

RAPPORT

Relocation heatgrid Gaasperdam, deelproject D6, aanleg tijdelijke warmteleidingen

Ontwerp incl. leidingsterkteberekening voor
vergunningaanvraag

Klant: NUON

Verwijzing: WATR001D01

Herziening: 01/Draft

Datum: 10 juni 2015

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB Nijmegen
Netherlands
Water Technology
Trade registration number: 56515154

+31 88 348 70 00 T
+31 24 323 93 46 F
info@rhdhv.com E
royalhaskoningdhv.com W

Titel document: Relocation heatgrid Gaasperdam, deelproject D6, aanleg tijdelijke warmteleidingen

Ondertitel:

Verwijzing: WATR001D01

Herziening: 01/Draft

Datum: 10 juni 2015

Projectnaam: Deelproject D6

Projectnummer: BC5105

Auteur(s): Ing. H.J.H. Snoeren MSc.

Opgesteld door: Ing. H.J.H. Snoeren MSc.

Gecontroleerd door: Ing. R. Boon

Datum/Initialen: 12-06-2015 

Goedgekeurd door: Ir. P de Waard

Datum/Initialen: 12-06-2015 

Classificatie

Open



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The quality management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001.

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	3
2.1	Voorschriften en literatuur	3
2.2	Ontwerp	3
2.2.1	Ontwerpcriteria	3
2.2.2	Beschrijving	4
2.2.3	Leidinggegevens	8
2.2.4	Materiaalgegevens	8
2.3	Grondopbouw en grondwaterstand	9
2.4	Waterstaatswerk – regionale waterkering	9
3	Leidingsterkteberekening	10
3.1	Schematisatie van de grond	10
3.1.1	Grondmechanische parameters	10
3.1.2	Horizontale grondsteundruk	11
3.1.3	Opleghoek	11
3.2	Belastingen	11
3.2.1	Algemeen	11
3.2.2	Belastingfactoren en partiële factoren	12
3.2.3	Ontwerpdruk	12
3.2.4	Temperatuurbelasting	12
3.2.5	Zettingen en uitvoeringszakkingen	12
3.2.6	Eigen gewicht	13
3.2.7	Grondbelasting	13
3.2.8	Verkeersbelasting	13
3.3	Berekeningsopzet	13
3.4	Berekeningen en resultaten	14
3.4.1	Algemeen	14
3.4.2	Toets op inwendige druk	15
3.4.3	Toets PUR-spanningen	16
3.4.4	Toets indrukking expansiekussens	16
3.4.5	Toets op spanningen en vervormingen	16
4	Controle opbarsten sleufbodem	18
5	Conclusie	19

Bijlagen

1. Grondgegevens
2. Controle opbarsten sleufbodem
3. Grondmechanische leidingparameters open sleuf
4. Eigengewicht warmteleidingen
5. Ple4Win sterkteberekening
6. Ontwerptekeningen
7. Expansiekussens

1 Inleiding

In het kader van reconstructie van de A9 in Amsterdam, dienen op een aantal plaatsen warmteleidingen van Nuon te worden verlegd. Eén van de plaatsen is ter hoogte van de Kromwijkdreef. Deze locatie is gedefinieerd als Deelproject 6 (D6).

Door aannemerscombinatie IXAS, die verantwoordelijk is voor het ontwerp, bouw en beheer van de gereconstrueerde snelweg, is besloten (in samenspraak met Nuon) om de warmteleidingen ter plaatse van D6 eerst tijdelijk te verleggen over een tijdelijke leidingbrug. Na ca. 3 jaar zullen de leidingen nogmaals worden verlegd naar de definitieve situatie. Over de tijdelijke leidingenbrug zullen vier stuks warmteleidingen worden geleid. Aan de zuidzijde van de brug sluiten de leidingen aan op het bestaande stelsel (nabij bocht b20, zie Figuur 2.1), dat als veldstrekking is uitgevoerd. Ter plaatse van deze bestaande leiding wordt een ophoging op het maaiveld aangebracht in verband met een te realiseren fietsbrug. Aan de noordzijde sluiten de tijdelijke leidingen aan op de bestaande leidingen die zijn aangebracht door middel van een horizontaal gestuurde boring (HDD). Deze rapportage behandelt de leidingsterkteberekening van het verlegde leidingdeel. Het bestaande leidingstelsel wordt als randvoorwaarde meegenomen in de analyse. De berekening heeft als doel om het ontwerp te toetsen aan de NEN3650/3651.

In opdracht van Nuon is de berekening door Royal HaskoningDHV uitgevoerd.

2 Uitgangspunten

2.1 Voorschriften en literatuur

Het ontwerp is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN 3650-1:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemeen;
- NEN 3650-2:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 2: Staal;
- NEN 3651: 2012 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.

2.2 Ontwerp

2.2.1 Ontwerpcriteria

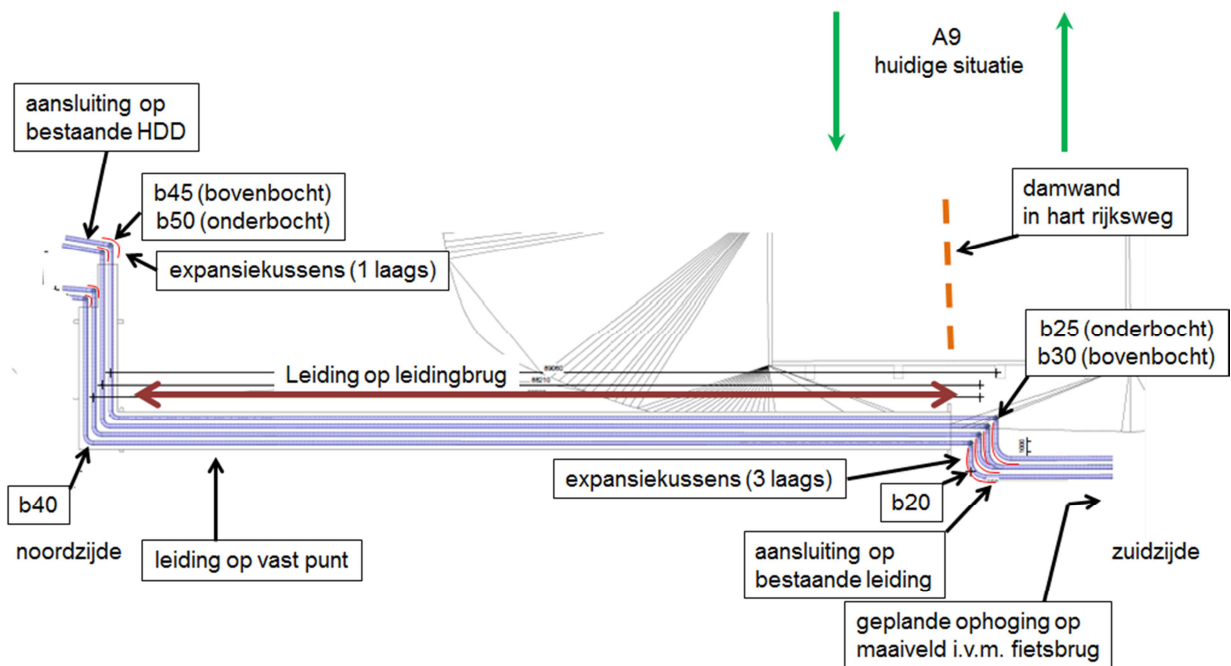
De ontwerpcriteria voor de leidingen zijn als volgt:

- Uitwendige leidingdiameter mediumvoerend: 323,9 mm
- Ontwerptemperatuur: 130°C
- Ontwerpdruk: 25 barg

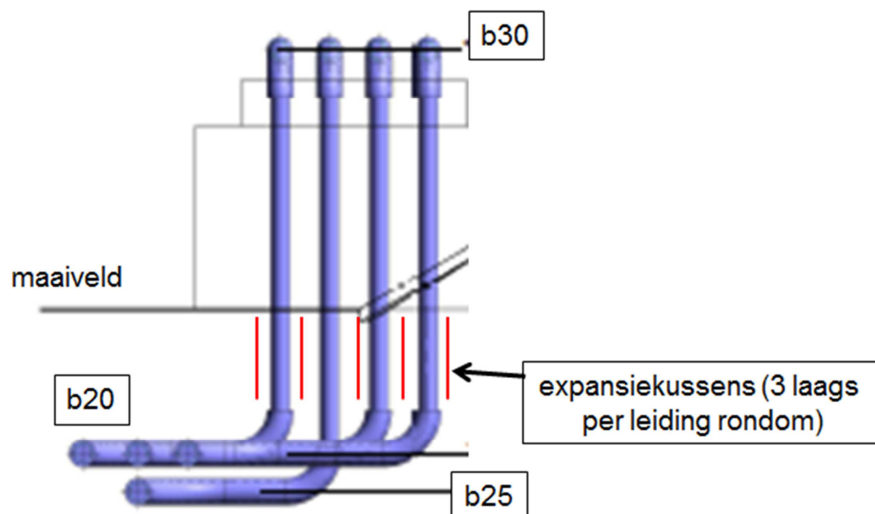
Het nieuwe leidingnet bestaat uit twee aanvoer- en retourleidingen (totaal vier stuks leidingen). Het ontwerp is gebaseerd op de aanvoerleidingen, omdat op deze leiding de grootste temperatuur belasting werkt. Alle leidingen dienen te voldoen aan dit ontwerpuitgangspunt.

2.2.2 Beschrijving

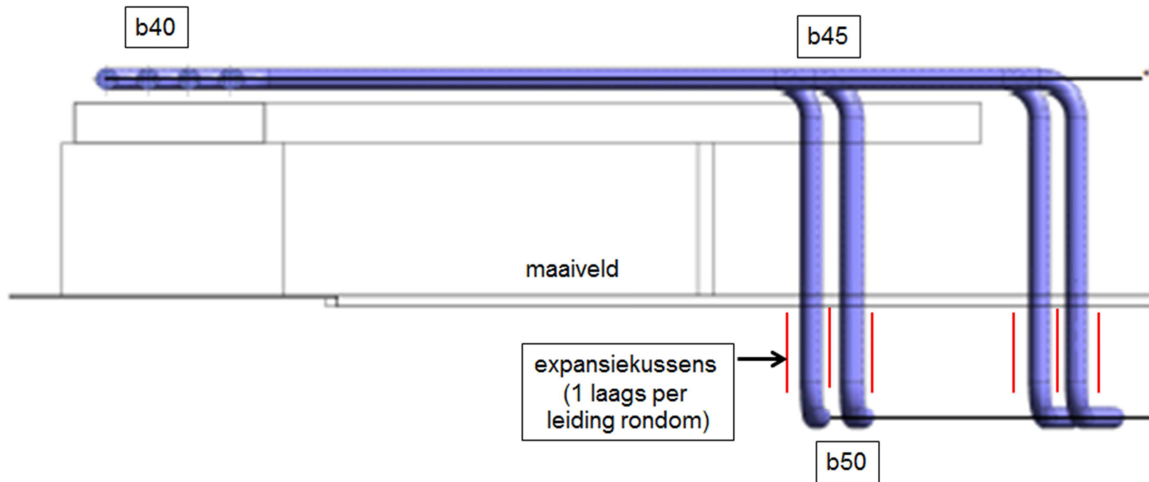
De configuratie van de leiding is weergegeven op de tekeningen zoals gegeven in bijlage 6. In Figuur 2.1, Figuur 2.2 en Figuur 2.3 is het ontwerp schematisch weergegeven. De codering van de idents in deze figuren komt overeen met het Ple4Win model.



Figuur 2.1 Schematisatie leidingstelsel



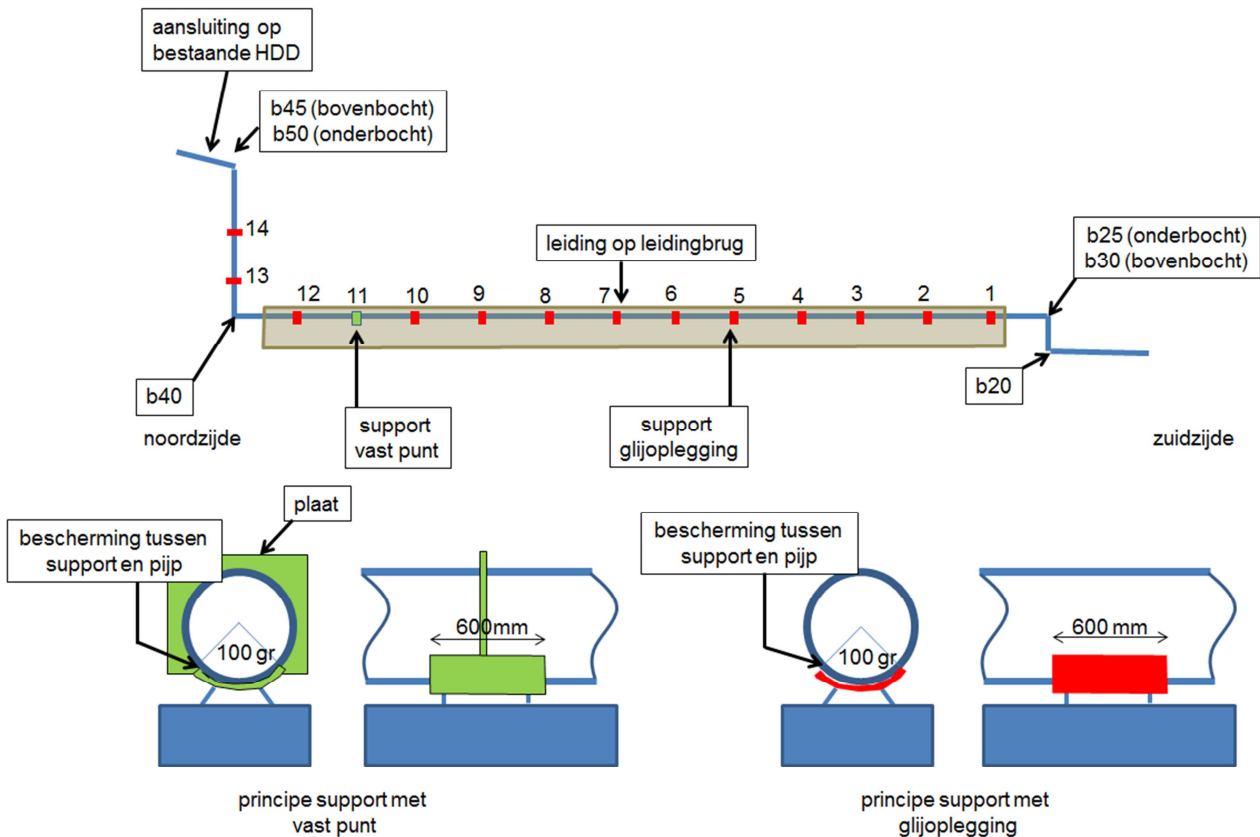
Figuur 2.2 Schematische weergave verticale leidingen zuidzijde



Figuur 2.3 Schematische weergave verticale leidingen noordzijde

Steunpunten op leidingbrug

Op de leidingbrug ligt de leiding op supports (12 stuks per leiding). Nabij bocht b40 is de support (support 11) dusdanig uitgevoerd, dat de leiding niet kan verplaatsen in axiale en laterale richting. De overige supports zijn uitgevoerd als glijopleggingen. De leiding kan hier axiaal vrij verplaatsen. De supports hebben een lengte van 600 mm en ondersteuningshoek van 100 graden. Tussen de leiding en de support wordt een beschermend zacht materiaal aangebracht (bijvoorbeeld neopreen). In Figuur 2.4 is het principe van deze steunpunten gegeven. Tussen de bochten b40 en b45 zijn nog twee steunpunten aangebracht, die niet op de leidingenbrug rusten. Ter plaatse van deze steunpunten worden portalen toegepast. Deze twee steunpunten hebben dezelfde eigenschappen als de axiaal verplaatsbare steunpunten op de leidingenbrug.



Figuur 2.4 Principe supports op leidingbrug

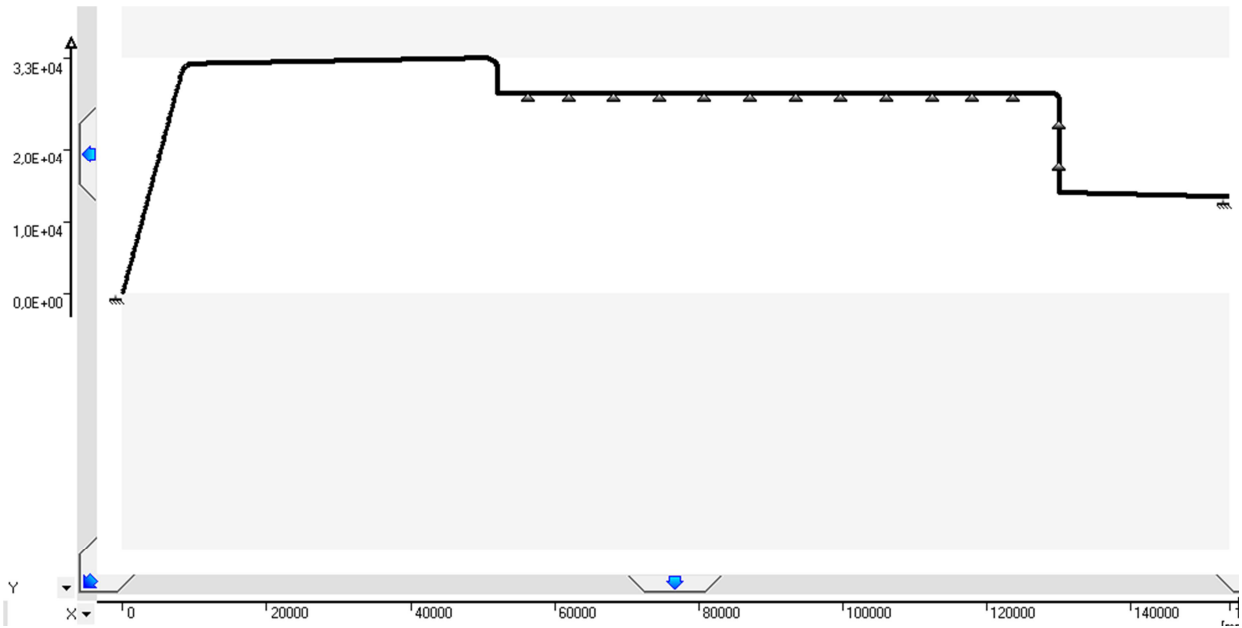
Expansiekussens t.p.v. bochten

Ter plaatse van een aantal bochten zijn expansiekussens toegepast. In Figuur 2.1, Figuur 2.2 en Figuur 2.3 zijn de locaties en laagdiktes aangegeven. Een enkel kussen heeft een dikte van 40 mm.

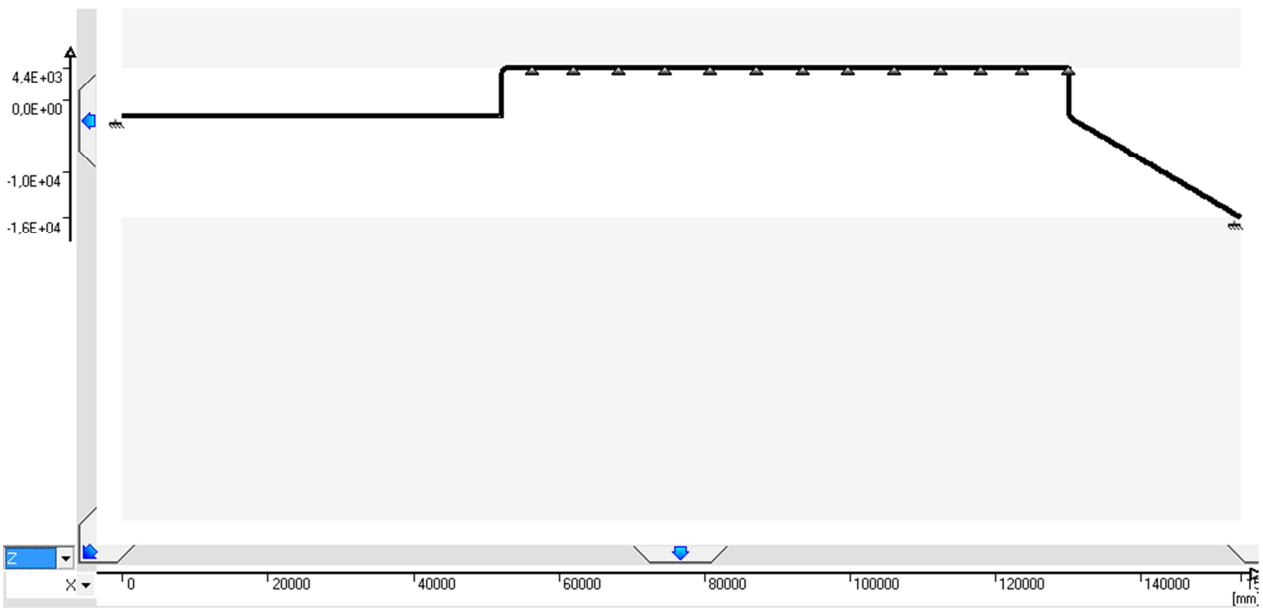
Beschouwde leiding

Deze rapportage richt zich met name op de aansluitingen van de nieuwe leidingdelen op de bestaande leidingen. Het bestaande leidingdeel dat door de ophoging van het fietspad wordt belast is eveneens beschouwd. Het leidingdeel, dat door middel van een HDD is aangebracht is vereenvoudigd in het model opgenomen en niet nader beschouwd. De bestaande bocht b10 is niet nader beschouwd. In Figuur 2.5 en Figuur 2.6 is het model gegeven.

Het ontwerp van de leidingbrug behoort niet tot de scope van deze rapportage.



Figuur 2.5 Model Y-X



Figuur 2.6 Model Z-X

2.2.3 Leidinggegevens

Tabel 2.1 geeft de kenmerken van de leidingen.

Tabel 2.1 Leidingkenmerken

Leidingdeel	Materiaal	Du	Vorm	Nummer	Rb	Tw	Tol.
Mediumvoerend	Staal P235GH	323,9	Recht	HDD	--	5,6	0,5
	Staal P235GH	323,9	Recht	Veldstrekking	--	5,6	0,5
	Staal P355NH	323,9	Bocht	b10	1615 (5xD)	5,6	0,5
	Staal P355NH	323,9	Bocht	b20, b50	1615 (5xD)	6,5	0,5
	Staal P235GH	323,9	Bocht	b25, b30, b40, b45	807 (2,5xD)	5,6	0,5
Mantel	PE80	450	Recht en bocht	--	--	5,2	--

Verklaring afkortingen:

D_u	Uitwendige diameter [mm]
T_w	Nominale wanddikte, voor bochten na buigen [mm]
Tol.	Tolerantie op de dikte van de buiswand [mm]
R_b	Bochtstraal [mm]

2.2.4 Materiaalgegevens

Tabel 2.2 geeft de materiaaleigenschappen van het staal en Tabel 2.3 van het polyurethaanschuim (PUR) dat zich tussen de mantel en de stalen buis bevindt.

De toelaatbare materiaalspanningen worden aan de hand van de rekgrens bepaald bij de ontwerptemperatuur, die 130°C is.

Tabel 2.2 Materiaaleigenschappen staal

Materiaal		P235GH	P355NH	
Elasticiteitsmodulus ($T = 130^\circ\text{C}$)	E	$2,07 \times 10^5$	$2,07 \times 10^5$	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α	$1,16 \times 10^{-5}$	$1,16 \times 10^{-5}$	mm/mm/°C
Rekgrens ($T \leq 50^\circ\text{C}$)	R_e	225	355	N/mm ²
Rekgrens ($T = 130^\circ\text{C}$)	$R_e(130^\circ\text{C})$	191,4	292	N/mm ²
Soortelijk gewicht	γ	$7,85 \times 10^{-5}$	$7,85 \times 10^{-5}$	N/mm ³
Poisson-factor	ν	0,3	0,3	--

Tabel 2.3 Materiaaleigenschappen PUR

Materiaal		
Dichtheid	60	kg/m ³
Toelaatbare langeduur drukspanning (standard density foam)	0,15	N/mm ²

2.3 Grondopbouw en grondwaterstand

Op basis van sonderingen uit het DINO-loket (gronddatabase van TNO) is de bodemopbouw vastgesteld. Er is daarbij gebruik gemaakt van twee sets aan grondgegevens. Set 1 betreft een viertal sonderingen, die aan de zuidzijde van de A9 zijn uitgevoerd, namelijk S25G11169 t/m S25G11172. Het maaiveld bij deze sonderingen ligt ongeveer op NAP -1,2 m. Vanaf maaiveld is 1 a 2 m zand aangetroffen met daaronder een slappe cohesieve laag tot NAP -7 m en daarna zand.

Set 2 betreft een drietal sonderingen direct naast de Kromwijkdreef, namelijk S25G13640, S25G00634 en S25G13745. Het maaiveld bij sondering S25G13640 toont een gelijk beeld als de sonderingen in set 1. Sondering S25G00634 is gemaakt op de hoog gelegen A9 (NAP +8 m). Het beeld wijkt hier af.

Voor de leidingberekening is de volgende grondopbouw aangehouden:

- vanaf maaiveld tot NAP -2,5 m: zand;
- van NAP -2,5 m tot NAP -7,0 m: klei;
- van NAP -7,0 m tot verkende diepte: zand.

