-1381519	21610	7.00069480730525	7.00068464259181	89.8276061616767	30480
41	kn6-2	2203416	-1429434	21780	6.00261711220463	6.00015010501227	90	30480
42	vb10	2211235	-1439442	21780	6.56009773771558	0.00249746362675296	96.5600972643959	30480
43	kn90	2217392	-1447322	20630	89.9935207876811	89.9934780859104	90	3750
44	pers5-s	2220938	-1444552	20630	0.00438622827243762	0.00438622827243762	90	0
45	A35	2261836	-1412599	20630	0.000564062086368722	0.000564062086368722	90	0
46	pers5-e	2291859	-1389142	20630	0.00157162406077305	0.00157162406077305	90	0
47	vb11	2299739	-1382985	20630	3.97501608961068	0.00278839741201864	86.0249848868234	30480
48	kn29	2309038	-1375720	21450	29.2471535731592	28.9994572720539	90	30480
49	kn30-2	2347262	-1369666	21450	30.0007075649319	30.0007075649319	90	3750
50	locatie	2364281	-1355884	21450				

Polygon subdivision data

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:9

			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1	2	OK	199999.647...	0	199999.647...	0	1492.53468...		
2	2	3	OK	19999.8983...	0	2692.95071...	13833.6235...	3473.32417...	1346.47535...	691.681175...
3	3	4	OK	62300.2015...	3473.32417...	13833.6235...	23454.7678...	14779.9140...	6758.57196...	691.681175...
4	4	5	OK	235701.700...	6758.57196...	14779.9140...	202130.530...	10938.3772...	1094.30754...	738.995701...
5	5	6	OK	15801.9373...	1094.30754...	10938.3772...	3769.25263...	0	546.918860...	1256.41754...
6	6	7	OK	17999.7208...	0	17999.7208...	0	0	1499.97673...	
7	7	8	OK	35099.9510...	0	26298.6092...	8001.05273...	800.289101...	1461.03384...	400.052636...
8	8	9	OK	263200.176...	800.289101...	8001.05273...	238422.745...	13307.7530...	2668.33607...	400.052636...
9	9	1	CONN	4700.02723...	2668.33607...	1996.16295...	35.5282089...	0	665.387651...	
10	10	1	OK	50999.8494...	0	50999.8494...	0	0	1499.99557...	
11	11	1	OK	4099.67327...	0	96.7803496...	1977.86489...	2025.02803...	96.7803496...	659.288297...
12	12	1	OK	10022.1217...	2025.02803...	3955.72978...	472.430334...	2548.96654...	1019.96708...	659.288297...
13	13	1	OK	28100.5156...	1019.96708...	10195.8661...	4647.46698...	10639.7871...	1597.42822...	509.793308...
14	14	1	OK	98999.8622...	1597.42822...	10639.7871...	61828.0478...	14439.4340...	10495.1650...	531.989357...
15	15	1	OK	145500.280...	10495.1650...	14439.4340...	114942.206...	5355.68418...	267.791099...	721.971703...
16	16	1	OK	22000.3820...	267.791099...	5355.68418...	6831.31036...	8677.60168...	867.994692...	267.784209...
17	17	1	CONN	10016.0121...	867.994692...	4338.80084...	36.3015785...	3904.92044...	867.994623...	433.880084...
18	18	1	OK	9999.77999...	867.994623...	8677.60098...	454.184384...	0	433.880049...	454.184384...
19	19	2	OK	75000.0820...	0	66684.2224...	7559.73139...	756.128190...	1481.87160...	377.986569...
20	20	2	OK	14117.4013...	756.128190...	5291.81197...	201.320266...	7306.07170...	562.069214...	201.320266...
21	21	2	OK	16711.7217...	562.069214...	7868.07722...	236.333883...	7470.51809...	574.723336...	562.005515...
22	22	2	OK	134999.528...	574.723336...	11493.1047...	122931.700...	0	574.655238...	1499.16707...
23	23	2	CONN	9999.49003...	0	39.3368598...	7299.17726...	2660.97591...		663.561569...
24	24	2	OK	8021.51457...	2660.97591...	1327.12313...	283.385200...	748.075990...	3001.95432...	663.561569...
25	25	2	OK	86100.6589...	3001.95432...	14961.5198...	56418.3413...	10653.0995...	1065.74395...	748.075990...
26	26	2	OK	122800.190...	1065.74395...	10653.0995...	102290.424...	7991.58079...	799.341254...	532.654977...
27	27	2	OK	120901.311...	799.341254...	7991.58079...	97832.8632...	12413.2229...	1864.30310...	399.579039...
28	28	2	OK	38800.8249...	1864.30310...	12413.2229...	12791.9405...	10664.4753...	1066.88292...	620.661147...
29	29	3	OK	97606.0755...	1066.88292...	10664.4753...	74040.6196...	10757.8642...	1076.23336...	533.223768...
30	30	3	OK	7200.31471...	1076.23336...	2151.57285...	249.480886...	2233.10556...	1489.92204...	537.893214...
31	31	3	OK	10048.1008...	1489.92204...	3721.84260...	368.940044...	2977.47408...	1489.92203...	744.368521...
32	32	3	OK	10000.1964...	1489.92203...	8188.05372...	322.220734...	0	744.368520...	322.220734...
33	33	3	OK	60200.5264...	0	60200.5264...	0	0	1468.30552...	
34	34	3	OK	32799.8151...	0	32799.8151...	0	0	1490.90069...	
35	35	3	OK	183700.973...	0	174922.002...	7980.71662...	798.254091...	1495.05984...	399.035831...
36	36	3	OK	73000.8434...	798.254091...	7980.71662...	55442.9989...	7980.62853...	798.245276...	399.035831...
37	37	3	OK	83700.2095...	798.245276...	7980.62853...	66110.7903...	8009.41908...	801.126313...	399.031426...
38	38	3	OK	118100.003...	801.126313...	8009.41908...	103607.213...	5411.65467...	270.589841...	400.470954...
39	39	4	OK	107399.988...	270.589841...	5411.65467...	87439.3081...	12414.0137...	1864.42216...	270.582733...
40	40	4	OK	56500.2630...	1864.42216...	12414.0137...	29979.5721...	10644.1679...	1598.08714...	620.700685...
41	41	4	OK	12700.2686...	1598.08714...	4257.66717...	444.608055...	4653.08918...	1746.81713...	532.208396...
42	42	4	CONN	10066.0592...	1746.81713...	2326.54459...	34.3482549...	2208.77331...	3749.57596...	581.636148...

Polygon subdivision data

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:9

			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
43	43	4	CONN	4499.66843...	3749.57596...	736.257770...	13.8347014...		0	736.257770...	
44	44	4	OK	51900.2949...	0		51900.2949...		0	1482.86556...	
45	45	4	OK	38100.0180...	0		38100.0180...		0	1465.38531...	
46	46	4	OK	10000.1524...	0		483.962575...	8458.45829...	1057.73157...	483.962575...	528.653643...
47	47	4	OK	11828.9486...	1057.73157...	1057.30728...	346.633905...	1414.43583...	7952.84003...	528.653643...	346.633905...
48	48	4	OK	38700.4533...	7952.84003...	14144.3583...	5780.71211...	9817.70859...	1004.83428...	707.217917...	1445.17802...
49	49	5	OK	21899.5407...	1004.83428...	9817.70859...	11076.9978...		0	490.885429...	1384.62473...

