



**BILFINGER**

Opdrachtgever: **Nuon Warmte**  
Project: **DO GFT onder de A10**

# **Vergunningsrapportage**

## **DN300/600 Staal-in-Staal SV leidingen**

### **Kruising A10, Amsterdam Zuid**

#### **Tebodin**

##### **Tebodin Netherlands B.V.**

Laan van Nieuw Oost-Indië 25  
2593 BJ Den Haag  
Postbus 16029  
2500 BA Den Haag

Auteur: A. Khan

- Telefoon: 070 348 02 94

- E-mail: [aritra.khan@tebodin.com](mailto:aritra.khan@tebodin.com)

9 december 2014

Ordernummer: T47216.00

Documentnummer: 1931001

Revisie: A

|      |            |                         |                                                                                               |                                                                                                       |
|------|------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |            |                         |                                                                                               |                                                                                                       |
|      |            |                         |                                                                                               |                                                                                                       |
| A    | 09-12-2014 | Tracéwijziging verwerkt | A. Khan  | H.M.J. Kuijpers  |
| 0    | 26-09-2014 | Eerste uitgave          | A. Khan                                                                                       | H.M.J. Kuijpers                                                                                       |
| Rev. | Datum      | Omschrijving            | Opsteller                                                                                     | Gecontroleerd                                                                                         |

© Copyright Tebodin

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

## Inhoudsopgave

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Samenvatting</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>2 Uitgangspunten</b>                               | <b>6</b>  |
| 2.1 Situatiebeschrijving en tracé                     | 6         |
| 2.2 Vergunning & toetsing tracé                       | 6         |
| 2.3 Materiaal en leidinggegevens                      | 6         |
| 2.3.1 DN300/450 Staal-PUR-PE veldstrekking            | 7         |
| 2.3.2 Staal-in-Staal Systeem                          | 7         |
| 2.3.3 DN600 en DN800 mantelbuis mijterbochten         | 9         |
| 2.3.4 Isolatie                                        | 9         |
| 2.3.5 Expansiekussens                                 | 9         |
| 2.4 Grondmodel                                        | 9         |
| 2.5 Belastingen                                       | 9         |
| 2.5.1 Onzekerheidsfactoren                            | 10        |
| 2.5.2 Belastingfactoren                               | 10        |
| 2.5.3 Ondersteuningshoek                              | 10        |
| 2.6 Bepaling verstoringszone                          | 10        |
| 2.7 Bepaling testdrukken                              | 11        |
| <b>3 Kruising A10 middels gesloten front techniek</b> | <b>12</b> |
| 3.1 Beschrijving gesloten front techniek              | 12        |
| 3.2 Toetsing GFT                                      | 12        |
| 3.2.1 Boorspoeldrukken                                | 12        |
| 3.2.2 Perskrachten                                    | 13        |
| 3.2.3 Zettingen                                       | 13        |
| <b>4 Sterkteberekening</b>                            | <b>14</b> |
| 4.1 Berekeningsmethodiek                              | 14        |
| 4.2 Stappenplan berekeningsmethode                    | 14        |
| 4.3 PLE-berekening                                    | 14        |
| 4.4 Resultaten en toetsing                            | 15        |
| 4.5 Verplaatsingen                                    | 18        |
| <b>5 Conclusie</b>                                    | <b>19</b> |

## Bijlagen

1. Ontwerptekeningen
2. Grondmechanisch rapport Antea Group
3. Grondparameters, Tebodin
4. Bepaling KLH bij toepassing kussens
5. Bepaling verstoringszone
6. Notitie 'Bochtstijfheidsfactor en spanningverhogingsfactoren
7. Berekening weegfactoren en vervangende bochtstralen
8. PLE berekening, in- en uitvoer, drukloze situatie
9. PLE berekening, in- en uitvoer, bedrijfssituatie
10. Berekening perskracht en boorspoeldrukken

## Samenvatting

In verband met toekomstige ontwikkelingen in het Zuidasgebied, onder andere het verdiept aanleggen van de rijksweg A10, is het van belang om het betreffende gebied tijdig functievrij te maken van ondergrondse kabels en leidingen. In 2012 en 2013 zijn er in opdracht van het ZuidasDok door Tebodin alternatieve tracés ontwikkeld waarbij een ondergrondse 'Oostelijke Kruising' onder de A10 onderdeel van de oplossing is. Deze 'Oostelijke Kruising' bevindt zich tussen de Vivaldistraat en het Beatrixpark (Zuidwestelijke Hoek van de RAI).

Onderdeel van deze kruising zijn de DN300 stadsverwarmingsleidingen van Nuon Warmte. In overleg met Nuon is gekozen voor een Staal-in-Staal (SIS) systeem, waarbij de mantelbuis een diameter van 609,6 mm (DN600 / 24") heeft.

Naast de A10 wordt er een verholten waterkering gekruist, de spoorlijn Amsterdam Zuid- Amsterdam RAI en de Metrobaan. De kruising dient derhalve te voldoen aan de eisen conform NEN 3650 en NEN 3651, daarnaast dient voldaan te worden aan de Richtlijn Boortechnieken van Rijkswaterstaat, het 'Witte Boekje' van ProRail en de z.g. "Technische Voorschriften voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweginfrastructuur geschikt voor materieel met aslasten tot 120 kN en een maximale snelheid van 100 km/uur". In opdracht van Nuon Warmte zijn door Tebodin de benodigde sterkteberekeningen uitgevoerd conform NEN 3650-1:2012: "Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemeen", NEN 3650-2:2012: "Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 2: Staal" en NEN 3651:2012: "Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken".

Op basis van bijgevoegde tekeningen, grondparameters en de in dit rapport beschreven uitgangspunten zijn de DN300 stadsverwarmingsleidingen in de Oostelijke Kruising doorgerekend en getoetst conform de eisen van NEN 3650-1:2012, NEN 3650-2:2012 en NEN 3651:2012.

Uit deze berekening volgt dat, uitgaande van de ontwerpgegevens zoals vermeld in hoofdstuk 2, de DN300 stadsverwarmingsleidingen in de Oostelijke Kruising voldoen aan de eisen van NEN 3650-1:2012, NEN 3650-2:2012, NEN 3651:2012, de Richtlijn Boortechnieken van Rijkswaterstaat, het 'Witte Boekje' van ProRail en de z.g. "Technische Voorschriften voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweginfrastructuur geschikt voor materieel met aslasten tot 120 kN en een maximale snelheid van 100 km/uur".

Om te voorkomen dat de mediumbuis de mantelbuis raakt bij K-9, als gevolg van de thermische expansie, zal de mediumbuis ongeveer 30 mm uit het midden (naar binnen) worden aangelegd.

## 1 Inleiding

In verband met toekomstige ontwikkelingen in het Zuidasgebied, onder andere het verdiept aanleggen van de rijksweg A10, is het van belang om het betreffende gebied tijdig functievrij te maken van ondergrondse kabels en leidingen. In 2012 en 2013 zijn er in opdracht van het ZuidasDok door Tebodin alternatieve tracés ontwikkeld waarbij een ondergrondse 'Oostelijke Kruising' onder de A10 onderdeel van de oplossing is. Deze 'Oostelijke Kruising' bevindt zich tussen de Vivaldistraat en het Beatrixpark (Zuidwestelijke Hoek van de RAI).

In overleg met Nuon, de beheerder van de DN300 stadsverwarmingsleidingen, is gekozen voor een Staal-in-Staal (SIS) systeem, waarbij de mantelbuis een diameter van 609,6 mm (DN600 / 24") heeft. Er is voor deze oplossing gekozen met het oog op de beheerfase van de leidingen. De mantelbuis wordt met een dekking van ca. 12 meter aangelegd, een traditioneel Staal-PUR-PE systeem zou in dat geval te veel negatieve effecten ondervinden van het optredende zettingsverschil tussen mediumvoerende- en de mantelbuis.

Naast de A10 wordt er een verholten waterkering gekruist, de spoorlijn Amsterdam Zuid- Amsterdam RAI en de Metrobaan. De kruising dient derhalve te voldoen aan de eisen conform NEN 3650 en NEN 3651, daarnaast dient voldaan te worden aan de Richtlijn Boortechnieken van Rijkswaterstaat, het 'Witte Boekje' van ProRail en de z.g. "Technische Voorschriften voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweginfrastructuur geschikt voor materieel met aslasten tot 120 kN en een maximale snelheid van 100 km/uur". In opdracht van Nuon Warmte zijn door Tebodin de benodigde sterkteberekeningen uitgevoerd conform NEN 3650-1:2012: "Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemeen", NEN 3650-2:12: "Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 2: Staal" en NEN 3651:2012: "Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken".

Voor het berekenen van de leidingkrachten en verplaatsingen en voor het toetsen van de staalspanningen en leidingdeformaties wordt gebruik gemaakt van het programma PLE van Expert Design Systems te Rijswijk, versie 4.2.3. Uitgaande van de bij dit rapport gevoegde tekeningen en de in het rapport vermelde uitgangspunten, is de Oostelijke Kruising getoetst conform NEN 3650-1:2012, NEN 3650-2:2012 en NEN 3651:2012.

### Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de berekeningsuitgangspunten geformuleerd. In hoofdstuk 3 wordt de gesloten front techniek beschreven, in hoofdstuk 4 is de berekeningsmethodiek met de resultaten opgenomen. In hoofdstuk 5 staat de conclusie beschreven.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Situatiebeschrijving en tracé

De configuratie van de Oostelijke Kruising is weergegeven in Bijlage 1. De aanvoerleiding wordt als maatgevend beschouwd. Vanwege het beperkte temperatuurverschil is de retour leiding niet separaat beschouwd.

Voor de toetsing van de kruising is de aansluitende veldstrekking mee gemodelleerd. Het startpunt van de berekening bevindt zich halverwege het begin van routekaart 1 en knik K-1. De leiding ligt hier in een betonnen goot, aan weerszijde van dit leidingdeel bevindt zich een expansieslag. Verondersteld wordt dat de dit een verplaatsingsneutraal punt in de leiding is. Het eindpunt van de berekening bevindt zich ter hoogte van de aansluiting op het reeds gelegde deel. Ook dit punt bevindt zich tussen twee expansieslagen, er wordt ook hier verondersteld dat dit een verplaatsingsneutraal punt in de leiding is.

Tevens worden er twee DN300/200 T-stukken ingebouwd, het eerste T-stuk bevindt zich ter hoogte van de Domenico Scarlattilaan. Dit T-stuk zal worden afgedopt. Een tweede T-stuk wordt ingebouwd ter hoogte van de RAI, om een aansluiting te maken op de bestaande DN200 Stadsverwarmingsleidingen van de RAI. Omdat deze T-stukken buiten de scope van de NEN 3651 vallen (ze liggen immers buiten de beschermingszone van het werk) zullen deze T-stukken niet meegenomen worden in de sterkte-technische beschouwing, dit geldt ook voor de overige leidingdelen welke buiten de beschermingszone liggen van het werk.

### 2.2 Vergunning & toetsing tracé

Het tracé dient ter vergunning te worden ingediend bij Waternet (Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht) in verband met de kruising van de waterkering.evens dient er een vergunning aan te worden gevraagd bij Rijkswaterstaat in verband met de kruising van de Rijksweg A10. Daarnaast dient er een vergunning aangevraagd te worden bij ProRail en het Gemeentelijk Vervoersbedrijf Amsterdam, in verband met de kruising met de spoor- en metrolijnen tussen station Amsterdam Zuid en Amsterdam RAI.

Conform NEN 3651:2012 dient de mediumvoerende leiding binnen de veiligheidszone van de waterkering 20% sterker te zijn dan de aansluitende veldstrekking (relatieve sterkte). In dit geval is hieraan voldaan door voor de mediumbuis in de veiligheidszone van de dijk een hogere wanddikte te kiezen ten opzichte van de mediumbuis daarbuiten. Er is gebruikt gemaakt van een mediumbuis met een wanddikte van 7,1 mm, ten opzichte van 5,6 mm in de veldstrekking.

De aanleg van de kruising dient tevens te voldoen aan de voorwaarden zoals beschreven in de Richtlijn Boortechnieken, het "Witte Boekje" van ProRail en de z.g. "Technische Voorschriften voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweginfrastructuur geschikt voor materieel met aslasten tot 120 kN en een maximale snelheid van 100 km/uur".

Ter voorbereiding op de uitvoering van de boring dient de aannemer een boorplan (specifiek werkplan) op te stellen. Het boorplan dient door de aannemer bij de directie en de vergunningverleners ter goedkeuring te worden voorgelegd. In dit document dienen de volgende gegevens vermeld te worden:

- De toleranties en afwijkingen van de boring in het horizontale en verticale vlak;
- De te verwachten maximale en gemiddelde boorspoeldrukken en perskrachten;
- Prognose van de perskrachten tijdens het proces;
- De grootte, vorm en werking van de te gebruiken boormachine;
- Maximale oversnijding;
- De zettingen ten gevolgen van oversnijding en het heien en trekken van damwanden.

Een aantal van de bovenstaande punten zullen reeds in hoofdstuk 3 besproken worden.

### 2.3 Materiaal en leidinggegevens

De kruising, inclusief de verticale leidingdelen in de pers- en ontvangkuipen, is uitgevoerd in een Staal-in-Staal systeem. De DN300 mediumvoerende leiding in de kruising is met behulp van rollagers opgelegd in de DN600 stalen mantelbuis; deze

rollagers bevinden zich om de circa 8 meter. De onderbochten en de opkomers in de kuipen zijn uitgevoerd als DN300/800 Staal-in-Staal, in verband met de thermische expansie van de leidingen bij 130 graden (ca. 1,45 mm./m, conform de opgaaf van FernWärme). De ruimte tussen de stalen mantelbuis en de mediumvoerende leiding is gevacumeerd. Omdat de thermische expansie wordt opgevangen middels een grotere mantelbuis in de opkomers zal het leidingsysteem niet worden voorgespannen.

De veldstrekking bestaat uit een Staal-PUR-PE systeem, waarbij de buitendiameter van de isolatie 450 mm bedraagt.

De leidingsecties binnen de veiligheidszone van de waterkering hebben een wanddikte van 7,1 mm, conform de relatieve sterkte-eis uit NEN 3651. De elasticiteitsmodulus (E) en lineaire uitzettingscoëfficiënt ( $\alpha$ ) zijn bepaald op basis van formules uit de EN13941, Paragraaf 5.2.3.3.

Voor zowel de mediumvoerende leiding in het SIS-systeem en de VPS als de mantelbuis zijn hieronder de materiaal- en leidinggegevens samengevat.

### 2.3.1 DN300/450 Staal-PUR-PE veldstrekking

#### DN300/450 Staal-PUR-PE linepipe

|                                                     |                               |   |                                                   |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------------------------|
| Materiaal                                           | P235GH volgens NEN-EN 10216-2 |   |                                                   |
| Elasticiteitsmodulus                                | E                             | = | 207.000 N/mm <sup>2</sup>                         |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt                     | $\alpha$                      | = | $1,24 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| Rekgrens ( $T \leq 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ )    | $R_e$                         | = | 235 N/mm <sup>2</sup>                             |
| Warm rekgrens ( $T = 130 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) | $R_e(\theta)$                 | = | 204,6 N/mm <sup>2</sup>                           |
| Uitwendige diameter leiding                         | $D_u$                         | = | 323,9 mm                                          |
| Nominale wanddikte                                  | t                             | = | 5,6 mm                                            |
| Fabricage tolerantie                                | tol.                          | = | 10 % volgens NEN-EN 10216-2                       |

#### DN300/450 Staal-PUR-PE Warmgebogen bocht

|                                                     |                                                                |   |                                                   |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------|
| Materiaal                                           | P235GH volgens NEN-EN 10216-2 en P355NH volgens NEN-EN 10217-3 |   |                                                   |
| Elasticiteitsmodulus                                | E                                                              | = | 207.000 N/mm <sup>2</sup>                         |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt                     | $\alpha$                                                       | = | $1,24 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| Rekgrens ( $T \leq 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ )    | $R_e$                                                          | = | 235 / 355 N/mm <sup>2</sup>                       |
| Warm rekgrens ( $T = 130 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) | $R_e(\theta)$                                                  | = | 204,6 / 292 N/mm <sup>2</sup>                     |
| Uitwendige diameter leiding                         | $D_u$                                                          | = | 323,9 mm                                          |
| Nominale wanddikte                                  | t                                                              | = | 5,6 / 7,1 mm                                      |
| Fabricage tolerantie                                | tol.                                                           | = | 8 % volgens NEN-EN 10217-3                        |
| Bochtstraal VPS (2,5 D / 5D)                        | R                                                              | = | 810 / 1620 mm                                     |

### 2.3.2 Staal-in-Staal Systeem

#### DN300 SIS rechte leidingdelen mediumvoerende leiding

|                                                     |                               |   |                                                   |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------------------------|
| Materiaal                                           | P235GH volgens NEN-EN 10216-2 |   |                                                   |
| Elasticiteitsmodulus                                | E                             | = | 207.000 N/mm <sup>2</sup>                         |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt                     | $\alpha$                      | = | $1,24 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| Rekgrens ( $T \leq 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ )    | $R_e$                         | = | 235 N/mm <sup>2</sup>                             |
| Warm rekgrens ( $T = 130 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) | $R_e(\theta)$                 | = | 204,6 N/mm <sup>2</sup>                           |
| Uitwendige diameter leiding                         | $D_u$                         | = | 323,9 mm                                          |
| Nominale wanddikte                                  | t                             | = | 7,1 mm                                            |
| Fabricage tolerantie                                | tol.                          | = | 8 % volgens NEN-EN 10216-2                        |

#### **DN300 SIS bochten mediumvoerende leiding**

|                                 |                                                                |   |                      |                          |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|---|----------------------|--------------------------|
| Materiaal                       | P235GH volgens NEN-EN 10216-2 en P355NH volgens NEN-EN 10217-3 |   |                      |                          |
| Elasticiteitsmodulus            | E                                                              | = | 211.700              | N/mm <sup>2</sup>        |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt | $\alpha$                                                       | = | $1,24 \cdot 10^{-5}$ | °C <sup>-1</sup>         |
| Rekgrens (T ≤ 50 °C)            | R <sub>e</sub>                                                 | = | 235 / 355            | N/mm <sup>2</sup>        |
| Warm rekgrens (T = 130 °C)      | R <sub>e</sub> (θ)                                             | = | 204,6 / 292          | N/mm <sup>2</sup>        |
| Uitwendige diameter DN600       | D <sub>u</sub>                                                 | = | 323,9                | mm                       |
| Nominale wanddikte              | t                                                              | = | 7,1                  | mm                       |
| Fabricage tolerantie            | tol.                                                           | = | 8                    | % volgens NEN-EN 10216-2 |
| Bochtstraal SIS                 | R                                                              | = | 820                  | mm                       |