Naast en boven de leiding is uitgegaan van zand. Onder de leiding is uitgegaan van slappe klei. Er is uitgegaan van een freatische grondwaterstand die onder de leiding staat namelijk NAP -3,0 m.

In bijlage 1 zijn de maatgevende grondgegevens gegeven.

2.4 Waterstaatswerk – regionale waterkering

De leiding kruist de rijksweg A9 welke als waterstaatswerk wordt gekenmerkt en kruist daarmee tevens de regionale waterkering. In het hart van de huidige rijksweg zal ten behoeve van de reconstructie van de snelweg, voorafgaand aan het aanbrengen van de leidingenbrug een damwand worden aangebracht. Deze damwand doet tevens dienst als waterkering. De NEN3651 is van toepassing binnen het invloedsgebied van de waterkering en snelweg.

Voor de waterkering is uitgegaan van een importantiefactor van 0,8. Deze importantiefactor is enkel van toepassing voor het leidingdeel dat binnen de veiligheidszone van de waterkering is gelegen. Voor de weg is geen importantiefactor van toepassing.

Daar waar de leiding boven de grond is gelegen bestaat geen risico voor de waterkering. De importantiefactor is hier buiten beschouwing gelaten.

De veiligheidszone strekt zich uit tot over een afstand van 31 m vanaf de damwand. Deze afstand volgt uit de berekening van de erosiekrater, welke met een conservatieve vereenvoudigde methode volgens de NEN3651 is berekend.

De NEN3651 vereist dat binnen de kernzone en veiligheidszone de leiding tenminste 20% sterker dient te zijn voor inwendige druk dan de aansluitende veldstrekking. Omdat de huidige leidingen waarop wordt aangesloten reeds met vergunning liggen zal nabij de grens van de huidige veiligheidszone de 20% sterkteovergang aanwezig zijn. Deze overgang ligt buiten de te vervangen leidingdelen.

3 Leidingsterkteberekening

3.1 Schematisatie van de grond

3.1.1 Grondmechanische parameters

Ten behoeve van de uitgebreide leidingsterkteberekeningen zijn de grondmechanische leidingparameters, zoals benoemd in Tabel 3.1, bepaald (zie bijlage 3). De parameters voor de staal-PUR-PE leidingen zijn gecorrigeerd met de verhouding uitwendige diameter PE mantel en de uitwendige diameter stalen buis.

Vanwege de onzekerheid in verband met ruimtelijke spreiding van de grondeigenschappen en de onzekerheid bij de bepaling van grondmechanische parameters, zijn partiële factoren conform tabel B.3 uit de NEN3650, gehanteerd. De factoren, staan weergegeven in Tabel 3.1. Tevens wordt in de tabel vermeld of de gemiddelde waarde van de grondmechanische eigenschap wordt vermenigvuldigd (high) of gedeeld (low) in Ple4Win.

Voor alle plaatsen waar kussens worden toegepast zijn de vervangende horizontale beddingsconstanten bepaald volgens de methode zoals beschreven in bijlage 7.

De wrijving langs de buiswand in de boorgang (bestaande HDD) is op nul gesteld, omdat de wrijving die het bentoniet ontwikkelt erg klein zal zijn en onzeker is.

In het Ple4Win model is ter plaatse van het bovengrondse deel een 'slack' rondom de leiding gemodelleerd.

Tabel 3.1 Partiele factoren voor grondmechanische leidingparameters

Grondmechanische leidingparameter	PLE notatie	Eenheid	Partiële factor zand	High / low in Ple4Win
Horizontale beddingconstante	KLH	N/mm ³	1,7	High
Verticale beddingconstante omlaag gericht	KLS	N/mm ³	1,6 ⁽¹⁾	High
Verticale beddingconstante omhoog gericht	KLT	N/mm ³	1,4	High
Maximale wrijvingsreactie die de grond op de leiding kan leveren in langsrichting	F	N/mm ²	1,136	Low
Verplaatsingsverschil tussen leiding en grond bij de maximale wrijvingsreactie	UF	mm	1,6	High
Verticaal evenwichtsdragvermogen	RVS	N/mm ²	1,6 ⁽¹⁾	High
Passieve gronddruk	RVT	N/mm ²	1,5	High
Horizontaal evenwichtsdragvermogen	RH	N/mm ²	1,6	High

(1) Partiële factor behorende bij klei/veen. Onder de leiding is namelijk klei gemodelleerd.

3.1.2 Horizontale grondsteundruk

Op basis van de NEN3650-1, bijlage C, kunnen de λ -waarden voor de horizontale grondsteundrukken worden bepaald. De aangehouden waarden zijn gegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 λ -waarden voor grondsteundruk

Ligging leiding	Leiding onder druk	λ -waarde
In sleuf	Ja	0
In sleuf	Nee	0
Sleufloos (bestaande HDD)	Ja	0
Sleufloos (bestaande HDD)	Nee	0
Op brug	Ja	0
Op brug	Nee	0

3.1.3 Opleghoek

Tabel 3.3 geeft de ondersteuningshoek voor de mantel. Deze hoeken zijn conform de NEN 3650-1, bijlage C. De ondersteuningshoek die geldt voor de PE mantel wordt geprojecteerd op de stalen mediumbuis. Tabel 3.3 geeft de waarden.

Tabel 3.3 Ondersteuningshoek

Aanlegmethode	Inwendige druk	Ondersteuningshoek voor de mantel [graden]	Geprojecteerde ondersteuningshoek voor de stalen mediumbuis [graden]
In sleuf	Ja	70	106
In sleuf	Nee	120	180
Sleufloos (bestaande HDD)	Ja	70	106
Sleufloos (bestaande HDD)	Nee	120	180

3.2 Belastingen

3.2.1 Algemeen

In deze paragraaf worden de belastingen die op de leiding werken behandeld. Het gaat om de volgende belastingen:

- ontwerpdruk;
- temperatuurbelasting;
- uitvoeringszakking;
- zettingen;
- eigen gewicht;
- grondbelasting;
- verkeersbelasting.

3.2.2 Belastingfactoren en partiële factoren

Voor de uiterste grenstoestand dienen de belastingen op leidingen te worden vermenigvuldigd met belastingfactoren en partiële factoren, die volgens de NEN3650 bepaald worden. Tabel 3.4 en Tabel 3.5 geven de belastingfactoren en partiële factoren.

Tabel 3.4 Belastingfactoren

Belasting	Belastingfactor
Inwendige druk	1,15
Temperatuurbelasting	1,10
Eigen gewicht leiding	1,10
Uitvoeringszakkingen en zettingen	1,10
Verkeersbelasting	1,35

Tabel 3.5 Partiële factoren

Belasting	Partiële factor
Zetting	2,0
Uitvoeringszakking	1,5
Neutrale grondbelasting	1,1

3.2.3 Ontwerpdruk

De ontwerpdruk is 25 barg (2,5 N/mm²).

3.2.4 Temperatuurbelasting

Temperatuurvariatie tussen de grondtemperatuur en de maximale bedrijfstemperatuur veroorzaakt een temperatuurbelasting. De grondtemperatuur wordt op 10°C gesteld. De maximale bedrijfstemperatuur is 130°C.

3.2.5 Zettingen en uitvoeringszakkingen

Ten gevolge van de aan te brengen grondophoging op het maaiveld voor de aan te brengen fietsbrug is rekening gehouden met zettingen. Deze fietsbrug komt ter plaatse van de bestaande leiding waardoor de bestaande leiding door deze zettingen wordt belast. De zettingen zijn opgegeven door IXAS.

Ten gevolge van roering van de grond in de sleufbodem ondervinden de leidingen uitvoeringszakkingverschillen. Tussen bocht b20 en b25 is rekening gehouden met een uitvoeringszakking van 10 mm ten gevolge van het ontgraven van de bouwkuip. Bovenop deze zakking is 5 mm zakking in rekening gebracht ten gevolge van grondroering. Deze zakkingen zijn als zettingen in PLE gemodelleerd. Daarbij is uitgegaan van een factor 2,0 in plaats van 1,5.

In Tabel 3.6 zijn de aangehouden zettingen en uitvoeringszakkingen gegeven.

Tabel 3.6 Zettingen ten gevolge van aan te leggen fietsbrug en uitvoeringszakking

Ident	Zetting [mm]
Ramp 1	0
Ramp 2	-30
Ramp 3	-60
b20e	-15
b25e	-15

Er worden geen aanvullende zettingen verwacht ten gevolge van:

- Het gewicht van de warmteleiding en de grond waarmee de sleuf wordt aangevuld. Deze aanvulling heeft geen verhoging van de effectieve korrelspanning in de grond onder de leiding tot gevolg.
- Verlaging van de grondwaterstand ten behoeve van de uitvoering. De verlaging zal zeer beperkt zijn waardoor geen zettingen worden verwacht.

3.2.6 Eigen gewicht

Bij het bepalen van het eigen gewicht van de leiding is gerekend met een volledig met water gevulde warmteleiding (mediumvoerende buis). In bijlage 4 is het berekeningsblad hiervan opgenomen.

3.2.7 Grondbelasting

Voor de leiding in de sleuf zijn de grondbelastingen bepaald conform de NEN 3650 en weergegeven in bijlage 3. Ter plaatse van de leidingbrug wordt de leiding niet belast door grond.

3.2.8 Verkeersbelasting

De verkeersbelasting is bepaald volgens NEN 3650-1, bijlage C.5, figuur C.16 en C.17. Indien verkeersbelasting op de leiding kan werken, is gerekend met grafiek II.

3.3 Berekeningsopzet

De uitgebreide sterkteberekening is uitgevoerd met het programma Ple4Win versie 4.3.1. Tabel 3.7 geeft de instellingen in Ple4Win.

Tabel 3.7 Ple4Win instellingen

Parameter	Instelling
Analysis Type	NEN3650
Model options	
Geometry Model	Non-Linear
Ovalisation Redistribution	Allowed
Loading Redistribution	Apply

Ten behoeve van de toetsing van de maximale spanningen en vervorming zijn voor de in Tabel 3.8 gegeven belastingcombinaties de volgende grootheden berekend:

- de unity check voor de Von Mises spanning in % ($S_v/f(\text{Reb})-M$);
- deflectie in verhouding tot de diameter van de leiding in % ($W+WD/D-M$).

De Von Mises spanning wordt getoetst aan de vergelijkspanning die wordt bepaald conform bijlage D.3 van NEN 3650-2.

Naast toetsing van de materiaalspanningen wordt tevens getoetst op deflectie. Conform de NEN3650 is de toelaatbare deflectie 15%.

De spanning in de isolerende PUR laag dient getoetst te worden. Hierbij dient de laterale grondreactie (R-LAT voor de veldstrekking en S-LAT ter plaatse van de supports op leidingbrug in functie 6.2 van Ple4Win) gedeeld door de diameter van de mediumvoerende buis kleiner te zijn dan $0,15 \text{ N/mm}^2$. De laterale grondreactie mag dus niet groter zijn dan $\pi \times (323,9/2) \times 0,15 = 76 \text{ N/mm}$.

Tabel 3.8 geeft de beschouwde belastingcombinaties. Volgens de NEN3650 is het niet nodig om in de drukloze toestand (BC3) te rekenen met een temperatuurbelasting. Hiervan is afgeweken door wel met een temperatuurbelasting in BC3 te rekenen.

Tabel 3.8 Belastingcombinaties

BC NEN3650	PLE berekening	Inwendige druk	Temperatuurbelasting
2	Nee, handmatige berekening	Ja	N.v.t.
3a	9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3	Nee	Nee
3b	9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def4sub3	Nee	Ja
4	9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def4sub3	Ja	Ja

3.4 Berekeningen en resultaten

3.4.1 Algemeen

De Ple4Win invoergegevens bestaan uit de volgende onderdelen:

- de configuratie van de leiding in overeenstemming met de tekening;
- het materiaal en de dimensie van de leiding;
- het grondmodel in overeenstemming met de opgestelde grondmechanische parameters, met de onzekerheidsfactoren conform de NEN3650;
- de randvoorwaarden van de leiding;

- de belastingen op de leiding en de belastingsfactoren.

De invoer van belastingcombinatie BC3b is volledig in bijlage 5 opgenomen. Van de daarop volgende berekeningen zijn alleen de afwijkingen in de bijlage opgenomen.

Van de uitvoer zijn per Ple4Win berekening de volgende onderdelen in de bijlage toegevoegd:

- opgelegde vervormingen (LOADDATA): plot;
- axiale en laterale verplaatsingen (U-AX, U-LAT): plot;
- zettingen / vervormingen (SETLZ): plot;
- maximale vergelijkspanning in Unity Check (MISES): plot en maximale waarden;
- maximale deflectie in verhouding tot de diameter in % (W+WD/D-M): maximale waarden;
- grondreactie (SOILREA): plot en maximale waarden;
- supportreactie (SUPREA): plot en maximale waarden;
- additionele support forces (ADDSUP): plot waarden.

3.4.2 Toets op inwendige druk

Met de ketelformule, zie onderstaand, wordt de spanning in de leiding berekend in BC2.

$$\sigma_p = \frac{p \cdot D_g}{2d} \cdot f$$

p	=	2,5 N/mm ² (25 bar)
D_g	=	$D_e - d$
D_e	=	323,9 mm
d_n	=	5,6 mm
fabricagetolerantie	=	0,5 mm
d	=	$5,6 - 0,5 = 5,1$ mm
D_g	=	$323,9 - 5,1 = 318,8$ mm
f	=	1,25

Bovenstaande waarden invullend in de formule geeft als resultaat $\sigma_p = 136$ N/mm².

De berekende spanning wordt getoetst aan de rekgrens bij 130 °C die door de materiaalfactor van 1,1 gedeeld wordt. De rekgrens voor P235GH is bij 130 °C 191,4 N/mm². De toetswaarde is dus 174 N/mm². Hiermee wordt aangetoond, dat BC2 voldoet.

3.4.3 Toets PUR-spanningen

In Tabel 3.9 zijn de PUR-spanningen getoetst. De maximale PUR-spanning treedt op ter plaatse van support 1. De toelaatbare waarde is acceptabel.

Tabel 3.9 PUR-spanningen

Belastingcombinatie		BC3a	BC3b	BC4	Toelaatbare waarde
Maximale grondreactie veldstrekking (R-LAT)	[N/mm]	13 (element 285)	44 (element 714) (1)	40 (element 714) (1)	76
Maximale reactie support (S-LAT)	[kN]	26,7 (node 358, support 1)	27,8 (node 639, support 14)	29,3 (node 639, support 14)	-
Maximale reactie support (S-LAT)	[N/mm ²]	0,11	0,12 (2)	0,12	0,15
Controle	[-]	voldoet	voldoet	voldoet	

- (1) Ter plaatse van bocht B10 is een grotere spanning berekend. Aangezien ter plaatse van deze bocht geen wijzigingen plaatsvinden is deze bocht niet nader beschouwd.
- (2) Het betreft hier de waarde berekend in S-LAT / oppervlak steunpunt = $27,8 / (600 \times 392,7) = 0,12 \text{ N/mm}^2$. De ondersteuningshoek is 100 graden. De breedte van de support is 600 mm.

3.4.4 Toets indrukking expansiekussens

De toelaatbare indrukking van de expansiekussens bedraagt 50% van de kussendikte, dus 20 mm bij één kussen en 60 mm bij drie kussens. In **Error! Reference source not found.** zijn de berekende en toelaatbare indrukking ter plaatse van de bochten b20, b25 en b50 gegeven. De berekende verplaatsingen ter plaatse van de bochten b20, b25 en b50 voldoen aan de eis.

Tabel 3.10 Laterale verplaatsingen t.p.v. expansiekussens

Belastingcombinatie		BC3a	BC3b	BC4	Toelaatbaar [mm]
Berekende indrukking b20 (U-LAT)	[mm]	51	54	55	60
Berekende indrukking b25 (U-LAT)	[mm]	29	37	38	60
Berekende indrukking b50 (U-LAT)	[mm]	1	20	20	20

3.4.5 Toets op spanningen en vervormingen

In Tabel 3.11 zijn de maximale spanningen getoetst aan de Von Mises vergelijkspanning. Tevens zijn de maximaal optredende primaire spanningen ter plaatse van de supports getoetst. In Tabel 3.12 is de

deflectie getoetst. Op basis van de resultaten is de conclusie dat de stalen medium voerende leiding aan de spanning- en vervormingseisen voldoet.

Tabel 3.11 Toetsing spanningen

Belastingcombinatie		BC3a	BC3b	BC4
Unity Check primaire belastingen (supports)	[-]	0,50	-	-
Element met maximale primaire spanningen	[-]	335	-	
Unity Check Von Mises spanning	[-]	0,39	0,81 ⁽¹⁾	0,89 (1)
Element met maximale Von Mises spanning	[-]	174	225	133
Toelaatbaar (+/-)	[-]	1,0	1,0	1,0
Toets	[-]	voldoet	voldoet	voldoet

(1) Deze spanning treedt op net voorbij bocht 10 welke buiten de veiligheidszone ligt. De importantiefactor is hierop niet van toepassing. Ter plaatse van de ondergrondse bochten b20, b25 en b50 ligt de maximaal berekende spanning inclusief importantiefactor (0,8) en voldoet.

Tabel 3.12 Toetsing deflectie

Belastingcombinatie		BC3a	BC3b	BC4
Deflectie	[%]	-1,2	1,2	1,3
Element met maximale deflectie	[-]	174	174	717
Toelaatbaar (+/-)	[%]	15	15	15
Toets	[-]	voldoet	voldoet	voldoet

4 Controle opbarsten sleufbodem

De warmteleidingen dienen in een te ontgraven sleuf te worden aangelegd. In dit hoofdstuk is beoordeeld of de sleufbodem tijdens de werkzaamheden kan opbarsten. De volgende specifieke uitgangspunten zijn hierbij aangehouden:

- Stijghoogte onder kleipakket: NAP -3,0 m;
- Drooglegging sleufbodem: 0,3 m;
- Onderkant leiding diepgelegen leiding: NAP -3,4 m;
- Onderkant sleufbodem: NAP -3,6 m;
- Grondopbouw: conform paragraaf 2.3;
- Volumiek gewicht klei: 14 kN/m³
- Er is geen rekening gehouden met het positieve effect op het neerwaartse gewicht vanuit de grond naast de sleuf.

Beoordeeld is of voldaan wordt aan het criterium: $F_{\text{neerwaarts}} / F_{\text{opwaarts}} > 1,1$

De veiligheid tegen opdrijven is voldoende gewaarborgd, omdat $F_{\text{neerwaarts}}$ is 47 kN/m² en F_{opwaarts} is 40 kN/m². Dit resulteert in een veiligheid tegen opbarsten van 1,2. De berekening is opgenomen in bijlage 2. Een spanningsbemaling is niet noodzakelijk. De aanbeveling is om tijdens de uitvoering te beoordelen of voldaan wordt aan de hier gehanteerde uitgangspunten.

5 Conclusie

Uit de berekeningsresultaten volgt dat de warmtetransportleidingen (staal-PUR-PE) voldoen aan de gestelde eisen van sterkte en stijfheid. Er is uitgegaan van een medium voerende buis van staal P235GH en P355NH (DN323,9). De rechte buisdelen hebben een wanddikte van 5,6 mm. Er is onderscheid gemaakt tussen 2,5xD en 5xD bochten. De wanddikte van de bochten varieert tussen 5,6 en 6,5 mm. De PE mantelbuis DN450 heeft een wanddikte van 5,2 mm.

Ter plaatse van de bochten en verticale leidingdelen die in de grond zijn gelegen dienen expansiekussens worden toegepast.

In totaal komt de leiding op de leidingbrug op 12 steunpunten te liggen, waarvan:

- 11 steunpunten uitvoeren als glijoplegging (ondersteuningshoek 100 graden, lengte 600 mm).
- 1 steunpunt uitvoeren als vast punt (ondersteuningshoek 100 graden, lengte 600 mm).

Daarnaast zijn er nog 2 steunpunten (glijopleggingen) voorzien welke op portalen worden uitgevoerd.

Vanuit dit oogpunt is een spanningsbemaling niet noodzakelijk. De aanbeveling is om tijdens de uitvoering te beoordelen of voldaan wordt aan de hier gehanteerde uitgangspunten.




Bijlage 1

Grondgegevens

Stap 1: Kies uw gebied ▶ Stap 2: Kies uw gegevens ▶ Stap 3: Maak uw selectie ▶ Stap 4: Uw contactgegevens ▶ Stap 5: Rond uw bestelling af

Help Geselecteerde objecten (6) Uw keuze(s) Legenda VOLGENDE >>



Ga direct naar ▾

Provincie ▾
Waterschap ▾
Gemeente ▾

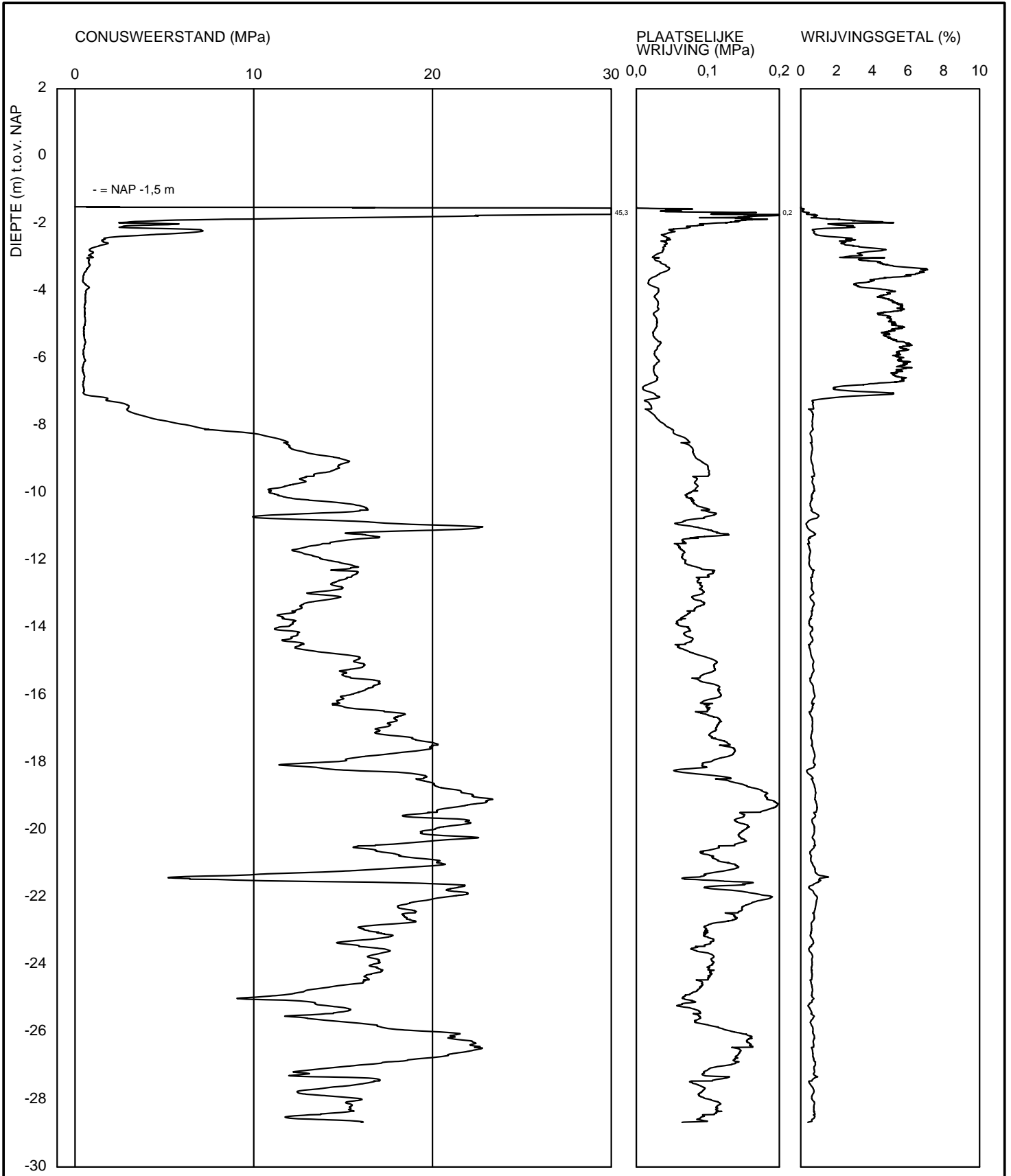
Exacte locatie

x = y =
straal (m)