Identification names

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:9

		mm	mm	mm
1	start	1	0	0
2	dummy1	135	161803	199999.647644689
3	knp13s	157	175173.066471948	216526.221874402
4	knp13	162	177849.756146736	219984.627752383
5	knp13e	167	180261.6716903	223443.033630363
6	knp25s	223	214421.043984155	275511.339005952
7	knp25	232	219295.288200915	282162.300316679
8	knp25e	241	225029.227782858	288813.261627405
9	162-164s	298	289140.253750193	358991.913574388
10	162-164a	340	346588.284013563	421876.967433095
11	153-155s	378	398565.07329947	478772.968543353
12	162-164b	395	421817.847453691	504226.442724258
13	knp4s	416	433178.305973192	516662.083121035
14	knp4	418	434169.605638065	517755.920842001
15	knp4e	420	435144.127388852	518849.758562967
16	pers-s	443	448129	533557.388403444
17	162-164m	443	448129	533557.388403444
18	162-164c	450	457399.916666667	544057.225538755
19	pers-e	455	464022	551557.109206834
20	knp3s	493	494306.396179157	585856.771173944
21	knp3	495	495017.676630731	586656.876447906
22	knp3e	497	495738.307121419	587456.981721867
23	162-164d	502	497551.158415395	589457.244906772
24	153-155a	553	551914.404259016	649440.542838758
25	153-155b	573	579094.78868218	679430.825270577
26	162-164e	592	604916.153884186	707921.593580805
27	153-155m	593	606275.173105345	709421.107702396
28	153-155c	624	648404.768961249	755906.045471714
29	153-155d	648	681021.230269046	791894.384389896
30	knp10s	696	731134.669984345	847188.532820368
31	knp10	700	733592.864480258	849850.083425554
32	knp10e	704	736130.484163342	852511.634030739
33	pers1-s	707	738093	854543.325193598
34	151-152s	740	785906.117647059	904043.179072276
35	pers1-e	741	787355	905543.174644357
36	knp30-1s	745	789358.96338808	907617.819885655
37	knp30-1	748	791313.885880687	909595.684777351
38	knp30-1e	751	793266.657168945	911573.549669046
39	vb3s	763	799990.988391659	918550.676329374
40	vb3	765	800974.550263675	919570.262946215
41	vb3e	767	801959.212047371	920589.849563056
42	151-152a	772	804421.323411899	923138.816105159
43	153-155e	798	819893.79761253	939157.108221897
44	knp6-1s	811	826574.003604396	946072.96987338
45	knp6-1	814	828125.697130082	947668.937946799
46	knp6-1e	817	829694.761076536	949264.906020218
47	149-150s	838	841657.526038942	961376.789552582
48	149-150a	849	857651.221151894	977569.849691184
49	151-152b	852	862013.138000881	981986.138819894
50	151-152m	867	883822.722245815	1004067.58446344
51	151-152c	869	886730.666811806	1007011.77721592
52	151-152d	890	909114.302232573	1029674.42971299
53	knp38s	899	915532.048897781	1036172.17504139
54	knp38	913	925593.016254777	1046279.77888557
55	knp38e	927	935077.248364878	1056387.38272975
56	149-150b	966	972512.421756936	1099189.1794481

			mm	mm	mm
57	151-152e	968	975123.60078805	1102174.69130655	1103280.67028872
58	149-150m	991	1005152.15964587	1136508.07767869	1137613.97873478
59	149-150c	1004	1022124.82334811	1155913.90475886	1157019.7617695
60	kn1-1s	1044	1052920.78538751	1191124.70752827	1192230.48462163
61	kn1-1	1045	1053154.42514507	1191392.49173753	1192498.27511306
62	kn1-1e	1046	1053386.91523716	1191660.27594679	1192766.06621228
63	vb5s	1091	1071456.29019479	1212524.87217415	1213630.66243964
64	vb5	1093	1072207.69291625	1213392.63234217	1214498.65713247
65	vb5e	1095	1072958.48171911	1214260.39251019	1215365.24513285
66	vb6s	1114	1080117.51834064	1222540.41537416	1223631.84919866
67	vb6	1116	1080868.30461731	1223408.17547312	1224498.43713005
68	vb6e	1118	1081619.69988172	1224275.93557209	1225366.43175376
69	pers2-s	1139	1089528	1233407.72094596	1234498.21712762
70	149-150d	1144	1095944.69463553	1240817.07899504	1241907.57517671
71	pers2-es	1204	1153825.17353977	1307651.67478206	1308742.17096373
72	pers2-e	1206	1154479.7986816	1308407.6479215	1309498.29915425
73	pers2-ee	1208	1155134.02131048	1309163.62106093	1310253.49726718
74	149-150e	1214	1157095.68290257	1311431.54047924	1312518.62702491
75	kn2s	1236	1166204.83211362	1321962.82501033	1323036.95752023
76	kn2	1237	1166688.53627681	1322524.83052622	1323598.33535987
77	kn2e	1238	1167167.31383121	1323086.8360421	1324160.0050411
78	pers3-ss	1266	1180365.9626974	1338661.76524612	1339723.86318591
79	pers3-s	1267	1180853.08884079	1339236.42048442	1340298.17799386
80	pers3-se	1268	1181340.3926342	1339811.07572273	1340872.9013299
81	173-175s	1304	1211428.92635187	1375290.85375296	1376352.67936013
82	173-175a	1333	1248298.50416696	1418766.69904413	1419828.5246513
83	173-175b	1362	1285168.08198204	1462242.5443353	1463304.36994247
84	pers3-e	1370	1295339	1474235.88096735	1475297.70657452
85	173-175m	1370	1295339	1474235.88096735	1475297.70657452
86	vb7s	1381	1301562.37734311	1481574.3950875	1482636.22069468
87	vb7	1385	1303810.47570352	1484228.64136397	1485297.19661152
88	vb7e	1389	1306041.59007159	1486882.88764043	1487917.91702073
89	kn5s	1393	1308011.60644074	1489241.47197008	1490240.82045269
90	kn5	1397	1310560.94063626	1492233.77593351	1493197.36091361
91	kn5e	1401	1313193.75221006	1495226.07989694	1496199.30938592
92	173-175c	1402	1313860.29063606	1495974.1558878	1496947.38391863
93	173-175d	1451	1366210.53162023	1554728.39550617	1555701.50901353
94	173-175e	1474	1383912.43066268	1574595.76571283	1575568.8404948
95	kn4-1s	1479	1386285.41826436	1577259.04060019	1578232.11019092
96	kn4-1	1481	1387225.98136198	1578324.35055514	1579297.85206784
97	kn4-1e	1483	1388148.51819942	1579389.66051009	1580363.59474644
98	kn3-1s	1592	1491809.83281627	1700324.76548421	1701298.55496617
99	kn3-1	1594	1492489.37701498	1701123.92356385	1702097.89526409
100	kn3-1e	1596	1493157.67910889	1701923.08164348	1702897.2282476
101	180-181s	1686	1582947.6712878	1810230.1703143	1811203.19621037
102	kn7-1s	1702	1591180.43393012	1820160.74867688	1821133.67181624
103	kn7-1	1705	1592691.32373925	1822022.73211986	1822997.95563214
104	kn7-1e	1708	1594132.99039253	1823884.71556284	1824862.22598495
105	180-181a	1739	1613960.18705601	1850156.3266093	1851133.3754649
106	kn4-2s	1757	1621203.8229744	1859754.35444148	1860731.23466913
107	kn4-2	1759	1621996.29118662	1860820.80197839	1861798.09885353
108	kn4-2e	1761	1622763.35732849	1861887.2495153	1862864.92121836
109	180-181b	1849	1689501.37859437	1956274.42238424	1957246.73601851
110	kn4-3s	1851	1690262.0312911	1957350.20881328	1958322.46137848
111	kn4-3	1853	1691035.81724727	1958425.99524233	1959398.63364714
112	kn4-3e	1855	1691835.22173285	1959501.78167138	1960474.86701026
113	vb8s	1863	1695332.57187526	1964135.94098221	1965109.0263211
114	vb8	1865	1696455.65751532	1965624.6780261	1966598.94836249
115	vb8e	1867	1697576.06138809	1967113.41506998	1968081.76720101
116	vb9s	1877	1702884.93861415	1974181.67180577	1975116.32602501
117	vb9	1879	1704005.34097008	1975670.40884667	1976599.14486056
118	vb9e	1881	1705128.4220677	1977159.14588757	1978089.06689896
119	180-181m	1892	1711307.82478986	1985347.19961252	1986277.12062391
120	pers4-s	1893	1711551	1985669.42034724	1986599.34135863
121	180-181c	1906	1725956.90243902	2004757.3921383	2005687.31314969
122	weg	1934	1756985	2045869.9467652	2046799.86777659
123	pers4-e	1956	1781739	2078669.76196285	2079599.68297424
124	180-181d	1975	1803177.24709498	2107075.8991041	2108005.64772213