#### **DN600 SIS rechte leidingdelen mantelbuis**

|                                 |                               |   |                      |                          |
|---------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|--------------------------|
| Materiaal                       | P355NH volgens NEN-EN 10217-3 |   |                      |                          |
| Elasticiteitsmodulus            | E                             | = | 211.700              | N/mm <sup>2</sup>        |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt | $\alpha$                      | = | $1,17 \cdot 10^{-5}$ | °C <sup>-1</sup>         |
| Rekgrens (T ≤ 50 °C)            | R <sub>e</sub>                | = | 355                  | N/mm <sup>2</sup>        |
| Uitwendige diameter leiding     | D <sub>u</sub>                | = | 609,6                | mm                       |
| Nominale wanddikte              | t                             | = | 9,5                  | mm                       |
| Fabricage tolerantie            | tol.                          | = | 8                    | % volgens NEN-EN 10217-3 |

#### **DN600 SIS bochten mantelbuis**

|                                 |                               |   |                      |                          |
|---------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|--------------------------|
| Materiaal                       | P355NH volgens NEN-EN 10217-3 |   |                      |                          |
| Elasticiteitsmodulus            | E                             | = | 211.700              | N/mm <sup>2</sup>        |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt | $\alpha$                      | = | $1,17 \cdot 10^{-5}$ | °C <sup>-1</sup>         |
| Rekgrens (T ≤ 50 °C)            | R <sub>e</sub>                | = | 355                  | N/mm <sup>2</sup>        |
| Uitwendige diameter DN600       | D <sub>u</sub>                | = | 609,6                | mm                       |
| Nominale wanddikte              | t                             | = | 9,5                  | mm                       |
| Fabricage tolerantie            | tol.                          | = | 8                    | % volgens NEN-EN 10217-3 |
| Bochtstraal SIS                 | R                             | = | 820                  | mm                       |

#### **DN800 SIS rechte leidingdelen mantelbuis**

|                                 |                               |   |                      |                          |
|---------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|--------------------------|
| Materiaal                       | P355NH volgens NEN-EN 10217-3 |   |                      |                          |
| Elasticiteitsmodulus            | E                             | = | 211.700              | N/mm <sup>2</sup>        |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt | $\alpha$                      | = | $1,17 \cdot 10^{-5}$ | °C <sup>-1</sup>         |
| Rekgrens (T ≤ 50 °C)            | R <sub>e</sub>                | = | 355                  | N/mm <sup>2</sup>        |
| Uitwendige diameter leiding     | D <sub>u</sub>                | = | 812,8                | mm                       |
| Nominale wanddikte              | t                             | = | 8,0                  | mm                       |
| Fabricage tolerantie            | tol.                          | = | 8                    | % volgens NEN-EN 10217-3 |

#### **DN800 SIS bochten mantelbuis**

|                                 |                               |   |                      |                          |
|---------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|--------------------------|
| Materiaal                       | P355NH volgens NEN-EN 10217-3 |   |                      |                          |
| Elasticiteitsmodulus            | E                             | = | 211.700              | N/mm <sup>2</sup>        |
| Lineaire uitzettingscoëfficiënt | $\alpha$                      | = | $1,17 \cdot 10^{-5}$ | °C <sup>-1</sup>         |
| Rekgrens (T ≤ 50 °C)            | R <sub>e</sub>                | = | 355                  | N/mm <sup>2</sup>        |
| Uitwendige diameter DN800       | D <sub>u</sub>                | = | 812,8                | mm                       |
| Nominale wanddikte              | t                             | = | 8,0                  | mm                       |
| Fabricage tolerantie            | tol.                          | = | 8                    | % volgens NEN-EN 10217-3 |
| Bochtstraal SIS                 | R                             | = | 820                  | mm                       |

### 2.3.3 DN600 en DN800 mantelbuis mijterbochten

In het tracé komen enkele mijterbochten in de mantelbuis voor. Bij het gebruik van mijterbochten dient er gebruik te worden gemaakt van een vervangende bochtstraal en een correctie op de weegfactoren. Het bepalen van deze vervangende bochtstraal en de correctie op de weegfactoren is gedaan conform de notitie 'Bochtstijfheidsfactor en spanningverhogingsfactoren' van R+K (zie Bijlage 6). De gebruikte weegfactoren zijn gegeven in Bijlage 7.

### 2.3.4 Isolatie

De mediumvoerende buizen zijn voorzien van een PE buitenmantel. De ruimte tussen de buitenmantel en de mediumvoerende buis is opgevuld met polyurethaanschuim (PUR), gebaseerd op de norm NEN-EN 253:2009.

#### PUR

|                                                          |        |       |                   |
|----------------------------------------------------------|--------|-------|-------------------|
| Dichtheid                                                | $\geq$ | 80    | kg/m <sup>3</sup> |
| Toelaatbare langeduur drukspanning standard density foam |        | 0,22* | N/mm <sup>2</sup> |

\* De NEN-EN 13941 schrijft een maximale PUR spanninge van 0,15 N/mm<sup>2</sup> voor, Nuon hanteert zelf een waarde van 0,22 N/mm<sup>2</sup>.

### 2.3.5 Expansiekussens

In het leidingontwerp zijn kussens toegepast met een laagdikte van minimaal 40 mm en een gesloten celstructuur. Er wordt uitgegaan van stijve expansiekussens met een benodigde drukspanning van 100 kN/m<sup>2</sup> om een indrukingspercentage van 50% te kunnen realiseren. Er worden maximaal 3 lagen expansiekussens toegepast om ophoping van warmte tussen expansiekussens en de PE-coating te voorkomen.

## 2.4 Grondmodel

Door Antea Group is grondonderzoek uitgevoerd. Aan de hand van het grondonderzoek zijn de grondmechanische parameters bepaald. Een overzicht hiervan is te vinden in Bijlage 2. Uit conservatief oogpunt is ervoor gekozen om voor de DN800 mantelbuis dezelfde parameters te gebruiken als voor de DN600 mantelbuis.

## 2.5 Belastingen

In de berekening zijn onderstaande belastingen meegenomen:

|   |                                  |            |
|---|----------------------------------|------------|
| a | Ontwerpdruk                      | $p_o$      |
| b | Ontwerptemperatuur               | $T_\theta$ |
| c | Uitvoeringszakking c.q. zetting  | $f_v$      |
| d | Eigen gewicht, inclusief vulling | $Q_{eg}$   |
| e | Grondbelasting                   | $Q$        |
| f | Verkeersbelasting                | $Q_v$      |

Ad a De ontwerpdruk van de leidingen bedraagt 25 barg.

Ad b De maximale bedrijfstemperatuur van de leidingen is 130°C. Om de optredende thermische expansie van de mediumvoerende leiding te reduceren zijn de onderbochten van de opkomers in de pers- en ontvangkuip voorzien van een mantelbuis met een diameter van 812,8 mm (DN800 / 32").

Voor de mantelbuis van het staal-in-staal systeem is in de berekening een maximale temperatuur van 40°C aangehouden, waarbij rekening is gehouden met het warmteverlies. Bovendien wordt er met deze mantelbuis temperatuur het eventueel wegvallen van het vacuüm gesimuleerd.

Ad c Zettingen en uitvoeringszakkingen zijn gehanteerd conform NEN3650-1:2012 (§C.4.7.2, Tabel C.5). Ten behoeve van de aanleg wordt in de pers- en ontvangkuipen een betonnen vloer aangebracht. Met het oog op het beheer en onderhoud van de leidingen worden de damwandplanken onder maaiveld afgebrand en niet getrokken. De kuip zelf wordt aangevuld met uitgekomen grond welke goed zal worden verdicht. Ter plaatse van de pers- en ontvangkuipen

zal een zakkingsprofiel conform Tabel C.5 van NEN3650-1:2012 worden gemodelleerd. De waarde van deze zetting verloopt lineair van 0 (onderin de kuip) naar de maximale waarde bovenin de kuip. Omdat de bestaande grondopbouw bestaat uit voornamelijk siltig zand en zandige klei, wordt hier een uitvoeringszakking voor goed verdichte stijve klei aangehouden. Ter plaatse van de overgangen op de veldstrekking worden uitvoeringszakkingen conform Tabel C.3 van NEN3650-1:2012, deze kennen een sinusvormig verloop naar 0 mm over een lengte van 20 meter. Ter plaatsen van de overgang op bestaand / gelegde wordt een zettingssprong gemodelleerd conform Tabel C.3 van NEN3650-1:2012.

- Ad d Het eigengewicht van de leidingen inclusief medium is meegenomen in de berekeningen. Daar waar de leiding zich onder de grondwaterstand bevindt, zoals bepaald in het grondmechanisch onderzoek, is rekening gehouden met het oprijvende vermogen.
- Ad e Voor de grondbelastingen wordt verwezen naar Bijlage 2 van dit rapport, waarin de grondmechanische parameters zijn opgenomen. Op basis van dit grondonderzoek, uitgevoerd door Antea Group, zijn door Tebodin tevens aanvullende grondparameters bepaald, conform NEN 3650:2012. De in de berekeningen gehanteerde belastingfactoren zijn toegepast conform NEN 3650-2:2012 (§ 7.5.6, Tabel 2).
- Ad f De verkeersbelastingen zijn bepaald conform NEN 3650-1:2012, paragraaf C.5.

### 2.5.1 Onzekerheidsfactoren

In de berekening is rekening gehouden met de onzekerheidsfactoren van en zand voor grondmechanische parameters zoals vermeld in NEN 3650-1:2012, Bijlage B, tabel B.3. Deze onzekerheidsfactoren bestaan uit een factor voor ruimtelijke spreiding en een rekenmodelfactor.

### 2.5.2 Belastingfactoren

In de sterkteberekeningen zijn voor de verschillende belastingcombinaties belastingfactoren toegepast conform NEN 3650-2:2012, paragraaf 7.5.6, tabel 2.

### 2.5.3 Ondersteuningshoek

Voor sleufloos aangelegde buizen wordt een ondersteuningshoek van 120°/180° aangehouden, in de open ontgraving is de veilige rekenwaarde van 70°/180° voor tangentieel flexibele buizen aangehouden conform NEN 3650-1:2012, Bijlage C.4.1.3.

## 2.6 Bepaling verstoringszone

De warmteleidingen bestaan uit twee Staal-PUR-PE geïsoleerde leidingen, en worden aangelegd met een minimale dekking van 1 m –mv. Voor het bepalen van de verstoringszone zijn de onderstaande gegevens gebruikt:

|                        |           |   |       |                   |                                           |
|------------------------|-----------|---|-------|-------------------|-------------------------------------------|
| Valversnelling         | $g$       | = | 9,81  | m/s <sup>2</sup>  |                                           |
| Diameter mediumbuis    | $D_u$     | = | 323,9 | mm                |                                           |
| Wanddikte mediumbuis   | $t$       | = | 7,1   | mm                |                                           |
| Ontwerpdruk            | $P_o$     | = | 2,5   | N/mm <sup>2</sup> |                                           |
| Middellijn gat leiding | $d_g$     | = | 310,0 | mm                | (= $D_u - 2 \times t$ )                   |
| Debiet                 | $Q$       | = | 0,377 | m <sup>3</sup> /s | (op basis van stroomsnelheid van 2,5 m/s) |
| Gronddekking           | $H_{dek}$ | = | 1     | m –mv             |                                           |
| Dichtheid medium       | $\rho$    | = | 998   | kg/m <sup>3</sup> |                                           |
| Maximale drukhoogte    | $h$       | = | 255   | mvk               |                                           |
| Afvoercoëfficiënt      | $\mu$     | = | 0,5   | -                 |                                           |

Voor het bepalen van de breedte van de ontgrondingskuil wordt, conform NEN 3651:2012, onderstaande formule gebruikt:

$$R_B = 7,8 \times d_g \times \left( \frac{P}{\rho \times g^{1,5} \times \mu \times d_g^{3,5}} \right)^{0,243}$$

Waarbij:

$$P = \rho \times g \times Q \times h$$

Er wordt bij het berekenen van de verstoringszone uitgegaan van zand, in verband met de lage erosiebestendigheid. Daarnaast wordt uitgegaan van een parabolisch verlopende Q-H kromme voor de pomp. Voor de lengte van de verstoringszone wordt uitgegaan van een guillotinebreuk (volledige afschuiving).

Het resultaat van de berekening van de verstoringszone is als volgt:

|                            |       |   |        |
|----------------------------|-------|---|--------|
| Halve breedte erosiekrater | $R_B$ | = | 17,8 m |
| Halve lengte erosiekrater  | $R_L$ | = | 35,6 m |
| Diepte erosiekrater        | $D_K$ | = | 1,59 m |

De veiligheidszone is de stabiliteitszone van het werk, vermeerderd met deze verstoringszone. Binnen veiligheidszone wordt aan de relatieve sterkte-eis voldaan, zie §**Error! Reference source not found.**. Omdat het hier een verholen waterkering betreft, met een theoretisch profiel, wordt in dit geval de 1:3 lijn aangehouden vanaf de teen van dit theoretisch profiel.

## 2.7 Bepaling testdrukken

Op basis van de genoemde wanddikte in **Error! Reference source not found.** kunnen de testdrukken voor kruisingen met waterstaatswerken en berekend worden. De testdruk voor de kruisingen met waterstaatswerken is conform de NEN 3651:2012 paragraaf 11.1.7.3:

$$p_t = 0,95 \frac{R_e \times 2 \times d}{D_{gem}} = 0,95 \frac{235 \times 2 \times 6,532}{316,638} = 91,9 \text{ barg}$$

Waarin:

|           |                                    |                      |
|-----------|------------------------------------|----------------------|
| $P_t$     | Testdruk                           | [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $d$       | Minimale wanddikte                 | [mm]                 |
| $R_e$     | Rekgrens bij 20°C                  | [N/mm <sup>2</sup> ] |
| $D_{gem}$ | Gemiddelde diameter van de leiding | [mm]                 |

### 3 Kruising A10 middels gesloten front techniek

#### 3.1 Beschrijving gesloten front techniek

Tijdens de uitvoering voor de GFT zullen aan weerszijden van de kruising pers- en ontvangstuipen worden aangelegd. Hierna freest een mechanisch werktuig, het 'boorschild', geplaatst voorop de aan te brengen buis, zich met een roterend snijrad door de grond, terwijl gelijktijdig in de persput hydraulische vijzels de buis en boorkop in het grondlichaam drukken.

Het boorschild kenmerkt zich door een schot dat haaks staat op de lengteas van de buis en voorkomt dat grond en grondwater de buis kunnen binnendringen. De aan het boorfront losgeboorde grond wordt door het schot, via de buis naar het maaiveld afgevoerd door:

- Circulatie met een hydraulisch transportmedium zijnde water of een bentoniet-watmengsel (wordt toegepast in het vloeistofschild);
- Een schroeftransporteur in droge (plastische) vorm (wordt toegepast in het gronddrukbalansschild met vaste afvoer).

De voor het schot aan het boorfront heersende grond/grondwaterdruk wordt in stand gehouden (gebalanceerd) door hydrostatische druk op het hydraulisch transportmedium, of geschiedt door toerentalregeling van de schroeftransporteur. Bij het gronddrukbalansschild met vloeistofafvoer wordt een combinatie van beide methoden toegepast.

De aanleg van de kruising te voldoen aan de voorwaarden zoals beschreven in de Richtlijn Boortechnieken, de NEN 3650:2012 en NEN 3651:2012.

Ter voorbereiding op de uitvoering van de boring dient de aannemer een boorplan (specifiek werkplan) op te stellen. Het boorplan dient door de aannemer bij de directie en de vergunningverleners ter goedkeuring te worden voorgelegd. In dit document dienen de volgende gegevens vermeld te worden:

- De toleranties en afwijkingen van de boring in het horizontale en verticale vlak;
- De te verwachten maximale en gemiddelde boorspoeldrukken en perskrachten;
- Prognose van de perskrachten tijdens het proces;
- De grootte, vorm en werking van de te gebruiken boormachine;
- Maximale oversnijding;
- De zettingen ten gevolgen van oversnijding.

#### 3.2 Toetsing GFT

De berekening van de boorspoeldrukken, perskrachten en zettingen ter plaatse van het spoor en de rijksweg worden berekend met behulp van D-Geo Pipeline, versie 6.3.2.1 van Deltares. De rapportage van deze berekening is te vinden in Bijlage 10.

##### 3.2.1 Boorspoeldrukken

De minimum benodigde boorspoeldruk is de ondergrens voor het instorten van de boorgang. De maximum toelaatbare druk is de bovengrens voor blow-outs. Bij de neutrale boorspoeldruk treden de minste vervormingen op.

| Minimum boorspoeldruk | Maximum boorspoeldruk | Neutrale boorspoeldruk | Voldoet |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| kN                    | kN                    |                        |         |
| 250                   | 304                   | 230                    | Ja      |

De minimum benodigde en de neutrale boorspoeldrukken ter plaatse van het spoor liggen onder de maximaal toelaatbare waarden. Het risico op een blow-out is derhalve miniem.

### 3.2.2 Perskrachten

De maximaal toelaatbare perskracht voor een DN600 mantelbuis, met een wanddikte van 9,5 mm en een staalkwaliteit van P355NH, met een rekgrens van 355 N/mm<sup>2</sup> is gelijk aan 5780 kN.

Deze perskracht is als volgt bepaald:

$$P_{\max} = \frac{A_{\text{buis}} \times R_e}{\gamma_m}$$

toetsing is onderstaand weergegeven. Bij het bepalen van de perskracht wordt ervan uitgegaan dat er bentoniet wordt toegepast om de wrijving te verlagen.

| Maximaal toelaatbare perskracht | Benodigde perskracht | Voldoet |
|---------------------------------|----------------------|---------|
| kN                              | kN                   |         |
| 5780                            | 3970                 | Ja      |

Bovenstaande resultaten wijzen uit dat de benodigde perskracht kleiner is dan toelaatbaar. De beoogde mantelbuizen voldoen aan de gestelde eisen.

### 3.2.3 Zettingen

Conform de eisen van ProRail, zoals beschreven in 'Technische Voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweg', d.d. 1 februari 2002, beter bekend als het 'Witte Boekje', mag bij een snelheid van 100 km/h mag de afwijking in de spoorligging gemeten in een horizontaal vlak over 6 meter op de spoorstaaf niet groter zijn dan 10 mm. De huidige spoorligging heeft een afwijking van ca. 4 á 5 mm.

Dit houdt in dat de maximale verstoring ter plaatse van het spoor, welke wordt veroorzaakt door het aanbrengen van de mantelbuis binnen de 5 á 6 mm moet vallen. Onderstaand wordt de toetsing hierop beschreven.

| Berekende zetting | Toelaatbare zetting | Oversnijding | Voldoet |
|-------------------|---------------------|--------------|---------|
| mm                | mm                  | mm           |         |
| ca. 2             | 5 á 6               | 10,0         | Ja      |

Bovenstaande resultaten wijzen uit dat de zettingen ter plaatse van het spoor binnen de toelaatbare waarde blijft, uitgangspunt hierbij is dat het volumeverlies als gevolg van de oversnijding 100%, dit uitgangspunt is conservatief.

De maximaal toegepaste oversnijding van de boorkop 10 mm. Indien de aannemer van mening is dat hij met behulp van een grotere oversnijding zijn werk meer kostenefficiënt, beter of met minder risico kan uitvoeren dient hij aanvullende berekeningen te maken waarmee wordt aangetoond de zettingen minder dan de voorgeschreven 5 á 6 mm zijn. De maximum te hanteren oversnijding is 12,5 mm. Dit in verband met de maximaal toelaatbare zettingen onder de spoorbanen. Het huidige uitvoeringsadvies voldoet echter aan de eisen van ProRail.