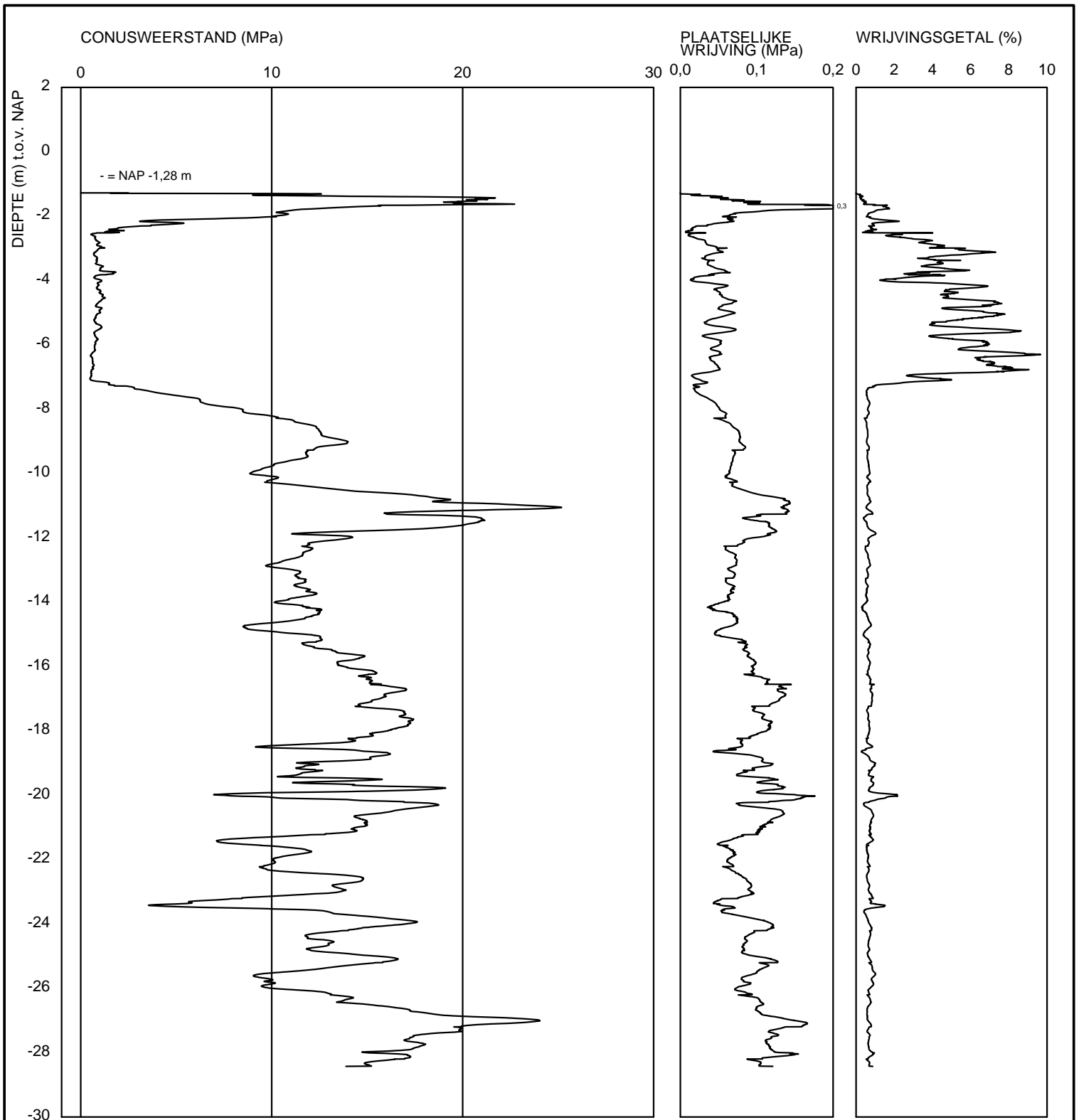
TOON

Exacte rechthoek

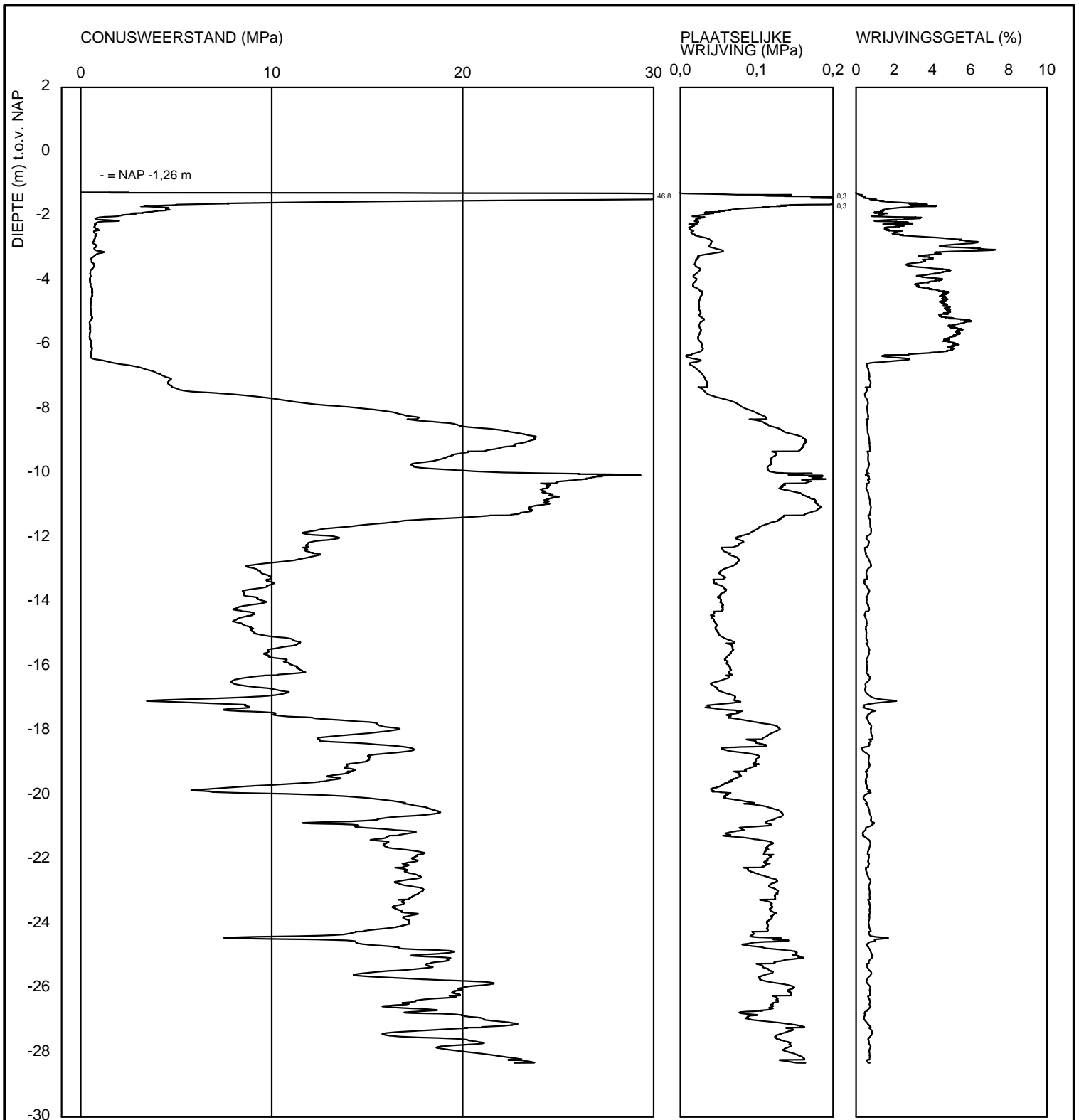
xmin (west)



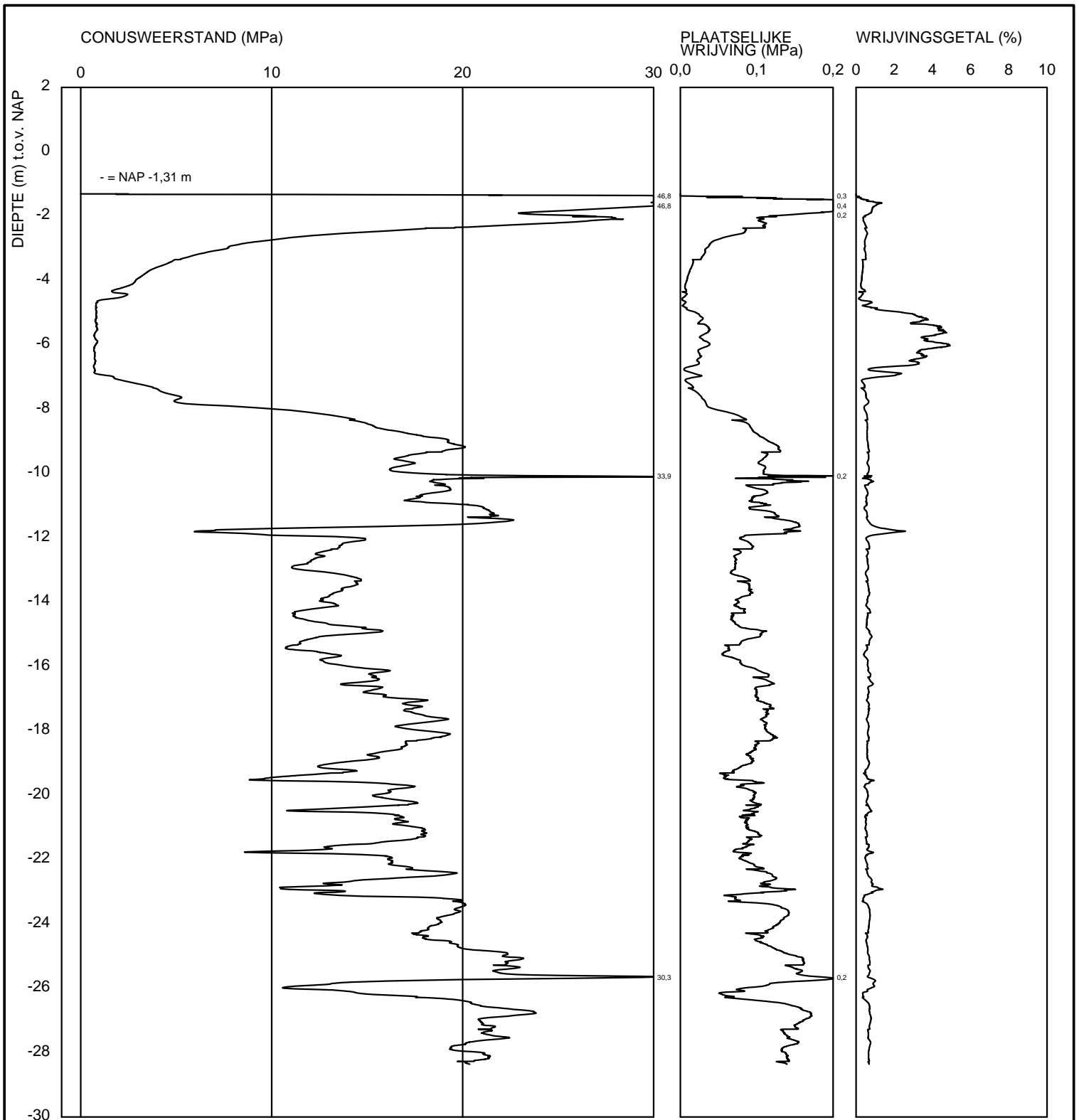
Telefoon Telefax	datum 1994-02-21	get. -
- -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S25G11169	BIJL. -	form. A4



<p>Telefoon Telefax</p>	<p>datum 1994-02-21</p>	<p>get. -</p>
<p>- -</p>	<p>DINO-CPT-/</p>	<p>gez.</p>
<p>Sondering S25G11170</p>	<p>BIJL. -</p>	<p>form. --</p>



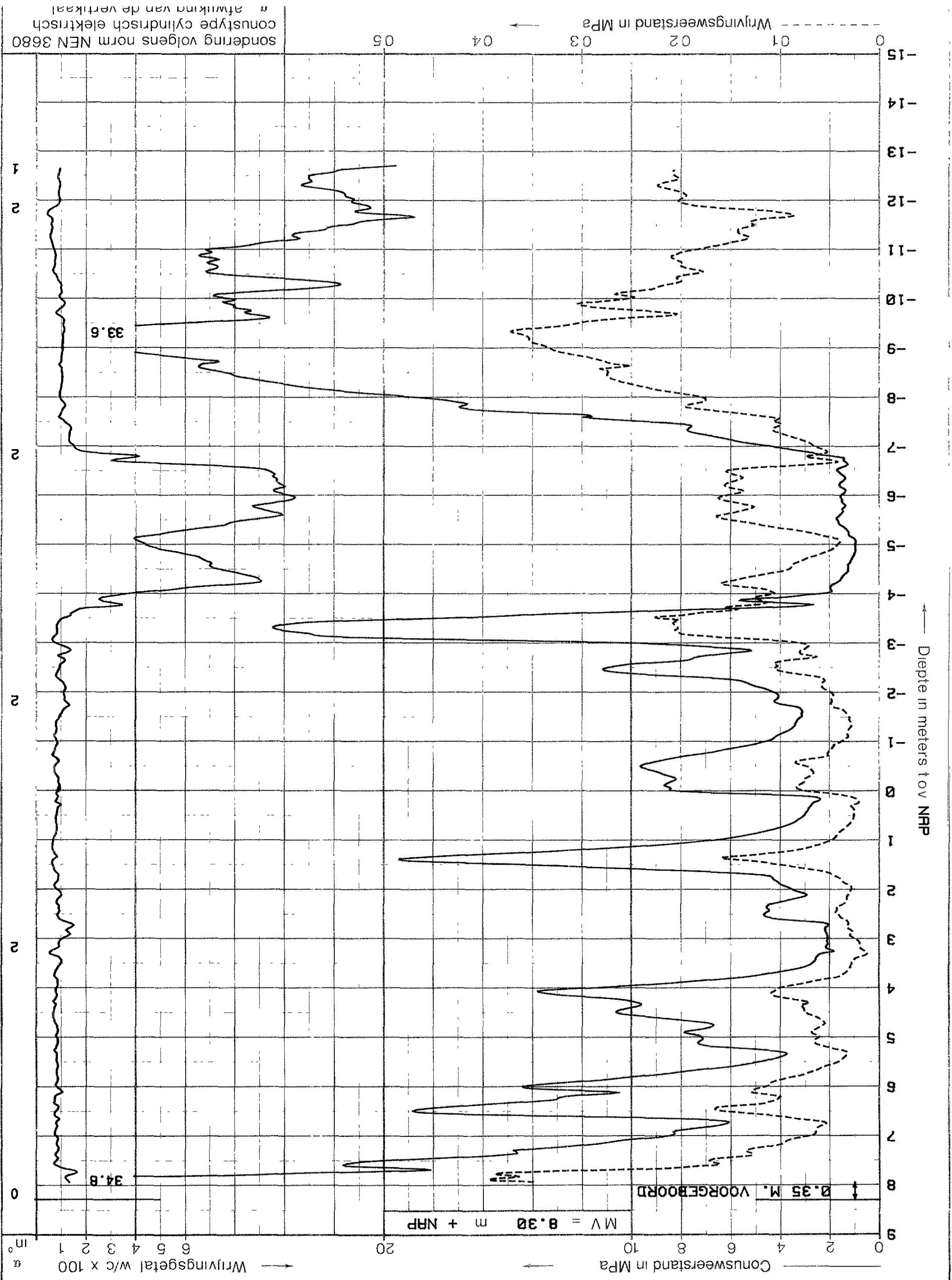
Telefoon Telefax	datum 1994-02-21	get. -
- -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S25G11171	BIJL. -	form. --



Telefoon Telefax	datum 1994-02-21	get. -
- -	DINO-CPT-/	gez.
Sondering S25G11172	BIJL. -	form. --



Dino bestelling



sondering volgens norm NEN 3680
 constype cilindrisch elektrisch
 afwijking van de vertikaal

Wrijngsweerstand in MPa

Diepte in meters tov NRP

0.35 M. VOORGEBOORD

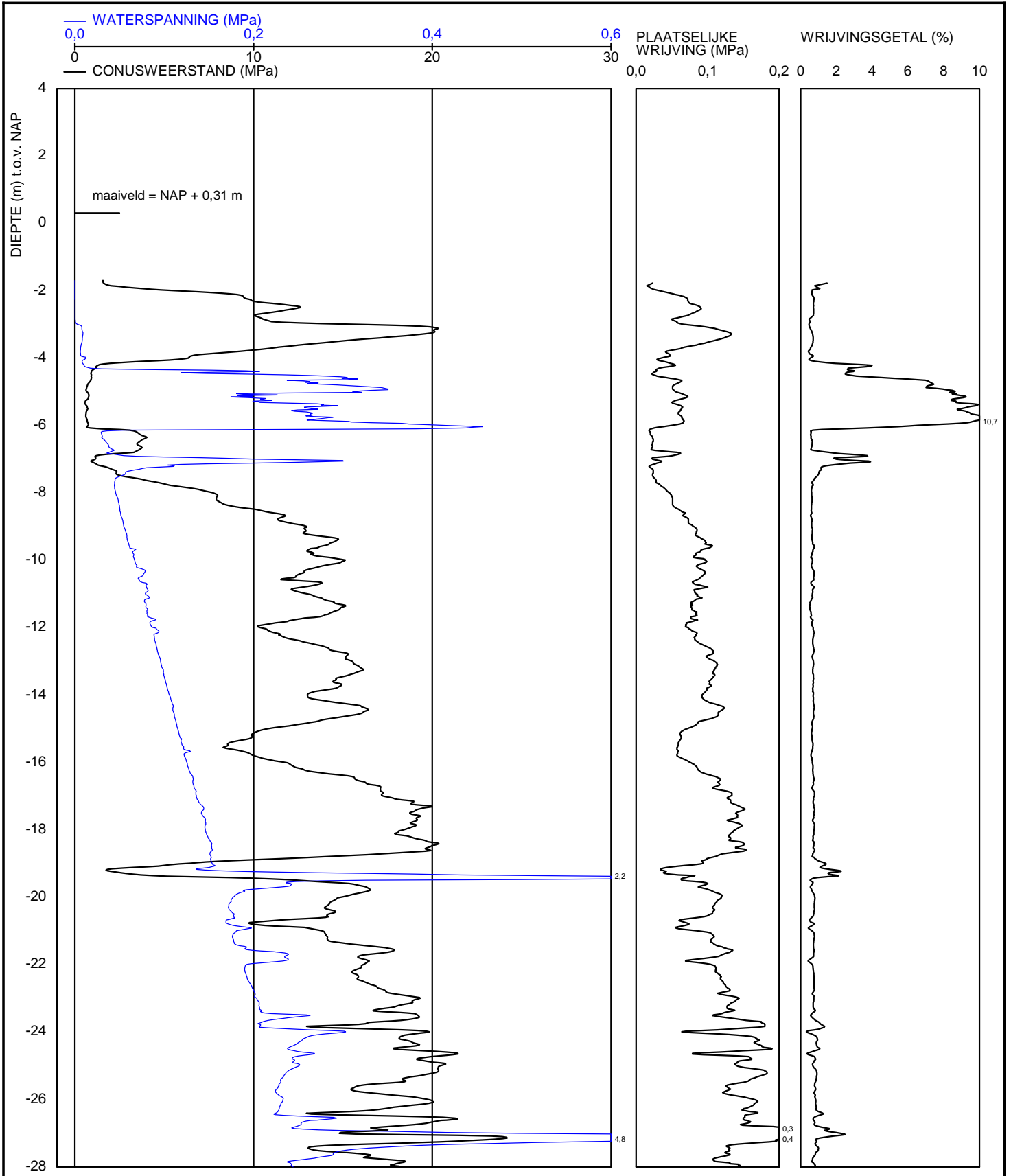
MV = 8.30 m + NRP

34.8

33.6

Wrijningsgetal w/c x 100

Conusweerstand in MPa



Telefoon
Telefax

datum

2011-04-28

get.

-

DINO-CPT-/-

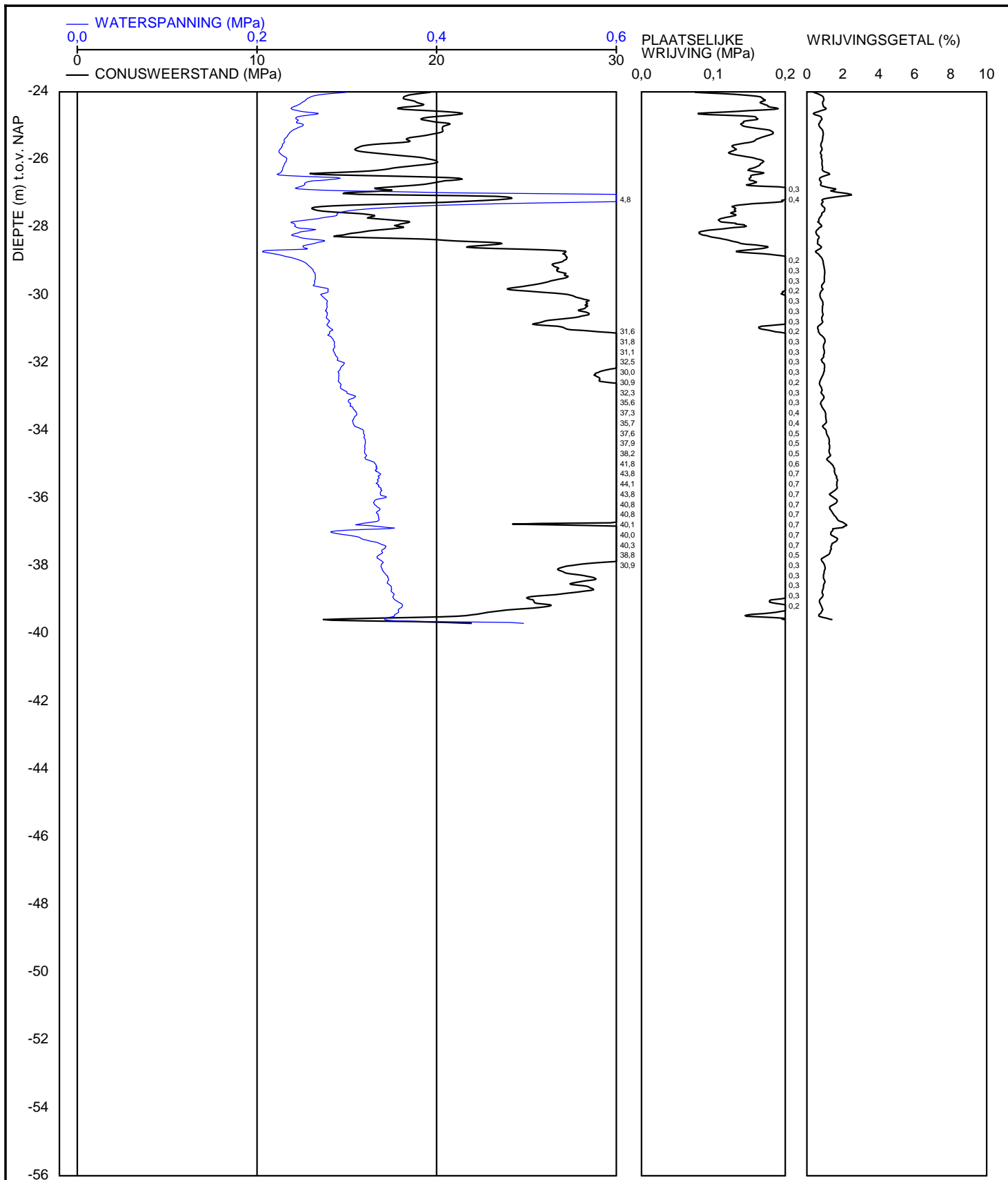
gez.

BIJL.

-

form.