Identification names

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:9

			mm	mm	mm
125	180-181e	2011	1843797.08369599	2160898.05368752	2161827.47566549
126	kn3-2s	2093	1919776.55383216	2261572.48098772	2262501.29198495
127	kn3-2	2095	1920371.94010614	2262370.5526506	2263299.54123221
128	kn3-2e	2097	1920953.21143219	2263168.62431347	2264097.78716782
129	kn3-3s	2174	1972316.79490876	2334572.96839216	2335501.40167312
130	kn3-3	2176	1972883.54697508	2335371.03124605	2336299.63879379
131	kn3-3e	2178	1973435.39810075	2336169.09409995	2337097.87823669
132	kn3-4s	2263	2029427.6370511	2418269.9320976	2419198.1162139
133	kn3-4	2265	2029966.1460525	2419070.87400612	2419999.23667216
134	kn3-4e	2267	2030488.95258184	2419871.81591463	2420800.36280151
135	kn1-2s	2377	2105713.0687043	2536900.10343874	2537828.62347581
136	kn1-2	2378	2105886.08908263	2537170.68617231	2538099.21325555
137	kn1-2e	2379	2106057.287698	2537441.26890589	2538369.8021778
138	kn7-2s	2478	2172302.68116335	2642706.24547534	2643634.42101159
139	kn7-2	2481	2173429.62056728	2644568.3475319	2645498.83683962
140	kn7-2e	2484	2174463.97415407	2646430.44958846	2647363.25056435
141	kn6-2s	2544	2202569.15917885	2699468.20333056	2700400.7642281
142	kn6-2	2547	2203450.28139712	2701064.82851949	2701998.8441405
143	kn6-2e	2550	2204399.87236472	2702661.45370842	2703596.93128674
144	vb10s	2567	2210159.56108306	2712016.81812068	2712952.295699
145	vb10	2570	2211233.25313089	2713761.72656546	2714699.11283845
146	vb10e	2573	2212303.45716394	2715506.63501025	2716434.49281643
147	kn90s	2580	2215098.53653077	2720076.30116899	2720974.23940973
148	kn90	2584	2217585.7209277	2723021.33225001	2724699.26528729
149	kn90e	2588	2220346.88357782	2725966.36333102	2728448.84124781
150	pers5-s	2589	2220938	2726716.45580273	2729198.93371951
151	A35	2624	2261836	2778616.75072482	2781099.22864161
152	pers5-e	2650	2291859	2816716.7688088	2819199.24672559
153	vb11s	2667	2298905.52022439	2825659.18968162	2828141.66759841
154	vb11	2669	2299738.50649547	2826716.49696883	2829199.39917443
155	vb11e	2671	2300570.50635126	2827773.80425604	2830254.58624389
156	kn29s	2676	2302786.09530763	2830592.18128356	2833066.18331041
157	kn29	2687	2309445.35441063	2838371.57837429	2840999.89179127
158	kn29e	2698	2316892.9301391	2846150.97546501	2848952.73183077
159	kn30-2s	2742	2346269.53654	2875893.75451874	2878695.5108845
160	kn30-2	2744	2347208.19147703	2876875.525378	2879700.34517362
161	kn30-2e	2746	2348042.89650203	2877857.29623725	2880705.17946275
162	locatie	2774	2364281	2898752.00269675	2901599.88592224

Material location

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

1	start	L480MB

Isotropic materials

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		N/mm ²	N/m	1/°C	N/mm ²	N/mm ²
1	L480MB	210000	0.3	1.16E-05	480	480

Outer diameter

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		mm	mm
1	start	762	

Wall thicknesses

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:2

		mm	mm	%	mm	mm	mm	%	mm
1	pers-s	10			0.5	11.9			0.5
2	pers-e	11.9			0.5	10			0.5
3	pers1-s	10			0.5	11.9			0.5
4	pers1-e	11.9			0.5	10			0.5
5	pers2-s	10			0.5	11.9			0.5
6	pers2-e	11.9			0.5	10			0.5
7	pers3-s	10			0.5	11.9			0.5

Wall thicknesses

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:2

		mm	mm	%	mm	mm	mm	%	mm
8	pers3-e	11.9			0.5	10			0.5
9	pers4-s	10			0.5	11.9			0.5
10	pers4-e	11.9			0.5	10			0.5
11	pers5-s	10			0.5	11.9			0.5
12	pers5-e	11.9			0.5	10			0.5

Deadweight

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		N/mm	N/mm	
1	pers-s	-2.66	-2.32	
2	pers-e	-2.32	-2.66	
3	pers1-s	-2.66	-2.32	
4	pers1-e	-2.32	-2.66	
5	pers2-s	-2.66	-2.32	
6	pers2-e	-2.32	-2.66	
7	pers3-s	-2.66	-2.32	
8	pers3-e	-2.32	-2.66	
9	pers4-s	-2.66	-2.32	
10	pers4-e	-2.32	-2.66	
11	pers5-s	-2.66	-2.32	
12	pers5-e	-2.32	-2.66	

Horizontal soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm		%
1	dummy1	0.0227		1	5
2	kn13	0.00582		1	5
3	kn25	0.00582		1	5
4	kn4	0.0227		1	5
5	pers-s	0.0248		1	5
6	pers-e	0.0248		1	5
7	kn3	0.0227		1	5
8	kn10	0.0257		1	5
9	pers1-s	0.0257		1	5
10	pers1-e	0.0257		1	5
11	kn30-1	0.0257		1	5
12	vb3	0.0227		1	5
13	pers2-s	0.0227		1	5
14	pers2-e	0.0227		1	5
15	kn2	0.0227		1	5
16	pers3-s	0.0287		1	5
17	pers3-e	0.0287		1	5
18	vb7	0.0287		1	5
19	kn5	0.0227		1	5
20	vb9	0.0227		1	5
21	pers4-s	0.0227		1	5
22	weg	0.0593		1	5
23	pers4-e	0.0227		1	5
24	kn3-2	0.0227		1	5
25	vb10	0.0227		1	5
26	kn90	0.0277		1	5
27	pers5-s	0.0272		1	5
28	pers5-e	0.0272		1	5
29	vb11	0.0277		1	5
30	kn29	0.0227		1	5

Downward vertical soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm		%
1	dummy1	0.0136		1	5
2	kn13	0.00589		1	5
3	kn25	0.00589		1	5
4	kn4	0.0136		1	5
5	pers-s	0.0474		1	5
6	pers-e	0.0474		1	5

Downward vertical soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm		%
7	knp3	0.0136		1	5
8	knp10	0.0169		1	5
9	pers1-s	0.0505		1	5
10	pers1-e	0.0505		1	5
11	knp30-1	0.0169		1	5
12	vb3	0.0136		1	5
13	pers2-s	0.0408		1	5
14	pers2-e	0.0408		1	5
15	knp2	0.0136		1	5
16	pers3-s	0.0626		1	5
17	pers3-e	0.0626		1	5
18	vb7	0.0209		1	5
19	knp5	0.0136		1	5
20	vb9	0.0136		1	5
21	pers4-s	0.0408		1	5
22	weg	0.189		1	5
23	pers4-e	0.0408		1	5
24	knp3-2	0.0136		1	5
25	vb10	0.0136		1	5
26	knp90	0.0194		1	5
27	pers5-s	0.0573		1	5
28	pers5-e	0.0573		1	5
29	vb11	0.0194		1	5
30	knp29	0.0136		1	5

Upward vertical soil stiffness

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm		%
1	dummy1	0.000813		1	5
2	knp13	0.000227		1	5
3	knp25	0.000227		1	5
4	knp4	0.000813		1	5
5	pers-s	0.00256		1	5
6	pers-e	0.00256		1	5
7	knp3	0.000813		1	5
8	knp10	0.00186		1	5
9	pers1-s	0.00322		1	5
10	pers1-e	0.00322		1	5
11	knp30-1	0.00186		1	5
12	vb3	0.000813		1	5
13	pers2-s	0.0014		1	5
14	pers2-e	0.0014		1	5
15	knp2	0.000813		1	5
16	pers3-s	0.00661		1	5
17	pers3-e	0.00661		1	5
18	vb7	0.00382		1	5
19	knp5	0.000813		1	5
20	vb9	0.000813		1	5
21	pers4-s	0.0014		1	5
22	weg	0.117		1	5
23	pers4-e	0.0014		1	5
24	knp3-2	0.000813		1	5
25	vb10	0.000813		1	5
26	knp90	0.00303		1	5
27	pers5-s	0.00516		1	5
28	pers5-e	0.00516		1	5
29	vb11	0.00303		1	5
30	knp29	0.000813		1	5

Longitudinal soil friction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm		%
1	dummy1	0.00794		1	5
2	knp13	0.00389		1	5
3	knp25	0.00389		1	5
4	knp4	0.00794		1	5

Longitudinal soil friction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm²	N/mm		%
5	pers-s	0.00924	1		5
6	pers-e	0.00924	1		5
7	knp3	0.00794	1		5
8	knp10	0.00984	1		5
9	pers1-s	0.00984	1		5
10	pers1-e	0.00984	1		5
11	knp30-1	0.00984	1		5
12	vb3	0.00794	1		5
13	pers2-s	0.00794	1		5
14	pers2-e	0.00794	1		5
15	knp2	0.00794	1		5
16	pers3-s	0.0121	1		5
17	pers3-e	0.0121	1		5
18	vb7	0.0121	1		5
19	knp5	0.00794	1		5
20	vb9	0.00794	1		5
21	pers4-s	0.00794	1		5
22	weg	0.0353	1		5
23	pers4-e	0.00794	1		5
24	knp3-2	0.00794	1		5
25	vb10	0.00794	1		5
26	knp90	0.0113	1		5
27	pers5-s	0.0111	1		5
28	pers5-e	0.0111	1		5
29	vb11	0.0113	1		5
30	knp29	0.00794	1		5