## 4 Sterkteberekening

### 4.1 Berekeningsmethodiek

Voor deze warmtetransportleiding is een uitgebreide berekening gemaakt overeenkomstig de NEN 3650: 'Eisen voor buisleidingsystemen' en NEN 3651: 'Aanvullende eisen voor buisleidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken'.

In de uitgevoerde sterkteberekening zijn de volgende 3 belastingcombinaties (BC) meegenomen:

- BC2: uitsluitend inwendige druk;
- BC3: drukloze situatie (inwendige druk nul), inclusief uitwendige belastingen en temperatuurverschil;
- BC4: bedrijfssituatie (inwendige druk 100%), inclusief uitwendige belastingen en temperatuurverschil;

BC2 is berekend met behulp van de zogenaamde ketelformule, zie paragraaf 3.2. BC3 en BC4 zijn berekend volgens het principe van een volledige sterkteberekening met behulp van het eindige elementenprogramma PLE, versie 4.2.3 van Expert Design Systems, Rijswijk.

Per belastingcombinatie worden de maximaal voorkomende spanningen vergeleken met een zogenaamde vergelijkspanning conform NEN 3650-2:2012 Paragraaf 7.5.6, Tabel 3. In Paragraaf van dit rapport worden de vergelijkspanningen voor de verschillende belastingcombinaties afgeleid.

### Rollagers en ondersteuning

In het systeem bevinden zich om de circa 8 meter rollagers, die de mediumbuis dragen. Aangezien PLE niet de mogelijkheid biedt om ondersteuning te modelleren die meebewegen met het leidingstelsel, zoals bij een staal-in-staal systeem aan de orde is, moet de mediumvoerende leiding benaderd worden als een leiding op supports.

Om de krachten en verplaatsingen in verticale richting tussen de mantelbuis en de mediumvoerende leiding overeen te laten komen worden vervolgens krachten en verplaatsingen opgelegd op de mediumbuis door 'nodal forces' aan te brengen op de supports van de mediumvoerende leiding.

### 4.2 Stappenplan berekeningsmethode

Om de interactie tussen de mantelbuis en mediumvoerende buis correct te modelleren is het volgende stappenplan aangehouden voor zowel BC3 als BC4:

#### 1. Bepalen invloed van uitvoeringszakkingen/zettingen:

In deze stap worden de z-verplaatsingen de mantelbuis als gevolg van zettingen en het eigengewicht bepaald. Hiermee worden de nodal forces van de rolpleggingen tussen medium- en mantelbuis berekend. Er wordt gerund zonder temperatuur- en drukverschil, maar met zettingen en eigen gewicht. De z-verplaatsingen van de mantelbuis worden, met behulp van de veerstijfheden van de supports in PLE, omgerekend naar nodal forces op de mediumbuis. Hierdoor ondervindt de mediumbuis dezelfde z-verplaatsingen als de mantelbuis.

#### 2. Bedrijfstoestand van de leiding:

De uiteindelijke run wordt uitgevoerd met alle belastingen (temperatuur- en drukverschil, zettingen, eigen gewicht, nodal forces). Het hele temperatuurtraject wordt op de leiding gezet.

Omdat er in dit geval voor is gekozen om de mantelbuis van de onderbochten in de opkomers, alsmede de opkomers zelf uit te voeren als een DN800 buis, wordt de thermische expansie op deze manier opgevangen en zal de leiding niet worden voorgespannen.

### 4.3 PLE-berekening

Voor belastingcombinaties 3 en 4 zijn PLE berekeningen uitgevoerd. In Bijlage 8 en 9 zijn de PLE data samengevat. Deze bijlagen zijn als volgt opgebouwd:

## PLE invoer

In de invoer wordt achtereenvolgens behandeld:

- De configuratie van de leiding overeenkomstig de tekeningen;
- Het materiaal en de dimensies van de leiding;
- Het grondmodel, beschreven in paragraaf 2.4
- De randvoorwaarden van de leiding;
- De belastingen op de leiding, beschreven in paragraaf 2.5.

## PLE uitvoer

De PLE uitvoerresultaten, zoals deze zijn opgenomen in de betreffende bijlagen voor de gemaakte berekening, bestaan uit de volgende onderdelen:

- De leidingconfiguratie (Pipeline Overview: X-Y, AX-LP-Z);
- Plot van opgelegde verplaatsingen (LOADDATA: SETL-Y, SETL-Z);
- Plot van de axiale en laterale verplaatsingen (DISPLAC: U-AX, U-LAT, U-Z);
- Plot van de optredende normaalkrachten en buigende momenten (INTFOR: F-AX, F-LAT en M-BEN);
- Plot van de optredende laterale grondreacties (R-LAT);
- Plot van de spanningsratio: Von Mises / vergelijkspanning (NENSMAX: Sv/f(Reb)-M);
- Plot van de deflectie (RMAXNEN: W+WD/D-M).

In de volgende paragrafen worden de berekende belastingcombinaties en resultaten samengevat.

## 4.4 Resultaten en toetsing

### Belastingcombinatie 2

Conform NEN 3650-2:2012, tabel D.1, mag voor toetsing op alleen inwendige druk volstaan worden met een berekening volgens de "ketelformule". De omtrekspanningen volgend uit de ketelformule worden getoetst aan de vergelijkspanning.

### Vergelijkspanning voor BC2:

$$\sigma_{p,\max} \leq \frac{R_e(\theta)}{\gamma_m}$$

Waarin:

$\sigma_{p,\max}$  = maximaal toelaatbare omtrekspanning, in N/mm<sup>2</sup>;

$R_e(\theta)$  = rekgrens bij ontwerptemperatuur, in N/mm<sup>2</sup>;

$\gamma_m$  = materiaalfactor.

| Materiaal | Rekgrens bij ontwerptemperatuur | Materiaalfactor | Toetswaarde omtrekspanning |
|-----------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
|           | N/mm <sup>2</sup>               |                 | N/mm <sup>2</sup>          |
| P235GH    | 204,6                           | 1,1             | 186,0                      |

### Ketelformule:

$$\sigma_p \geq \frac{\gamma_p \times p_d \times D_g}{2 \times d}$$

Waarin:

$\sigma_p$  = de omtrekspanning, in N/mm<sup>2</sup>;  
 $\gamma_p$  = de partiële belastingfactor voor inwendige druk;  
 $P_d$  = de getalwaarde van ontwerpdruk, in MPa;  
 $D_g$  = de gemiddelde diameter van de leiding, in mm;  
 $d$  = de minimumwanddikte exclusief fabricage- en corrosietolerantie, in mm.

Voor warmgebogen bochten met  $R \leq 10D$  dient tevens de spanningstoeslag conform NEN3650-2 §D.1.2 meegenomen te worden. Dit wordt gedaan middels de z.g. "torusformule".

**Torusformule:**

$$\sigma_{p(bi)} = \frac{2R - 0,5D_e}{2R - D_e} \frac{\gamma_p \times P_d \times D_g}{2 \times d_{5D}}$$

waarin:

$D_e$  = uitwendige diameter van de leiding, in mm;  
 $d_{5D}$  = minimumwanddikte met wanddikteafname t.g.v. warm buigen, in mm.

De berekende omtrekspanningen staan onderstaand weergegeven.

| Materiaal       | Partiële belasting factor | Ontwerpdruk | Gem. diameter leiding | Minimale wanddikte | Berekende omtrekspanning |
|-----------------|---------------------------|-------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
|                 |                           | MPa         | mm                    | mm                 | N/mm <sup>2</sup>        |
| P235GH          | 1,25                      | 2,5         | 318,9                 | 5,15               | 96,7                     |
| P235GH kruising | 1,25                      | 2,5         | 317,5                 | 6,53               | 75,9                     |
| P235GH bochten  | 1,25                      | 2,5         | 316,8                 | 6,53               | 108,6                    |

**Toetsing:**

| Materiaal       | Berekende omtrekspanning | Toetswaarde omtrekspanning | Spanningsratio |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------|
|                 | N/mm <sup>2</sup>        | N/mm <sup>2</sup>          | %              |
| P235GH          | 96,7                     | 186,0                      | 52,0           |
| P235GH kruising | 75,9                     | 186,0                      | 50,8           |
| P235GH bochten  | 108,6                    | 186,0                      | 58,4           |

Bovenstaande resultaten wijzen uit dat de leiding sterkte-technisch voldoet voor belastingcombinatie 2. Bovendien wordt voldaan aan de relatieve sterkte-eis (zie §2.6). De leiding in de kruising is 27,3% sterker dan daarbuiten, waar 20% is vereist.

### Belastingcombinatie 3 en 4

Conform NEN 3650-2:2012, tabel D.1. is de leiding voor belastingcombinaties 3 en 4 berekend volgens het principe van een volledige sterkteberekening met behulp van het eindige elementenprogramma PLE. De berekende spanningen volgens uit de uitgebreide sterkteberekeningen worden getoetst aan de vergelijkingsspanning conform NEN 3650-2:2012, tabel D.2.

**Vergelijkingsspanning voor stalen leidingen BC3 en BC4:**

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

Waarin:

$\sigma_v$  = de vergelijkspanning (Von Mises), in N/mm<sup>2</sup>;  
 $R_e$  = rekgrens bij 20°C, in N/mm<sup>2</sup>;  
 $R_e(\theta)$  = rekgrens bij ontwerptemperatuur, in N/mm<sup>2</sup>;  
 $\gamma_m$  = materiaalfactor, 1,1 [-].

| Materiaal     | Rekgrens bij 20°C | Rekgrens bij ontwerptemperatuur | Materiaalfactor | Toetswaarde omtrekspanning |
|---------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
|               | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup>               |                 | N/mm <sup>2</sup>          |
| P235GH medium | 235               | 204,6                           | 1,1             | 339,7                      |
| P355NH mantel | 355               | 355                             | 1,1             | 548,6                      |

Toetsing:

| Berekening             | Element | Locatie           | Spanningsratio |
|------------------------|---------|-------------------|----------------|
|                        |         |                   | %              |
| BC3, drukloos          | 1658    | Mantelbuis, mK-9a | 95,9           |
| BC 4, Bedrijfssituatie | 1658    | Mantelbuis, mK-9a | 99,3           |

#### Deflectie

De maximale deflectie voor raagbare stalen leidingen bedraagt 5%, conform paragraaf 7.5.5 van NEN 3650-2:2012. In de onderstaande tabel zijn de maximale deflecties weergegeven.

| Berekening             | Element | Locatie                               | Deflectie |
|------------------------|---------|---------------------------------------|-----------|
|                        |         |                                       | %         |
| BC3, drukloos          | 1624    | Mantelbuis, ter hoogte van Metrospoor | -3,4      |
| BC 4, Bedrijfssituatie | 1624    | Mantelbuis, ter hoogte van Metrospoor | -3,62     |

De berekende deflecties zijn toelaatbaar, er wordt voldaan aan de gestelde eisen.

#### Toetsing PUR-spanning

In het VPS systeem mag de toelaatbare PUR-spanning niet worden overschreden. De maximaal toelaatbare PUR-spanning bedraagt 0,22 N/mm<sup>2</sup> conform opgaaf Nuon (zie ook paragraaf 2.3.4). De PUR spanning wordt berekend door de optredende laterale grondreactiekrachten (R-LAT in PLE4Win) te delen door de diameter van de mediumvoerende buis. Om de schaalwerking mee te nemen wordt vervolgens gedeeld door  $\pi/2$ :

$$\sigma_{PUR} = \frac{R - LAT}{D_u} \times \frac{2}{\pi}$$

De maximaal toelaatbare waarde voor R-LAT is dus gelijk aan 111,9 N/mm; onderstaand zijn de resultaten weergegeven.

| Berekening             | Element | Locatie         | Maximale waarde R-LAT | Spanningsratio |
|------------------------|---------|-----------------|-----------------------|----------------|
|                        |         |                 | N/mm <sup>2</sup>     | %              |
| BC3, drukloos          | 564     | Mediumbuis, K-5 | 0,134                 | 60,9           |
| BC 4, Bedrijfssituatie | 564     | Mediumbuis, K-5 | 0,143                 | 65,0           |

De PUR spanningen zijn toelaatbaar, er wordt voldaan aan de gestelde eisen.

#### **4.5 Verplaatsingen**

Om te waarborgen dat de mediumvoerende buis tijdens het uitzetten de mantelbuis niet raakt wordt gekeken wat het verschil is tussen de axiale verplaatsing in de mediumbuis en de mantelbuis. De beschikbare ruimte in de mantelbuis is ca. 235 mm. De maximale verplaatsing in de mediumvoerende buis ter plaatse van K-9 is 265 mm, terwijl de mantelbuis een verplaatsing van ca. 15 mm. Om te waarborgen dat de mediumbuis mantelbuis als gevolg van de verplaatsing door thermische expansie niet raakt, wordt deze 30 mm uit het midden geplaatst, om zo extra ruimte te creëren. Dit zal ook zo in het bestek worden opgenomen.

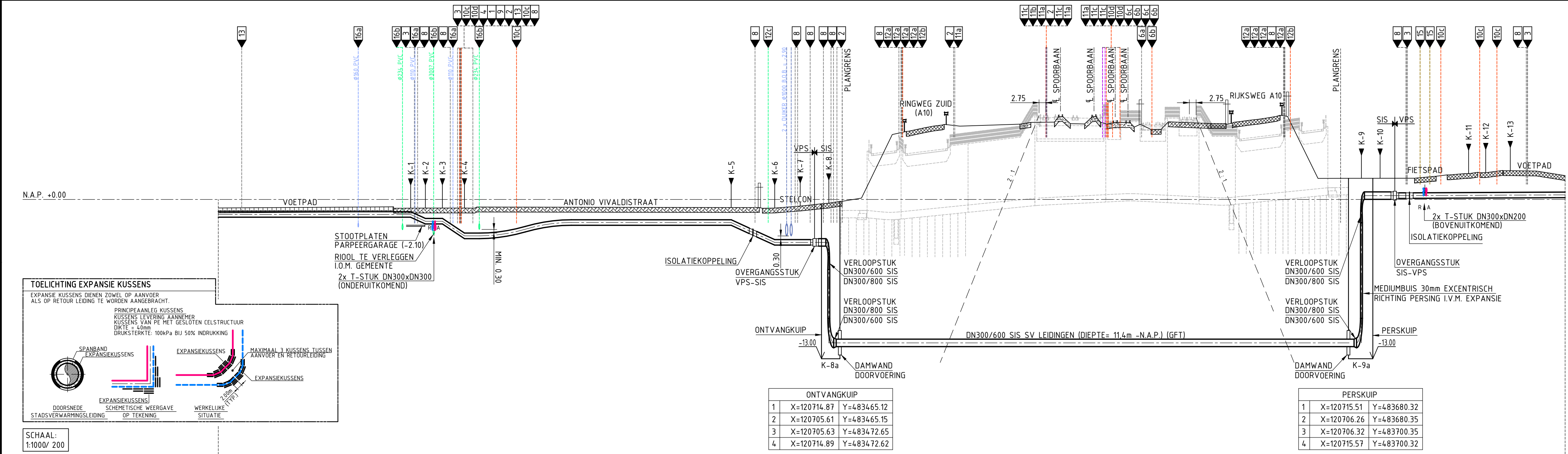
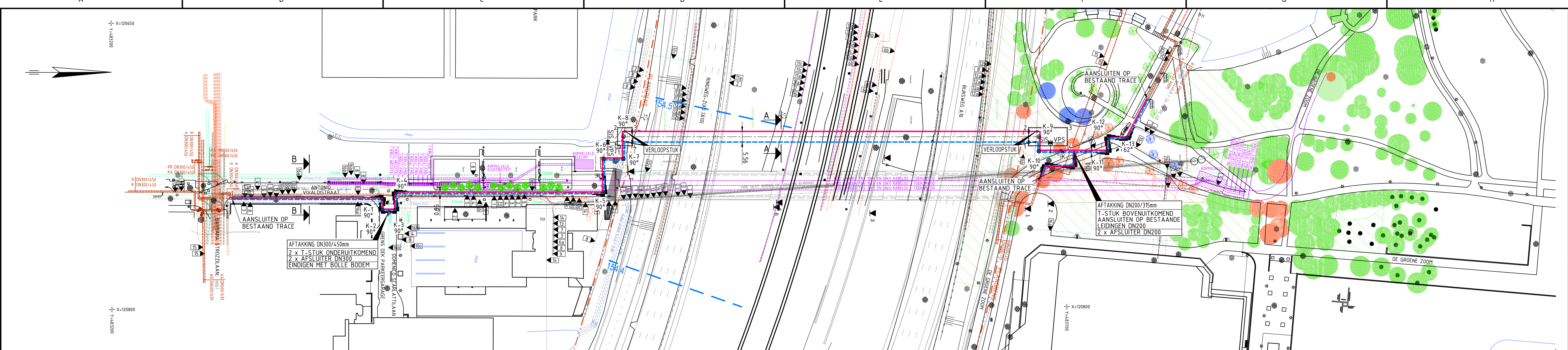
## 5 Conclusie

Deze rapportage betreft de toetsing van de DN300 stadsverwarmingsleidingen van Nuon in de Oostelijke Kruising.