A4



	Telefoon	datum	get.
	Telefax	2011-04-28	-
-		DINO-CPT-/	gez.
-		BIJL. -	form.
Sondering S25G13640	[Blad 2 / 2]		A4



Bijlage 2

Controle opbarsten sleufbodem

Project:	Heatgrid Gaasperdam				
onderdeel:	Controle risico opbarsten t.g.v. aanleg leiding, tijdelijke leidingbrug				
Projectnr.:	9X5105				
d.d.:	4-6-2015				
Opgesteld door:	H. Snoeren				
basisgegevens					
maaiveld	-0,9	-0,9	m NAP		
ok leiding	-2,63	-3,43	m NAP		
ok ontgraving	-2,83	-3,63	m NAP		
drooglegging tot	-3,13	-3,93	m NAP		
gewicht grond 1 dr	14	14	kN/m ³		
gewicht grond 1 nat	14	14	kN/m ³		
gewicht grond 2	19	19	kN/m ³		
dikte laag 1 dr	0,3	0,3	m		
dikte laag 1 nat	3,87	3,07	m		
dikte laag 2	0	0	m		
Fneerwaarts					
gewicht laag 1 dr	4,2	4,2	kN/m ²		
gewicht laag 1 nat	54,18	42,98	kN/m ²		
gewicht laag 2	0	0	kN/m ²		
totaal omlaag	58,38	47,18	kN/m ²		
Fopwaarts					
stijghoogte	-3	-3	m NAP		
onderkant kleipakket	-7	-7	m NAP		
Fopwaarts	40	40	kN/m ²		
Fneerwaarts / Fopwaarts > 1,1	1,5	1,2			
controle	voldoet	voldoet			



Bijlage 3

Grondmechanische leidingparameters open sleuf

Grondmechanische leidingparameters volgens NEN 3650

versie datum:	22-12-2011
Bijlage:	1
Projectnaam:	Heatgrid Gaasperdam
Projectnummer:	Tijdelijke leidingbrug Kromwijkdreef
Datum:	1-6-2015

INVOER					
Doorsnede	R1	R2	R3	hdd diep	
Afstand tot startpunt [m]	0				
Type					
Diameter van de buis Do [mm]	450	450	450	450	
Bovenkant leiding tov NAP, BKL [m]	-2,175	-2,175	-2,175	-16,08	
Maaiveld tov NAP, MV [m]	-0,9	1,1	-0,9	-0,9	
Grondwaterstand tov NAP, GWS [m]	-3	-3	-3	-1,58	
Grondsoort boven leiding					
Droog volumiek gewicht g d [kN/m³]	18	18	18	18	
Nat volumiek gewicht g n [kN/m³]	20	20	20	20	
Conusweerstand in het terrein, qc:terrein [MPa]					
Conusweerstand voor ingang in tabel 1 van de NEN6740, qc:tabel 1 NEN6740, [Mpa]					
Elasticiteitsmodulus vh materiaal boven de leiding, E [MPa] (open sleuf E=geroerd, sleufoos E=ongeroerd)	5	5	5	5	
Hoek van inwendige wrijving van het materiaal boven de leiding, j [°]	30	30	30	30	
Effectieve cohesie c' [kN/m²]	0	0	0	0	
Ongedraineerde schuifsterkte cu (sleufoos) [kN/m²]	0	0	0	0	
Klinkpercentage (mu)	0,02	0,02	0,02	0,02	
Grondsoort naast leiding					
Droog volumiek gewicht g d [kN/m³]	18	18	18	17	
Nat volumiek gewicht g n [kN/m³]	20	20	20	19	
Conusweerstand in het terrein, qc:terrein [MPa]					
Conusweerstand voor ingang in tabel 1 van de NEN6740, qc:tabel 1 NEN6740, [Mpa]					
Elasticiteitsmodulus vh materiaal naast de leiding, E [MPa] (open sleuf E=geroerd, sleufoos E=ongeroerd)	5	5	5	5	
Hoek van inwendige wrijving van het materiaal naast de leiding, j [°]	30	30	30	30	
Effectieve cohesie c' [kN/m²]	0	0	0	0	
Ongedraineerde schuifsterkte cu (naast de leiding) [kN/m²]	0	0	0	0	
Klinkpercentage (mu)	0,02	0,02	0,02	0,02	
Grondsoort onder leiding					
Droog volumiek gewicht g d [kN/m³]	14	14	14	17	
Nat volumiek gewicht g n [kN/m³]	14	14	14	19	
Conusweerstand in het terrein, qc:terrein [MPa]					
Conusweerstand voor ingang in tabel 1 van de NEN6740, qc:tabel 1 NEN6740, [Mpa]					
Elasticiteitsmodulus vh materiaal onder de leiding, E [MPa] (open sleuf E=ongeroerd, sleufoos E=ongeroerd)	2	2	2	5	
Hoek van inwendige wrijving van het materiaal onder de leiding, j [°]	17,5	17,5	17,5	30	
Effectieve cohesie c' [kN/m²]	0	0	0	0	
Ongedraineerde schuifsterkte cu (onder de leiding) [kN/m²]	25	25	25	0	
Klinkpercentage (mu)	0,2	0,2	0,2	0,02	
INVOER T.B.V. GEREDUCEERDE MAXIMALE PASSIEVE GRONDDRUK					
Hoek van inwendige wrijving van de grondlaag waarin de leiding ligt, j [°]	30	30	30	30	
Effectieve cohesie van de grondlaag waarin de leiding ligt, c' [kN/m²]	0	0	0	0	
Glijdingsmodulus van grond G [kN/m²]	1923	1923	1923	1923	
RESULTATEN					
Grondsoort boven leiding	LZ	LZ	LZ	LZ	
Grondsoort naast leiding	LZ	LZ	LZ	LZ	
Grondsoort onder leiding	KV	KV	KV	LZ	
Dekking [m]	1,275	3,275	1,275	15,18	
GEDRAINEERDE GRONDPARAMETERS					
	PLE NOT.				
Neutrale gronddruk [N/mm²]	NB	0,023	0,059	0,023	0,157
Passieve gronddruk [N/mm²]	RVT	0,042	0,188	0,042	0,564
Reële gronddruk [N/mm²]	-	0,019	0,039	0,019	0,099
Verticaal evenwichtsdragvermogen [N/mm²]	RVS	0,607	1,564	0,607	4,203
Verticale beddingsconstante, omhoog kv, top, gecorrigeerd (vanwege verenmodel) [N/mm³]	KLT gecorrigeerd	0,002	0,013	0,002	0,081
Verticale beddingsconstante, omhoog kv, top sleufoos [N/mm³]	KLT sleufoos	0,002	0,002	0,002	0,004
Verticale beddingsconstante, omlaag kv, 1 [N/mm³]	KLS1	0,008	0,022	0,008	0,023
Verticale beddingsconstante, omlaag kv, 2 [N/mm³]	KLS2	0,001	0,003	0,001	0,005
Verticale beddingsconstante, omlaag kv, sleufoos [N/mm³]	KLS sleufoos	0,002	0,002	0,002	0,004
Horizontaal evenwichtsdragvermogen [N/mm²]	RH	0,220	0,668	0,220	2,374
Horizontale beddingsconstante kh, 30 [N/mm³]	KLH	0,015	0,026	0,015	0,025
Horizontale beddingsconstante kh, sleufoos [N/mm³]	KLH sleufoos	0,001	0,001	0,001	0,003
Wrijving [N/mm²]	F	0,007	0,017	0,007	0,043
Verplaatsing, waarbij wrijving maximaal [mm]	UF	5 - 8	5 - 8	5 - 8	5 - 8



Bijlage 4

Eigen gewicht warmteleidingen

Project	Warmtetransportleiding Tijdelijke leidingbrug
Projectnummer	9X5105
Leidingdeel	DN300, staal-PUR-PE
Opdrachtgever	Nuon Wamrte
Datum	1 juni 2015

Invoer

Mediumvoerende buis

Uitwendige diameter buis	0,324 m
Wanddikte	5,6 mm

Isolatie

Uitwendige diameter isolatiemantel	0,450 m
Wanddikte isolatiemantel	5,2 mm

Dichtheid

Mediumvoerende buis (staal)	7850 kg/m ³
Medium (water)	1000 kg/m ³
Isolatiemantel (PE)	955 kg/m ³
Isolatiemateriaal (PUR)	80 kg/m ³

Uitvoer

Boven grondwaterstand

Mantelbuis	0,43 N/mm
Dichte buis leeg	0,43 N/mm
Dichte buis gevuld	1,18 N/mm
Stadsverwarmingsbuis leeg	0,55 N/mm
Stadsverwarmingsbuis gevuld	1,31 N/mm

Onder grondwaterstand

Open buis	0,38 N/mm
Dichte buis leeg	-0,38 N/mm
Dichte buis gevuld	0,38 N/mm
Stadsverwarmingsbuis leeg	-1,01 N/mm
Stadsverwarmingsbuis gevuld	-0,25 N/mm

Function 3.1; Deadweight / DEADW



Bijlage 5

Ple4Win sterkteberekening

ORIGIN - Pipeline origin

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [14-4-2015] Occ.:16

	IDENT	X-S	Y-S	Z-S	SNODE	SAX-L	SAX-LP
		mm	mm	mm		mm	mm
1	start	0	0	-2400			

POLYDIF - Pipeline polygon points (relative)

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:146

	IDENT	DX-N	DY-N	Z-N	BENDRAD	ETYP	BEND_EL	PIPE_EL	EXT
		mm	mm	mm	mm		mm	mm	
1	ramp1	7936	29780	-2400	0			300	
2	b10	558	2105	-2400	1615		150	300	5
3	ramp2	15650	299	-2400	0			300	
4	ramp3	15675	300	-2400	0			300	
5	b20	12383	237	-2400	1615		150	300	5
6	b25	-8	-5000	-2400	807		150	300	5
7	b30	0	0	4440	807		150	300	5
8	b40	78000	0	4440	807		150	300	5
9	b45	-23	-13781	4440	807		150	300	5
10	b50	0	0	-2400	1615		150	300	5
11	eind	23766	-588	-16310	0			300	

SUPPORT - External supports specifications

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:70

	IDENT	S-AX-L	COSYS	SUPREF	SUPPLENG	SUPANGLE	ADDED	DISTANCE
		mm			mm	°		mm
1	b30	4000	Local	GLIJ	600	100		
2	b30	9615	Local	GLIJ	600	100	8	6317
3	b30	65769	Local	VP	600	100		
4	b30	71385	Local	GLIJ	600	100		
5	b40e	3000	Local	GLIJ	600	100		
6	b40e	9000	Local	GLIJ	600	100		

W-LEVEL - (Ground) water level

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [1-6-2015] Occ.:13

	Identifier	WATER1	UNCV1	WATER2	UNCV2
		mm	mm	mm	mm
1	start	-3000	1		

ADIDENT - Additional idents

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [4-6-2015] Occ.:13

	AX-LP	NEWIDENT
	mm	
1	36215	b10ev
2	175293	keb50
3	179293	b50ev

IDENTS - Identification names

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:220

	IDENT	NODE	X-P	AX-L	AX-LP
			mm	mm	mm
1	start	1	0	0	0
2	ramp1	104	7,936E+3	3,082E+4	3,082E+4
3	b10s	110	8,182E+3	3,178E+4	3,178E+4
4	b10	117	8,746E+3	3,282E+4	3,300E+4
5	b10e	124	9,712E+3	3,387E+4	3,422E+4
6	b10ev	133	1,165E+4	3,580E+4	3,615E+4
7	ramp2	175	2,414E+4	4,830E+4	4,865E+4
8	ramp3	228	3,982E+4	6,398E+4	6,433E+4
9	b20s	267	5,055E+4	7,472E+4	7,506E+4
10	b20	276	5,172E+4	7,600E+4	7,671E+4
11	b20e	285	5,220E+4	7,729E+4	7,836E+4
12	b25s	299	5,220E+4	7,983E+4	8,091E+4
13	b25	304	5,219E+4	8,046E+4	8,171E+4
14	b25e	309	5,219E+4	8,110E+4	8,171E+4
15	b30s	333	5,219E+4	8,632E+4	8,171E+4
16	b30	338	5,243E+4	8,696E+4	8,171E+4
17	b30e	343	5,300E+4	8,759E+4	8,252E+4
18	b40s	615	1,294E+5	1,640E+5	1,589E+5
19	b40	620	1,300E+5	1,646E+5	1,597E+5
20	b40e	625	1,302E+5	1,652E+5	1,605E+5

IDENTS - Identification names

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:220

	IDENT	NODE	X-P	AX-L	AX-LP
			mm	mm	mm
21	b45s	674	1,302E+5	1,774E+5	1,727E+5
22	b45	679	1,302E+5	1,780E+5	1,735E+5
23	b45e	684	1,302E+5	1,787E+5	1,735E+5
24	b50s	707	1,302E+5	1,838E+5	1,735E+5
25	b50	713	1,304E+5	1,846E+5	1,735E+5
26	b50e	719	1,310E+5	1,855E+5	1,743E+5
27	keb50	726	1,321E+5	1,868E+5	1,754E+5
28	b50ev	741	1,359E+5	1,912E+5	1,793E+5
29	eind	811	1,539E+5	2,121E+5	1,973E+5

MATL - Material location

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:21

	Identifier	MATREF
1	start	P235GH
2	b10s	P355NH
3	b10e	P235GH
4	b20s	P355NH
5	b20e	P235GH
6	b50s	P355NH
7	b50e	P235GH

ISTROP - Isotropic materials

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:15

	MATREF	Emod	Gmod	Nu	ALPHA	Re	ReT
		N/mm ²	N/mm ²		1/°C	N/mm ²	N/mm ²
1	P235GH	207000		0,3	1,16E-05	225	191,4
2	P355NH	207000		0,3	1,16E-05	355	292

DIAM - Outer diameter

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [3-4-2015] Occ.:9

	Identifier	DOU1	DOU2
		mm	mm
1	start	323,9	

WALL - Wall thicknesses

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [1-5-2015] Occ.:75

	Identifier	T-NOM1	COR-AL1	RTOL1	ATOL1	T-NOM2	COR-AL2	RTOL2	ATOL2
		mm	mm	%	mm	mm	mm	%	mm
1	b10s	5,6			0,5	5,6			0,5
2	b10e	5,6			0,5	5,6			0,5
3	b20s	5,6			0,5	6,5			0,5
4	b20e	6,5			0,5	5,6			0,5
5	b25s	5,6			0,5	5,6			0,5
6	b25e	5,6			0,5	5,6			0,5
7	b30s	5,6			0,5	5,6			0,5
8	b30e	5,6			0,5	5,6			0,5
9	b40s	5,6			0,5	5,6			0,5
10	b40e	5,6			0,5	5,6			0,5
11	b45s	5,6			0,5	5,6			0,5
12	b45e	5,6			0,5	5,6			0,5
13	b50s	5,6			0,5	6,5			0,5
14	b50e	6,5			0,5	5,6			0,5

DEADW - Deadweight

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [17-4-2015] Occ.:12

	Identifier	DEADW1	DEADW2	WLEVEL
		N/mm	N/mm	
1	start	-0,25	1,31	Yes

KLH - Horizontal soil stiffness

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:67

	Identifier	KLH1	KLH2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	ramp1	0,0211		1,7	1,7	5
2	ramp2	0,0354		1,7	1,7	5
3	ramp3	0,0211		1,7	1,7	5

KLH - Horizontal soil stiffness

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:67

	Identifier	KLH1	KLH2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
4	b20s	0,0211	0,0013	1,7	1,7	5
5	b20e	0,0013	0,0013	1,7	1,7	5
6	b25s	0,0013		1,7	1,7	5
7	b25	0,0013	0,0013	1,7	1,7	5
8	b25e	0,0013	0,0034	1,7	1,7	5
9	b50s	0,0034	0,0034	1,7	1,7	5
10	b50	0,0034	0,0034	1,7	1,7	5
11	b50e	0,0034	0,0034	1,7	1,7	5
12	keb50	0,0034	0,0211	1,7	1,7	5
13	eind	0,0044		1,7	1,7	5

KLS - Downward vertical soil stiffness

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:33

	Identifier	KLS1	KLS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	ramp1	0,0117		1,6	1,6	5
2	ramp2	0,0302		1,6	1,6	5
3	ramp3	0,0117		1,6	1,6	5
4	b25s	0,0117		1,6	1,6	5
5	b25	0,0117	0,0013	1,6	1,6	5
6	b25e	0,0013	0,0034	1,6	1,6	5
7	b50s	0,0034	0,0034	1,6	1,6	5
8	b50	0,0034	0,0117	1,6	1,6	5
9	b50e	0,0117		1,6	1,6	5
10	eind	0,0062		1,6	1,6	5

KLT - Upward vertical soil stiffness

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:28

	Identifier	KLT1	KLT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	ramp1	0,0025		1,4	1,4	5
2	ramp2	0,0175		1,4	1,4	5
3	ramp3	0,0025		1,4	1,4	5
4	b25s	0,0025		1,4	1,4	5
5	b25	0,0025	0,0013	1,4	1,4	5
6	b25e	0,0013	0,0034	1,4	1,4	5
7	b50s	0,0034	0,0034	1,4	1,4	5
8	b50	0,0034	0,0025	1,4	1,4	5
9	b50e	0,0025		1,4	1,4	5
10	eind	0,0062		1,4	1,4	5

F - Pipe-soil friction

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [2-6-2015] Occ.:37

	Identifier	F1	F2	UNCF-L	UNCF-H	CFA1	CFA2	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²					%
1	ramp1	0,0102		1,136	1,136			5
2	ramp2	0,0239		1,136	1,136			5
3	ramp3	0,0102		1,136	1,136			5
4	b50e	0,0102	0	1,136	1,136			5
5	eind	0		1,136	1,136			5

UF - Displacement at max. soil friction

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [1-6-2015] Occ.:22

	Identifier	UF1	UF2	UNCF-L	UNCF-H
		mm	mm		
1	ramp1	6,5		1,6	1,6

RVS - Sub-soil bearing capacity

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [2-6-2015] Occ.:26

	Identifier	RVS1	RVS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²			%
1	ramp1	0,8429		1,6	1,6	5
2	ramp2	2,1732		1,6	1,6	5
3	ramp3	0,8429		1,6	1,6	5
4	b50e	0,8429		1,6	1,6	5
5	eind	5,8386		1,6	1,6	5

RVT - Ultimate top-soil reaction

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [1-6-2015] Occ.:26

Identifier	RVT1	RVT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
	N/mm ²	N/mm ²			%
1 ramp1	0,059		1,5	1,5	5
2 ramp2	0,2607		1,5	1,5	5
3 ramp3	0,059		1,5	1,5	5
4 b50e	0,059		1,5	1,5	5
5 eind	0,7834		1,5	1,5	5

RH - Ultimate hor. soil reaction

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [1-6-2015] Occ.:27

Identifier	RH1	RH2	UNCF-L	UNCF-H	CFH1	CFH2	VARAR
	N/mm ²	N/mm ²					%
1 ramp1	0,3051		1,6	1,6			5
2 ramp2	0,9281		1,6	1,6			5
3 ramp3	0,3051		1,6	1,6			5
4 b50e	0,3051		1,6	1,6			5
5 eind	3,2976		1,6	1,6			5

UNCER - Uncertainty factors

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [12-9-2014] Occ.:5

	U-KLH	U-KLS	U-KLT	U-F	U-UF	U-RVS	U-RVT	U-RH
1 High	High	High	High	Low	High	High	High	High

SLACK - Free displacement space

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:22

Start Node	End Node	VS-SLACK	VT-SLACK	H-SLACK	X-SLACK	
		mm	mm	mm	mm	
1	317	697	1000	1000	1000	0

ENDPTS - Start/end nodes boundary conditions

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [15-4-2015] Occ.:14

	IDENT	COND	STATE
1 start		Fixed	Open
2 eind		Fixed	Open

ELSPRS - Linear elastic support properties

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [2-6-2015] Occ.:13

SPRREF	XX	YY	ZZ	PHI-PHI	PSI-PSI	ETA-ETA
	N/mm	N/mm	N/mm	N•mm/RAD	N•mm/RAD	N•mm/RAD
1 GLIJ	1E-06	100000	100000	1E-06	1E-06	1E-06
2 VP	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

PRESS - Internal overpressure

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [12-9-2014] Occ.:9

Identifier	PRESS1	PRESS2
	N/mm ²	N/mm ²
1 start	2,5	

TEMP - Temperature differences

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [17-4-2015] Occ.:16

Identifier	T-ABS1	T-REF1	T-ABS2	T-REF2
	°C	°C	°C	°C
1 start	130	10		

SETZ - Soil displacement in Z-direction

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [2-6-2015] Occ.:10

Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
	mm		mm	
1 ramp1	0	2		
2 ramp2	-30	2		
3 ramp3	-60	2		
4 b20e	-15	2		
5 b25e	-15	2	0	2

LOCASE - Loading combinations

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:48

	IDENT	GLOADF	PRESS-F	T-DIF-F	DEADW-F	SETL-F	NODAL-F	ELBND-F	WAVC-F
1	bc	1	0	1,1	1,1	1,1	0	0	0

SOILCTL - Non-linear elastic soil iteration control

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [12-9-2014] Occ.:7

	MAXSIT	MERPTS	MERFLDS
1	20	0	0

GEOMCTL - Geometrically non-linear iteration control

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [12-9-2014] Occ.:7

	MAXGIT	RELDISEQ	ABSDISEQ	ROTINCR
				RAD
1	60	1E-05	1E-07	0,1

SOILNB - Neutral or real top-soil load

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [4-6-2015] Occ.:25

	Identifier	NB1	UNCF1	LOADF1	NB2	UNCF2	LOADF2
		N/mm ²			N/mm ²		
1	ramp1	0,0319	1,1	1			
2	ramp2	0,0819	1,1	1			
3	ramp3	0,0319	1,1	1			
4	b25e	0,0319	1,1	1	0	1,1	1
5	b50s	0	1,1	1	0,0319	1,1	1
6	eind	0,2185	1,1	1			

TOPLOAD - Extra loads on top-soil

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [4-6-2015] Occ.:17

	Identifier	TOPLOAD1	LOADF1	TOPLOAD2	LOADF2
		N/mm ²		N/mm ²	
1	start	0,02	1,35		
2	b25e	0,02	1,35	0	1,35
3	b50s	0	1,35	0,02	1,35
4	eind	0	1,35		

LAMBDA - Horizontal soil support / Vertical soil load

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [12-9-2014] Occ.:8

	Identifier	LAMBDA1	LAMBDA2
1	start	0	

SUPANG - Soil support angle functions

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:14

	Identifier	ANGMIN	ANGMAX	RVSL	RVSH	CURVE
		°	°	%	%	
1	start	180	180	50	100	Sinus

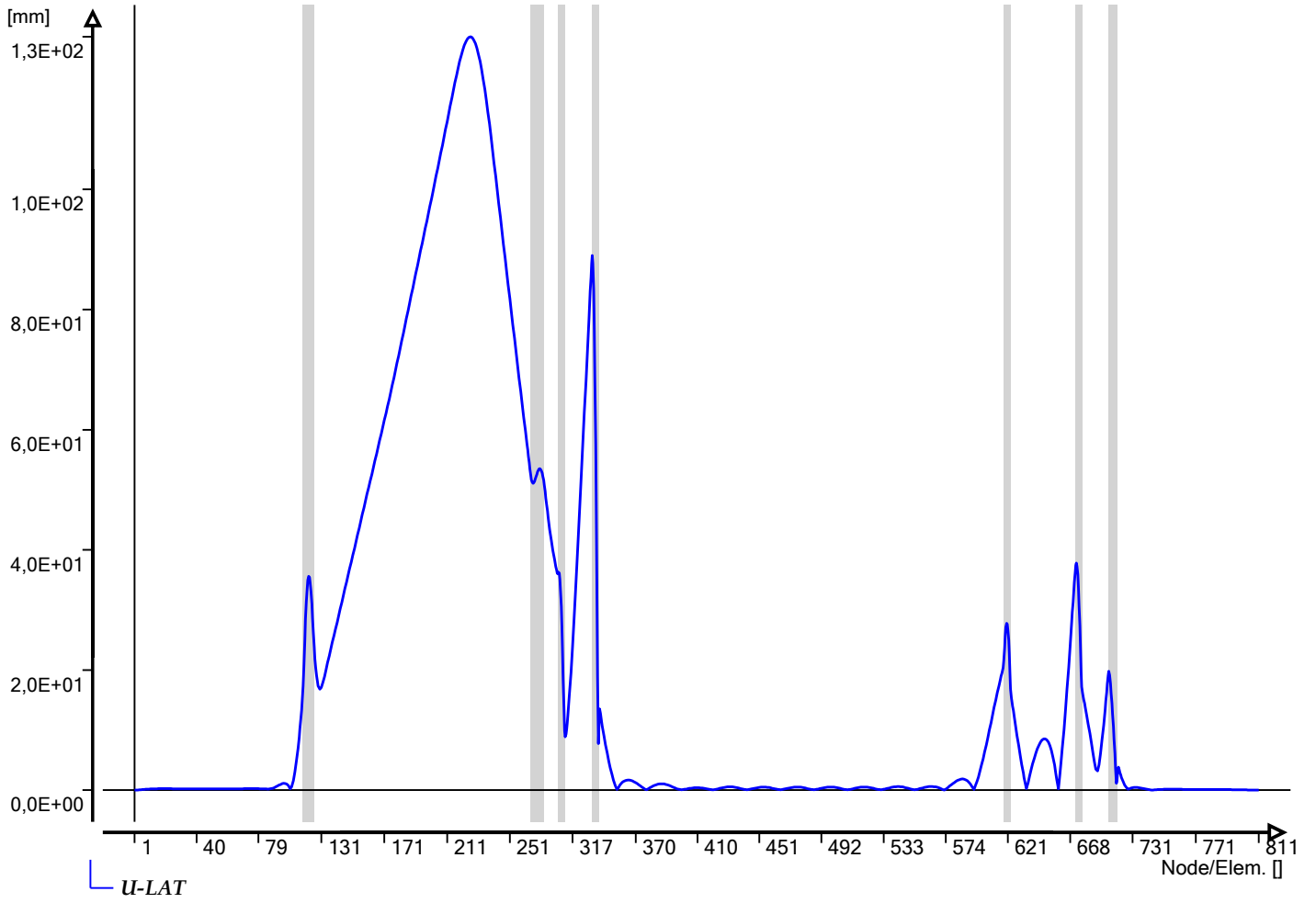
SECTION - Cross-sections to be calculated

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3 [4-6-2015] Occ.:28

	Start Identifier	End Identifier	TOPLOAD	S-ALLOW
				N/mm ²
1	b10ev	b50ev	Yes	

Graphs of table 'Displacements'