Displacement at max. soil friction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		mm	mm	
1	dummy1	4		1
2	knp13	5.25		1
3	knp25	5.25		1
4	knp4	4		1
5	pers-s	4		1
6	pers-e	4		1
7	knp3	4		1
8	knp10	4		1
9	pers1-s	4		1
10	pers1-e	4		1
11	knp30-1	4		1
12	vb3	4		1
13	pers2-s	4		1
14	pers2-e	4		1
15	knp2	4		1
16	pers3-s	4		1
17	pers3-e	4		1
18	vb7	4		1
19	knp5	4		1
20	vb9	4		1
21	pers4-s	4		1
22	weg	4		1
23	pers4-e	4		1
24	knp3-2	4		1
25	vb10	4		1
26	knp90	4		1
27	pers5-s	4		1
28	pers5-e	4		1
29	vb11	4		1
30	knp29	4		1

Sub-soil bearing capacity

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm²	N/mm²		%
1	dummy1	2.07		1	5
2	knp13	0.407		1	5

Sub-soil bearing capacity

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm ²		%
3	knp25	0.407		1	5
4	knp4	2.07		1	5
5	pers-s	2.41		1	5
6	pers-e	2.41		1	5
7	knp3	2.07		1	5
8	knp10	2.57		1	5
9	pers1-s	2.57		1	5
10	pers1-e	2.57		1	5
11	knp30-1	2.57		1	5
12	vb3	2.07		1	5
13	pers2-s	2.07		1	5
14	pers2-e	2.07		1	5
15	knp2	2.07		1	5
16	pers3-s	3.18		1	5
17	pers3-e	3.18		1	5
18	vb7	3.18		1	5
19	knp5	2.07		1	5
20	vb9	2.07		1	5
21	pers4-s	2.07		1	5
22	weg	9.58		1	5
23	pers4-e	2.07		1	5
24	knp3-2	2.07		1	5
25	vb10	2.07		1	5
26	knp90	2.96		1	5
27	pers5-s	2.91		1	5
28	pers5-e	2.91		1	5
29	vb11	2.96		1	5
30	knp29	2.07		1	5

Top-soil reaction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm ²		%
1	dummy1	0.0693		1	5
2	knp13	0.0694		1	5
3	knp25	0.0694		1	5
4	knp4	0.0693		1	5
5	pers-s	0.0932		1	5
6	pers-e	0.0932		1	5
7	knp3	0.0693		1	5
8	knp10	0.105		1	5
9	pers1-s	0.105		1	5
10	pers1-e	0.105		1	5
11	knp30-1	0.105		1	5
12	vb3	0.0693		1	5
13	pers2-s	0.0693		1	5
14	pers2-e	0.0693		1	5
15	knp2	0.0693		1	5
16	pers3-s	0.158		1	5
17	pers3-e	0.158		1	5
18	vb7	0.158		1	5
19	knp5	0.0693		1	5
20	vb9	0.0693		1	5
21	pers4-s	0.0693		1	5
22	weg	1.27		1	5
23	pers4-e	0.0693		1	5
24	knp3-2	0.0693		1	5
25	vb10	0.0693		1	5
26	knp90	0.138		1	5
27	pers5-s	0.135		1	5
28	pers5-e	0.135		1	5
29	vb11	0.138		1	5
30	knp29	0.0693		1	5

Horizontal soil reaction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²	N/mm ²		%
1	dummy1	0.466		1	5
2	kn13	0.108		1	5
3	kn125	0.108		1	5
4	kn14	0.466		1	5
5	pers-s	0.587		1	5
6	pers-e	0.587		1	5
7	kn13	0.466		1	5
8	kn110	0.644		1	5
9	pers1-s	0.644		1	5
10	pers1-e	0.644		1	5
11	kn130-1	0.644		1	5
12	vb3	0.466		1	5
13	pers2-s	0.466		1	5
14	pers2-e	0.466		1	5
15	kn12	0.466		1	5
16	pers3-s	0.877		1	5
17	pers3-e	0.877		1	5
18	vb7	0.877		1	5
19	kn15	0.466		1	5
20	vb9	0.466		1	5
21	pers4-s	0.466		1	5
22	weg	3.33		1	5
23	pers4-e	0.466		1	5
24	kn13-2	0.466		1	5
25	vb10	0.466		1	5
26	kn190	0.793		1	5
27	pers5-s	0.78		1	5
28	pers5-e	0.78		1	5
29	vb11	0.793		1	5
30	kn129	0.466		1	5

Uncertainty factors

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:3

	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
1								

Start/end nodes boundary conditions

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

1	start	Infinite	Open
2	locatie	Fixed	Open

Internal overpressure

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		N/mm ²	N/mm ²
1	start	7.99	

Temperature differences

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		°C	°C	°C	°C
1	start	50	5		

Soil displacement in X-direction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [10-11-2009] Occ.:7

		mm	mm
1	162-164s	0	2
2	162-164a	113.75	2
3	153-155s	214.1041326	2
4	162-164b	267.32701333	2
5	162-164m	159.63348323	2
6	162-164c	118.7842132	2
7	162-164d	-48.326436959	2
8	153-155a	12.021294118	2

Soil displacement in X-direction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [10-11-2009] Occ.:7

		mm		mm
9	153-155b	-1.8534117647	2	
10	162-164e	-15.0448	2	
11	153-155m	-15.58	2	
12	153-155c	-69.8	2	
13	153-155d	-56.07	2	
14	151-152s	-13.570465714	2	
15	151-152a	71.486310842	2	
16	153-155e	137.7370341	2	
17	149-150s	227.36792436	2	
18	149-150a	287.20907821	2	
19	151-152b	304.24749058	2	
20	151-152m	56.347635507	2	
21	151-152c	11.27038913	2	
22	151-152d	-236.62946594	2	
23	149-150b	5.5022081081	2	
24	151-152e	16.058425943	2	
25	149-150m	11.61	2	
26	149-150c	9.2	2	
27	149-150d	-1.71	2	
28	149-150e	0	2	
29	173-175s	0	2	
30	173-175a	41.4	2	
31	173-175b	-214.14	2	
32	173-175m	-291.4	2	
33	173-175c	-416.2	2	
34	173-175d	-105.37	2	
35	173-175e	0	2	
36	180-181s	0	2	
37	180-181a	0.73424657534	2	
38	180-181b	2.68	2	
39	180-181m	2.1522	2	
40	180-181c	1.8064	2	
41	180-181d	-0.05	2	
42	180-181e	0	2	

Soil displacement in Y-direction

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [10-11-2009] Occ.:6

		mm		mm
1	162-164s	0	2	
2	162-164a	-3.6	2	
3	153-155s	151.64823082	2	
4	162-164m	287.45946158	2	
5	162-164c	314.85280796	2	
6	153-155b	5.64016	2	
7	162-164e	-35.689252143	2	
8	153-155c	-8.3932142857	2	
9	153-155d	12.31	2	
10	151-152s	2.979354966	2	
11	153-155e	134.77220077	2	
12	149-150s	222.47375769	2	
13	151-152c	399.42740258	2	
14	151-152e	17.061629381	2	
15	149-150c	23.43	2	
16	149-150e	0	2	
17	173-175s	0	2	
18	173-175b	-556.01	2	
19	173-175d	0	2	
20	173-175e	0	2	
21	180-181s	0	2	
22	180-181a	0	2	
23	180-181c	3	2	
24	180-181e	0	2	

Soil displacement in Z-direction
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		mm		mm	
1	pers-s	-30	1.5	0	1.5
2	pers-e	0	1.5	-30	1.5
3	pers1-s	-30	1.5	0	1.5
4	pers1-e	0	1.5	-30	1.5
5	pers2-s	-30	1.5	0	1.5
6	pers2-e	0	1.5	-30	1.5
7	pers3-s	-30	1.5	0	1.5
8	pers3-e	0	1.5	-30	1.5
9	pers4-s	-30	1.5	0	1.5
10	pers4-e	0	1.5	-30	1.5
11	pers5-s	-30	1.5	0	1.5
12	pers5-e	0	1.5	-30	1.5
13	knp30-2	0	1.5		

Vertical soil subsidence
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [10-11-2009] Occ.:4

		mm		mm	
1	162-164m	-600	2	150000	Double
2	153-155m	-250	2	250000	Double
3	151-152m	-1050	2	150000	Double
4	149-150m	-40	2	175000	Double
5	173-175m	-1600	2	170000	Double
6	180-181m	-3.5	2	205000	Double

Loading combinations
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

1	start	1	1.15	1.1	1.1	1.1	0	0	0

Non-linear elastic soil iteration control
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

1	20	0	0	

Geometrically non-linear iteration control
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