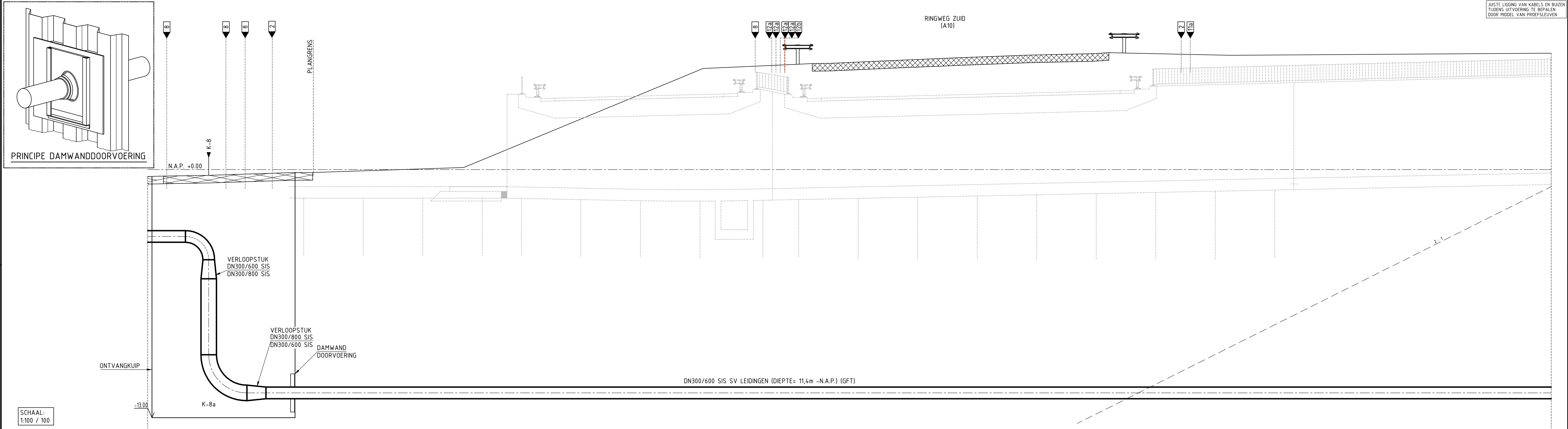
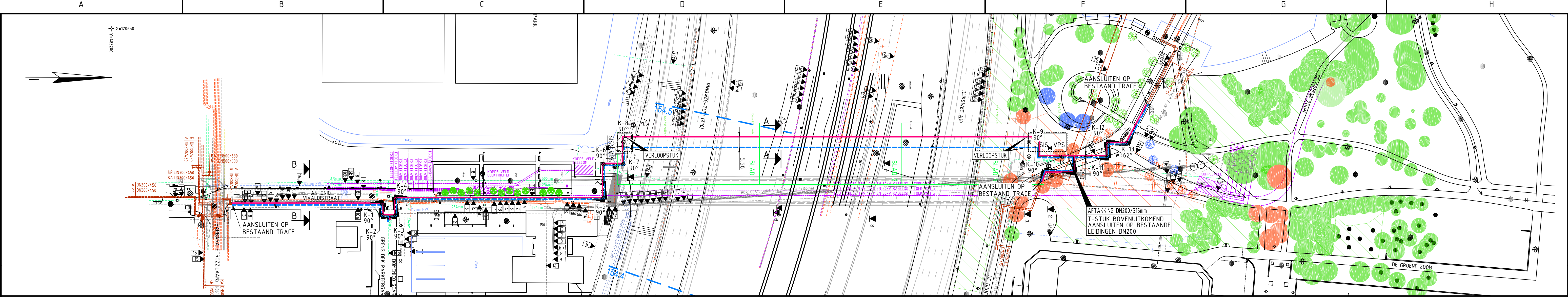
Op basis van bijgevoegde tekeningen, grondparameters en de in dit rapport beschreven uitgangspunten zijn de DN300 stadsverwarmingsleidingen in de Oostelijke Kruising doorgerekend en getoetst conform de eisen van NEN 3650-1:2012, NEN 3650-2:2012 en NEN 3651:2012.

Uit deze berekening volgt dat, uitgaande van de ontwerpgegevens zoals vermeld in hoofdstuk 2, de DN300 stadsverwarmingsleidingen in de Oostelijke Kruising voldoen aan de eisen van NEN 3650-1:2012, NEN 3650-2:2012, NEN 3651:2012, de Richtlijn Boortechnieken van Rijkswaterstaat, het 'Witte Boekje' van ProRail en de z.g. "Technische Voorschriften voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweginfrastructuur geschikt voor materieel met aslasten tot 120 kN en een maximale snelheid van 100 km/uur".

Om te voorkomen dat de mediumbuis de mantelbuis raakt bij K-9, als gevolg van de thermische expansie, zal de mediumbuis ongeveer 30 mm uit het midden (naar binnen) worden aangelegd.



| AFSTAND | 0.00 | 71.57 | 100.52 | 146.48 | 209.47 | 222.22 | 227.22 | 237.67 | 243.96 | 249.23 | 254.50 | 259.77 | 265.04 | 270.31 | 275.58 | 280.85 | 286.12 | 291.39 | 296.66 | 301.93 | 307.20 | 312.47 | 317.74 | 323.01 | 328.28 | 333.55 | 338.82 | 344.09 | 349.36 | 354.63 | 359.90 | 365.17 | 370.44 | 375.71 | 380.98 | 386.25 | 391.52 | 396.79 | 402.06 | 407.33 | 412.60 | 417.87 | 423.14 | 428.41 | 433.68 | 438.95 | 444.22 | 449.49 | 454.76 | 460.03 | 465.30 | 470.57 | 475.84 | 481.11 | 486.38 | 491.65 | 496.92 | 502.19 | 507.46 | 512.73 | 518.00 | 523.27 | 528.54 | 533.81 | 539.08 | 544.35 | 549.62 | 554.89 | 560.16 | 565.43 | 570.70 | 575.97 | 581.24 | 586.51 | 591.78 | 597.05 | 602.32 | 607.59 | 612.86 | 618.13 | 623.40 | 628.67 | 633.94 | 639.21 | 644.48 | 649.75 | 655.02 | 660.29 | 665.56 | 670.83 | 676.10 | 681.37 | 686.64 | 691.91 | 697.18 | 702.45 | 707.72 | 712.99 | 718.26 | 723.53 | 728.80 | 734.07 | 739.34 | 744.61 | 749.88 | 755.15 | 760.42 | 765.69 | 770.96 | 776.23 | 781.50 | 786.77 | 792.04 | 797.31 | 802.58 | 807.85 | 813.12 | 818.39 | 823.66 | 828.93 | 834.20 | 839.47 | 844.74 | 850.01 | 855.28 | 860.55 | 865.82 | 871.09 | 876.36 | 881.63 | 886.90 | 892.17 | 897.44 | 902.71 | 907.98 | 913.25 | 918.52 | 923.79 | 929.06 | 934.33 | 939.60 | 944.87 | 950.14 | 955.41 | 960.68 | 965.95 | 971.22 | 976.49 | 981.76 | 987.03 | 992.30 | 997.57 | 1002.84 | 1008.11 | 1013.38 | 1018.65 | 1023.92 | 1029.19 | 1034.46 | 1039.73 | 1045.00 | 1050.27 | 1055.54 | 1060.81 | 1066.08 | 1071.35 | 1076.62 | 1081.89 | 1087.16 | 1092.43 | 1097.70 | 1102.97 | 1108.24 | 1113.51 | 1118.78 | 1124.05 | 1129.32 | 1134.59 | 1139.86 | 1145.13 | 1150.40 | 1155.67 | 1160.94 | 1166.21 | 1171.48 | 1176.75 | 1182.02 | 1187.29 | 1192.56 | 1197.83 | 1203.10 | 1208.37 | 1213.64 | 1218.91 | 1224.18 | 1229.45 | 1234.72 | 1240.00 | 1245.27 | 1250.54 | 1255.81 | 1261.08 | 1266.35 | 1271.62 | 1276.89 | 1282.16 | 1287.43 | 1292.70 | 1297.97 | 1303.24 | 1308.51 | 1313.78 | 1319.05 | 1324.32 | 1329.59 | 1334.86 | 1340.13 | 1345.40 | 1350.67 | 1355.94 | 1361.21 | 1366.48 | 1371.75 | 1377.02 | 1382.29 | 1387.56 | 1392.83 | 1398.10 | 1403.37 | 1408.64 | 1413.91 | 1419.18 | 1424.45 | 1429.72 | 1435.00 | 1440.27 | 1445.54 | 1450.81 | 1456.08 | 1461.35 | 1466.62 | 1471.89 | 1477.16 | 1482.43 | 1487.70 | 1492.97 | 1498.24 | 1503.51 | 1508.78 | 1514.05 | 1519.32 | 1524.59 | 1529.86 | 1535.13 | 1540.40 | 1545.67 | 1550.94 | 1556.21 | 1561.48 | 1566.75 | 1572.02 | 1577.29 | 1582.56 | 1587.83 | 1593.10 | 1598.37 | 1603.64 | 1608.91 | 1614.18 | 1619.45 | 1624.72 | 1630.00 | 1635.27 | 1640.54 | 1645.81 | 1651.08 | 1656.35 | 1661.62 | 1666.89 | 1672.16 | 1677.43 | 1682.70 | 1687.97 | 1693.24 | 1698.51 | 1703.78 | 1709.05 | 1714.32 | 1719.59 | 1724.86 | 1730.13 | 1735.40 | 1740.67 | 1745.94 | 1751.21 | 1756.48 | 1761.75 | 1767.02 | 1772.29 | 1777.56 | 1782.83 | 1788.10 | 1793.37 | 1798.64 | 1803.91 | 1809.18 | 1814.45 | 1819.72 | 1825.00 | 1830.27 | 1835.54 | 1840.81 | 1846.08 | 1851.35 | 1856.62 | 1861.89 | 1867.16 | 1872.43 | 1877.70 | 1882.97 | 1888.24 | 1893.51 | 1898.78 | 1904.05 | 1909.32 | 1914.59 | 1919.86 | 1925.13 | 1930.40 | 1935.67 | 1940.94 | 1946.21 | 1951.48 | 1956.75 | 1962.02 | 1967.29 | 1972.56 | 1977.83 | 1983.10 | 1988.37 | 1993.64 | 1998.91 | 2004.18 | 2009.45 | 2014.72 | 2020.00 | 2025.27 | 2030.54 | 2035.81 | 2041.08 | 2046.35 | 2051.62 | 2056.89 | 2062.16 | 2067.43 | 2072.70 | 2077.97 | 2083.24 | 2088.51 | 2093.78 | 2099.05 | 2104.32 | 2109.59 | 2114.86 | 2120.13 | 2125.40 | 2130.67 | 2135.94 | 2141.21 | 2146.48 | 2151.75 | 2157.02 | 2162.29 | 2167.56 | 2172.83 | 2178.10 | 2183.37 | 2188.64 | 2193.91 | 2199.18 | 2204.45 | 2209.72 | 2215.00 | 2220.27 | 2225.54 | 2230.81 | 2236.08 | 2241.35 | 2246.62 | 2251.89 | 2257.16 | 2262.43 | 2267.70 | 2272.97 | 2278.24 | 2283.51 | 2288.78 | 2294.05 | 2299.32 | 2304.59 | 2309.86 | 2315.13 | 2320.40 | 2325.67 | 2330.94 | 2336.21 | 2341.48 | 2346.75 | 2352.02 | 2357.29 | 2362.56 | 2367.83 | 2373.10 | 2378.37 | 2383.64 | 2388.91 | 2394.18 | 2399.45 | 2404.72 | 2410.00 | 2415.27 | 2420.54 | 2425.81 | 2431.08 | 2436.35 | 2441.62 | 2446.89 | 2452.16 | 2457.43 | 2462.70 | 2467.97 | 2473.24 | 2478.51 | 2483.78 | 2489.05 | 2494.32 | 2499.59 | 2504.86 | 2510.13 | 2515.40 | 2520.67 | 2525.94 | 2531.21 | 2536.48 | 2541.75 | 2547.02 | 2552.29 | 2557.56 | 2562.83 | 2568.10 | 2573.37 | 2578.64 | 2583.91 | 2589.18 | 2594.45 | 2599.72 | 2605.00 | 2610.27 | 2615.54 | 2620.81 | 2626.08 | 2631.35 | 2636.62 | 2641.89 | 2647.16 | 2652.43 | 2657.70 | 2662.97 | 2668.24 | 2673.51 | 2678.78 | 2684.05 | 2689.32 | 2694.59 | 2700.86 | 2706.13 | 2711.40 | 2716.67 | 2721.94 | 2727.21 | 2732.48 | 2737.75 | 2743.02 | 2748.29 | 2753.56 | 2758.83 | 2764.10 | 2769.37 | 2774.64 | 2779.91 | 2785.18 | 2790.45 | 2795.72 | 2801.00 | 2806.27 | 2811.54 | 2816.81 | 2822.08 | 2827.35 | 2832.62 | 2837.89 | 2843.16 | 2848.43 | 2853.70 | 2858.97 | 2864.24 | 2869.51 | 2874.78 | 2880.05 | 2885.32 | 2890.59 | 2895.86 | 2901.13 | 2906.40 | 2911.67 | 2916.94 | 2922.21 | 2927.48 | 2932.75 | 2938.02 | 2943.29 | 2948.56 | 2953.83 | 2959.10 | 2964.37 | 2969.64 | 2974.91 | 2980.18 | 2985.45 | 2990.72 | 2996.00 | 3001.27 | 3006.54 | 3011.81 | 3017.08 | 3022.35 | 3027.62 | 3032.89 | 3038.16 | 3043.43 | 3048.70 | 3053.97 | 3059.24 | 3064.51 | 3069.78 | 3075.05 | 3080.32 | 3085.59 | 3090.86 | 3096.13 | 3101.40 | 3106.67 | 3111.94 | 3117.21 | 3122.48 | 3127.75 | 3133.02 | 3138.29 | 3143.56 | 3148.83 | 3154.10 | 3159.37 | 3164.64 | 3169.91 | 3175.18 | 3180.45 | 3185.72 | 3191.00 | 3196.27 | 3201.54 | 3206.81 | 3212.08 | 3217.35 | 3222.62 | 3227.89 | 3233.16 | 3238.43 | 3243.70 | 3248.97 | 3254.24 | 3259.51 | 3264.78 | 3270.05 | 3275.32 | 3280.59 | 3285.86 | 3291.13 | 3296.40 | 3301.67 | 3306.94 | 3312.21 | 3317.48 | 3322.75 | 3328.02 | 3333.29 | 3338.56 | 3343.83 | 3349.10 | 3354.37 | 3359.64 | 3364.91 | 3370.18 | 3375.45 | 3380.72 | 3386.00 | 3391.27 | 3396.54 | 3401.81 | 3407.08 | 3412.35 | 3417.62 | 3422.89 | 3428.16 | 3433.43 | 3438.70 | 3443.97 | 3449.24 | 3454.51 | 3459.78 | 3465.05 | 3470.32 | 3475.59 | 3480.86 | 3486.13 | 3491.40 | 3496.67 | 3501.94 | 3507.21 | 3512.48 | 3517.75 | 3523.02 | 3528.29 | 3533.56 | 3538.83 | 3544.10 | 3549.37 | 3554.64 | 3559.91 | 3565.18 | 3570.45 | 3575.72 | 3581.00 | 3586.27 | 3591.54 | 3596.81 | 3602.08 | 3607.35 | 3612.62 | 3617.89 | 3623.16 | 3628.43 | 3633.70 | 3638.97 | 3644.24 | 3649.51 | 3654.78 | 3660.05 | 3665.32 | 3670.59 | 3675.86 | 3681.13 | 3686.40 | 3691.67 | 3696.94 | 3702.21 | 3707.48 | 3712.75 | 3718.02 | 3723.29 | 3728.56 | 3733.83 | 3739.10 | 3744.37 | 3749.64 | 3754.91 | 3760.18 | 3765.45 | 3770.72 | 3776.00 | 3781.27 | 3786.54 | 3791.81 | 3797.08 | 3802.35 | 3807.62 | 3812.89 | 3818.16 | 3823.43 | 3828.70 | 3833.97 | 3839.24 | 3844.51 | 3849.78 | 3855.05 | 3860.32 | 3865.59 | 3870.86 | 3876.13 | 3881.40 | 3886.67 | 3891.94 | 3897.21 | 3902.48 | 3907.75 | 3913.02 | 3918.29 | 3923.56 | 3928.83 | 3934.10 | 3939.37 | 3944.64 | 3949.91 | 3955.18 | 3960.45 | 3965.72 | 3971.00 | 3976.27 | 3981.54 | 3986.81 | 3992.08 | 3997.35 | 4002.62 | 4007.89 | 4013.16 | 4018.43 | 4023.70 | 4028.97 | 4034.24 | 4039.51 | 4044.78 | 4050.05 | 4055.32 | 4060.59 | 4065.86 | 4071.13 | 4076.40 | 4081.67 | 4086.94 | 4092.21 | 4097.48 | 4102.75 | 4108.02 | 4113.29 | 4118.56 | 4123.83 | 4129.10 | 4134.37 | 4139.64 | 4144.91 | 4150.18 | 4155.45 | 4160.72 | 4166.00 | 4171.27 | 4176.54 | 4181.81 | 4187.08 | 4192.35 | 4197.62 | 4202.89 | 4208.16 | 4213.43 | 4218.70 | 4223.97 | 4229.24 | 4234.51 | 4239.78 | 4245.05 | 4250.32 | 4255.59 | 4260.86 | 4266.13 | 4271.40 | 4276.67 | 4281.94 | 4287.21 | 4292.48 | 4297.75 | 4303.02 | 4308.29 | 4313.56 | 4318.83 | 4324.10 | 4329.37 | 4334.64 | 4339.91 | 4345.18 | 4350.45 | 4355.72 | 4361.00 | 4366.27 | 4371.54 | 4376.81 | 4382.08 | 4387.35 | 4392.62 | 4397.89 | 4403.16 | 4408.43 | 4413.70 | 4418.97 | 4424.24 | 4429.51 | 4434.78 | 4440.05 | 4445.32 | 4450.59 | 4455.86 | 4461.13 | 4466.40 | 4471.67 | 4476.94 | 4482.21 | 4487.48 | 4492.75 | 4498.02 | 4503.29 | 4508.56 | 4513.83 | 4519.10 | 4524.37 | 4529.64 | 4534.91 | 4540.18 | 4545.45 | 4550.72 | 4556.00 | 4561.27 | 4566.54 | 4571.81 | 4577.08 | 4582.35 | 4587.62 | 4592.89 | 4598.16 | 4603.43 | 4608.70 | 4613.97 | 4619.24 | 4624.51 | 4629.78 | 4635.05 | 4640.32 | 4645.59 | 4650.86 | 4656.13 | 4661.40 | 4666.67 | 4671.94 | 4677.21 | 4682.48 | 4687.75 | 4693.02 | 4698.29 | 4703.56 | 4708.83 | 4714.10 | 4719.37 | 4724.64 | 4729.91 | 4735.18 | 4740.45 | 4745.72 | 4751.00 | 4756.27 | 4761.54 | 4766.81 | 4772.08 | 4777.35 | 4782.62 | 4787.89 | 4793.16 | 4798.43 | 4803.70 | 4808.97 | 4814.24 | 4819.51 | 4824.78 | 4830.05 | 4835.32 | 4840.59 | 4845.86 | 4851.13 | 4856.40 | 4861.67 | 4866.94 | 4872.21 | 4877.48 | 4882.75 | 4888.02 | 4893.29 | 4898.56 | 4903.83 | 4909.10 | 4914.37 | 4919.64 | 4924.91 | 4930.18 | 4935.45 | 4940.72 | 4946.00 | 4951.27 | 4956.54 | 4961.81 | 4967.08 | 4972.35 | 4977.62 | 4982.89 | 4988.16 | 4993.43 | 4998.70 | 5004.00 | 5009.27 | 5014.54 | 5019.81 | 5025.08 | 5030.35 | 5035.62 | 5040.89 | 5046.16 | 5051.43 | 5056.70 | 5061.97 | 5067.24 | 5072.51 | 5077.78 | 5083.05 | 5088.32 | 5093.59 | 5098.86 | 5104.13 | 5109.40 | 5114.67 | 5119.94 | 5125.21 | 5130.48 | 5135.75 | 5141.02 | 5146.29 | 5151.56 | 5156.83 | 5162.10 | 5167.37 | 5172.64 | 5177.91 | 5183.18 | 5188.45 | 5193.72 | 5199.00 | 5204.27 | 5209.54 | 5214.81 | 5220.08 | 5225.35 | 5230.62 | 5235.89 | 5241.16 | 5246.43 | 5251.70 | 5256.97 | 5262.24 | 5267.51 | 5272.78 | 5278.05 | 5283.32 | 5288.59 | 5293.86 | 5299.13 | 5304.40 | 5309.67 | 5314.94 | 5320.21 | 5325.48 | 5330.75 | 5336.02 | 5341.29 | 5346.56 | 5351.83 | 5357.10 | 5362.37 | 5367.64 | 5372.91 | 5378.18 | 5383.45 | 5388.72 | 5394.00 | 5399.27 | 5404.54 | 5409.81 | 5415.08 | 5420.35 | 5425.62 | 5430.89 | 5436.16 | 5441.43 | 5446.70 | 5451.97 | 5457.24 | 5462.51 | 5467.78 | 5473.05 | 5478.32 | 5483.59 | 5488.86 | 5494.13 | 5499.40 | 5504.67 | 5509.94 | 5515.21 | 5520.48 | 5525.75 | 5531.02 | 5536.29 | 5541.56 | 5546.83 | 5552.10 | 5557.37 | 5562.64 | 5567.91 | 5573.18 | 5578.45 | 5583.72 | 5589.00 | 5594.27 | 5599.54 | 5604.81 | 5610.08 | 5615.35 |  |
|---------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|---------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|



|                                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AFSTAND                                       | 246,98 | 249,33 | 253,59 | 254,78 | 256,29 | 275,23 | 280,24 | 280,93 | 281,91 | 285,23 | 288,82 | 292,23 | 295,72 | 296,43 | 297,32 | 302,87 |
| TERREINHOOGTE                                 | -0,34  | -0,30  | -0,16  | -0,15  | -0,11  | -0,30  | -0,25  | -0,26  | -0,27  | -0,28  | -0,29  | -0,30  | -0,31  | -0,32  | -0,33  | -0,34  |
| BOVENK. LEIDING t.o.v. N.A.P.                 | -3,20  |        |        |        |        | -11,40 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| MINIMUM DEKKING                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| AFSTAND t.b.v. CONSTRUCTIE                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| KENMERK                                       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| BOCHTEN R=25 D<br>INCL. BOCHTNR.              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| LEIDING GEGEVENS<br>INCL. WANDDIKTE/BEKLEDING |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