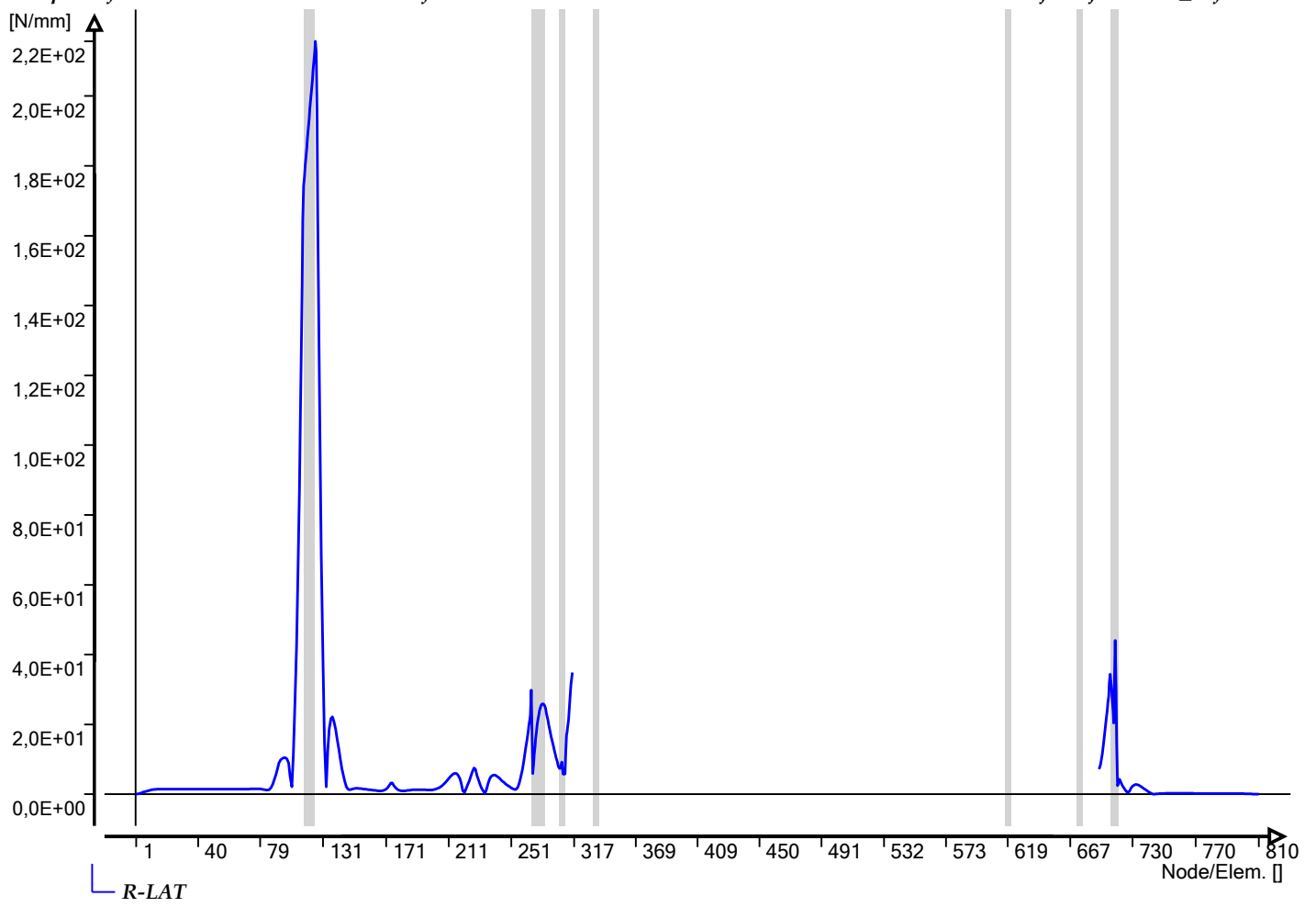
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3



	NODE	U-X	U-Y	U-Z	PHI-X	PHI-Y	PHI-Z	U-AX	PHI-AX	U-LAT	PHI-LAT
		mm	mm	mm	RAD	RAD	RAD	mm	RAD	mm	°
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
110	110	-8,324E+0	3,340E+1	-3,328E+0	-1,234E-3	3,740E-3	1,045E-02	2,996E+1	3,248E-3	1,728E+1	349
115	115	-1,237E+1	3,604E+1	-5,778E+0	-1,888E-3	4,052E-3	-6,932E-04	1,891E+1	1,799E-3	3,358E+1	350
122	122	-6,532E+0	2,595E+1	-1,035E+1	-1,909E-3	3,904E-3	-1,777E-02	-1,590E+0	-1,081E-3	2,864E+1	339
226	226	2,982E+1	5,788E-1	-1,254E+2	-6,379E-4	-2,360E-4	2,246E-06	2,980E+1	-6,423E-4	1,254E+2	270
267	267	4,559E+1	3,046E+0	-5,203E+1	-6,373E-4	-7,457E-3	4,825E-04	4,520E+1	-6,152E-4	5,246E+1	273
272	272	4,630E+1	1,943E+0	-4,665E+1	-6,609E-4	-7,820E-3	-3,580E-03	4,100E+1	2,607E-3	5,140E+1	294
298	298	1,153E+1	-1,070E+1	-3,418E+1	-1,814E-3	-9,532E-3	-7,742E-03	1,053E+1	9,535E-3	3,612E+1	289
302	302	7,484E+0	-1,117E+1	-3,285E+1	-3,498E-3	-9,251E-3	-5,044E-03	-5,161E+0	5,958E-3	3,512E+1	283
310	310	-3,681E+0	-8,001E+0	-2,974E+1	-4,339E-3	-1,326E-2	-5,205E-03	-2,972E+1	-5,206E-3	8,861E+0	351
326	326	-6,746E+1	5,280E+0	-2,433E+1	-2,571E-3	-1,814E-2	-4,308E-03	-2,309E+1	-4,308E-3	6,810E+1	274
342	342	-9,927E+1	7,589E+0	-1,389E+1	-2,535E-3	-7,018E-3	-3,072E-03	-1,002E+2	-2,984E-3	7,745E+0	19
632	632	9,216E+0	1,748E+1	-1,811E-1	-7,649E-4	5,829E-4	-5,639E-03	-1,755E+1	-5,818E-4	9,089E+0	359
633	633	7,554E+0	1,704E+1	2,328E-2	-5,512E-4	6,267E-4	-5,523E-03	-1,709E+1	-6,259E-4	7,431E+0	0
644	644	-4,210E+0	1,259E+1	-3,159E+0	2,292E-3	1,055E-3	-1,971E-03	-1,257E+1	-1,059E-3	5,318E+0	217
672	672	1,374E+1	1,401E+0	2,994E+1	-1,196E-2	2,206E-3	5,251E-03	-9,903E-1	-2,186E-3	3,295E+1	65
682	682	1,711E+1	-4,164E+0	3,924E+1	-3,566E-3	3,806E-3	3,700E-03	-3,602E+1	-4,693E-3	2,349E+1	43
708	708	-2,160E+1	-2,787E-1	3,115E+1	9,424E-4	1,030E-2	1,421E-03	-3,270E+1	-1,356E-3	1,916E+1	268

Graphs of table 'Overall soil reaction forces'

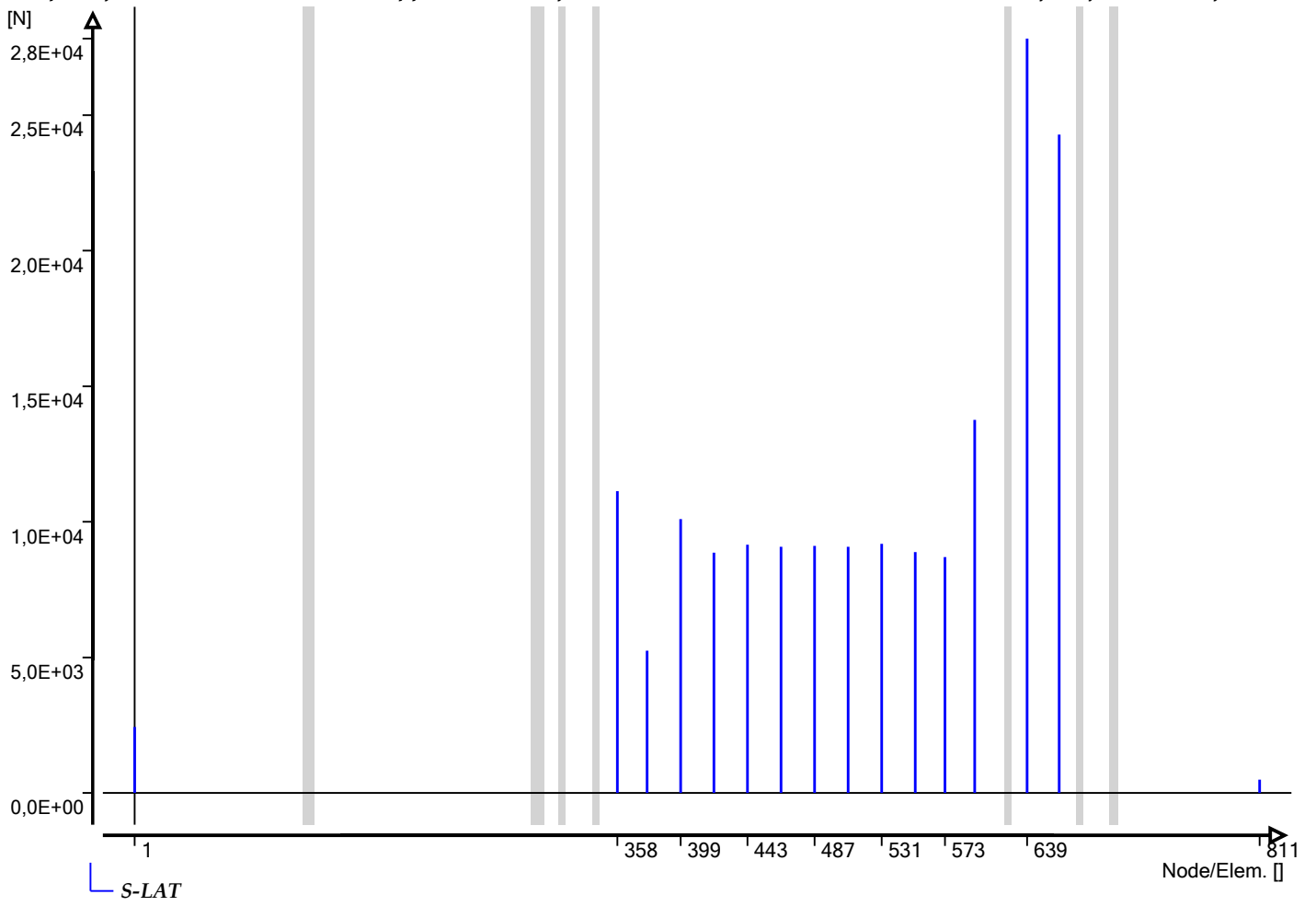
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3



	ELEM	R-AX	R-LAT	PHI-LAT	R-TORS	R-AX/F	R-LAT/RP	R-T/RVT
		N/mm	N/mm	°	N*mm/mm	%	%	%
90	90	-9,136E+00	7,274E+0	2	-58,5379	100	5	
91	91	-9,136E+00	8,924E+0	359	-59,4890	100	6	0
110	110	-1,199E+01	1,770E+2	181	-78,8350	122	100	13
124	124	8,206E+00	2,156E+2	180	49,7964	72	100	
175	175	-2,128E+01	3,271E+0	90	43,3201	100	0	
297	297	-9,133E+00	8,777E+0	174	-219,1644	100	6	
310	310	9,137E+00	1,685E+1	165	119,6102	100	10	
706	706	8,757E+00	3,199E+1	263	34,2613	96	38	111
716	716	9,469E+00	1,460E+1	89	14,9207	100	3	
720	720	-4,358E-05	4,131E+0	268	0	-1.000	13	13
810	810	-1,180E-08	2,958E-3	270	0	-1.000	0	0

Graphs of table 'Overall external support reaction forces'

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3

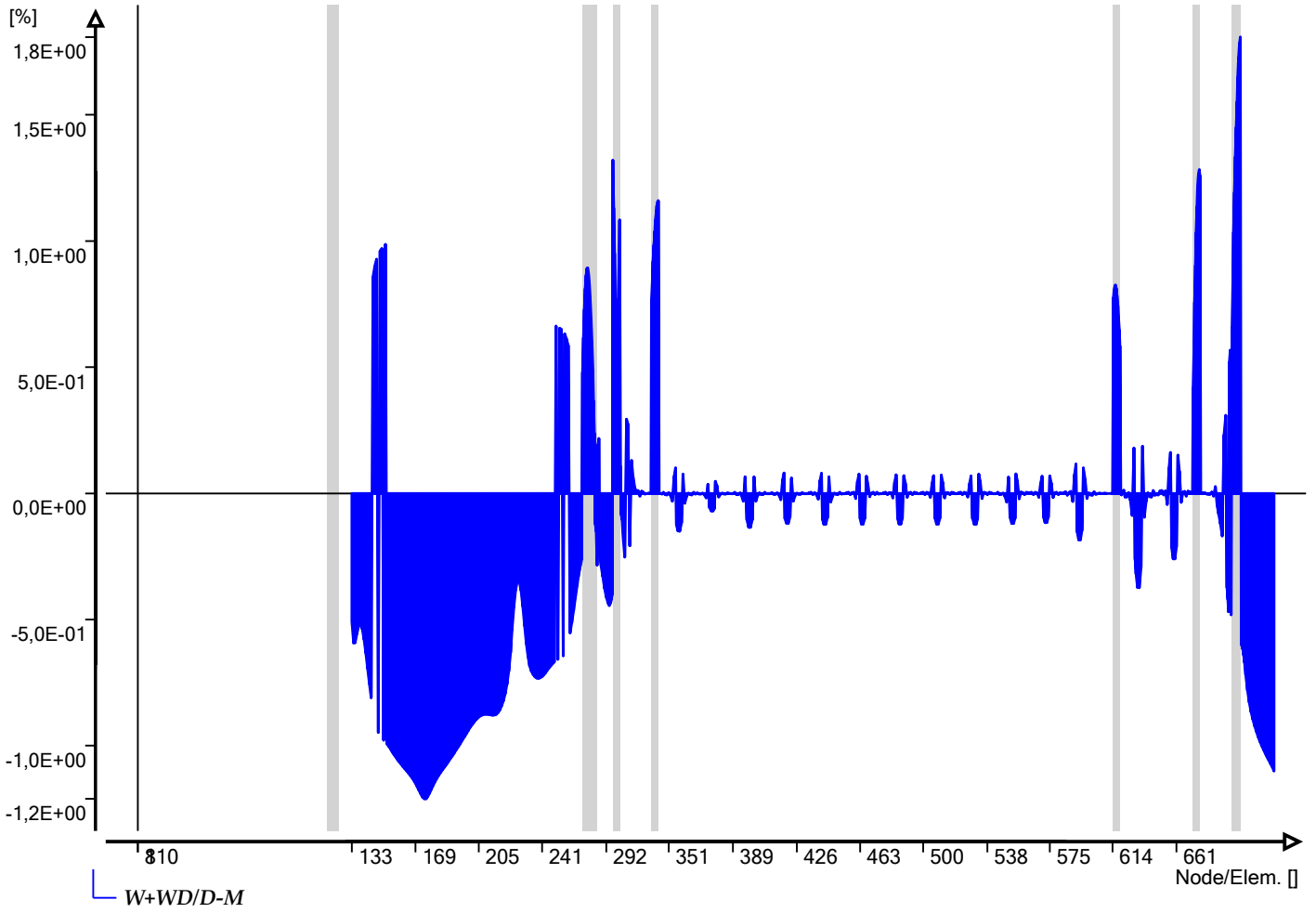



	NO...	S-X	S-Y	S-Z	MS-X	MS-Y	MS-Z	S-AX	S-LAT	PHI...	MS-TORS	MS-BEN	PHI...
		N	N	N	N•mm	N•mm	N•mm	N	N	°	N•mm	N•mm	°
1	1	1,984E+5	7,444E+5	2,414E+3	1,854E+6	-1,....E+06	1,2...E+01	7,703E+5	2,437E+3	90	-8,....E+05	2,1...E+06	180
4	399	-1,3...E+0	-5,6...E+2	1,009E+4	2,471E-9	1,2...E-10	7,3...E-11	7,589E-5	1,011E+4	93	2,4...E-09	1,4...E-10	30
7	465	1,544E-2	3,559E+0	9,087E+3	2,377E-9	-1,....E-12	-1,....E-12	4,703E-5	9,087E+3	90	2,3...E-09	2,3...E-12	225
12	573	-1,4...E+2	5,037E+3	7,096E+3	2,223E+3	8,2...E+01	5,2...E+02	-1,4...E+2	8,702E+3	55	2,2...E+03	5,2...E+02	81
13	593	2,273E+1	-9,1...E+3	1,025E+4	2,196E-9	-3,....E-10	-2,....E-09	-8,5...E-6	1,376E+4	132	2,1...E-09	2,0...E-09	259
14	639	-1,0...E+4	3,128E+1	2,566E+4	-1,1...E-9	-8,....E-10	4,0...E-09	1,481E-5	2,782E+4	113	8,4...E-10	4,2...E-09	106
15	660	-4,0...E+3	-1,6...E+2	-2,3...E+4	6,556E-9	-1,....E-09	-3,....E-09	5,680E-6	2,428E+4	260	1,7...E-09	7,4...E-09	331
16	811	-7,2...E+4	1,801E+3	4,202E+4	1,931E+5	-5,....E+05	-1,....E+05	-8,4...E+4	4,988E+2	270	2,3...E+05	5,4...E+05	180

	ELEM	WGROUND-M	WBEND-M	W+WD/D-M	WTOTAL-M	R-IND	RG/KLG-M	KLG-M
		mm	mm	%	mm		mm	N/mm ³
25	157	1,679E+0		-1,04	1,679E+0			
42	174	-1,965E+0		-1,21	-1,965E+0			
176	308	2,488E-1	-1,6953	1,08	1,761E+0			
550	682	-1,501E-3	2,0781	1,28	2,077E+0			
586	718	-9,900E-1	1,9431	1,81	2,927E+0			

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

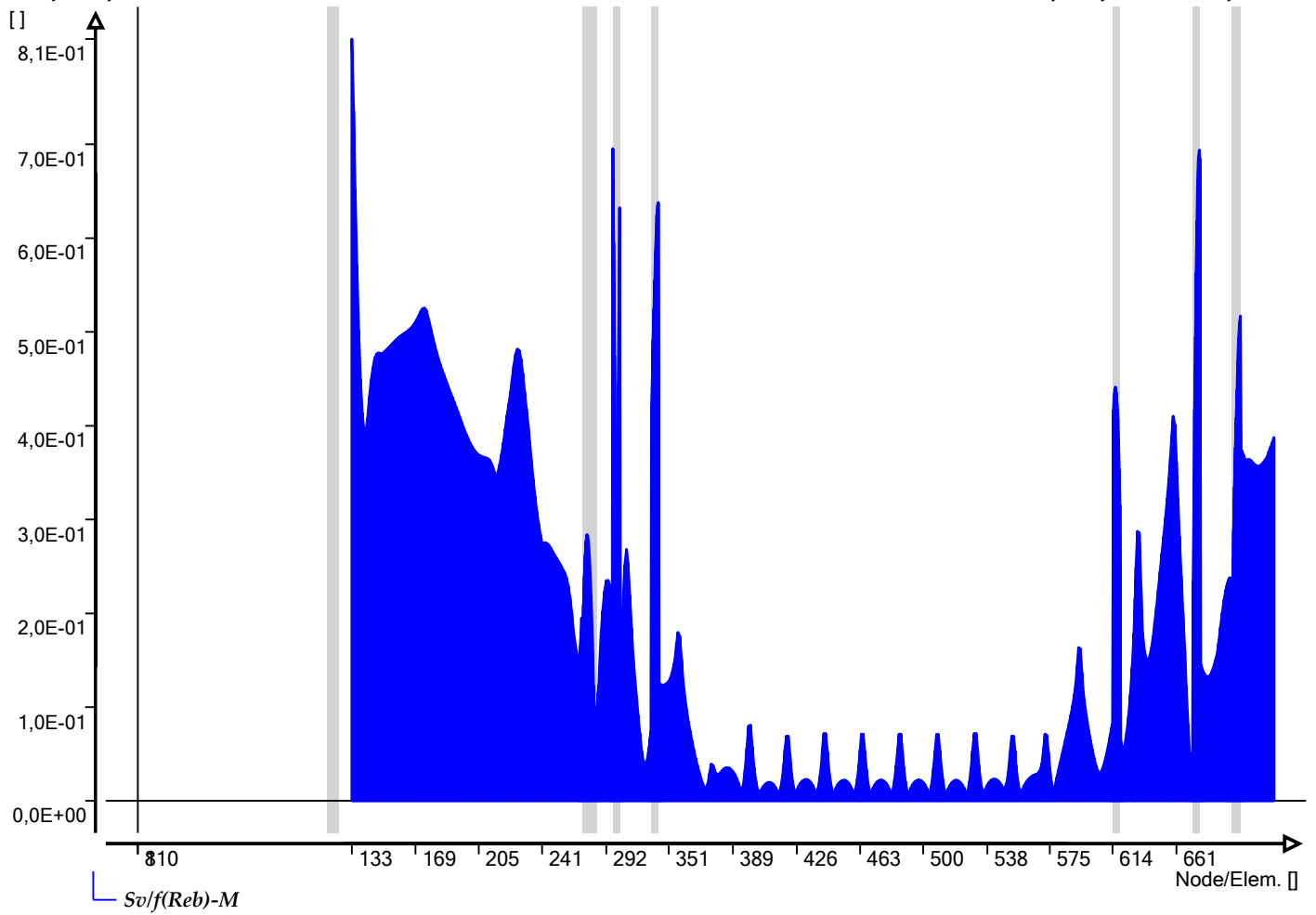
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3



	ELEM	Re	ReT	f(Reb)	Sp/0,91ReT-M	Sv:pm/Re-M	Sv/f(Reb)-M	S-IND
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²				
1	133	225	191,4	321,8			0,812	
135	267	355	292,0	500,0			0,170	
327	459	225	191,4	321,8			0,008	

Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3b_def3sub3



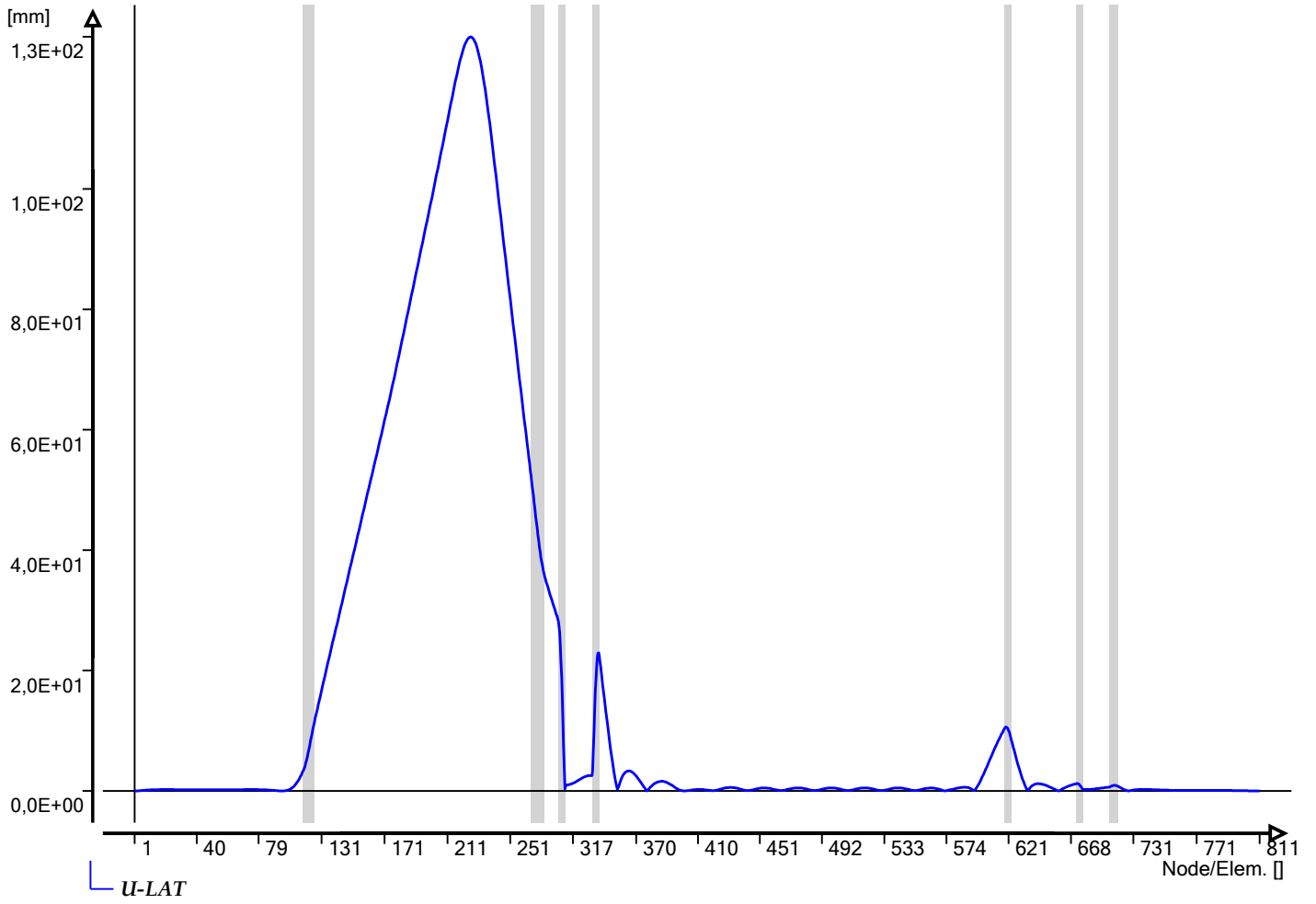
LOCASE - Loading combinations

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:49

	IDENT	GLOADF	PRESS-F	T-DIF-F	DEADW-F	SETL-F	NODAL-F	ELBND-F	WAVC-F
1	bc	1	0	0	1,1	1,1	0	0	0

Graphs of table 'Displacements'