				RAD
1	50	0.001	1E-05	0.1

Neutral top-soil load
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²			N/mm		
1	dummy1	0.0304	1	1			
2	knp13	0.0305	1	1			
3	knp25	0.0305	1	1			
4	knp4	0.0304	1	1			
5	pers-s	0.0361	1	1			
6	pers-e	0.0361	1	1			
7	knp3	0.0304	1	1			
8	knp10	0.0387	1	1			
9	pers1-s	0.0387	1	1			
10	pers1-e	0.0387	1	1			
11	knp30-1	0.0387	1	1			
12	vb3	0.0304	1	1			
13	pers2-s	0.0304	1	1			
14	pers2-e	0.0304	1	1			
15	knp2	0.0304	1	1			
16	pers3-s	0.0485	1	1			
17	pers3-e	0.0485	1	1			
18	vb7	0.0485	1	1			
19	knp5	0.0304	1	1			
20	vb9	0.0304	1	1			
21	pers4-s	0.0304	1	1			

Neutral top-soil load

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [9-11-2009] Occ.:2

		N/mm ²			N/mm ²		
22	weg	0.148	1	1			
23	pers4-e	0.0304	1	1			
24	knp3-2	0.0304	1	1			
25	vb10	0.0304	1	1			
26	knp90	0.045	1	1			
27	pers5-s	0.0442	1	1			
28	pers5-e	0.0442	1	1			
29	vb11	0.045	1	1			
30	knp29	0.0304	1	1			

Extra loads on top-soil

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		N/mm ²		N/mm ²	
1	pers5-s	0.007	1.35		
2	A35	0.016	1.35		
3	pers5-e	0.007	1.35		

Soil support angle functions

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

		°	°	%	%	
1	start	70	180	50	100	Sinus
2	pers-s	120	180	50	100	Sinus
3	pers-e	70	180	50	100	Sinus
4	pers1-s	120	180	50	100	Sinus
5	pers1-e	70	180	50	100	Sinus
6	pers2-s	120	180	50	100	Sinus
7	pers2-e	70	180	50	100	Sinus
8	pers3-s	120	180	50	100	Sinus
9	pers3-e	70	180	50	100	Sinus
10	pers4-s	120	180	50	100	Sinus
11	pers4-e	70	180	50	100	Sinus
12	pers5-s	120	180	50	100	Sinus
13	pers5-e	70	180	50	100	Sinus

Cross-sections to be calculated

Ple4Win: A670 bc4 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

				N/mm ²
1	start	locatie	Yes	

Warnings

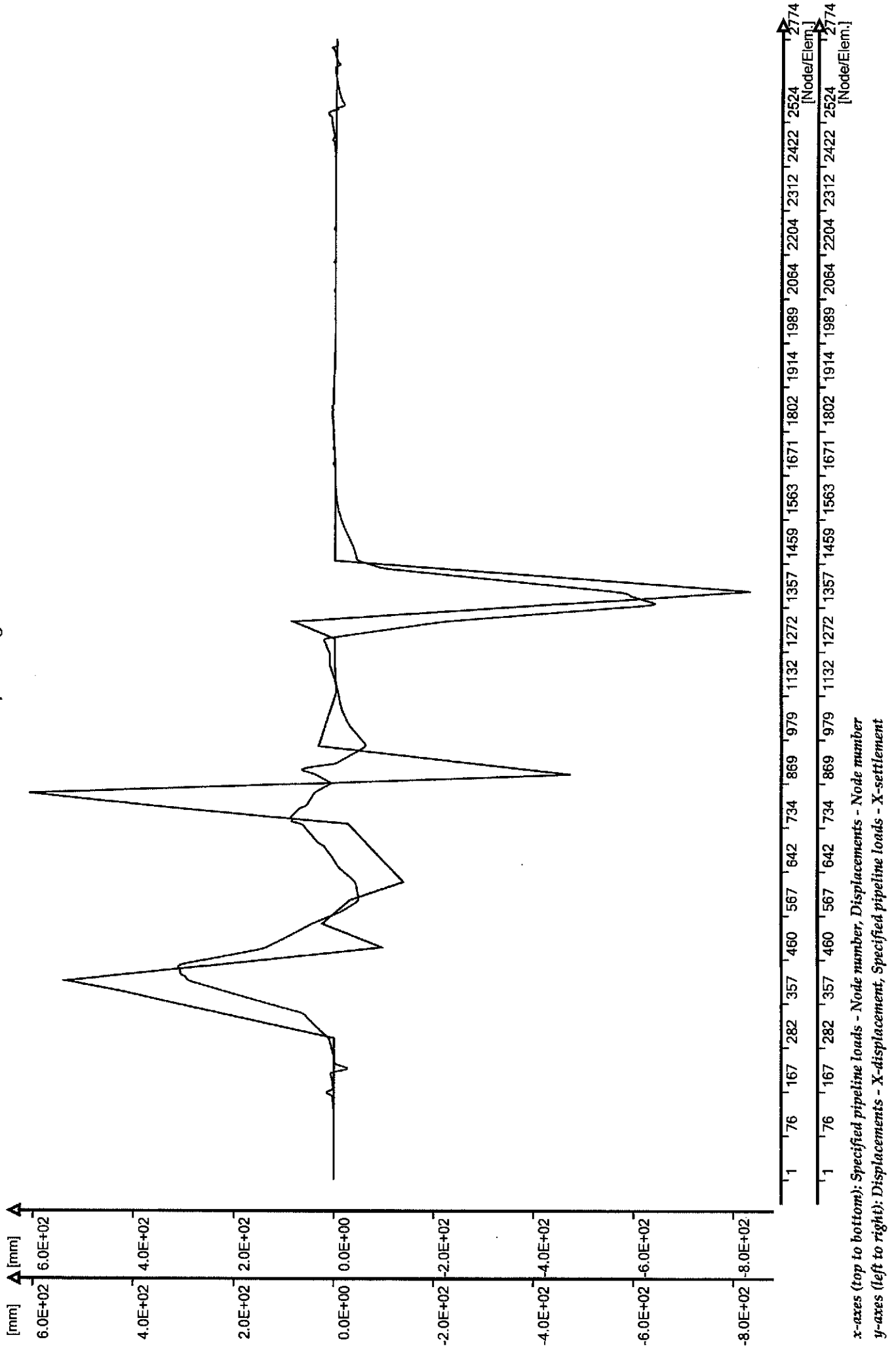
Ple4Win: A670 bc4 factor 2 Occ.:0

1	11	FUNCT320	W320/3	Extremeklh/(klt,kls) ratio
2	20	FUNCT500	W500/19	Hoop stress 76.% of yield
3	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.01, 134 (1 - 136)
4	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.41, 187 (187 - 202)
5	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 395 (261 - 395)
6	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 455 (440 - 472)
7	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.08, 675 (517 - 675)
8	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 707 (704 - 740)
9	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.57, 787 (787 - 790)
10	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.99, 837 (837 - 878)
11	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.27, 1023(939 - 1023)
12	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.10, 1070(1066 - 1070)
13	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.22, 1142(1139 - 1183)
14	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.50, 1290(1288 - 1379)
15	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1421(1421 - 1458)
16	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1503(1503 - 1571)
17	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1616(1616 - 1681)
18	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.92, 1729(1728 - 1736)
19	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1828(1781 - 1830)
20	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 3.28, 1934(1893 - 2072)
21	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2118(2117 - 2153)
22	20	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.98, 2198(2198 - 2242)