LEIDINGDIAMETER : DN300  
WANDDIKTE : 5,6mm / 7,1mm  
LEIDINGMATERIAAL : P235GH /P355NH  
COATING : PE / PP  
ONTWERPDRUK : 25 BARG  
TESTDRUK : 35 BARG VELDSTREKKING : 91,9 BARG KRUISING (GFT)  
ONTWERPTEMPORATUUR : 130°  
KEUR STOOMWEZEN :  
MIN. ELASTISCHE STRAAL : 1000D

| MATERIAALLIJST |        |              | BIJBEHORENDE TEKENINGEN |                              |              | OPMERKINGEN |  |
|----------------|--------|--------------|-------------------------|------------------------------|--------------|-------------|--|
| POS. NR.       | AANTAL | OMSCHRIJVING | DETAIL                  | TEKENING TITEL               | TEKNR.       |             |  |
|                |        |              |                         | ROUTEKAART 1                 | 1954001      |             |  |
|                |        |              |                         | DETAILTEKENING SPOORKRUISING | 1955001-bl.2 |             |  |
|                |        |              |                         | DETAILTEKENING SPOORKRUISING | 1955001-bl.3 |             |  |

1) BRON TOPOGRAFIE :  
2) COORDINATEN SYSTEEM :  
3) VOOR ONTWERPGEGEVENS ZIE OVERZICHTSTEKENING  
4) PEILMATEN t.o.v. N.A.P. IN METERS  
5) MATEN IN METERS  
6) ► ◄ BEGIN- RESP. EINDE ELASTISCHE STRAAL

TEBODIN

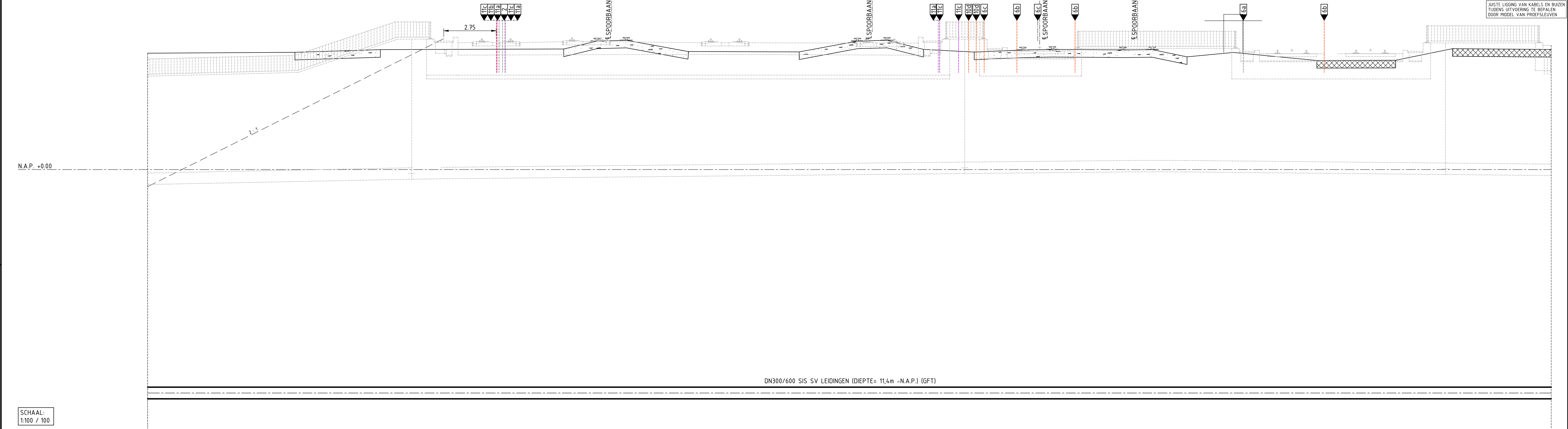
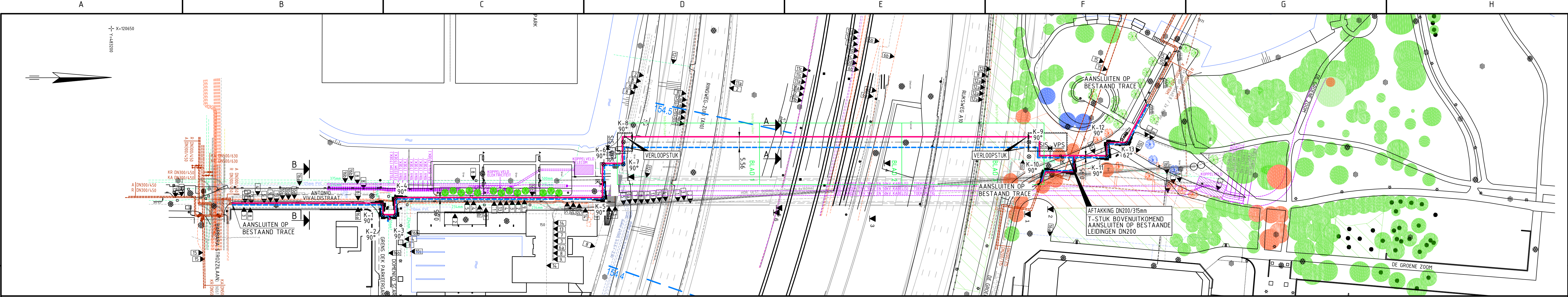
DETAILKAART 1  
KR. RINGWEG A10 +  
SPOORKRUISING

TER INFORMATIE

04 DEC 2014

TEBODIN

|           |                 |          |    |        |       |      |    |             |       |     |    |                |         |      |   |     |   |      |   |
|-----------|-----------------|----------|----|--------|-------|------|----|-------------|-------|-----|----|----------------|---------|------|---|-----|---|------|---|
| Vestiging | PIPELINES NETH. | Afdeling | 19 | Schaal | 1:100 | Form | A1 | Ordernummer | 47216 | Sub | 00 | Tekeningnummer | 1955001 | Blad | 1 | van | 3 | Wijz | C |
|-----------|-----------------|----------|----|--------|-------|------|----|-------------|-------|-----|----|----------------|---------|------|---|-----|---|------|---|



|                                                           |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SCHAAL:<br>1:100 / 100                                    |  | DN300/600 SIS SV LEIDINGEN (DIEPTE= 11,4m -N.A.P.) (GFT) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| AFSTAND                                                   |  | 37238                                                    | 37188 | 37138 | 37088 | 37038 | 36988 | 36938 | 36888 | 36838 | 36788 |
| TERREINHOOGTE                                             |  | -4.5                                                     | -4.29 | -4.03 | -3.77 | -3.51 | -3.25 | -2.99 | -2.73 | -2.47 | -2.21 |
| BOVENK. LEIDING t.o.v. N.A.P.                             |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MINIMUM DEKKING                                           |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| AFSTAND t.b.v. CONSTRUCTIE                                |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| KENMERK                                                   |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| BOCHTEN R=25 D (frenzij anders vermeld)<br>INCL. BOCHTNR. |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| LEIDING GEGEVENS<br>INCL. WANDDIKTE/BEKLEDING             |  |                                                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

LEIDINGDIAMETER : DN300  
WANDDIKTE: 5.6mm / 7.1mm  
LEIDINGMATERIAAL : P235GH /P355NH  
COATING : PE / PP  
ONTWERPDRUK : 25 BARG  
TESTDRUK : 35 BARG VELDSTREKKING : 91.9 BARG KRUISING (GFT)  
ONTWERPTEMPERATUUR : 130°  
KEUR STOOMWEZEN :  
MIN. ELASTISCHE STRAAL : 1000D

| MATERIAALLIJST |        | BIJBEHORENDE TEKENINGEN |                               | OPMERKINGEN                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|--------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| POS. NR.       | AANTAL | DETAIL                  | TEKENING TITEL                |                                                                                                                                                                                                                 |
|                |        |                         | ROUTEKAART 1                  | 1) BRON TOPOGRAFIE :<br>2) COORDINATEN SYSTEEM :<br>3) VOOR ONTWERPGEGEVENS ZIE OVERZICHTSTEKENING<br>4) PEILMATEN t.o.v. N.A.P. IN METERS<br>5) MATEN IN METERS<br>6) ► ◄ BEGIN- RESP. EINDE ELASTISCHE STRAAL |
|                |        |                         | DETAILTEKENING SPOORKRUISSING |                                                                                                                                                                                                                 |
|                |        |                         | DETAILTEKENING SPOORKRUISSING |                                                                                                                                                                                                                 |

OPDRACHTGEVER: NUON WARMTE

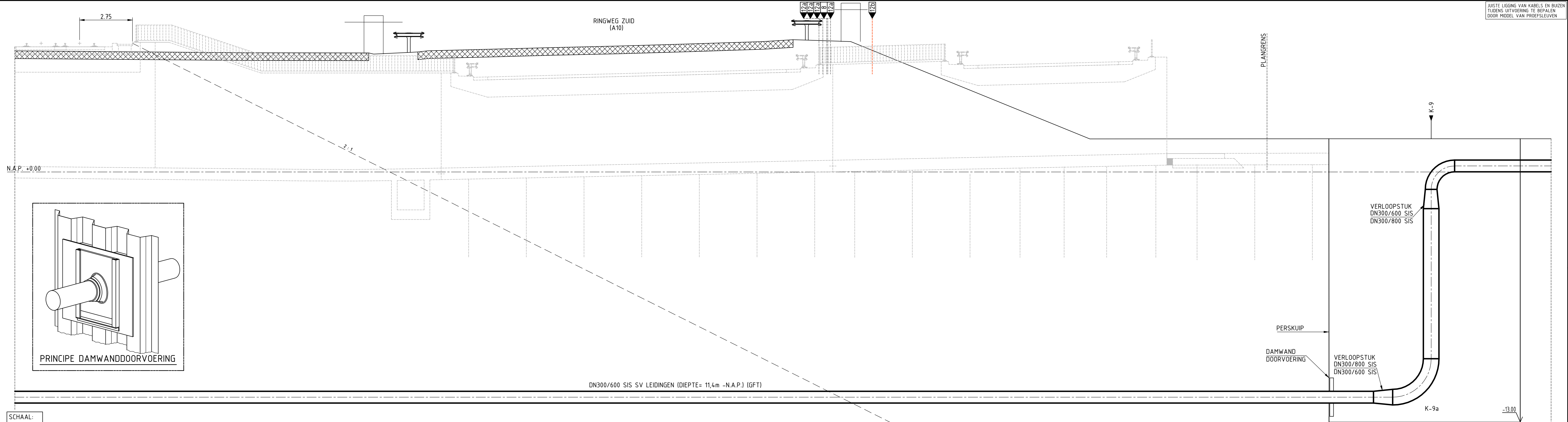
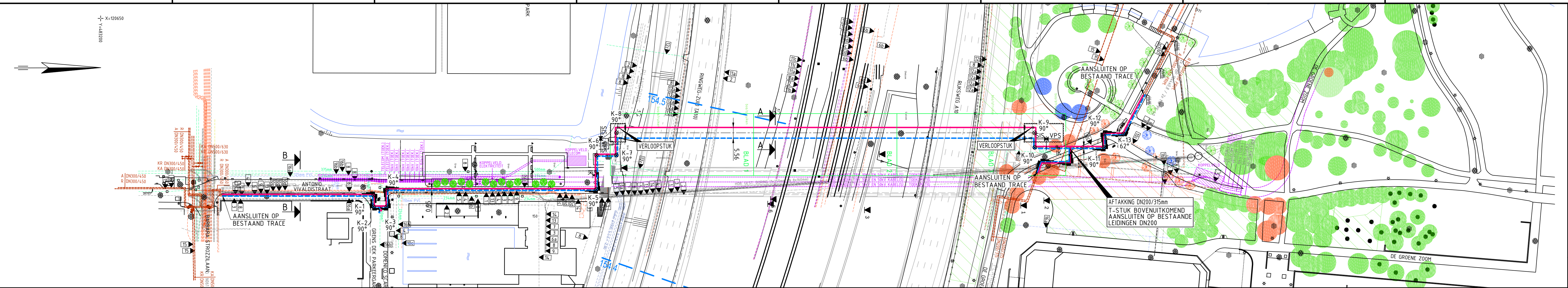
PROJECT: DEFINITIEF ONTWERP GESLOTEN FRONTBORING SIS ONDER RIJKSWEG A10

TEBODIN

DETAILKAART 2  
KR. RINGWEG A10 +  
SPOORKRUISSING

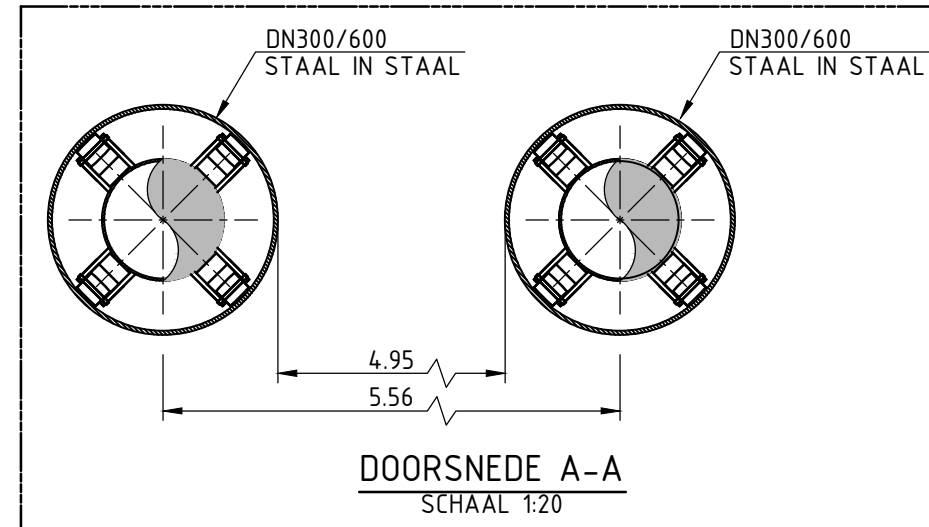
TER INFORMATIE  
04 DEC 2014  
TEBODIN

|                 |          |        |      |             |     |                |      |     |      |
|-----------------|----------|--------|------|-------------|-----|----------------|------|-----|------|
| Vestiging       | Afdeling | Schaal | Form | Ordernummer | Sub | Tekeningnummer | Blad | van | Wijz |
| PIPELINES NETH. | 19       | 1:100  | A1   | 47216       | 00  | 1955001        | 2    | 3   | C    |



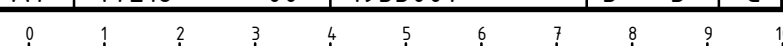
| SCHAAL:<br>1:100 / 100                                   |                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AFSTAND                                                  | -6.20 -6.34<br>-6.99 -6.86<br>-6.24 -6.16<br>-6.38 -6.18<br>-6.47 -6.22<br>-6.55 -6.67<br>-6.66 -6.80<br>-6.78 -6.22<br>-6.88 -6.36<br>-7.58 -6.39<br>-6.78 -6.68<br><br>-1.72 -6.49<br><br>-1.73 -6.87 |
| TERREINHOOGTE                                            |                                                                                                                                                                                                         |
| BOVENK. LEIDING t.o.v. N.A.P.                            | -11.40                                                                                                                                                                                                  |
| MINIMUM DEKKING                                          | +0.62                                                                                                                                                                                                   |
| AFSTAND t.b.v. CONSTRUCTIE                               |                                                                                                                                                                                                         |
| KENMERK                                                  | PERSING                                                                                                                                                                                                 |
| BOCHTEN R=25 D (tenzij anders vermeld)<br>INCL. BOCHTNR. | HOR. BOCHT<br>R=9/K=32<br>0%                                                                                                                                                                            |
| LEIDING GEGEVENS<br>INCL. WANDDIKTE/BEKLEDING            | DN300/600mm STAAL-IN-STAAI COATING UITWENDIG; PE (T.P.V.BORING COATING UITWENDIG; PP MINIMUM W.D. 6.0mm)<br>MEDIUMBUI P235GH W.D. 7.1mm MANTELBUIS P355NH W.D.9.5mm                                     |

LEIDINGDIAMETER : DN300  
WANDDIKTE: 5,6mm / 7,1mm  
LEIDINGMATERIAAL : P235GH / P355NH  
COATING : PE / PP  
ONTWERPDRUK : 25 BARG  
TESTDRUK : 35 BARG VELDSTREKKING  
: 91,9 BARG KRUISING (GFT)  
ONTWERPTEMPERATUUR : 130°  
KEUR STOOMWEZEN :  
MIN. ELASTISCHE STRAAL : 1000D