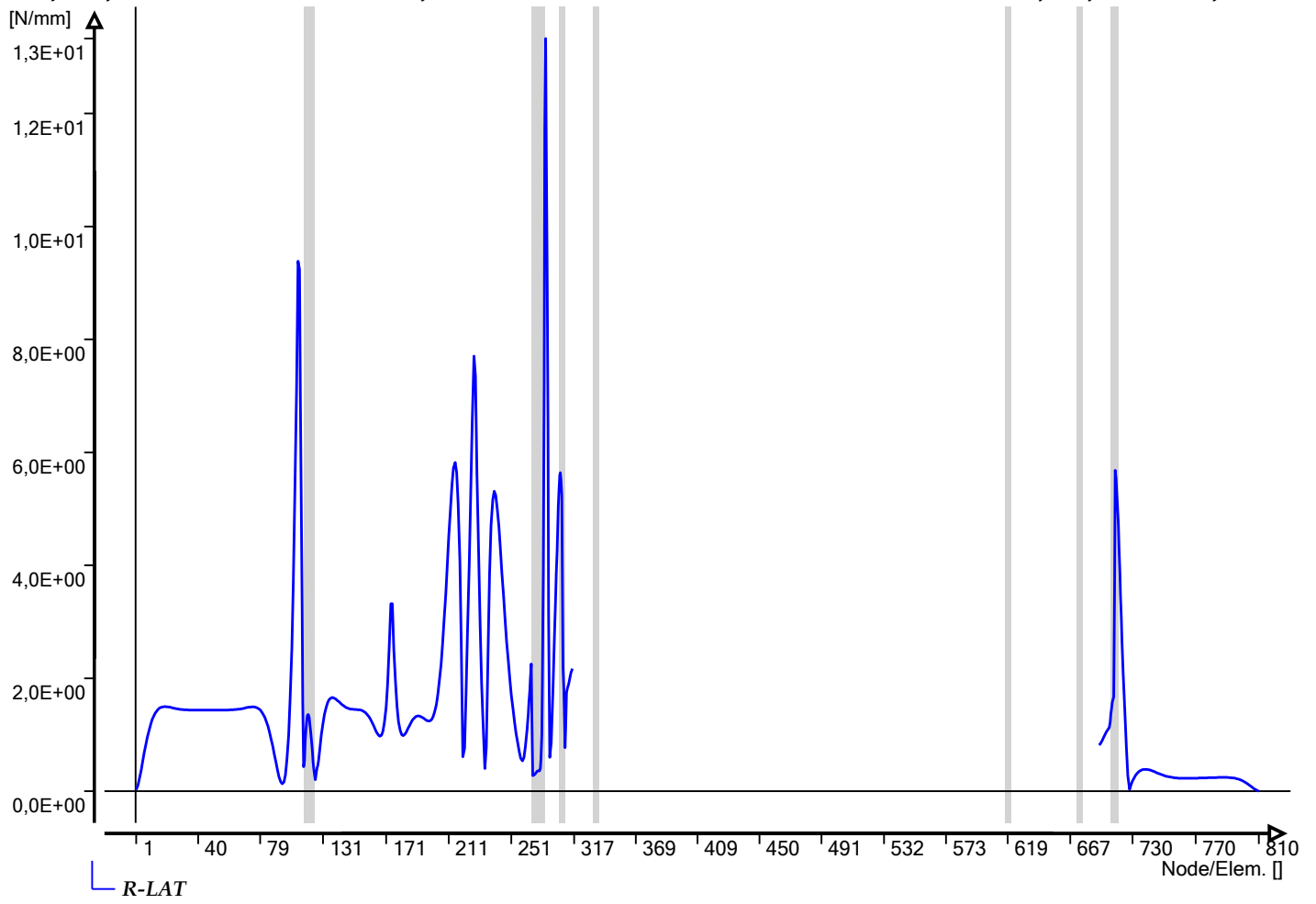
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3



	NODE	U-X	U-Y	U-Z	PHI-X	PHI-Y	PHI-Z	U-AX	PHI-AX	U-LAT	PHI-LAT
		mm	mm	mm	RAD	RAD	RAD	mm	RAD	mm	°
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
91	91	-2,037E-3	1,412E-2	-5,071E-2	7,062E-4	2,407E-3	1,912E-06	1,311E-2	2,507E-3	5,102E-2	276
211	211	-2,533E-2	3,326E-4	-1,113E+2	-2,127E-3	4,384E-3	4,539E-06	4,679E-1	-2,043E-3	1,113E+2	270
226	226	-4,072E-2	-6,660E-3	-1,252E+2	-2,509E-3	-2,332E-4	-1,872E-06	-6,204E-2	-2,513E-3	1,252E+2	270
246	246	-1,312E-1	8,884E-3	-9,313E+1	-3,162E-3	-7,732E-3	-5,939E-06	-8,458E-1	-3,309E-3	9,312E+1	270
266	266	-2,679E-1	-2,096E-1	-5,332E+1	-4,080E-3	-7,347E-3	-1,652E-04	-6,598E-1	-4,220E-3	5,332E+1	270
268	268	-2,754E-1	-2,553E-1	-5,123E+1	-4,131E-3	-7,192E-3	-1,735E-04	-6,397E-1	-3,624E-3	5,123E+1	270
270	270	-2,906E-1	-3,003E-1	-4,906E+1	-4,154E-3	-6,934E-3	-1,627E-04	-5,886E-1	-2,340E-3	4,905E+1	270
276	276	-3,471E-1	-3,642E-1	-4,252E+1	-4,002E-3	-6,098E-3	-4,822E-06	-2,972E-1	1,419E-3	4,252E+1	269
285	285	-1,491E-1	-2,961E-1	-3,562E+1	-3,082E-3	-4,973E-3	3,542E-04	1,783E-1	4,909E-3	3,562E+1	270
309	309	3,207E-1	8,391E-1	-2,660E+1	-2,105E-4	9,801E-5	1,631E-03	-2,662E+1	1,626E-3	3,767E-1	328
315	315	5,950E-1	9,240E-1	-2,660E+1	-1,179E-5	4,557E-4	1,474E-03	-2,660E+1	1,474E-3	1,106E+0	327
329	329	2,571E+0	1,957E-1	-2,658E+1	3,000E-4	-1,339E-6	8,340E-04	-2,658E+1	8,341E-4	2,586E+0	274
365	365	-1,802E-1	-3,801E-2	3,351E+0	2,724E-4	-1,459E-4	-3,155E-06	-1,798E-1	2,724E-4	3,351E+0	91
685	685	-1,455E-2	2,860E-1	-1,098E+0	-1,050E-4	1,777E-4	1,320E-04	1,098E+0	-1,320E-4	2,864E-1	357
708	708	-6,442E-1	-3,886E-3	-1,068E+0	-2,916E-5	-2,582E-5	7,834E-05	1,008E+0	-8,052E-5	7,344E-1	268
729	729	1,549E-1	2,040E-3	-1,741E-2	-5,632E-5	-2,093E-4	3,270E-05	1,424E-1	-6,064E-5	6,337E-2	85

Graphs of table 'Overall soil reaction forces'

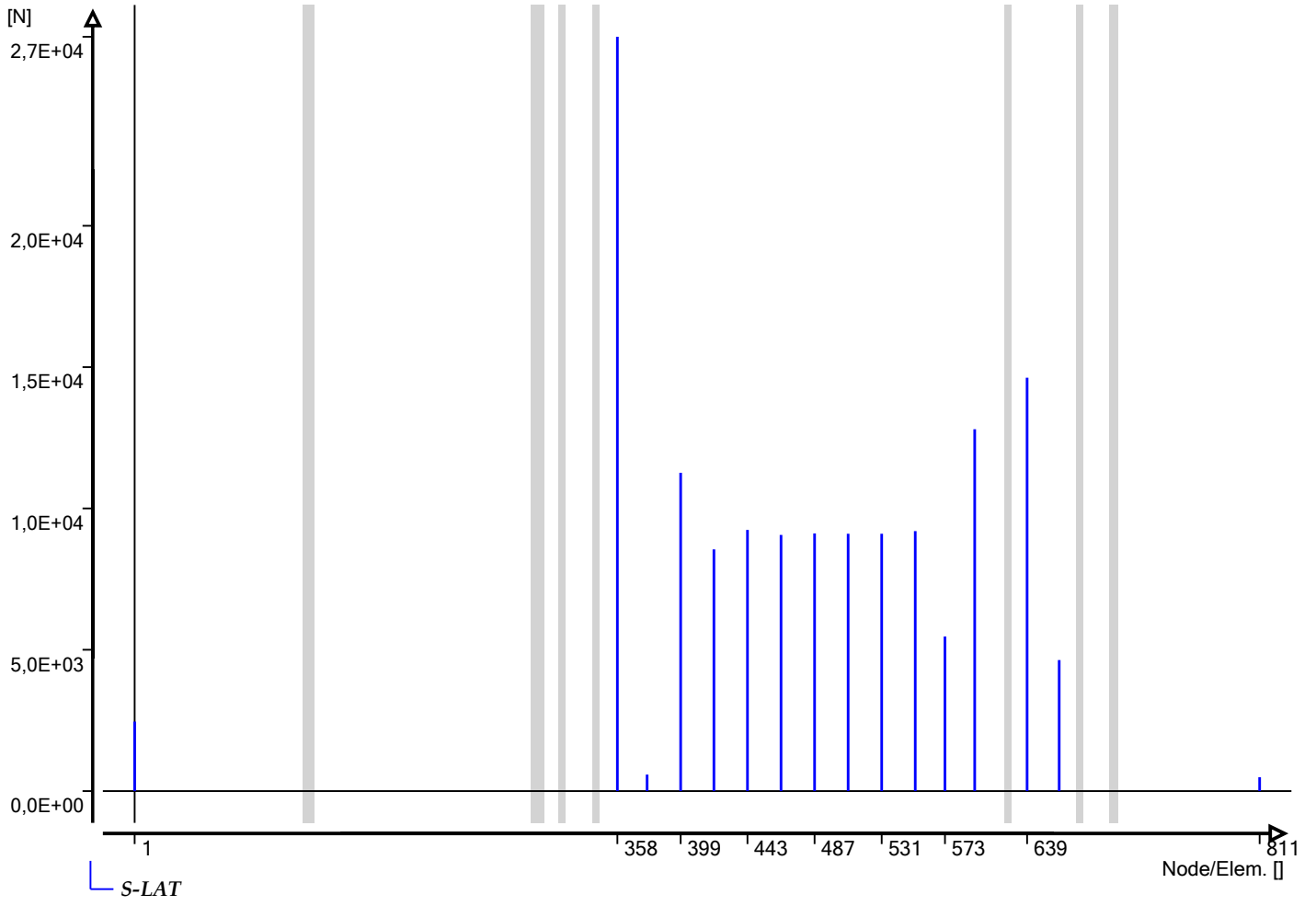
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3



	ELEM	R-AX	R-LAT	PHI-LAT	R-TORS	R-AX/F	R-LAT/RP	R-T/RVT
		N/mm	N/mm	°	N*mm/mm	%	%	%
227	227	2,836E-02	7,704E+0	270	59,8671	0	26	26
265	265	2,380E-01	2,000E+0	33	96,9217	3	1	
271	271	1,434E-01	3,039E-1	6	31,4902	2	0	
272	272	1,131E-01	3,221E-1	360	16,6655	1	0	0
285	285	-2,622E-01	1,332E+1	87	-112,6428	3	3	
308	308	-5,530E+00	7,710E-1	256	-37,9174	61	3	3
310	310	9,137E+00	1,747E+0	158	-36,8185	100	1	
314	314	9,137E+00	1,971E+0	149	-34,5155	100	1	
720	720	1,963E-06	3,889E+0	89	0	-1.000	1	
810	810	-1,179E-08	2,961E-3	270	0	-1.000	0	0

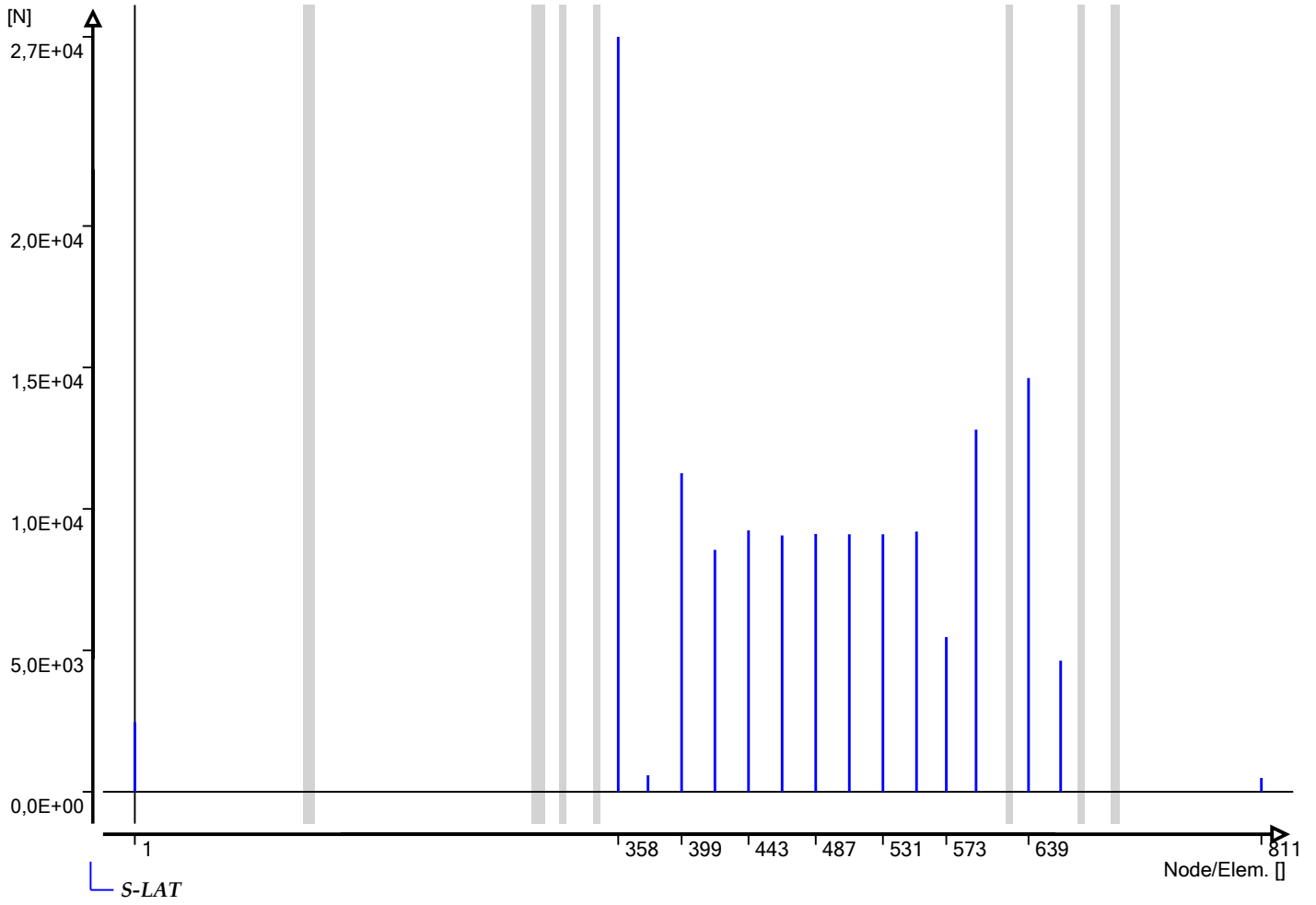
Graphs of table 'Overall external support reaction forces'

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3



Graphs of table 'Overall external support reaction forces'

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3

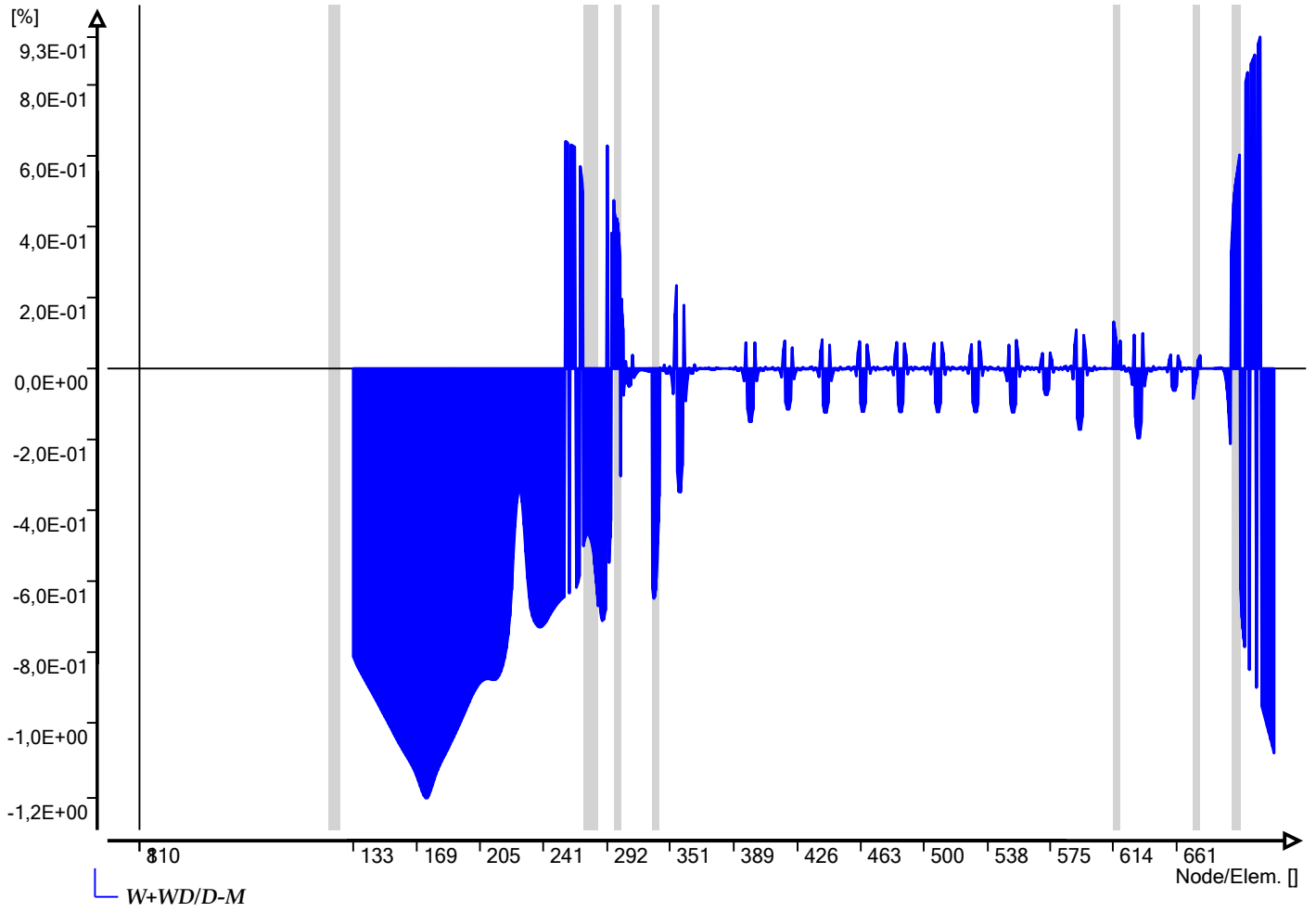


	NO...	S-X	S-Y	S-Z	MS-X	MS-Y	MS-Z	S-AX	S-LAT	PHI...	MS-TORS	MS-BEN	PHI...
		N	N	N	N•mm	N•mm	N•mm	N	N	°	N•mm	N•mm	°
1	1	-1,3...E+2	-499,34...	2,465E+3	1,8...E+06	-1,...E+06	1,4...E+01	-5,1...E+2	2,465E+3	90	-8,...E+05	2,1...E+06	180
2	358	-1,0...E+2	-627,04...	2,667E+4	-3,...E-10	3,9...E-09	4,4...E-11	1,831E-7	2,668E+4	91	-3,...E-10	3,9...E-09	1
3	377	-6,5...E-1	99,5854	-5,7...E+2	-9,...E-11	-1,...E-09	-1,...E-11	1,713E-7	5,859E+2	280	-9,...E-11	1,1...E-09	181
9	509	3,307E-3	-1,1091	9,101E+3	1,8...E-09	-3,...E-13	-1,...E-13	5,833E-8	9,101E+3	90	1,8...E-09	3,8...E-13	199
11	553	1,444E-2	-20,1597	9,195E+3	2,4...E-09	-1,...E-12	-2,...E-12	2,036E-8	9,195E+3	90	2,4...E-09	2,6...E-12	238
12	573	3,504E+3	82,7421	5,473E+3	2,7...E+03	2,5...E+02	8,2...E+00	3,505E+3	5,472E+3	89	2,7...E+03	2,5...E+02	2
14	639	3,226E+1	23,7537	1,462E+4	1,6...E-09	-8,...E-10	1,2...E-11	4,108E-7	1,462E+4	90	8,0...E-10	1,6...E-09	0
15	660	-1,5...E+2	-1,8269	4,636E+3	-4,...E-10	-5,...E-10	-3,...E-11	4,117E-7	4,638E+3	92	5,2...E-10	4,4...E-10	184
16	811	-4,6...E+3	114,2414	2,124E+3	1,0...E+04	-5,...E+05	-1,...E+04	-5,0...E+3	4,994E+2	270	2,8...E+04	5,4...E+05	180

	ELEM	WGROUND-M	WBEND-M	W+WD/D-M	WTOTAL-M	R-IND	RG/KLG-M	KLK-M
		mm	mm	%	mm		mm	N/mm ³
42	174	-1,967E+0		-1,21	-1,967E+0			
167	299	-4,328E-1	,37245	0,47	7,699E-1			
203	335	-6,944E-3	-1,05760	-0,65	-1,051E+0			
596	728	1,411E+0		0,87	1,411E+0			
600	732	-1,514E+0		0,93	-1,514E+0			

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

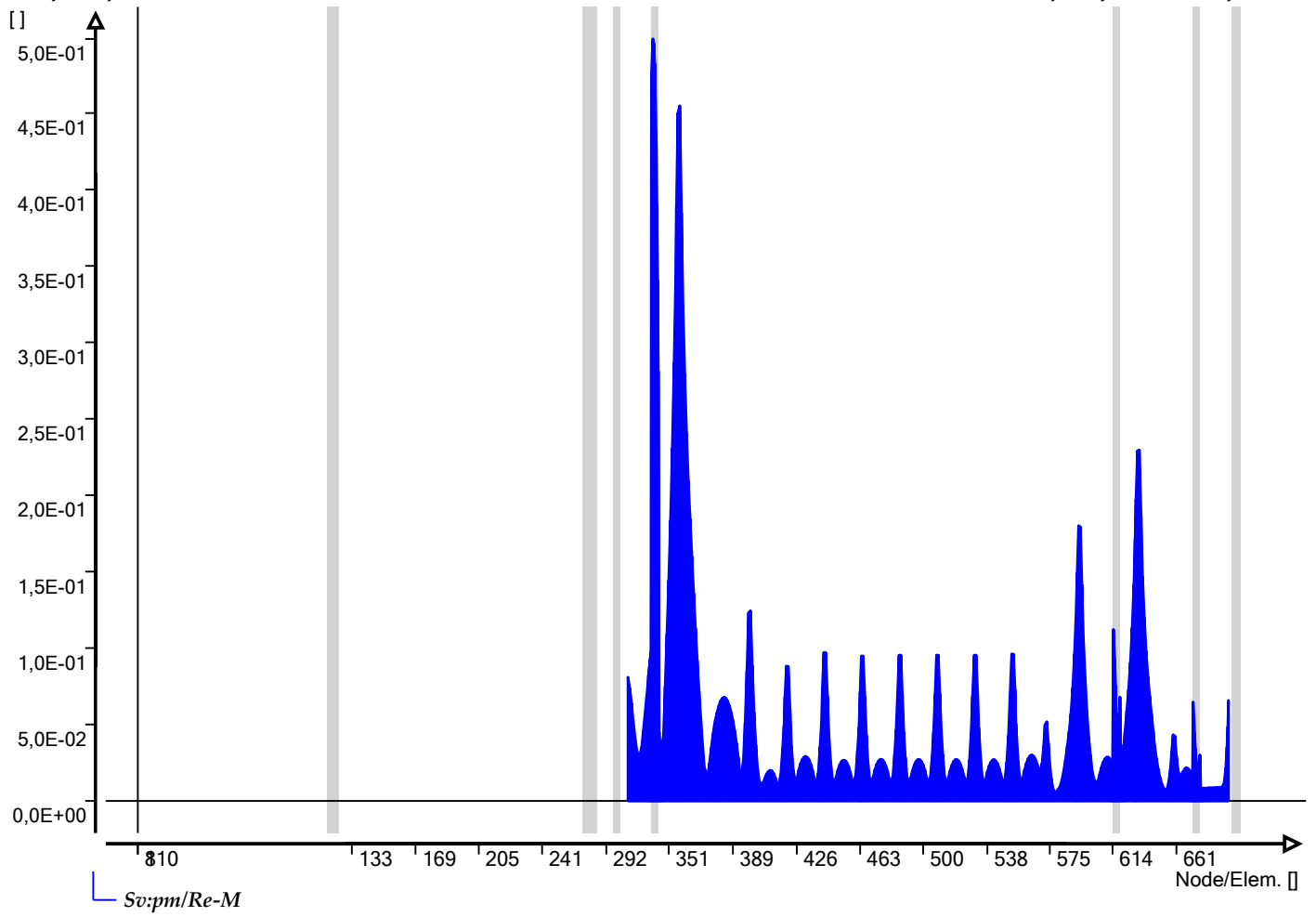
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3