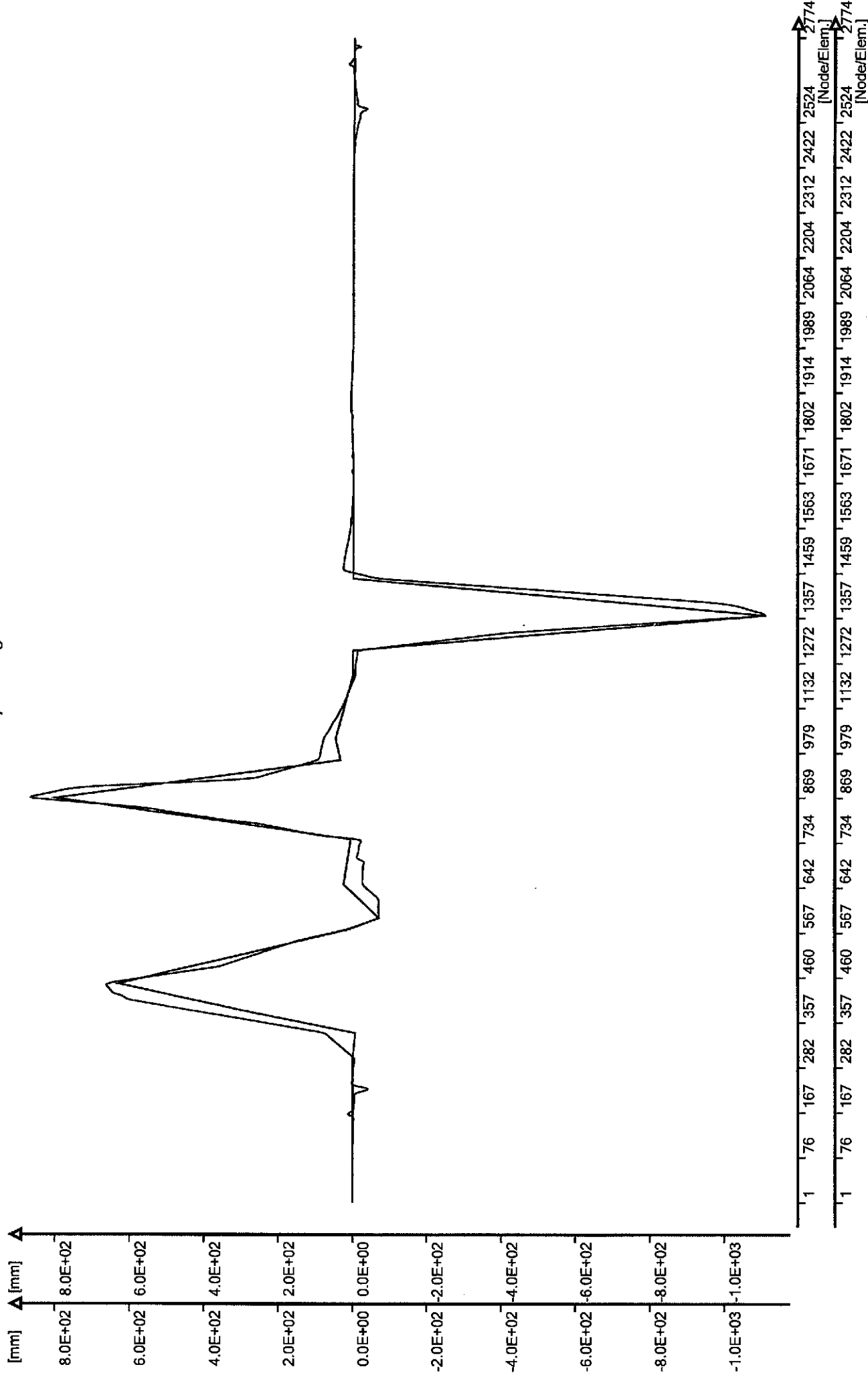
Warnings**Ple4Win: A670 bc4 factor 2 Occ.:0**

23	20	FUNCT500	W500/24	Elem-I/adv-I 2.00, 2296(2287 -2356)
24	20	FUNCT500	W500/24	Elem-I/adv-I 2.00, 2400(2399 -2457)
25	20	FUNCT500	W500/24	Elem-I/adv-I 2.02, 2507(2504 -2523)
26	20	FUNCT500	W500/24	Elem-I/adv-I 2.42, 2590(2577 -2649)
27	20	FUNCT500	W500/24	Elem-I/adv-I 1.95, 2720(2718 -2721)
28	20	FUNCT500	W500/24	Elem-I/adv-I 1.87, 2766(2766 -2773)

X-verplaatsingen

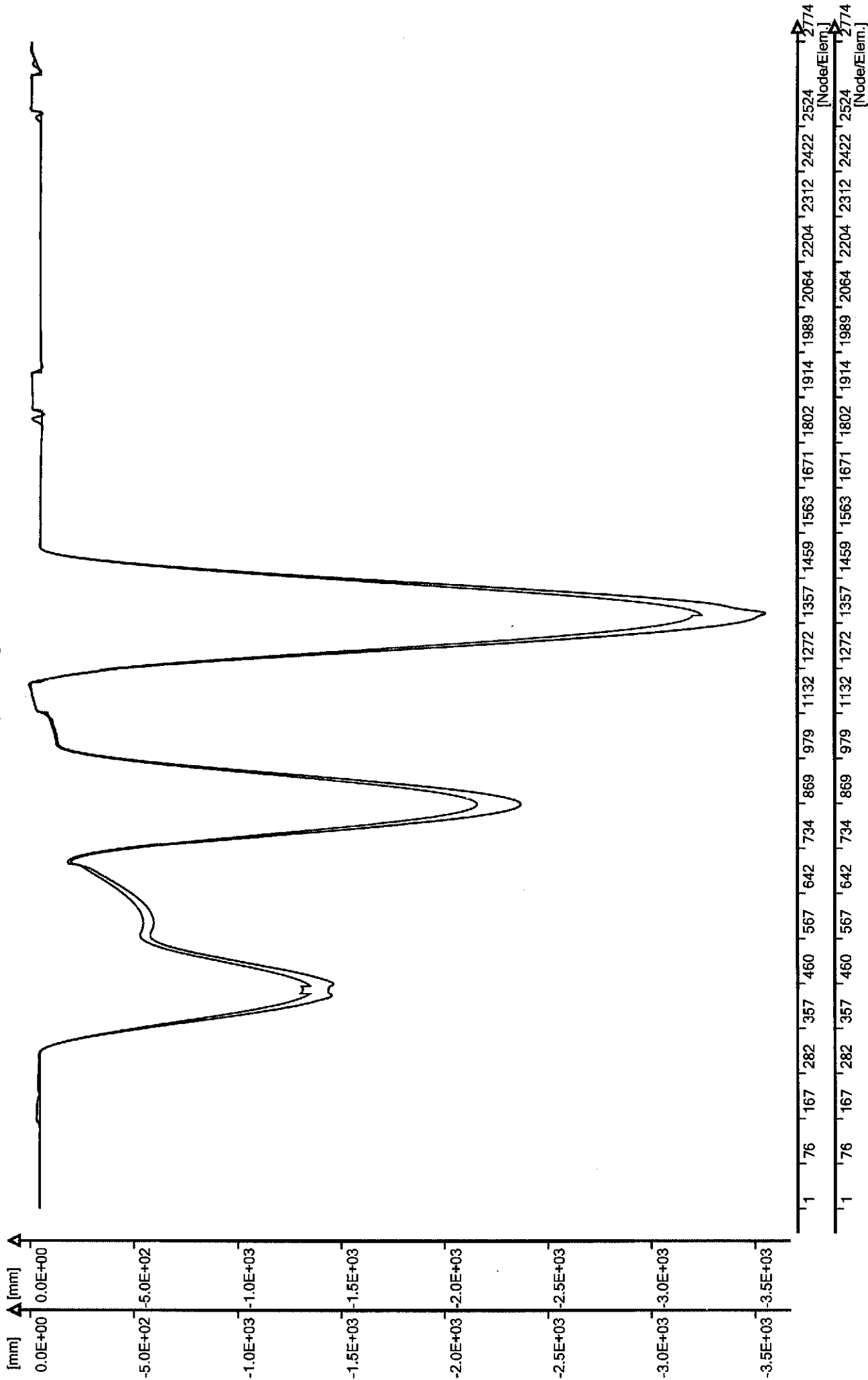


Y-verplaatsingen



x-axes (top to bottom): Specified pipeline loads - Node number, Displacements - Node number
y-axes (left to right): Displacements - Y-displacement, Specified pipeline loads - Y-settlement