[illegible]

| OPMERKINGEN |                                             |
|-------------|---------------------------------------------|
| 1)          | BRON TOPOGRAFIE :                           |
| 2)          | COORDINATEN SYSTEEM :                       |
| 3)          | VOOR ONTWERPGEGEVENS ZIE OVERZICHTSTEKENING |
| 4)          | PEILMATEN f.o.v. N.A.P. IN METERS           |
| 5)          | MATEN IN METERS                             |
| 6)          | ▶ ◀ BEGIN- RESP. EINDE ELASTISCHE STRAAL    |

|                                                                                       |                               |                 |                                                                                                                  |                      |           |                           |           |          |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|---------------------------|-----------|----------|-----|
| MEDIUMBUIS W.D.7.1mm P355 K9a DN300/800mm                                             |                               |                 |                                                                                                                  |                      |           |                           |           |          |     |
| C                                                                                     | 04-12-'14, KUIP VERPLAATST    |                 |                                                                                                                  |                      |           | EDMN                      | JSLN HKJS |          |     |
| B                                                                                     | 20-10-'14 ROLLAGERS GEWIJZIGD |                 |                                                                                                                  |                      |           | EDMN                      | JSLN HKJS |          |     |
| 0                                                                                     | 26-09-'14 EERSTE UITGAVE      |                 |                                                                                                                  |                      |           | EDMN                      | JSLN HKJS |          |     |
| Wiz                                                                                   | Datum                         | Omschrijving    |                                                                                                                  |                      |           | Ontwerp door              | Gec       | Gezien   |     |
| Opdrachtgever<br>NUON WARMTE                                                          |                               |                 |                                                                                                                  |                      |           |                           |           |          |     |
| Project<br>DEFINITIEF ONTWERP GESLOTEN FRONTBORING SIS ONDER RIJKSWEG A10             |                               |                 |                                                                                                                  |                      |           |                           |           |          |     |
|  |                               |                 | Titel<br>DETAILKAART 3<br>KR. RINGWEG A10 +<br>SPOORKRUISING                                                     |                      |           |                           |           |          |     |
|                                                                                       |                               |                 | <div data-bbox="2730 1915 2920 2022"> <div>TER INFORMATIE</div> <div>04 DEC 2014</div> <div>TEBODIN</div> </div> |                      |           |                           |           |          |     |
| Vestiging<br>PIPELINES NETH.                                                          | Afdeling<br>19                | Schaal<br>1:100 | Form<br>A1                                                                                                       | Ordernummer<br>47216 | Sub<br>00 | Tekeningnummer<br>1955001 | Blad<br>1 | van<br>3 | Wiz |



## Geotechnisch advies

Ten behoeve van de aanleg van een  
stadsverwarmingsleiding ter plaatse van de A10  
Zuidas (nabij de Vivaldistraat) te Amsterdam

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| projectnr.  | 11191-271004    |
| documentnr. | 271004-GMO      |
| revisie     | 00              |
| datum       | 03 oktober 2014 |

## Opdrachtgever

Tebodin Netherlands B.V  
Postbus 16029  
2500 BA DEN HAAG

datum vrijgave  
03 oktober 2014

beschrijving revisie 00  
definitief rapport

goedkeuring  
J.L. de Jong

vrijgave  
A.J. Brandsma

**Datum van uitgave:**

03 oktober 2014

**Contactadres:**

Tolhuisweg 57  
8443 DV HEERENVEEN  
Postbus 24  
8440 AA HEERENVEEN

Copyright © 2014

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

## Inhoud

Blz.

|          |                                                              |           |
|----------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>                                       | <b>3</b>  |
| 1.1      | Aanleiding en doel .....                                     | 3         |
| 1.2      | Referenties .....                                            | 3         |
| 1.3      | Normen en Richtlijnen .....                                  | 3         |
| 1.4      | Kwaliteitswaarborging .....                                  | 4         |
| 1.5      | Leeswijzer .....                                             | 4         |
| <b>2</b> | <b>Informatievoorziening en onderzoeksplan .....</b>         | <b>5</b>  |
| 2.1      | Algemeen .....                                               | 5         |
| 2.2      | Laboratoriumresultaten .....                                 | 5         |
| 2.3      | Niveau monsternamen .....                                    | 5         |
| <b>3</b> | <b>Projectgegevens .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>Grondonderzoek .....</b>                                  | <b>8</b>  |
| 4.1      | Sonderingen .....                                            | 8         |
| 4.1.1    | <i>Werkzaamheden sonderen .....</i>                          | <i>8</i>  |
| 4.1.2    | <i>Handboringen .....</i>                                    | <i>8</i>  |
| 4.1.3    | <i>Resultaten .....</i>                                      | <i>8</i>  |
| 4.2      | Geotechnische verkenningsboringen .....                      | 8         |
| 4.2.1    | <i>Werkzaamheden .....</i>                                   | <i>8</i>  |
| 4.2.2    | <i>Resultaten .....</i>                                      | <i>8</i>  |
| 4.2.3    | <i>Inmeting .....</i>                                        | <i>9</i>  |
| 4.3      | Afwijkingen .....                                            | 9         |
| 4.4      | Geotechnisch laboratoriumonderzoek .....                     | 9         |
| 4.5      | Toelichting geotechnisch laboratoriumonderzoek .....         | 9         |
| 4.5.1    | <i>Labclassificatie .....</i>                                | <i>9</i>  |
| 4.5.2    | <i>Visuele classificatie .....</i>                           | <i>9</i>  |
| 4.5.3    | <i>Korrelgrootteverdeling .....</i>                          | <i>9</i>  |
| 4.5.4    | <i>Volumegewicht en watergehalte incl. poriëngetal .....</i> | <i>10</i> |
| 4.5.5    | <i>Samendrukking (5-traps) .....</i>                         | <i>10</i> |
| <b>5</b> | <b>Bodemopbouw .....</b>                                     | <b>11</b> |
| 5.1      | Beschrijving .....                                           | 11        |
| 5.2      | Grondwater .....                                             | 11        |
| 5.3      | Geotechnisch lengteprofiel .....                             | 11        |
| <b>6</b> | <b>Leidingberekeningen .....</b>                             | <b>12</b> |
| 6.1      | Grondparameters .....                                        | 12        |
| 6.2      | Uitgangspunten berekening leidingparameters .....            | 12        |
| 6.3      | Prognose boorfrontdrukken en perskracht .....                | 13        |
| 6.4      | Beschouwde risicofactoren .....                              | 13        |
| 6.4.1    | <i>Slappe grondlagen en los zand .....</i>                   | <i>14</i> |
| 6.4.2    | <i>Grind .....</i>                                           | <i>14</i> |
| 6.4.3    | <i>Zwerfkeien .....</i>                                      | <i>14</i> |
| 6.4.4    | <i>Maaiveldvervorming en zettingen .....</i>                 | <i>14</i> |

|              |                                                             |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6.5</b>   | <b>Kwel.....</b>                                            | <b>16</b> |
| <b>6.5.1</b> | <b>Kwel algemeen .....</b>                                  | <b>16</b> |
| <b>6.5.2</b> | <b>Risicobepaling.....</b>                                  | <b>16</b> |
| <b>6.5.3</b> | <b>Aandachtspunt.....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>7</b>     | <b>Zettingen .....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>7.1</b>   | <b>Geometrie.....</b>                                       | <b>17</b> |
| <b>7.2</b>   | <b>Grondparameters.....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>7.3</b>   | <b>Berekeningsmethode .....</b>                             | <b>18</b> |
| <b>7.4</b>   | <b>Resultaten.....</b>                                      | <b>18</b> |
| <b>8</b>     | <b>Trekcapaciteit palen/ankers .....</b>                    | <b>19</b> |
| <b>8.1</b>   | <b>Algemeen.....</b>                                        | <b>19</b> |
| <b>8.2</b>   | <b>Gehanteerde uitgangspunten .....</b>                     | <b>19</b> |
| <b>8.3</b>   | <b>Geotechnisch draagvermogen.....</b>                      | <b>19</b> |
| <b>8.4</b>   | <b>Aanbevelingen .....</b>                                  | <b>20</b> |
| <b>9</b>     | <b>Risicofactoren damwandwerkzaamheden.....</b>             | <b>21</b> |
| <b>9.1</b>   | <b>Algemeen.....</b>                                        | <b>21</b> |
| <b>9.2</b>   | <b>Intrillen damwand.....</b>                               | <b>21</b> |
| <b>9.3</b>   | <b>Maaiveldzakking door intrillen.....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>9.4</b>   | <b>Vervormingen ten gevolge van damwanduitbuiging .....</b> | <b>22</b> |

#### Bijlagen

|                   |                                                   |           |
|-------------------|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bijlage 1</b>  | <b>Situatietekening .....</b>                     | <b>1</b>  |
| <b>Bijlage 2</b>  | <b>Sondeergrafieken DKM001 en DKM002.....</b>     | <b>2</b>  |
| <b>Bijlage 3</b>  | <b>Boorstaten B001 t/m B004.....</b>              | <b>3</b>  |
| <b>Bijlage 4</b>  | <b>Tabel X-,Y- en Z-coördinaten .....</b>         | <b>4</b>  |
| <b>Bijlage 5</b>  | <b>Labclassificatiestatens B002 en B003 .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>Bijlage 6</b>  | <b>Volumegewicht en watergehalte .....</b>        | <b>6</b>  |
| <b>Bijlage 7</b>  | <b>Korrelgrootteverdeling .....</b>               | <b>7</b>  |
| <b>Bijlage 8</b>  | <b>Samendrukkingsproeven .....</b>                | <b>8</b>  |
| <b>Bijlage 9</b>  | <b>Doorsnede Regis II.....</b>                    | <b>9</b>  |
| <b>Bijlage 10</b> | <b>Grondwaterstandsgegevens.....</b>              | <b>10</b> |
| <b>Bijlage 11</b> | <b>Geotechnisch lengteprofiel .....</b>           | <b>11</b> |
| <b>Bijlage 12</b> | <b>Grondmechanische leidingparameters .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Bijlage 13</b> | <b>Resultaten berekening D-Geo Pipeline .....</b> | <b>13</b> |
| <b>Bijlage 14</b> | <b>Resultaten Zettingsberekening.....</b>         | <b>14</b> |
| <b>Bijlage 15</b> | <b>Resultaten berekening D-Foundations.....</b>   | <b>15</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Tebodin Netherlands B.V. is door Antea Group een grondonderzoek en geotechnisch advies opgesteld ten behoeve van de aanleg van de aanleg van een stadsverwarmingsleiding ter plaatse van de A10 Zuidas (nabij de Vivaldistraat) te Amsterdam.

Aanleiding tot het geotechnisch advies is de voorgenomen realisatie van warmtetransportleidingen onder de rijksweg A10. De leidingen worden aangelegd door middel van boring uitgevoerd middels een gesloten fronttechniek op een diepte van N.A.P. –11,4 m. De onderkant van de ontvang- en perskuip (vloer) zal op een diepte van N.A.P. –13,0 m worden aangelegd.

In dit advies worden ten behoeve van de aanleg van de leidingen de tijdens het boorproces te verwachten boorfrontdrukken bepaald. Tevens worden voor de leidingen de te hanteren grondmechanische leidingparameters bepaald en wordt het risico op kwel langs de leidingen onderzocht. Daarnaast is een berekening van de te verwachten zettingen ten gevolge van terreinophoging uitgevoerd. Verder zijn in dit rapport voor de realisatie van de perskuipen de opneembare trekkrachten van ankerpalen berekend. Ten slotte zijn vanuit geotechnisch oogpunt de risico's van het aanbrengen van damwanden voor de realisatie van de perskuipen geïnventariseerd.

## 1.2 Referenties

De volgende gegevens en/of rapportages zijn gebruikt voor de berekening:

- [1] Grondonderzoek Oostelijke Kruising/Zuidas, MOS Grondmechanica, rapportnummer R400808-RH\_2, d.d. 27-8-2008.
- [2] Routekaart 1, Definitief ontwerp gesloten frontboring SIS onder rijksweg A10, Tebodin, tekeningnummer 1954001, d.d. 01 januari 2012;
- [3] Detailkaart gesloten frontboring Nuon DN300/600 staal-in-staal A10 Zuidas Amsterdam, Tebodin, Tekeningnummer 1955001, d.d. 31 oktober 2013;
- [4] Grond- en grondwatergegevens in de omgeving van het project opgevraagd via DINOloket van TNO.

## 1.3 Normen en Richtlijnen

De volgende Normen en Richtlijnen zijn van toepassing voor de berekening:

- [5] NEN 3650:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemene eisen
- [6] NEN 9997-1+C1:2012 Geotechnisch ontwerp van Constructies – Deel 1: Algemene regels, april 2012;
- [7] CUR 162 Construeren met grond, 2e druk, april 1993;
- [8] CUR 166 Damwandconstructies, 6e herziene druk, juli 2012;
- [9] CUR 236 Ankerpalen, 1e druk, november 2011.

In het rapport zal middels vierkante haken [x] worden verwezen naar de genoemde rapporten, referenties en richtlijnen.

## **1.4 Kwaliteitswaarborging**

De uitvoering van de boringen, het nemen van de grondmonsters en de conservering is verricht conform de eisen, zoals beschreven in de BRL SIKB 2100, 'Mechanisch Boren', en het daarbij behorende VKB-protocol 2101. Dit rapport draagt daarom het keurmerk 'Kwaliteitswaarborg bodembeheer SIKB'.

Het plaatsen van de peilbuizen is uitgevoerd conform BRL-SIKB 2000 inclusief het protocol 2001.

De sonderingen zijn daarnaast verricht conform NEN 5140 (Geotechniek, Bepaling van de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand van grond, elektrische sondeermethode, klasse 2). Eventuele afwijkingen van de verticaal van de sondeerstreng zijn gecontroleerd met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter.

## **1.5 Leeswijzer**

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk volgt in het tweede hoofdstuk het onderzoeksplan. In hoofdstuk 3 wordt een omschrijving van het project gegeven. In hoofdstuk 4 wordt het uitgevoerde grondonderzoek behandeld. Vervolgens staat in hoofdstuk 5 de bodemopbouw beschreven. Hoofdstuk 6 behandelt de aan te leggen leiding. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de te verwachten zettingen door terreinophogingen. In hoofdstuk 8 wordt de funderingswijze besproken. In hoofdstuk 9 staat de uitvoering van damwanden beschreven.

In de bijlagen zijn de uitgevoerde grondonderzoeken, en resultaten van de uitgevoerde berekeningen opgenomen.

## **2 Informatievoorziening en onderzoeksplan**

### **2.1 Algemeen**

Op basis van eisen en randvoorwaarden uit de NEN-3650 serie en NEN-9997-1+C1 is het onderzoeksplan voor het grondmechanisch rapport vastgesteld en uitgevoerd. Door de beperkte mogelijkheden om nabij de aan te leggen leiding onderzoek uit te kunnen voeren, kan het zijn dat enkele onderzoekspunten niet optimaal zijn gepositioneerd ten opzicht van het leidingtracé.

### **2.2 Laboratoriumresultaten**

Het geotechnisch onderzoek heeft, naast veldonderzoek, ook bestaan uit laboratoriumonderzoek. Het uitgevoerde laboratoriumonderzoek is gebruikt om te beoordelen of te hanteren grondparameterwaarden conform de norm niet te optimistisch of te pessimistisch zijn. Daar waar er aanleiding toe is, zijn de (norm) waarden gewijzigd. De in de berekeningen gehanteerde waarden zijn gebaseerd op het laboratoriumonderzoek, al dan niet in combinatie met overige informatie, zoals de waarden uit tabel 2.b uit de NEN-9997-1+C1.

### **2.3 Niveau monstername**

Het is gebruikelijk dat de diepte van de monstername wordt uitgedrukt in een meters minus maaiveld. Aan de hand van de boorstaten is voor de monsters het niveau ten opzichte van N.A.P. te herleiden.

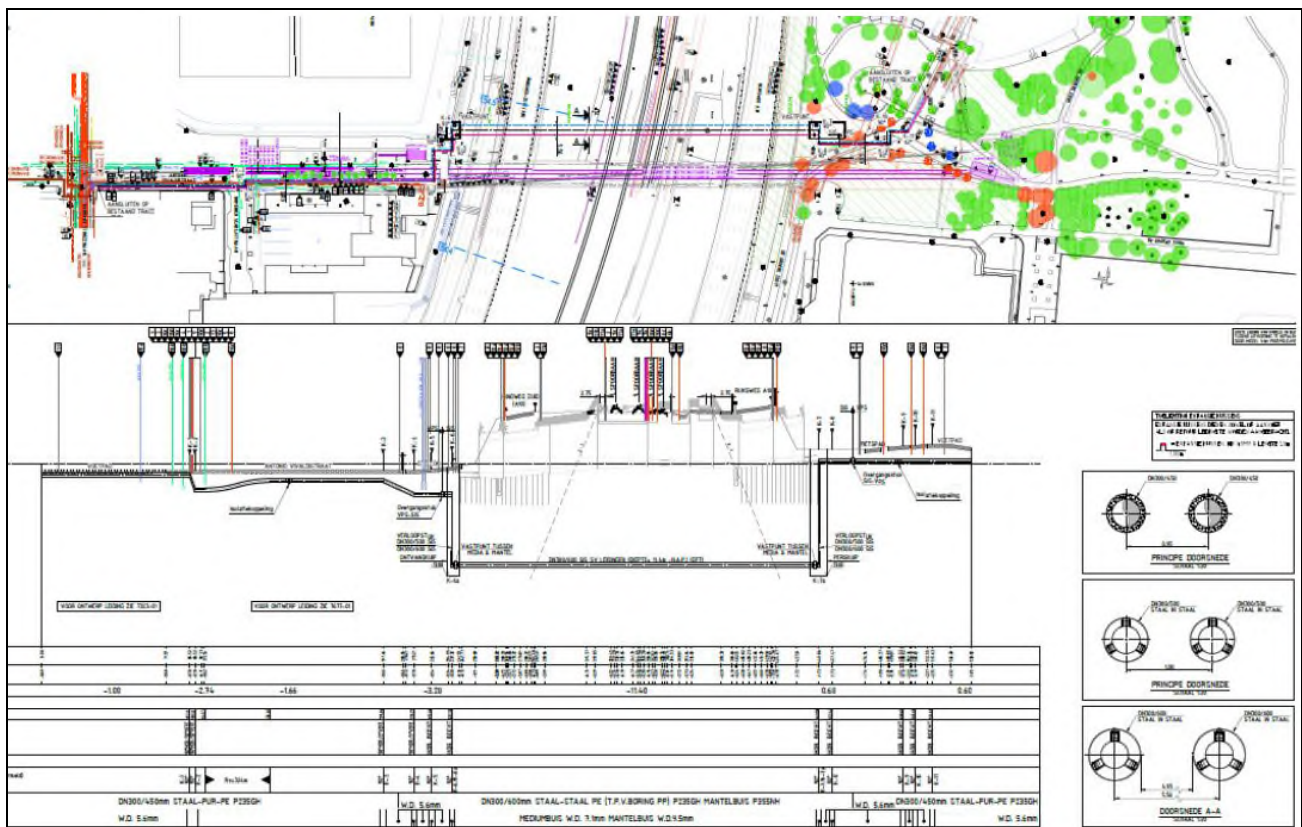
### 3 Projectgegevens

Het project bestaat uit het realiseren van warmtetransportleidingen onder de rijksweg A10. Het betreft een aanvoer en retour leiding, die bestaan uit een stalen leiding met een diameter 323,9 mm. De leidingkruising met de A10 wordt aangelegd door middel van een gesloten fronttechniek op een diepte van N.A.P. -11,4 m (bovenzijde-leiding). Aan weerszijden van de A10 zal e.e.a. worden aangesloten door middel van een leiding gelegd in open sleuf.