	ELEM	Re	ReT	f(Reb)	Sp/0,91ReT-M	Sv:pm/Re-M	Sv/f(Reb)-M	S-IND
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²				
1	133	225	225	347,7			0,261	
42	174	225	225	347,7			0,389	
135	267	355	355	548,6			0,130	
203	335	225	225	347,7		0,498	0,322	
446	578	225	225	347,7		0,005	0,003	

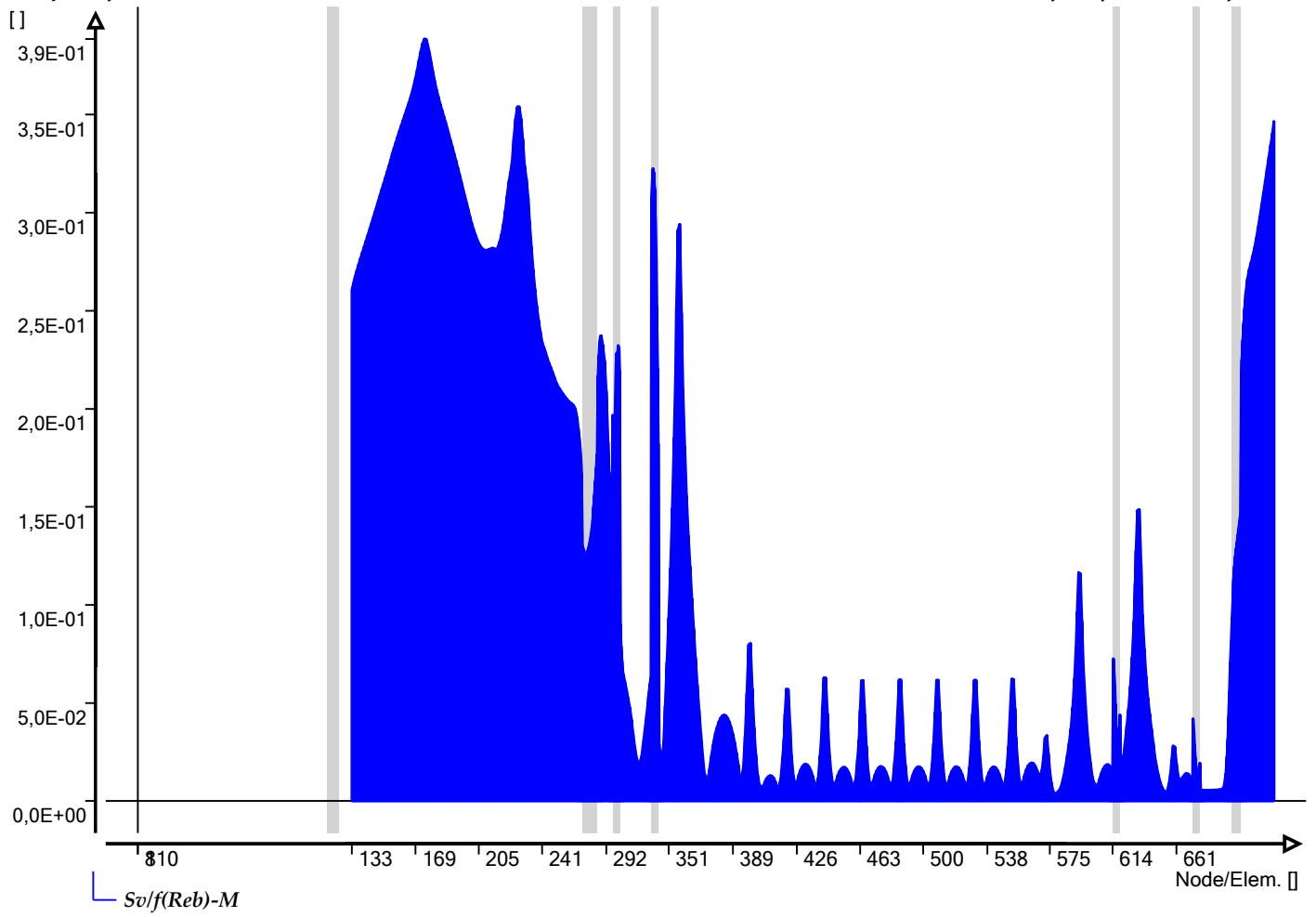
Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3



Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC3a_def3sub3



LOCASE - Loading combinations

Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:47

	IDENT	GLOADF	PRESS-F	T-DIF-F	DEADW-F	SETL-F	NODAL-F	ELBND-F	WAVC-F
1	bc	1	1,15	1,1	1,1	1,1	0	0	0

SUPANG - Soil support angle functions

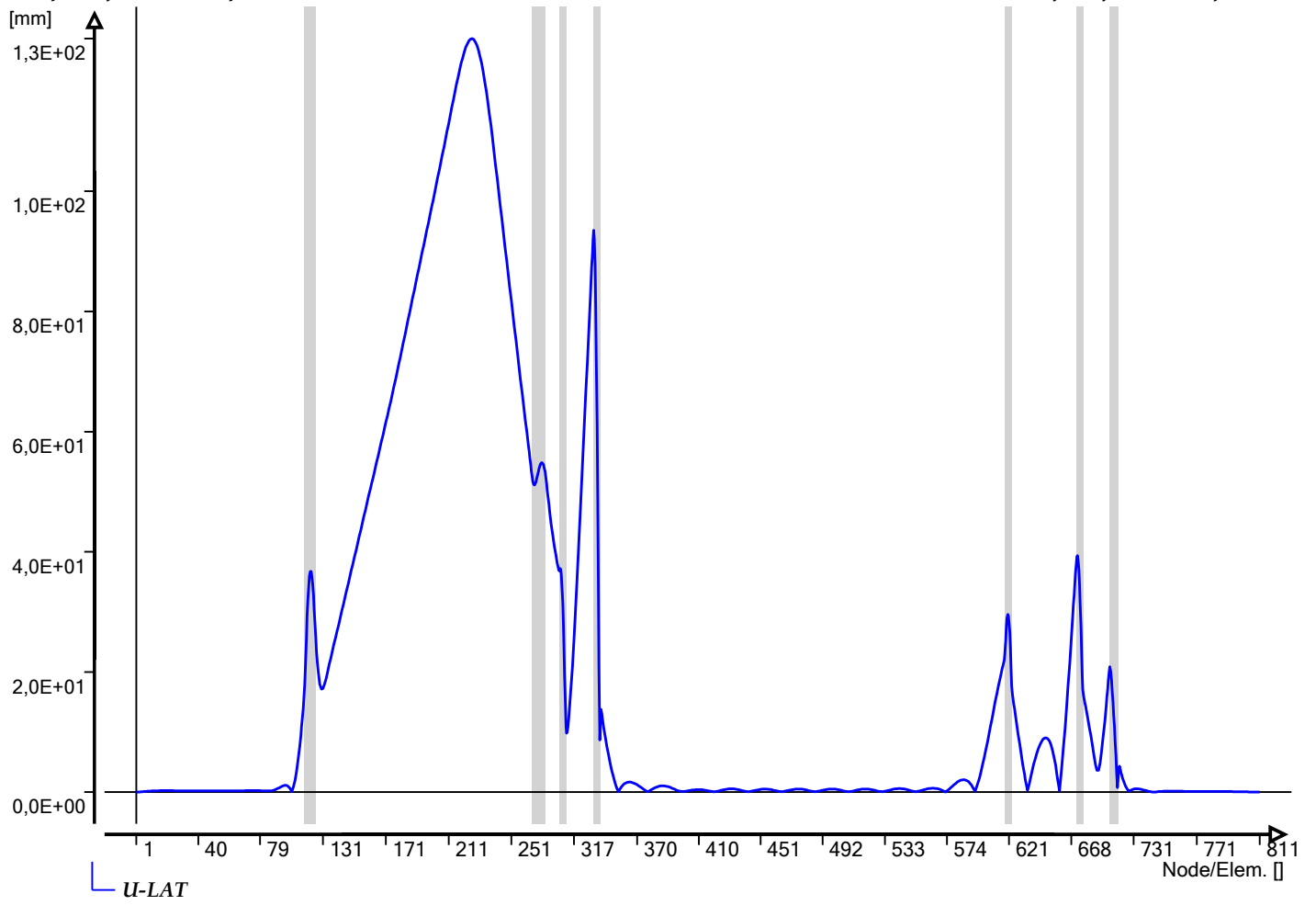
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3 [9-6-2015] Occ.:13

	Identifier	ANGMIN	ANGMAX	RVSL	RVSH	CURVE
1	start	106	180	50	100	Sinus

	NODE	U-X	U-Y	U-Z	PHI-X	PHI-Y	PHI-Z	U-AX	PHI-AX	U-LAT	PHI-LAT
		mm	mm	mm	RAD	RAD	RAD	mm	RAD	mm	°
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
109	109	-6,979E+0	3,461E+1	-3,033E+0	-1,209E-3	3,759E-3	1,022E-02	3,184E+1	3,325E-3	1,556E+1	349
115	115	-1,218E+1	3,766E+1	-5,783E+0	-1,786E-3	4,053E-3	-9,312E-04	2,025E+1	1,867E-3	3,450E+1	350
123	123	-5,890E+0	2,528E+1	-1,093E+1	-1,806E-3	3,893E-3	-1,769E-02	-3,469E+0	-1,364E-3	2,795E+1	337
226	226	3,182E+1	6,163E-1	-1,254E+2	-5,054E-4	-2,371E-4	1,576E-06	3,180E+1	-5,099E-4	1,254E+2	270
267	267	4,836E+1	2,964E+0	-5,197E+1	-4,070E-4	-7,542E-3	1,022E-04	4,795E+1	-3,848E-4	5,242E+1	273
272	272	4,905E+1	1,601E+0	-4,653E+1	-4,267E-4	-7,992E-3	-3,882E-03	4,364E+1	2,891E-3	5,167E+1	295
298	298	1,268E+1	-1,148E+1	-3,467E+1	-1,710E-3	-1,031E-2	-8,227E-03	1,130E+1	1,031E-2	3,698E+1	290
302	302	8,228E+0	-1,199E+1	-3,340E+1	-3,337E-3	-1,021E-2	-5,965E-03	-4,692E+0	6,396E-3	3,613E+1	283
310	310	-4,126E+0	-8,817E+0	-3,028E+1	-4,604E-3	-1,392E-2	-6,000E-03	-3,026E+1	-6,001E-3	9,793E+0	351
326	326	-7,112E+1	5,622E+0	-2,466E+1	-2,860E-3	-1,888E-2	-4,770E-03	-2,330E+1	-4,770E-3	7,180E+1	274
342	342	-1,039E+2	8,343E+0	-1,392E+1	-2,858E-3	-7,303E-3	-3,370E-03	-1,048E+2	-3,350E-3	8,681E+0	22
631	631	1,154E+1	1,950E+1	-1,978E-1	-8,482E-4	5,818E-4	-5,950E-03	-1,959E+1	-5,805E-4	1,139E+1	359
632	632	9,769E+0	1,904E+1	3,523E-2	-6,650E-4	6,363E-4	-5,917E-03	-1,911E+1	-6,353E-4	9,623E+0	0
644	644	-4,406E+0	1,392E+1	-3,409E+0	2,453E-3	1,222E-3	-2,055E-03	-1,390E+1	-1,226E-3	5,634E+0	218
671	671	1,325E+1	2,414E+0	3,007E+1	-1,247E-2	2,614E-3	5,273E-03	-1,988E+0	-2,593E-3	3,289E+1	66
682	682	1,713E+1	-3,586E+0	4,130E+1	-3,988E-3	4,069E-3	3,848E-03	-3,816E+1	-4,915E-3	2,357E+1	43
708	708	-2,270E+1	-4,210E-1	3,285E+1	1,005E-3	1,046E-2	1,351E-03	-3,448E+1	-1,281E-3	2,014E+1	268

Graphs of table 'Displacements'

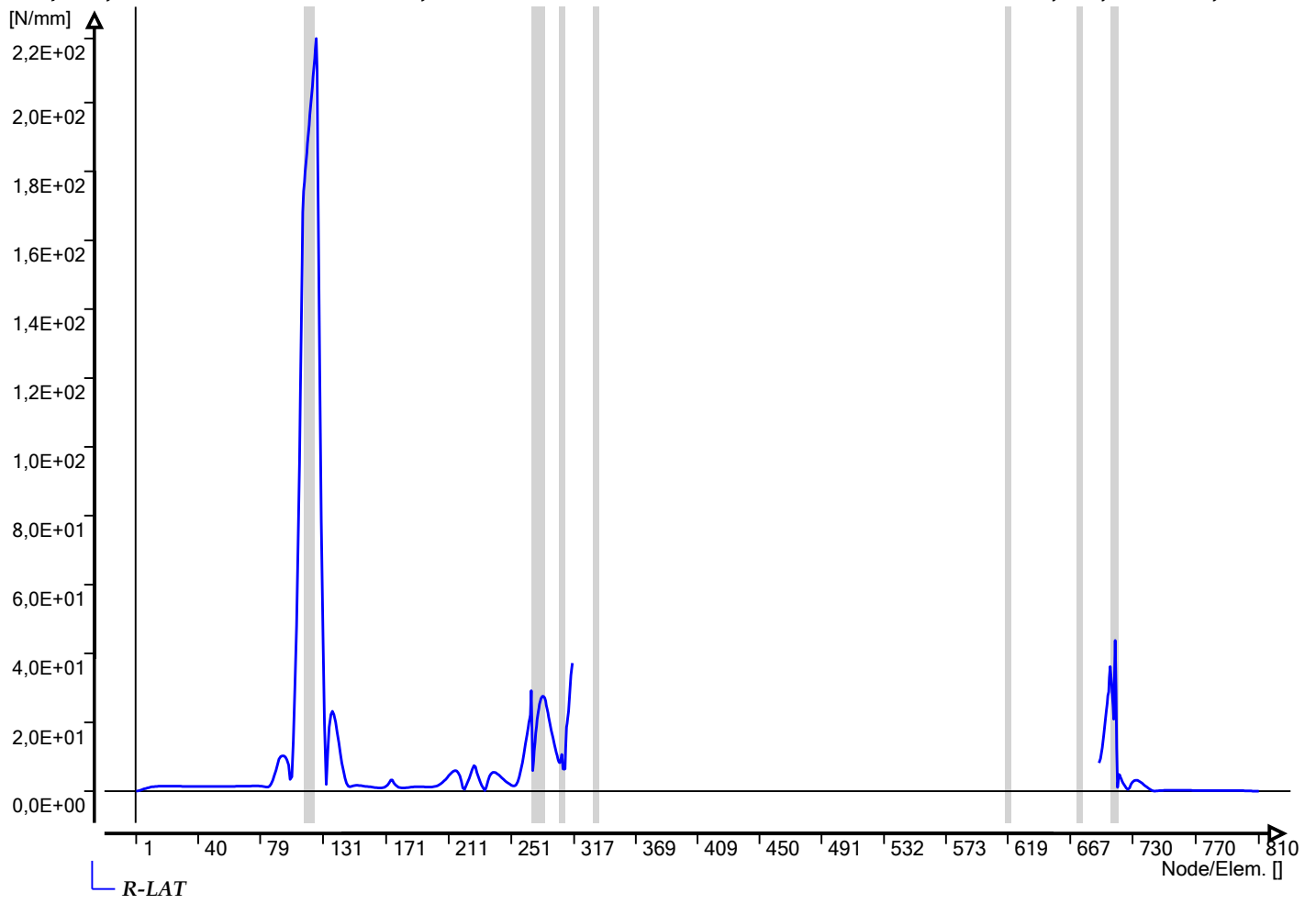
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3



	ELEM	R-AX	R-LAT	PHI-LAT	R-TORS	R-AX/F	R-LAT/RP	R-T/RVT
		N/mm	N/mm	°	N*mm/mm	%	%	%
90	90	-9,137E+00	7,677E+0	2	-59,4587	100	5	
91	91	-9,137E+00	9,316E+0	359	-60,4247	100	6	0
110	110	-1,199E+01	1,770E+2	181	-80,0286	122	100	11
125	125	5,756E+00	2,185E+2	180	48,7893	50	100	
174	174	-2,130E+01	3,271E+0	90	39,9232	100	0	
297	297	-9,137E+00	9,703E+0	172	-236,7571	100	6	
310	310	9,137E+00	1,861E+1	166	137,7861	100	11	
706	706	8,737E+00	3,295E+1	262	32,8100	96	37	114
716	716	9,486E+00	1,269E+1	87	11,2436	100	3	
720	720	-5,663E-05	4,647E+0	269	0	-1.000	15	15
810	810	-1,180E-08	2,958E-3	270	0	-1.000	0	0

Graphs of table 'Overall soil reaction forces'

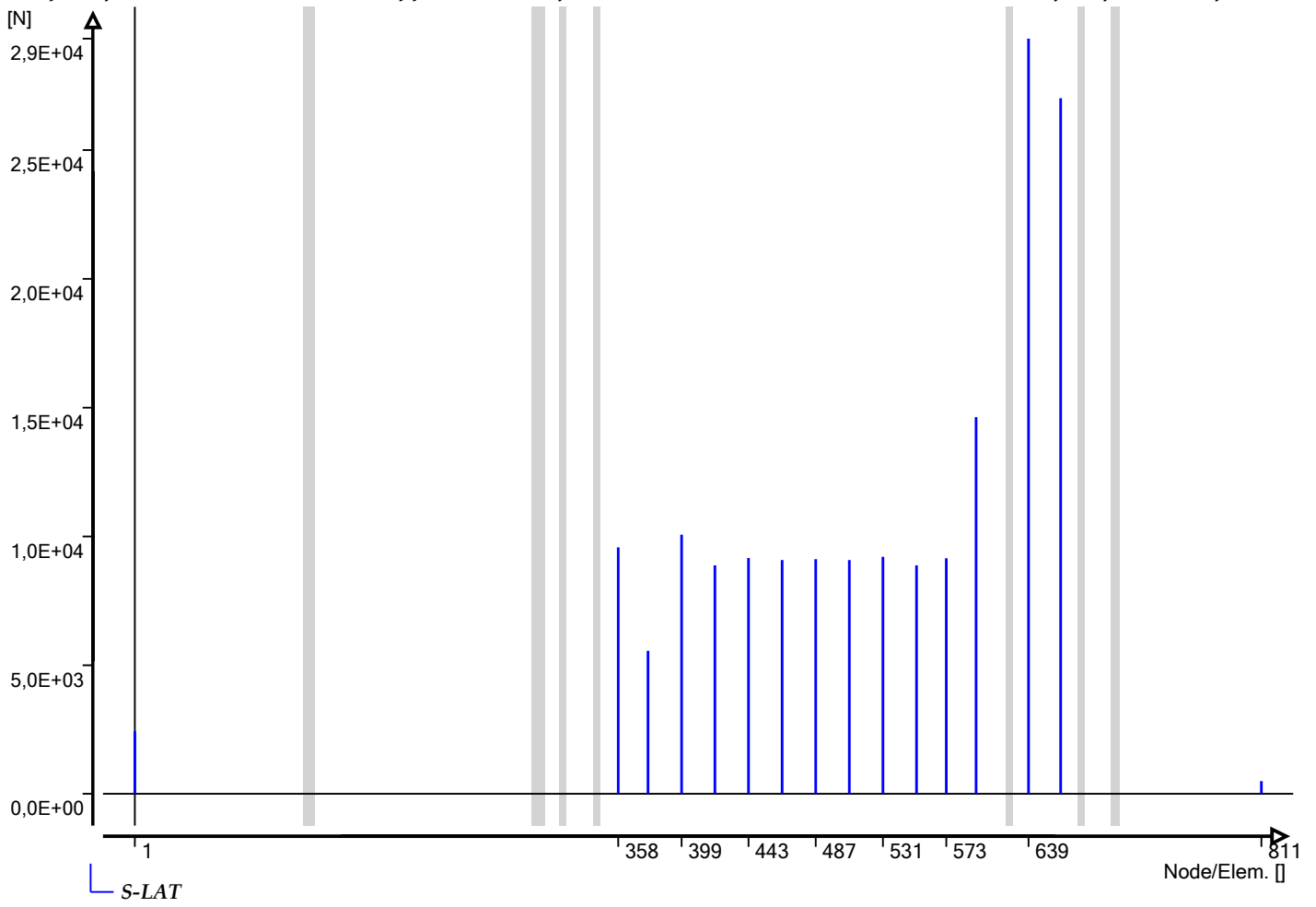
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3



	NO...	S-X	S-Y	S-Z	MS-X	MS-Y	MS-Z	S-AX	S-LAT	PHI...	MS-TORS	MS-BEN	PHI...
		N	N	N	N•mm	N•mm	N•mm	N	N	°	N•mm	N•mm	°
1	1	1,479E+5	5,551E+5	2,419E+3	1,851E+6	-1,....E+06	1,2...E+01	5,745E+5	2,436E+3	90	-8,....E+05	2,1...E+06	180
4	399	-1,2...E+0	-6,1...E+2	1,004E+4	2,689E-9	1,2...E-10	7,9...E-11	7,941E-5	1,006E+4	94	2,6...E-09	1,4...E-10	33
7	465	1,441E-2	3,647E+0	9,087E+3	2,471E-9	-1,....E-12	-1,....E-12	4,921E-5	9,087E+3	90	2,4...E-09	2,4...E-12	230
12	573	-1,2...E+2	5,638E+3	7,212E+3	2,115E+3	7,0...E+01	5,8...E+02	-1,2...E+2	9,154E+3	52	2,1...E+03	5,8...E+02	83
13	593	2,780E+1	-1,0...E+4	1,004E+4	2,052E-9	-3,....E-10	-2,....E-09	-8,9...E-6	1,463E+4	137	2,0...E-09	2,3...E-09	262
14	639	-1,2...E+4	4,025E+1	2,646E+4	-1,3...E-9	-9,....E-10	4,2...E-09	1,624E-5	2,932E+4	116	9,5...E-10	4,4...E-09	107
15	660	-3,8...E+3	-1,9...E+2	-2,6...E+4	6,997E-9	-2,....E-09	-3,....E-09	6,690E-6	2,701E+4	262	2,0...E-09	7,9...E-09	332
16	811	1,145E+5	-2,8...E+3	-6,7...E+4	1,288E+5	-5,....E+05	-8,....E+04	1,330E+5	4,987E+2	270	1,6...E+05	5,4...E+05	180

Graphs of table 'Overall external support reaction forces'

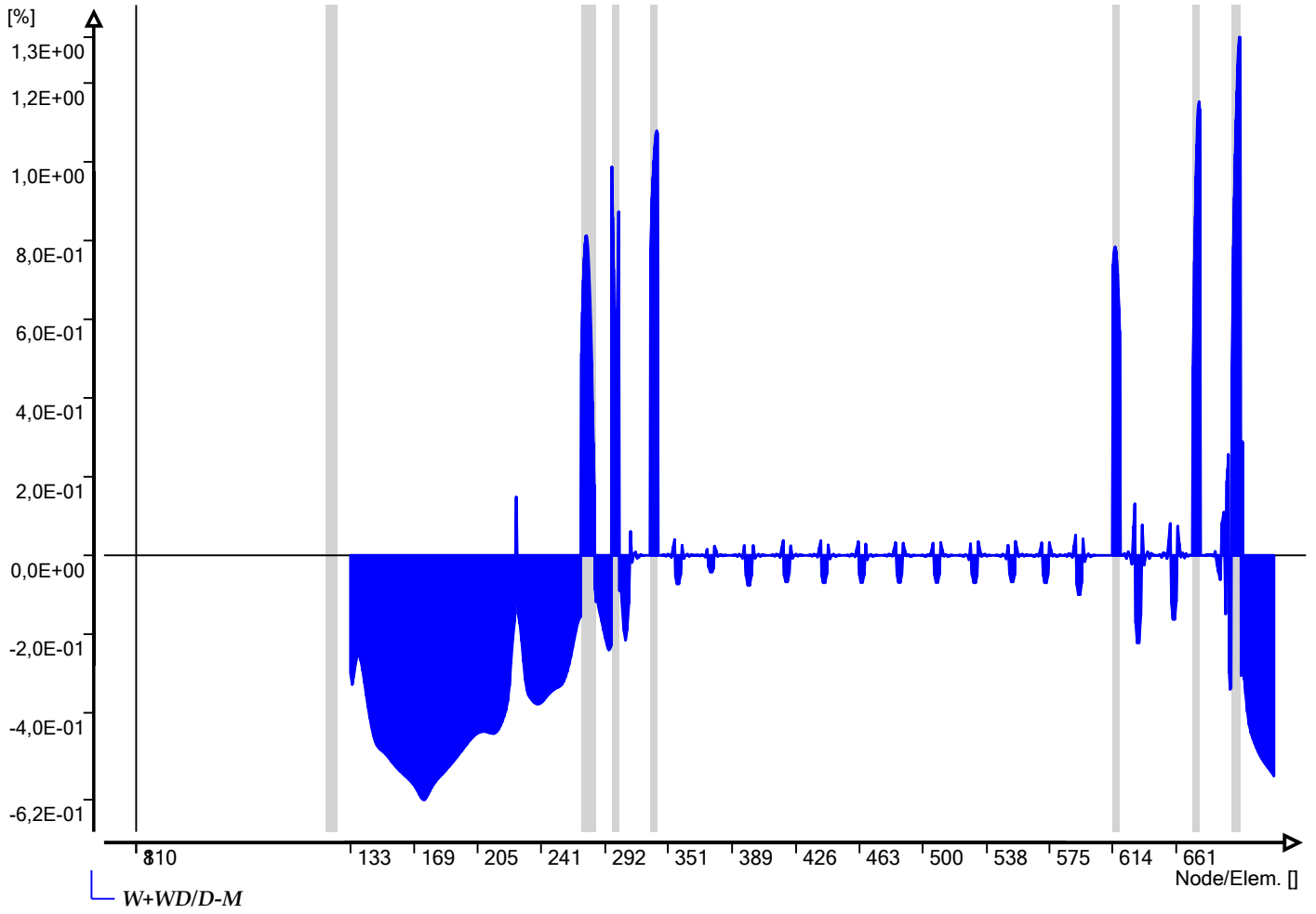
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3