Z-verplaatsingen

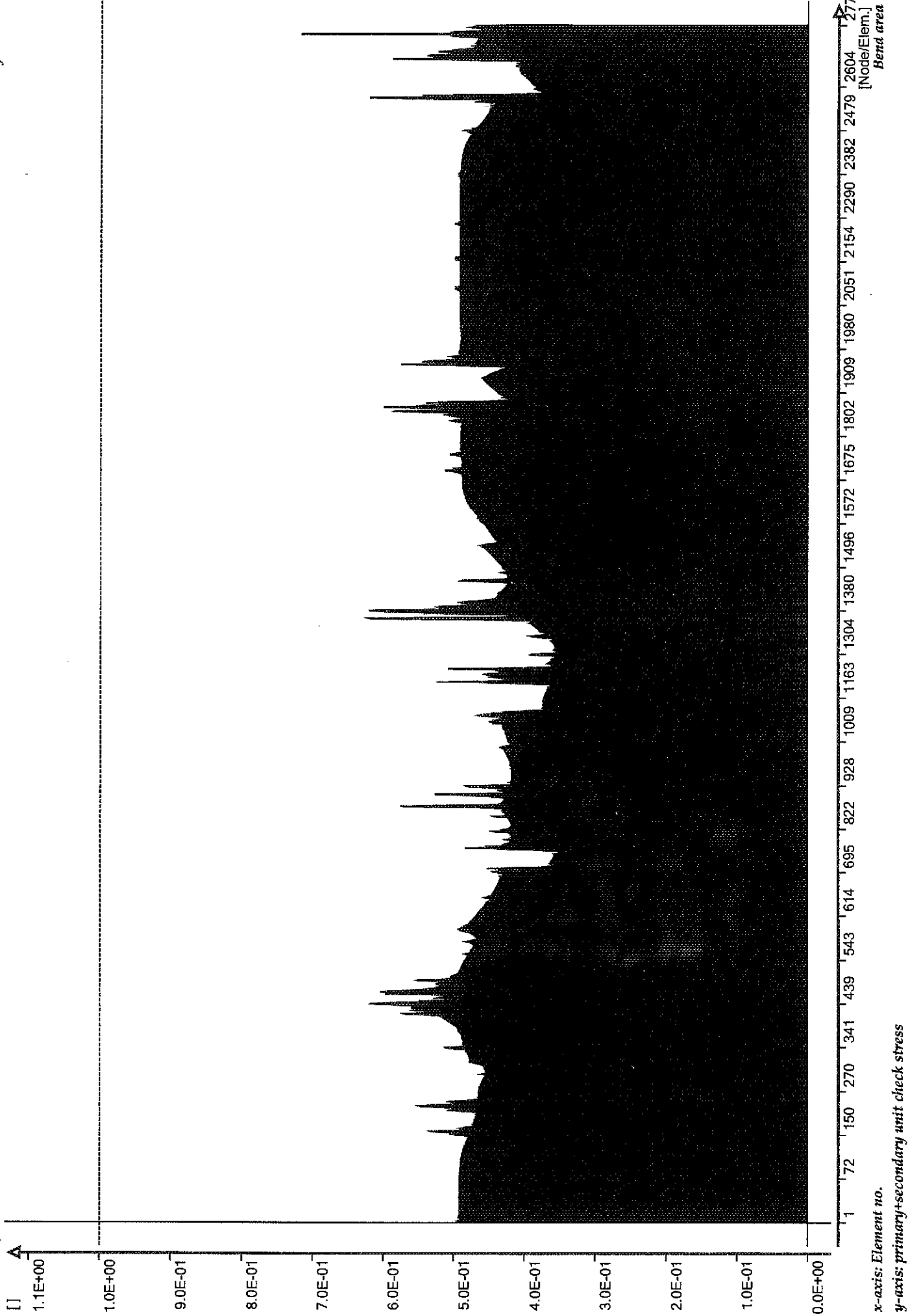


x-axes (top to bottom): Specified pipeline loads - Node number, Displacements - Node number
y-axes (left to right): Displacements - Z-displacement, Specified pipeline loads - Z-settlement

		N/mm	N/mm	N/mm²			
1	1	480	480	741.818181818182	0.906486088267544	0.497637604925003	== == ==
443	443	480	480	741.818181818182	0.753497738486842	0.504523865624279	== ==
735	735	480	480	741.818181818182	0.753497738486842	0.346330816356527	== ==
2742	2742	480	480	741.818181818182	0.957743315752471	0.672652282814645	== == ==
2743	2743	480	480	741.818181818182	0.957743315241055	0.717986497450853	== == ==

Graphs of table "NEN3650 maximum unit check stresses"

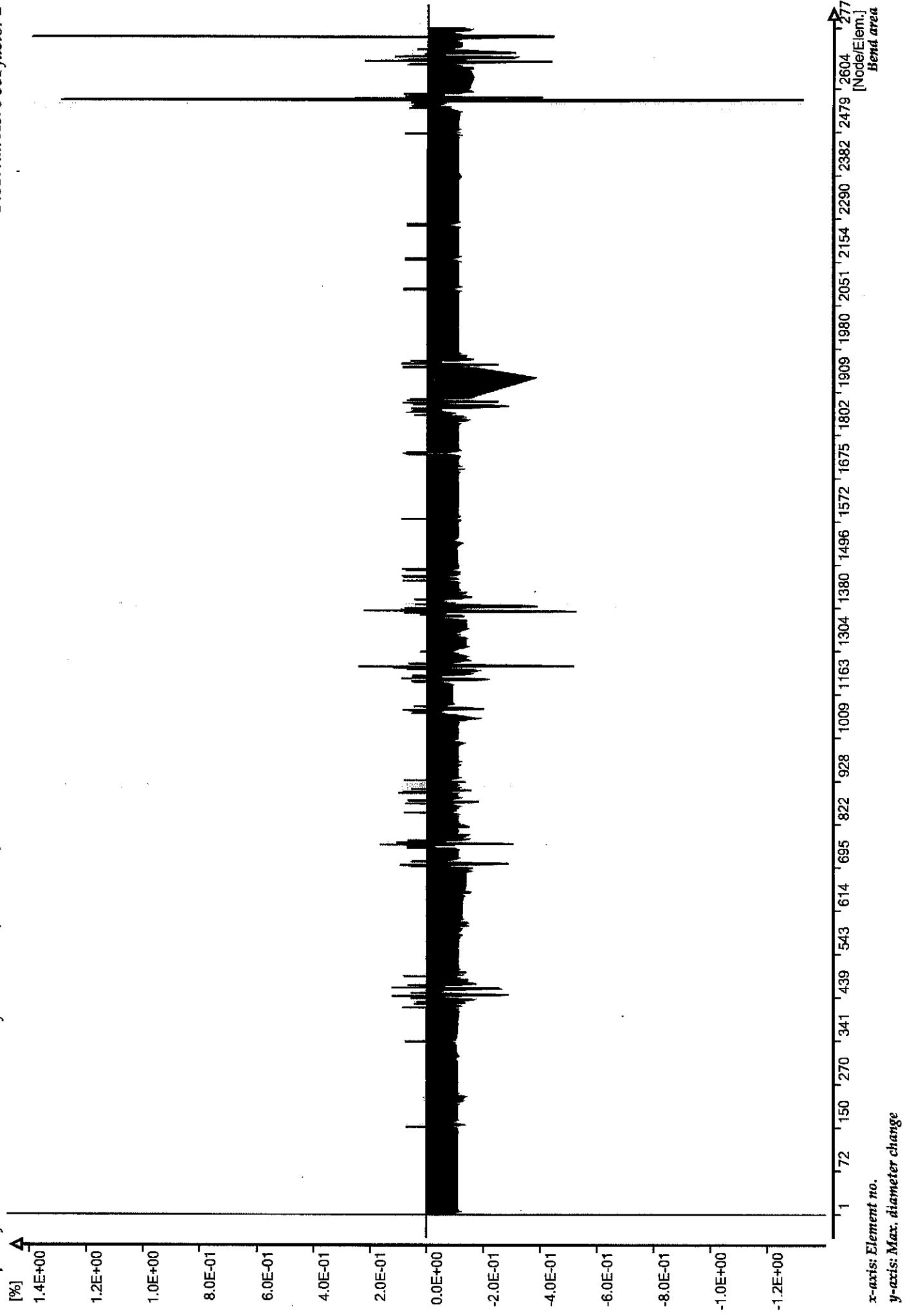
Ple4Win: A670 bc4 factor 2



		mm	mm	%	mm	mN
157	157	-0.498752163491181	0	-0.107498847934789	1.07139682695893	
1364	1364	-0.130737928935212		0.0246412252240835	0.633841665613654	
2583	2583	-4.1830052033483	1.44247996177119	1.29577262890356	5.7850569183564	
2584	2584	-4.14243086127772	1.70582632211311	1.32647488421349	5.92301950796121	
2589	2589	1.12900808754052		0.260005532564339	1.64620392836535	
2743	2743	-2.28005379365808	3.37420301380332	1.3948852880909	5.9392468913106	

Graphs of table "Maximum radial deformations (NEN 3650)"