Ter plaatse van de door gesloten frontboring aan te brengen leiding (onder de A10) is de leiding gelegen in een mantel, waardoor een staal in staal leiding ontstaat met een diameter 609,6 mm (DN300/600).

Ter plaatse van de door gesloten frontboring aan te brengen leiding (onder de A10) is de leiding gelegen in een mantel, waardoor een staal in staal leiding ontstaat met een diameter 609,6 mm (DN300/600). Ter plaatse van de pers- en ontvangstuip wordt overgegaan van staal-in-staal leiding DN300/600 naar een DN300/800. De onderbocht en verticale opkomers hebben een diameter van DN300/800, voor de bovenbocht zit een reduceerstuk naar DN300/600, in de veldstrekking zit de overgang van DN300/600 naar DN300/450 ST.PUR-PE.

In figuur 3.1 is een en ander ter verduidelijking weergegeven.



Figuur 3.1 Overzicht leidingtracé

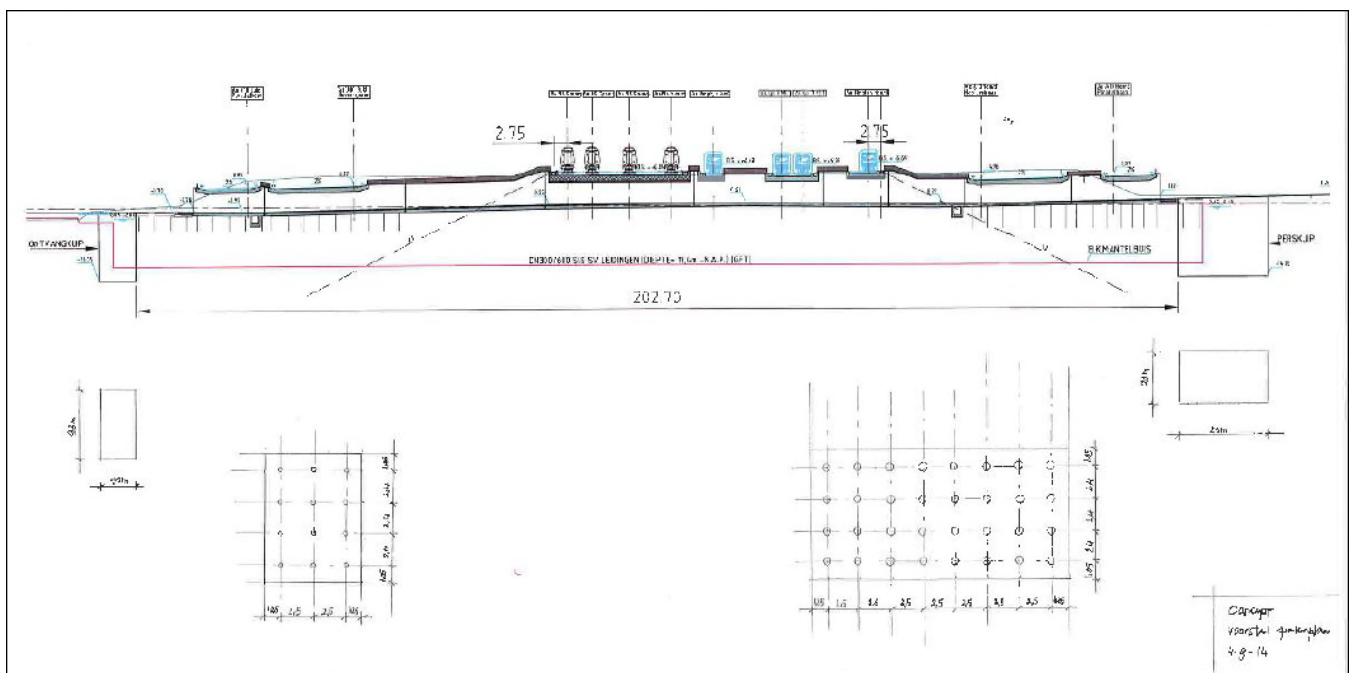
Om de leiding aan te brengen zullen een pers- en ontvangstuip worden aangelegd. De onderkant (vloer) van zowel de pers- als de ontvangstuip zal worden aangelegd op een diepte van N.A.P. -13,0 m. De pers- en ontvangstuip worden gerealiseerd door middel van stalen damwand kuipen.

Het plankpuntniveau, inheidiepte planken, is 25,0 m minus maaiveld, het te hanteren planktype is vooralsnog niet bekend. De bouwkuip wordt voorzien van twee stempelramen per kuip op nog nader te bepalen dieptes.

In de put zal een verankerde onderwaterbetonvloer worden aangelegd. Op deze circa 1 m dikke betonvloer wordt ten behoeve van de definitieve leidingaanleg een zandbed met een dikte van ongeveer 1 m aangebracht. Na realisatie van de leiding, zullen de damwanden in de grond achterblijven en op circa 0,5 m onder de leiding worden afgebrand.

Van de onder de onderwaterbetonvloer toe te passen trekelementen (palen/ankers) is bekend dat ze worden aangebracht met een hart-op-hart afstand van 2,4 m x 2,5 m. De trekbelastingen op de trekelementen kunnen volgens opgave oplopen tot waarden van circa  $F_{t,d} = 920 \text{ kN}$  ( $F_{t,rep} = 725 \text{ kN}$ ).

In de figuur 3.2 is het concept voorstel palenplan weergegeven.



Figuur 3.2 Concept voorstel palenplan

## 4 Grondonderzoek

### 4.1 Sonderingen

#### 4.1.1 *Werkzaamheden sonderen*

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 25 en 27 augustus 2014 met een sondeerwagen en midi sondeerrups en hebben bestaan uit:

- 2 sonderingen met meting van de plaatselijke kleeft (code 'DKM') tot een diepte van maximaal 30 m- maaiveld.

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn in overleg met de opdrachtgever vastgesteld. De locaties van de sonderingen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

De sonderingen met code 'DKM' zijn verricht met de elektrische kleeftmantelconus.

#### 4.1.2 *Handboringen*

Om een beter inzicht te krijgen in de samenstelling van de bovenste lagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn er 2 boringen gemaakt (B001 en B004). Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan zijn de boorprofielen vastgelegd. De ligging van de boringen zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1. De boorstaten zijn weergegeven in bijlage 3.

#### 4.1.3 *Resultaten*

In bijlage 2 zijn de verkregen sondeerresultaten grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet zijn tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de verschillende grondsoorten en geeft derhalve een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. In de sondeergrafieken zijn de diepten gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

### 4.2 Geotechnische verkenningsboringen

#### 4.2.1 *Werkzaamheden*

De werkzaamheden zijn uitgevoerd op 26 augustus 2014. De boringen zijn verricht met een pulsboor systeem en hebben bestaan uit:

- 2 boringen met geroerde en ongeroerde monsternamen + 2 peilbuizen tot 17 m- maaiveld (B002 en B003).

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn in totaal 33 ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. Daarnaast zijn er 2 geroerde monsters genomen.

#### 4.2.2 *Resultaten*

De boorpunten staan weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. De boorstaten zijn opgenomen in bijlage 3. De diepte en nummering van de grondmonsters staan vermeld op de betreffende boorstaat. Tijdens de boor- en bemonsteringswerkzaamheden is het bodemmateriaal zowel lithologisch als visueel onderzocht. Bij het lithologische onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd conform de NEN 5104. Bij het visuele onderzoek worden de waarneembare afwijkingen ten aanzien van de kleur en geur van het bodemmateriaal beschreven.

Visueel zijn geen bijmengingen of afwijkingen aan het bodemmateriaal vastgesteld. Tijdens het veldwerk is geen asbestverdacht materiaal aangetroffen.

#### **4.2.3 Inmeting**

Met behulp van 06-GPS zijn de Rijksdriehoekscoördinaten (nauwkeurigheid 0,5 m) en de hoogte ten opzichte van N.A.P. (nauwkeurigheid 0,05 m) van de onderzoekspunten bepaald. Deze X-, Y en Z-coördinaten staan vermeld in de tabel in bijlage 4.

Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

#### **4.3 Afwijkingen**

Het sondeonderzoek is uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22476-1 NEN 5140. Er is niet afgeweken van de geldende Beoordelingsrichtlijn(en), BRL-SIKB 2100, protocol 2101 en BRL-SIKB 2000, protocol 2001.

#### **4.4 Geotechnisch laboratoriumonderzoek**

Binnengekomen ongeroerde grondmonsters worden gecontroleerd op visuele beschadigingen en op de juiste wijze van identificatie (label). Na inname worden de ongeroerde grondmonsters ingewogen en wordt de lengte van de inhoud bepaald (indicatief nat volumegewicht bepaling). Na deze handelingen worden de ongeroerde monsters in een geconditioneerde ruimte opgeslagen. Geroerde monsters worden gecontroleerd op de juiste wijze van opslag (luchtdicht). Nadat de laboratoriumspecificaties bekend zijn, worden de monsters hetzij uitgedrukt dan wel opengesneden. Monsters in een Ackermann steekbus worden met behulp van een hydraulische pers langzaam uitgedrukt en op een steunend ondervlak gelegd. Het geotechnisch laboratoriumonderzoek heeft bestaan uit:

Classificatieproeven:

- 5 maal korrelgrootteverdeling incl. bepaling fijne fractie (2  $\mu$ m – 63 mm)
- 15 maal volumegewicht en watergehalte incl. poriëngetal

Consolidatieproeven

- 6 maal samendrukking (5-traps)

#### **4.5 Toelichting geotechnisch laboratoriumonderzoek**

##### **4.5.1 Labclassificatie**

De grondmonsters zijn geclassificeerd volgens de NEN 5104. De gegevens zijn verwerkt in de labclassificatiestaten, zie bijlage 5.

##### **4.5.2 Visuele classificatie**

De grondmonsters worden geclassificeerd volgens de NEN 5104. Op aanvraag kunnen de verschillende grondlagen geologisch worden beschreven volgens de Standaard Boor Beschrijvingsmethode versie 5.1 (TNO).

##### **4.5.3 Korrelgrootteverdeling**

Om de fractieverdeling van de korrels van de verschillende grondsoorten te kunnen bepalen, zijn er 2 mogelijkheden voor beproeving. De delen groter dan 63 micron ( $\mu$ m) worden gescheiden door het materiaal op een stapel zeven mechanisch te schudden. De delen kleiner dan 63 micron ( $\mu$ m) worden gescheiden door het verschil in bezinksnelheid van de verschillende fracties. Deze methode berust op de 'Wet van Stokes': de bezinksnelheid van vaste deeltjes met een gegeven radius en soortelijk gewicht in een stilstaande vloeistof met een bekende viscositeit bij een beproevings temperatuur. Een korrelverdelingsdiagram kan worden gepresenteerd ten opzichte van de droge stof (totaal monster) of ten opzichte van het mineraal deel (organische stof is verwijderd).

Nadat het monster is gedroogd, wordt een bepaalde hoeveelheid overgebracht in een bekersglas. Daarna wordt aan dit monster een peptisatoroplossing toegevoegd om uitvlokking te voorkomen. Dit mengsel blijft 16 uur in de week staan en vervolgens op een 63 micron zeef met water uitgespoeld (gewassen). Het materiaal, wat op de zeef achterblijft, wordt gedroogd en mechanisch gezeefd op een zevenreeks m.b.v. een schudtafel. Het materiaal, dat na schudden op elke zeef achterblijft, wordt terug gewogen en cumulatief verwerkt in een uitwerkingsprogramma.

Indien de fractie kleiner dan 63 micron ook bepaald dient te worden, wordt gebruik gemaakt van een sedigraaf. Het fijne materiaal wat bij een korrelverdeling nat verloren gaat door uitspoeling wordt opgevangen in een bekersglas en een deel ervan wordt gebruikt voor bepaling van de fracties kleiner dan 63 micron.

De sedigraaf maakt gebruik van het sedimentatieprincipe volgens de Wet van Stokes. De korrelgrootteverdeling wordt bepaald door gebruik te maken van röntgenstraling. Door de intensiteit van de doorgelaten röntgenstraling op verschillende plaatsen en op verschillende tijdstippen te meten, wordt een beeld verkregen van de korrelgrootteverdeling. De kleinste korreldiameter welke op deze manier kan worden gemeten is 0,1 micrometer.

#### **4.5.4 *Volumegewicht en watergehalte incl. poriëngetal***

Door uit een grondmonster met een volumering een bepaalde hoeveelheid grond te steken en te wegen, kan het natte volumegewicht worden berekend. Vervolgens wordt het monster gedurende 24 uur bij een temperatuur van 105° Celsius gedroogd en opnieuw gewogen. Hierdoor kan het droge volumegewicht en het watergehalte worden bepaald. In het uitwerkingsprogramma welke wordt gehanteerd voor de bepaling van het natte- en droge volumegewicht, kunnen diverse afgeleide parameters worden berekend, zoals o.a. het poriëngetal en verzadigingsgraad. Bij de berekening van deze afgeleide parameters wordt op basis van een database gebruik gemaakt van de afgeleide volumieke massa's vaste gronddelen van de verschillende grondsoorten.

#### **4.5.5 *Samendrukking (5-traps)***

Om een indruk te krijgen in de grootte van de zettingen kunnen er samendrukkingsproeven op ongeroerde grondmonsters worden uitgevoerd. De mate van samendrukking hangt af van het belastingsniveau en de samendrukkingseigenschappen van de betreffende laag. De snelheid waarmee de zetting optreedt, is afhankelijk van de consolidatie-eigenschappen en wordt eveneens onderzocht. Voor de bepaling van de samendrukkingconstanten wordt gebruik gemaakt van 2 grafieken. Deze geven het verband aan tussen de samendrukking en de tijd, respectievelijk tussen de samendrukking en de belasting.

Standaard wordt de consolidatiecoëfficiënt bepaald op de derde trap. De  $C_v$  kan bepaald worden door de methode Taylor (samendrukking versus vierkantswortel van de tijd) of de methode Casagrande (samendrukking versus logaritme van de tijd). Op aanvraag kan ook voor andere belastingtrappen worden gekozen voor bepaling van de  $C_v$ . Standaard worden de proeven uitgevoerd met 5 verschillende belastingtrappen. Elke trap duurt 1 dag. Op verzoek kunnen er meerdere trappen worden uitgevoerd (max. 12). Eventueel kunnen er ook ontlasttrappen worden meegenomen. Tevens kunnen de trappen langer duren dan 1 dag, dit wordt meestal gedaan op monsters welke zeer slap zijn (veen).

Bij een standaard samendrukkingsproef wordt het monster onder 5 verschillende spanningen belast. De huidige heersende terreinspanning wordt berekend. Aan de hand daarvan wordt een belastingschema opgesteld. In de regel wordt voor de derde trap de heersende spanning gekozen. Voor trap 1 en 2 wordt gekozen voor 0,25 resp. 0,5 maal de terreinspanning. Voor trap 4 en 5 wordt gekozen voor 2 resp. 4 maal de terreinspanning. Indien rekening moet worden gehouden met eventuele ophogingen (toename terreinspanning) kan dit bepalend zijn voor het gekozen belastingschema. Deze wordt in overleg aangepast.

## 5 Bodemopbouw

### 5.1 Beschrijving

De maaiveldhoogte ter plaatse van onze sondeer- en boorpunten varieerde ten tijde van het grondonderzoek van N.A.P. +2,39 m tot -0,79 m. Voor de advisering is tevens gebruik gemaakt van de sonderingen 4 en 6 van het ontvangen grondonderzoek [1]. Op basis van de grondonderzoeken en bij TNO geraadpleegde geologische doorsnede conform REGIS II (zie bijlage 9) kan de ondergrond vanuit geologisch opzicht als volgt geclassificeerd worden.

Op basis van de aangeleverde gegevens en de Grondwaterkaart van Nederland (TNO, kaartblad 24, 25 West, 25 Oost) kan de bodem in geologisch opzicht als volgt geclassificeerd worden.

Vanaf maaiveld (direct onder de opgebrachte zandlaag) wordt een slecht doorlatende holocene deklaag aangetroffen. Deze laag bestaat overwegend uit kleiafzettingen en veenafzettingen (Hollandveen), met inschakelingen van fijne slibhoudende zanden (wadzanden), behorende tot de Formatie van Naaldwijk. De dikte van de deklaag is circa 10 à 15 meter.

Onder de deklaag bevindt zich op een niveau van circa -9 à -13 m N.A.P. het eerste watervoerend pakket. Dit pakket bestaat uit de eolische zandafzettingen van de Formatie van Bortel met daaronder zandig ontwikkelde delen van de Eem Formatie. Het eerste watervoerend pakket heeft ter plaatse van de onderzoekslocatie een dikte van circa 10 meter.

Hieronder bevindt op een diepte van circa -17 à -20 m N.A.P. de bovenkant van de eerste slecht doorlatende kleilaag, behorende tot de Eem Formatie. Deze slecht doorlatende laag heeft een dikte tot maximaal 5 meter.

Hieronder bevindt zich op een niveau van -20 à -22 m N.A.P. het tweede watervoerend pakket. Dit pakket bestaat uit zandig ontwikkelde delen van de Eem Formatie en de Formatie van Drenthe. Dit watervoerend pakket heeft een dikte van 15 meter.

Op een niveau van circa -30 à -40 m N.A.P. bevindt zich de tweede slecht doorlatende laag die naar het zuiden toe wegduikt. Deze laag bestaat uit klei, zandige klei en/of kleiig zand van de Formatie van Drenthe.

### 5.2 Grondwater

De grondwaterstand ten tijde van het onderzoek is vastgesteld op een niveau variërend van N.A.P. 0 m à -0,5 m aan de noordzijde van de A10 tot N.A.P. -1,2 m à -1,6 m aan de zuidzijde van de A10. Deze waarneming is een momentopname en zegt niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode.

Volgens opgave van Waternet, wordt in het gebied ten zuiden van de A10 (Binnendijkse Buitenvelderse polder) een streefpeil gehanteerd van N.A.P. -2,0 m. Ten noorden van de A10 bedraagt het boezempeil N.A.P. -0,4 m.

Om een indruk te krijgen van mogelijke verschillen tussen stijghoogtes en grondwaterstanden in de omgeving van het boortraject, zijn gegevens betreffende stijghoogtes opgevraagd bij TNO en Waternet. De voorhanden gegevens zijn weergegeven in bijlage 10. In onderhavige rapportage is voornamelijk uitgegaan van de aangetroffen grondwaterstanden variërend van ongeveer N.A.P. +0,4 m aan de noordzijde van de A10 tot -2,0 m aan de zuidzijde van de A10.

### 5.3 Geotechnisch lengteprofiel

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek is door ons bureau tevens een geotechnisch profiel opgesteld, deze is weergegeven in bijlage 11.

## 6 Leidingberekeningen

### 6.1 Grondparameters

De van toepassing zijnde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen boringen en de resultaten van het laboratoriumonderzoek. Voor grondparameters van bodemlagen waarop geen laboratoriumonderzoek is uitgevoerd, is gebruik gemaakt van de representatieve grondparameters conform tabel 2.b van NEN-9997-1+C1. De genoemde grondparameters gelden voor ongestoorde grond.