	ELEM	WGROUND-M	WBEND-M	W+WD/D-M	WTOTAL-M	R-IND	RG/KLG-M	KLK-M
		mm	mm	%	mm		mm	N/mm ³
3	135	5,123E-1		-0,31	,57516			
42	174	-1,033E+0		-0,62	1,06085			
176	308	1,945E-1	-1,36041	0,87	1,48349			
214	346	7,920E-6		0,00	,06283			
550	682	-3,023E-4	1,86649	1,15	1,92903			
585	717	-6,083E-1	1,54496	1,32	2,18529			
586	718	-5,407E-1	1,59682	1,32	2,18561			

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

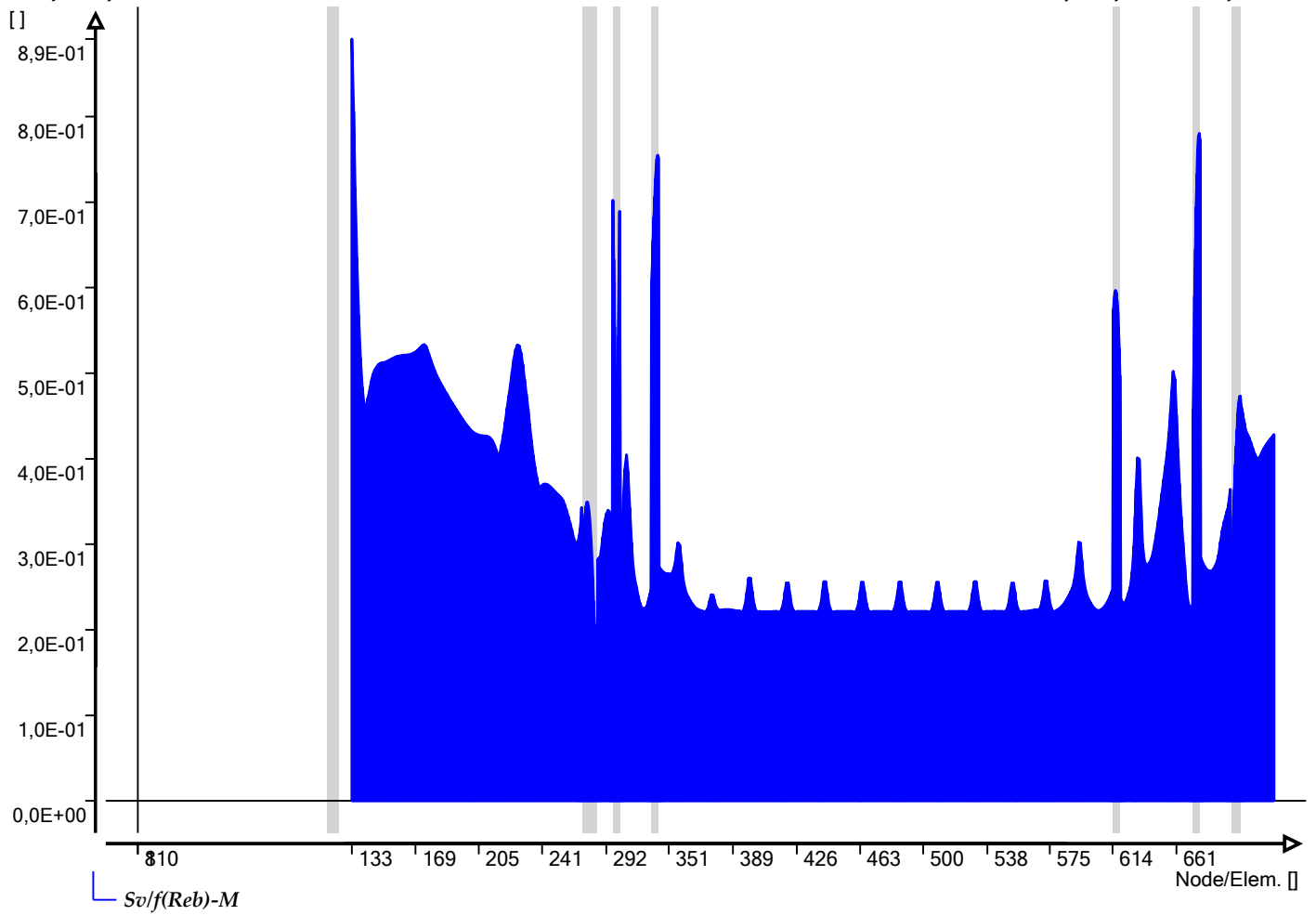
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3



	ELEM	Re	ReT	f(Reb)	Sp/0,91ReT-M	Sv:pm/Re-M	Sv/f(Reb)-M	S-IND
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²				
1	133	225	191,4	321,8	0,561		0,891	
135	267	355	292,0	500,0	0,329		0,268	
151	283	355	292,0	500,0	0,329		0,167	
492	624	225	191,4	321,8	0,632		0,497	
575	707	355	292,0	500,0	0,329		0,221	

Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

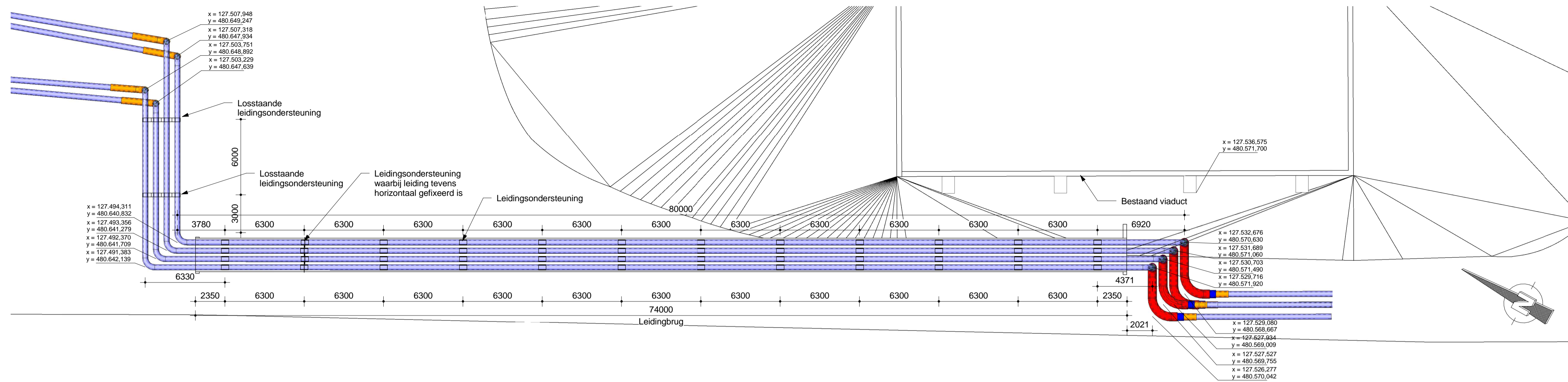
Ple4Win: 9X5105-D6-tijdelijk-BC4_def3sub3





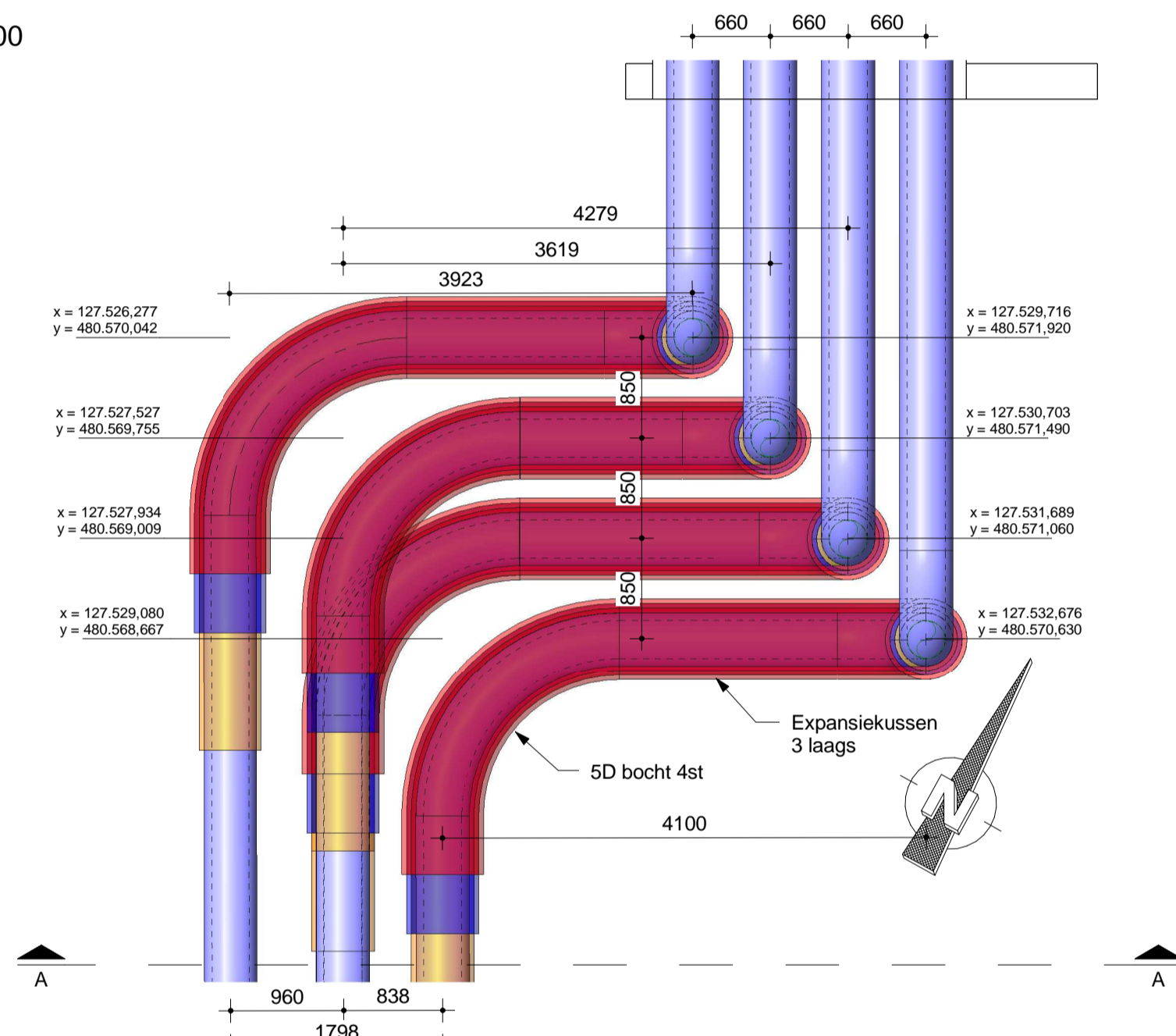
Bijlage 6

Ontwerptekeningen



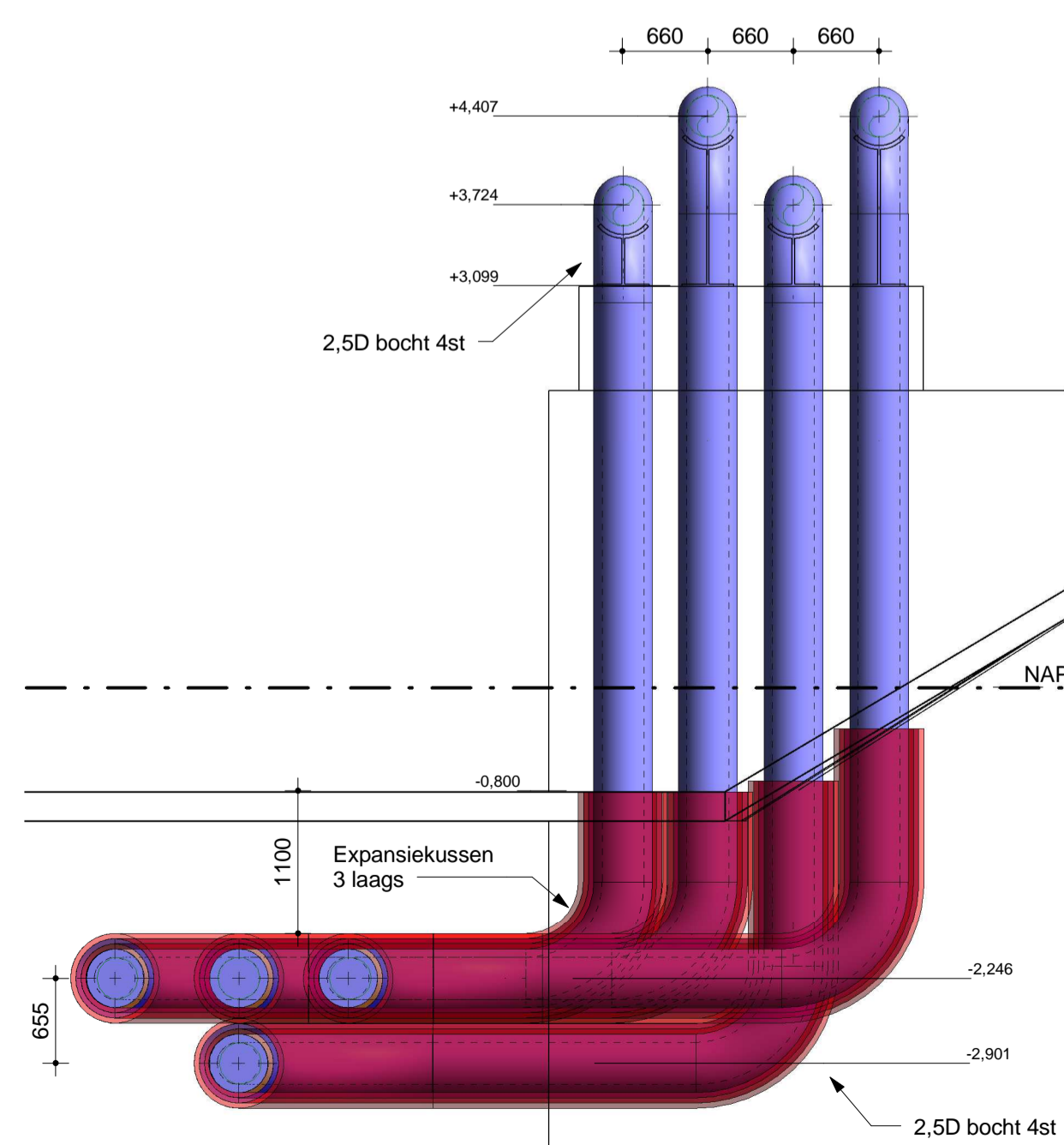
Boven aanzicht

1 : 200



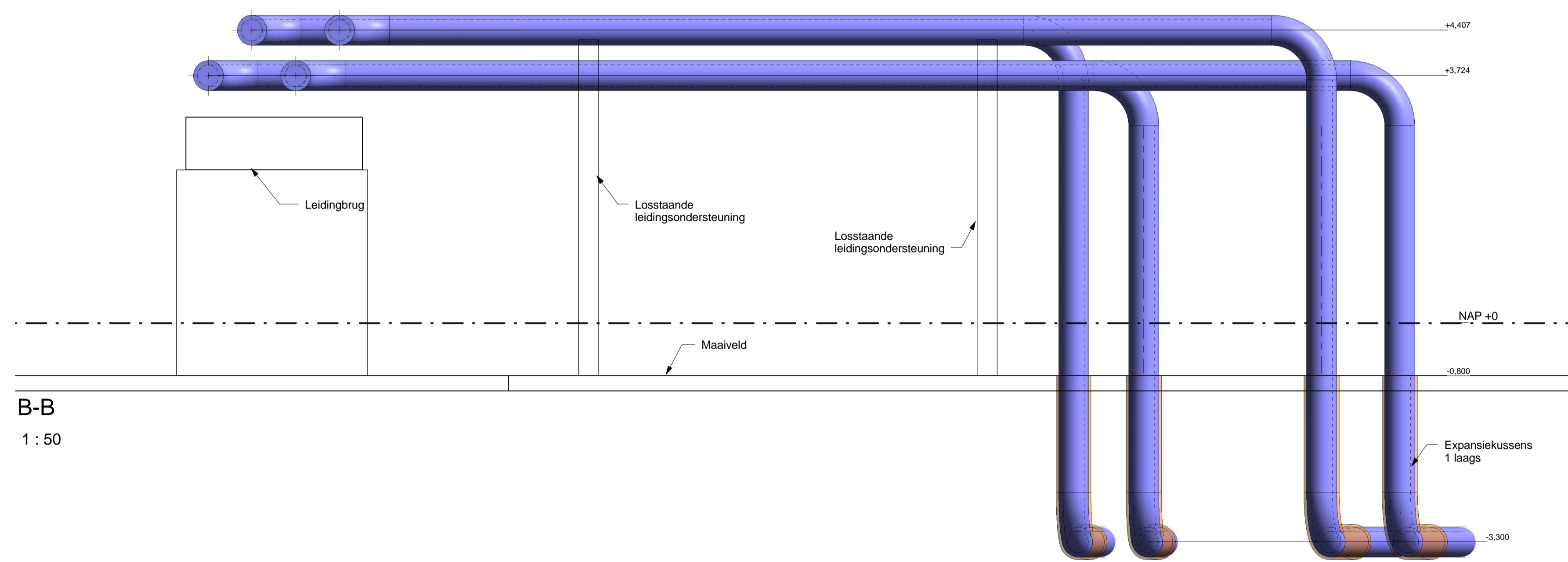
Stijgleidingen begin brug

1 : 50



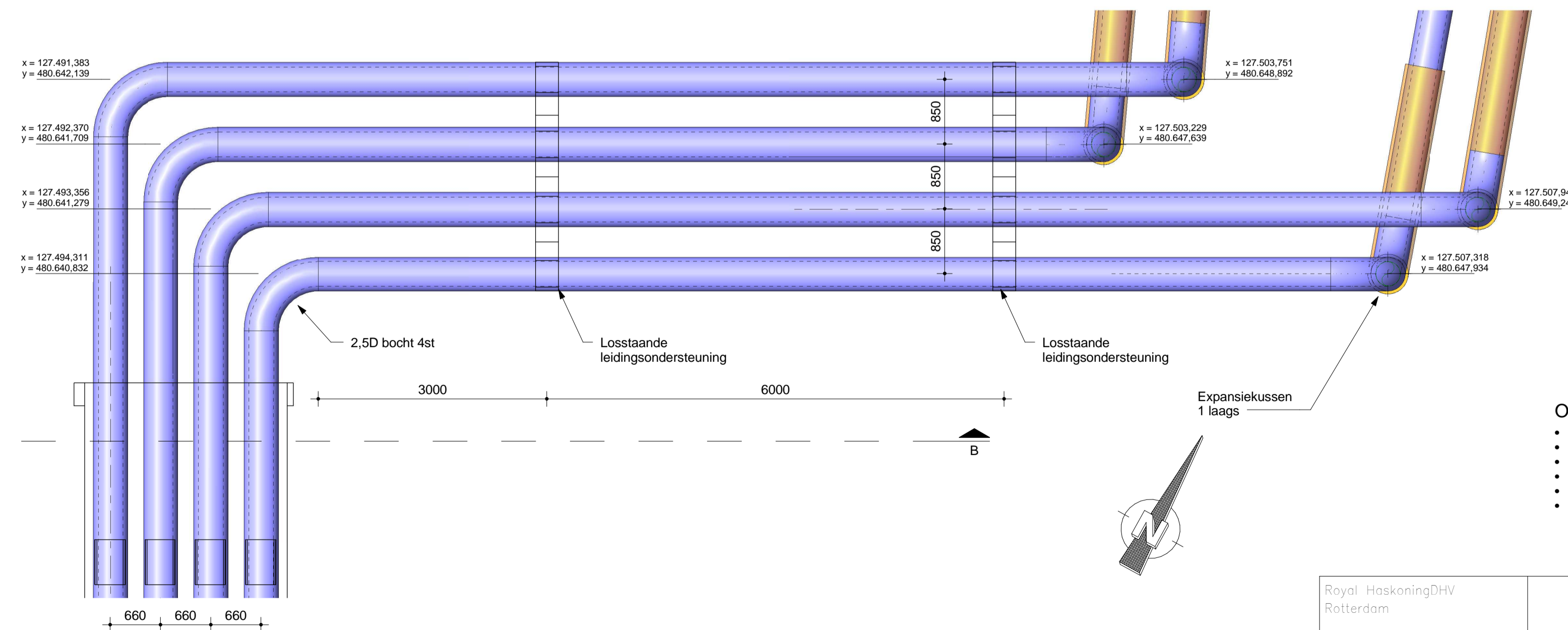
A-A

1 : 50



B-B

1 : 50



Daalleidingen einde brug

1 : 50

- OPMERKINGEN:**
- Definitieve maatvoering in het werk te controleren;
 - Maatvoering in millimeters tenzij anders vermeld;
 - Peilmaten in meters t.o.v. NAP tenzij anders vermeld;
 - X, Y coördinaten in meters tenzij anders vermeld;
 - In deze tekening is gebruik gemaakt van Rijksdriehoekcoördinaten;
 - Staalkwaliteit:
 - 5D bochten = Staal P355NH
 - 2.5D bochten = Staal P235GH
 - Rechte bus = Staal P235GH

Royal HaskoningDHV Rotterdam		Amerikane projectie		Schets: ZIE TEK	Fermaat: A1	Afdeling:
Get.	05-04-2015	Naam	LTW	RELOCATED HEATGRID GAASPERDAMMERWEG		
Dec.	05-04-2015	RB0		DEELPROJECT: D6 TRACE TER PLAATSE VAN KROMWIJK - DREEF - TIJDELIJKE VERLEGGING, LAY-OUT		
			9X5105-062		Blad 001	
Rev.	Wijziging	Datum	Get.	Toetsen: GJK	Deur: /	

© 2013 HaskoningDHV, Noorderland B.V. Alle intellectuele eigendomsrechten, waaronder het auteursrecht op deze tekening, behoren bij HaskoningDHV, Noorderland B.V. Het is niet toegestaan deze tekening of de inhoud daarvan te kopiëren, te verspreiden of anderszins openbaar te maken. Het is niet toegestaan deze tekening of de inhoud daarvan te kopiëren, te verspreiden of anderszins openbaar te maken. Het is niet toegestaan deze tekening of de inhoud daarvan te kopiëren, te verspreiden of anderszins openbaar te maken.

Auteurs: versie 01 2013



Bijlage 7

Expansiekussens

Berekening van KLH bij toepassing van expansiekussens

Project: Warmtetransportleidingen bocht b25

invoer
uitvoer

grond		
KLH _{grond}	0,0152	N/mm ³
Du1	323,9	mm
Du2	450,0	mm
D/D-verhouding	1,4	
partiele factor	1,70	(zand)
partiele factor inc. D/D	2,36	-
KLH _{grond} bij p _r = 1,0	0,0358	N/mm ³

kussen		
indrukspanning	100	kPa
veerconstante	0,1	N/mm ²
kussendikte	40	mm
indruk%	50%	-

1 kussen		
ingedrukte dikte	20	mm
KLH _{kussen}	0,0050	N/mm ³
KLH _{kussen} inc. D/D	0,0069	N/mm ³
KLH _{totaal}	0,0058	N/mm ³

2 kussens		
ingedrukte dikte	40	mm
KLH _{kussen}	0,0025	N/mm ³
KLH _{kussen} inc. D/D	0,0035	N/mm ³
KLH _{totaal}	0,0032	N/mm ³

3 kussens		
ingedrukte dikte	60	mm
KLH _{kussen}	0,0017	N/mm ³
KLH _{kussen} inc. D/D	0,0023	N/mm ³
KLH _{totaal}	0,0022	N/mm ³

Eindresultaat	partiële factor = 1,0	partiële factor = 1,70	
KLH _{totaal} - 1 kussen	0,0058	0,0034	N/mm ³
KLH _{totaal} - 2 kussens	0,0032	0,0019	N/mm ³
KLH _{totaal} - 3 kussens	0,0022	0,0013	N/mm ³

Gebruikt in berekening:	KLH _{totaal} - 1 kussen	0,0034	N/mm ³
	KLH _{totaal} - 2 kussens	0,0019	N/mm ³
	KLH _{totaal} - 3 kussens	0,0013	N/mm ³