Ple4Win: A670 bc4 factor 2



x-axis: Element no.
y-axis: Max. diameter change

Loading combinations
Ple4Win: A670 bc3 factor 2 [10-11-2009] Occ.:2

1	start	1	0	1.1	1.1	1.1	0	0	0

Cross-sections to be calculated
Ple4Win: A670 bc3 factor 2 [29-10-2009] Occ.:1

									N/mm²
1	start		locatie			Yes			

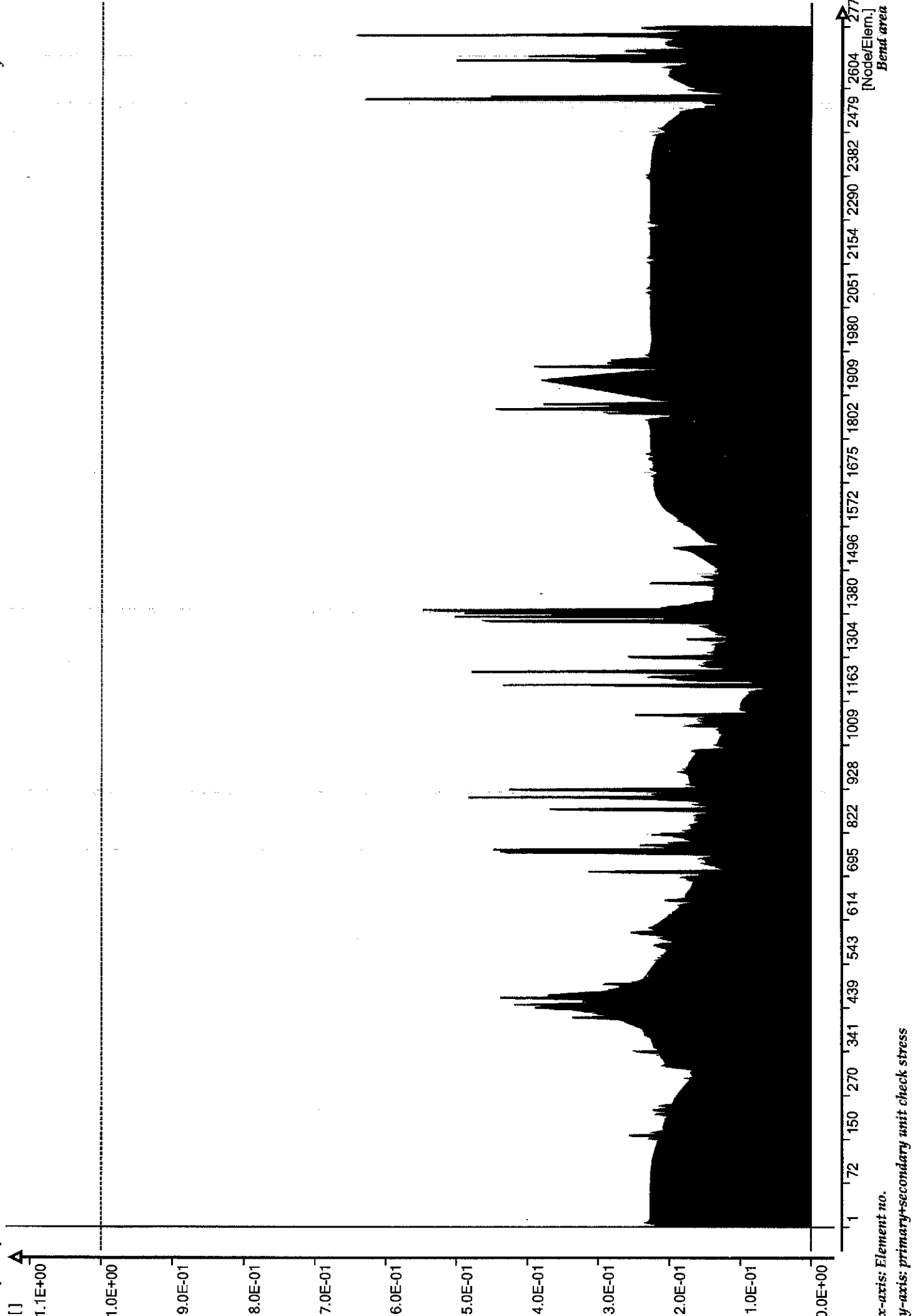
Warnings
Ple4Win: A670 bc3 factor 2 Occ.:0

1	11	FUNCT320	W320/3	Extremekth/(klt,kls) ratio	
2	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.01, 134 (1 - 136)	
3	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.41, 187 (187 - 202)	
4	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 395 (261 - 395)	
5	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 455 (440 - 472)	
6	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.08, 675 (517 - 675)	
7	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.37, 707 (704 - 740)	
8	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.57, 787 (787 - 790)	
9	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.99, 837 (837 - 878)	
10	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.27, 1023(939 - 1023)	
11	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.10, 1070(1066 - 1070)	
12	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.22, 1142(1139 - 1183)	
13	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.50, 1290(1288 - 1379)	
14	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1421(1421 - 1458)	
15	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1503(1503 - 1571)	
16	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1616(1616 - 1681)	
17	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.92, 1729(1728 - 1736)	
18	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 1828(1781 - 1830)	
19	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 3.28, 1934(1893 - 2072)	
20	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2118(2117 - 2153)	
21	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.98, 2198(2198 - 2242)	
22	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 2296(2287 - 2356)	
23	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.00, 2400(2399 - 2457)	
24	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.02, 2507(2504 - 2523)	
25	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 2.42, 2590(2577 - 2649)	
26	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.95, 2720(2718 - 2721)	
27	22	FUNCT500	W500/24	Elem-l/adv-l 1.87, 2766(2766 - 2773)	

		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			
1	1	480	480	741.8181818182		0.243799101768113	
1184	1184	480	480	741.8181818182		0.0452136785720285	
2743	2743	480	480	741.8181818182		0.620179544053962	== ==

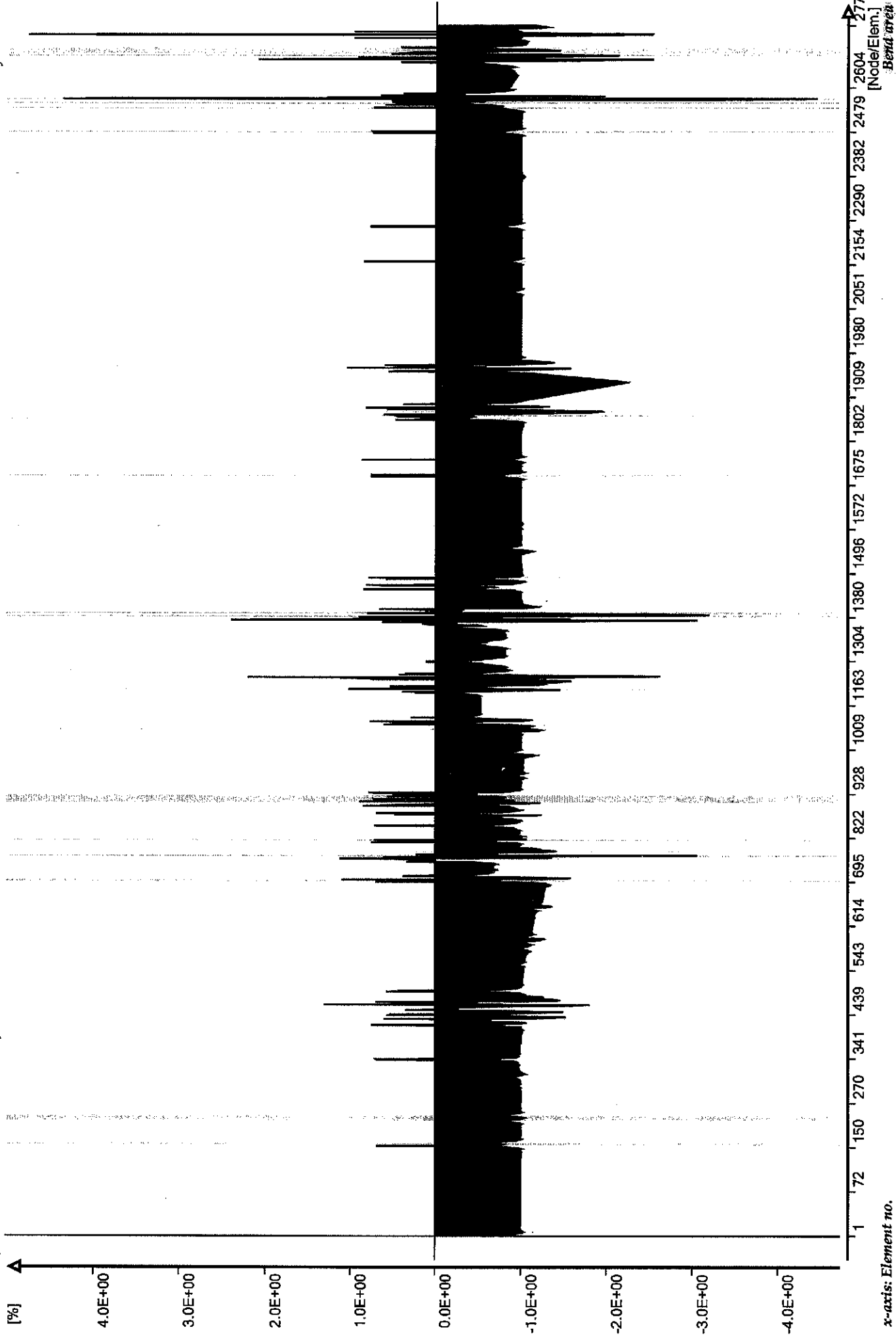
Graphs of table "NEN3650 maximum unit check stresses"

Pl4Win: A670 bc3 factor 2



Graphs of table "Maximum radial deformations (NEN 3650)"

PlotWin: A670 bc3 factor 2



x-axis: Element no.

y-axis: Max. diameter change

Tebodin Netherlands B.V.

Drienerstate, P.C. Hooflaan 56 • 7552 HG Hengelo

Postbus 233 • 7550 AE Hengelo

Telefoon 074 249 64 96 • Fax 074 242 57 12

hengelo@tebodin.nl • www.tebodin.com • www.tebodin.nl