In tabel 6.1 is het geschematiseerde bodemprofiel ter plaatse van sondering DKM001 tot het maximaal verkende niveau (van ongeveer N.A.P. -28 m) met bijbehorende representatieve grondparameters beschreven.

Tabel 6.1 Geschematiseerd bodemprofiel (DKM001) met representatieve grondparameters

| Grondsoort                    | b.k. laag | $\gamma_{\text{dry}} / \gamma_{\text{sat}}$ | $\phi'$ | $c'$  | $f_{\text{undr}}$    | $E_{50}$ |
|-------------------------------|-----------|---------------------------------------------|---------|-------|----------------------|----------|
|                               | m+ N.A.P. | [kN/m <sup>3</sup> ]                        | [°]     | [kPa] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [MPa]    |
| Zand, st. siltig (opgebracht) | m.v.      | 17,5/19,5                                   | 25      | 0     | 0                    | 15       |
| Veen, matig slap              | -4,9      | 11,4                                        | 15      | 2,5   | 20                   | 0,5      |
| Klei, zw zandig slap          | -6,0      | 16,9                                        | 22,5    | 0     | 40                   | 1,5      |
| Zand, st. siltig              | -9,0      | 19,5                                        | 25      | 0     | 0                    | 15       |
| Veen, matig slap              | -9,9      | 11,4                                        | 15      | 2,5   | 20                   | 0,5      |
| Zand, vast                    | -11,8     | 19,6                                        | 35      | 0     | 0                    | 75       |
| Klei, zw. zandig. matig       | -15,0     | 18                                          | 22,5    | 5     | 80                   | 3        |
| Zand, vast                    | -15,4     | 19,6                                        | 35      | 0     | 0                    | 75       |
| Zand, st. siltig              | -17,3     | 19,5                                        | 25      | 0     | 0                    | 15       |
| Zand, vast                    | -21,3     | 19,6                                        | 35      | 0     | 0                    | 75       |

Voor wat betreft de leiding aan te leggen in de pers- en ontvangstuip is conform opgave onder de leiding gerekend met een los gepakt zandpakket met een dikte van ongeveer 1 m op een circa 1 m dikke betonvloer. Tot bovenzijde leiding wordt eveneens aangevuld met los gepakt zand. De gehanteerde (grond)parameters zijn in tabel 6.2 weergegeven.

Tabel 6.2 Aanvullende representatieve (grond)parameters

| Grondsoort | b.k. laag | $\gamma_{\text{dry}} / \gamma_{\text{sat}}$ | $\phi'$ | $c'$  | $f_{\text{undr}}$    | $E_{50}$ |
|------------|-----------|---------------------------------------------|---------|-------|----------------------|----------|
|            | m+ N.A.P. | [kN/m <sup>3</sup> ]                        | [°]     | [kPa] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [MPa]    |
| Zand, los  | -12,0     | 19                                          | 30      | 0     | 0                    | 15       |
| Beton      | -13,0     | 24                                          | 37,5    | 0     | 0                    | 75       |

### 6.2 Uitgangspunten berekening leidingparameters

Bij de berekening van de geotechnische leidingparameters zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de geotechnische leidingparameters zijn berekend conform de norm NEN 3650-1:2012;
- de berekende waarden zijn berekend exclusief onzekerheidsfactoren;
- bij leidingdieptes dieper dan 8x de nominale leidingdiameter is rekening gehouden met gewelfwerking.

Er is sprake van stalen warmte transportleidingen, uitgevoerd door middel van open-ontgraving en GFT-boringen. Ter plaatse van de door gesloten frontboring aan te brengen leiding (onder de A10) is de leiding gelegen in een mantel, waardoor een staal in staal leiding ontstaat met een diameter 609,6 mm (DN300/600). Ter plaatse van de pers- en ontvangstuip wordt overgegaan van staal-in-staal leiding DN300/600 naar een DN300/800. De onderbocht en verticale opkomers hebben een diameter van DN300/800, voor de bovenbocht zit een reduceerstuk naar DN300/600, in de veldstrekking zit de



Indien van toepassing, zijn de volgende risico's beschouwd:

- slappe lagen en los gepakt zand;
- grind;
- zwerfkeien;
- maaiveldvervorming;
- kwel langs de geboorde leiding (zie §6.5);
- zettingen (zie hoofdstuk 7).

Deze lijst is slechts een weergave van de risico's die in beschouwing zijn genomen. Alleen die risico's die ons inziens van toepassing zijn, zijn gerapporteerd. Indien echter een specifiek risico door derden is aangedragen, is ook dat risico in de rapportage vermeld. De risicobeschouwing is geen volledige risico analyse.

#### 6.4.1 **Slappe grondlagen en los zand**

Bij een aanlegniveau van de leidingkruising op N.A.P. -11,4 m (bovenkant) geldt in onderhavige bodem, dat met name boven de leiding sprake is van slappe lagen. Aan de noordzijde van de A10 geldt dat de nog juist onder de leiding sprake kan zijn van samendrukbaar/slap veen- en/of kleiachtig materiaal. Ter plaatse van de veldstrekkingsen geldt dat sprake kan zijn van slappe lage en/of los gepakte zanden. Een en ander is daarbij afhankelijk van de diepte ligging van de leiding.

Er dient dan ook met name ter plaatse van de leiding in de veldstrekkingsen rekening te worden gehouden met zettinggevoeligheid van de ondergrond.

#### 6.4.2 **Grind**

Er zijn ter plaatse van de onderzoekspunten is op een diepte van circa N.A.P. -14,0 m een laag met grof zand aangetroffen. Dit is beduidend lager dan het leidingniveau (N.A.P. -11,4 m). Verder zijn geen lagen met grind aangetroffen. Bij de gekozen uitvoeringsmethode hoeft er op basis van het grondonderzoek en de geologische gegevens (TNO) géén rekening te worden gehouden met het voorkomen van grindlagen.

#### 6.4.3 **Zwerfkeien**

In de omgeving van de leiding komt vanaf een niveau van circa N.A.P. -20 m een zandlaag behorende tot de Formatie van Drente voor. Over het algemeen kunnen in deze afzetting keien voorkomen. Omdat dit pakket beduidend dieper gelegen is dan het leidingniveau hoeft er op basis van het grondonderzoek en de geologische gegevens (TNO) geen rekening te worden gehouden met het voorkomen van keien.

#### 6.4.4 **Maaiveldvervorming en zettingen**

Als gevolg van het boorproces, waarbij de diameter van de boorgang groter is dan de mediumvoerende leiding of de toe te passen mantelbuis, ontstaat er een driedimensionaal grondvervormingsveld, dat zich aan het maaiveld manifesteert als een "zettingstrog". Er is sprake van een tijdelijke langstrog en een permanente dwarstrog. In deze beschouwing wordt vanwege het tijdelijke karakter niet nader ingegaan op de langstrog en is alleen de dwarstrog beschouwd.

De maaiveldzakking van de dwarstrog is berekend met de empirische formule van Netzel:

$$w_{\text{dwers}}(y) = 0,313 * \frac{V * D^2}{i_{\text{dwers}}} * e^{-\left(\frac{y^2}{2 * (i_{\text{dwers}})^2}\right)}$$

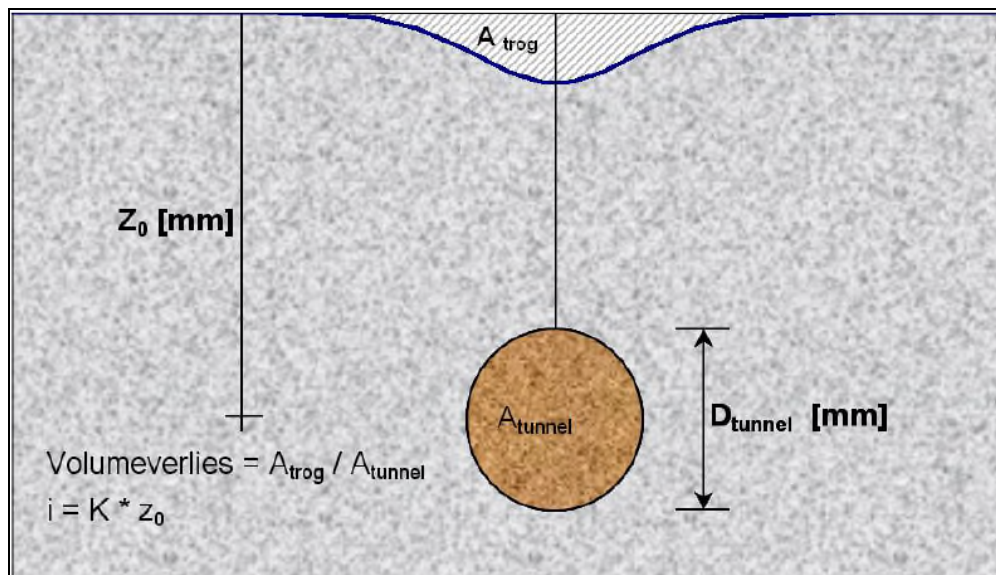
waarin:

$i_{\text{dwers}}$  = K.z0

$i_{\text{dwers}}$  = buigpunt dwarstrog [mm]

|                |   |                                                            |
|----------------|---|------------------------------------------------------------|
| V              | = | volumeverlies [-]                                          |
| D              | = | leidingdiameter [mm]                                       |
| K              | = | dimensieloze factor [-], afhankelijk van de leiding diepte |
| z <sub>0</sub> | = | dekking van de hartlijn van de leiding [mm]                |
| wdwars         | = | maaiveldzetting op afstand y van de leiding [mm]           |
| y              | = | horizontale afstand vanuit de leiding [mm]                 |

Met deze formule wordt de vorm van de dwarstrog in de vorm van een Gauss-kromme beschreven, zie figuur 6.2.



Figuur 6.2 Weergave formule dwarstrog

Op basis van deze formule kan worden afgeleid dat de maaiveldzakking toeneemt indien de leiding minder diep ligt, maar de breedte van de trog afneemt. De spreiding van de nalevering van grond is in dat geval minder groot.

Als volumeverlies is een waarde van 0,02 aangehouden. Dit is een “worst case” benadering, uitgaande van een maximale oversnijding van 12,5 mm. De gehanteerde waarden zijn afgeleid uit het rapport “Richtlijn Boortechneiken”, januari 2004, van Rijkswaterstaat. Bij de bepaling van het volumeverlies is aangenomen dat het volledige ruimte, die ontstaat rond de leiding, als gevolg van de oversnijding, wordt aangevuld door bovenliggend bodemmateriaal. Het volume van de dwarstrog is daarom gelijk gesteld aan het verschil in volume tussen de uitwendige leidingdiameter en de diameter van de boring.

De factor K varieert bij Nederlandse tunnelprojecten van 0,28 tot 0,43. Bij dit project is uitgegaan van  $K = 0,28$ . Dit resulteert in relatief grote maaiveldzakkingen.

De berekende maaiveldzakkingen ter plaatse van zowel het hart van de leiding als op een afstand van circa 5 m uit het hart van de leiding zijn nihil (waarden van 0,06 mm tot 0,15 mm), bij de verschillende verticalen langs de leidingkruising.

De berekeningsresultaten voor de maaiveldzakking voor verschillende verticalen en afstanden tot de hartlijn van de leidingkruising zijn weergegeven in bijlage 12. In deze beschouwing wordt uitgegaan van een solitair gelegen leiding, omdat het hier gaat om een 2-tal leidingen (aan- en afvoer) dient rekening te worden gehouden met een versterking van de berekende effecten. Daarbij geldt dat de mate van versterking afhankelijk is van de onderlinge afstand van de leidingen.

## **6.5 Kwel**

### **6.5.1 Kwel algemeen**

Bij een horizontale boring (GFT) dient zorg te worden gedragen dat er langs de boorgang geen kwelweg zal ontstaan. Verschillende situaties die een potentieel risico op het ontstaan van kwel kunnen veroorzaken zijn:

- Een doorsnijding van een watervoerend pakket door de boorgang, waarbij de stijghoogte in het pakket hoger is dan de freatische grondwaterstand;
- Een verschil in grondwaterstanden tussen uittredepunt en intredepunt van de boorgang;
- 3. Een onderdoorgang van de boorgang onder een open watergang of oppervlaktewater, waarbij de waterstand van het oppervlaktewater hoger is dan de grondwaterstand ter plaatse van uittredepunt en/of intredepunt van de boorgang.

### **6.5.2 Risicobepaling**

Ad 1 en 2. Vanwege de relatief eenduidige bodemopbouw, met weinig verschil in diepteligging van de verschillende grondlagen, in combinatie met de horizontale leidingaanleg (GFT-boring), is er bij het aanbrengen van de leiding (boorgang) geen sprake van het doorsnijden van een watervoerend pakket.

Daarbij wordt ervan uitgegaan dat met de te realiseren pers- en ontvangstuip, waterdichte bouwputten worden gemaakt en er rondom de door te voeren leiding (GFT-boring) eveneens een goede waterwaterafsluiting wordt gecreëerd. Deze damwanden worden volgens opgave niet getrokken. Het risico op kwel als gevolg van deze situaties is dan ook niet noemenswaardig.

Ad 3. Er is geen sprake van een onderdoorgang onder een open watergang of oppervlakte water. Het risico op kwel als gevolg van deze situatie is dan ook niet aan de orde.

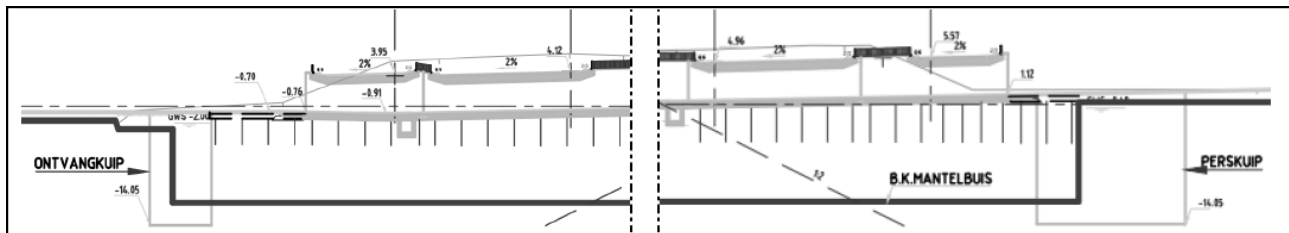
### **6.5.3 Aandachtspunt**

Cruciaal voor het voorkomen van kwel is dat de damwandkuipen en leidingdoorvoeren goed aansluiten om kortsluitstromen te voorkomen.

## 7 Zettingen

### 7.1 Geometrie

Het profiel van de rijksweg A10 zal ter plaatse van de leidingkruising worden verbreed. Om de effecten van deze toekomstige verbreding op de leidingkruising te onderzoeken, wordt een zettingsberekening uitgevoerd. De uitbreiding vindt plaats aan weerszijden van de rijksweg (zie figuur 7.1).



Figuur 7.1 Geometrie verbreding rijksweg t.p.v. leidingkruising (bron: [2])

Maatgevend zijn de zettingen aan de onderkant van de leiding op N.A.P. -12,0 m.

### 7.2 Grondparameters

De van toepassing zijnde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen boringen en de resultaten van het laboratoriumonderzoek. Voor grondparameters van bodemlagen waarop geen laboratoriumonderzoek is uitgevoerd, is gebruik gemaakt van de representatieve grondparameters conform tabel 2.b van NEN-9997-1+C1. De genoemde grondparameters gelden voor ongestoorde grond.

In tabel 7.1 is het geschematiseerde bodemprofiel ter plaatse van sondering DKM001 tot het maximaal verkende niveau (van ongeveer N.A.P. -28 m) met bijbehorende representatieve grondparameters beschreven.

Tabel 7.1 Gehanteerd bodemprofiel met representatieve grondparameters

| Nr. | DKM001<br>Grondsoort | b.k. laag<br>m+ NAP | $\gamma / \gamma_{sat}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | C <sub>p</sub><br>[-] | C <sub>s</sub><br>[-] | C' <sub>p</sub><br>[-] | C' <sub>s</sub><br>[-] | POP/OCR<br>[-] |
|-----|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| 11  | Zand, s3             | m.v.                | 17,5/19,5                                       | 2.000                 | ∞                     | 200                    | ∞                      | POP = 10       |
| 10  | Veen, mv             | -4,9                | 11,4                                            | 30                    | 120                   | 7,5                    | 30                     | 1,3            |
| 9   | Klei, z3 mv          | n.v.t.              | 18                                              | 100                   | 1200                  | 25                     | 320                    | 1,3            |
| 8   | Klei, z1 slap        | -6,0                | 16,9                                            | 40                    | 450                   | 10                     | 110                    | 1,3            |
| 7   | Zand, s3             | -9,0                | 19,5                                            | ∞                     | ∞                     | 200                    | ∞                      | 1,3            |
| 6   | Veen, mv             | -9,9                | 11,4                                            | 60                    | 240                   | 7,5                    | 30                     | 1,3            |
| 5   | Zand, vast           | -11,8               | 19,6                                            | ∞                     | ∞                     | 600                    | ∞                      | 1,3            |
| 4   | Klei, z1 mv          | -15,0               | 18                                              | 160                   | 2000                  | 20                     | 240                    | 1,3            |
| 3   | Zand, vast           | -15,4               | 19,6                                            | ∞                     | ∞                     | 800                    | ∞                      | 1,3            |
| 2   | Zand, s3             | -17,3               | 19,5                                            | 2000                  | ∞                     | 200                    | ∞                      | 1,3            |
| 1   | Zand, vast           | -21,3               | 19,6                                            | ∞                     | ∞                     | 1000                   | ∞                      | 1,3            |

Hierin is:

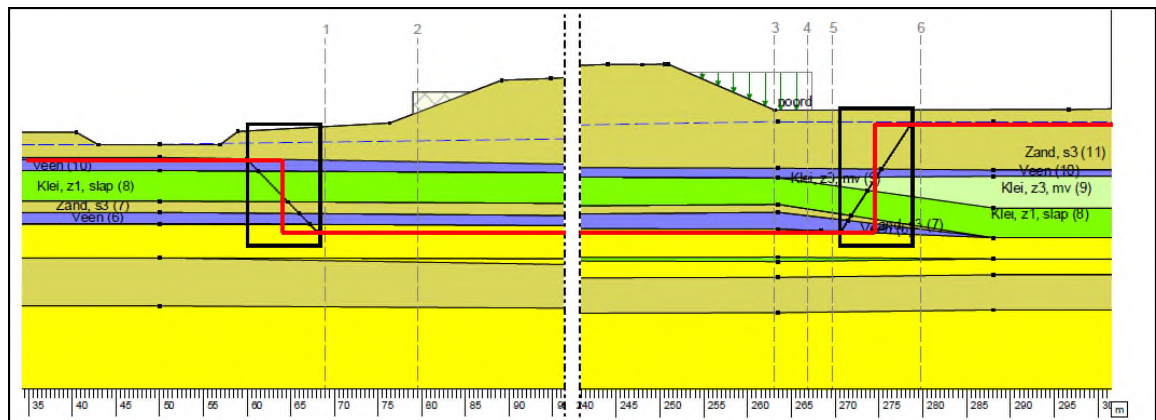
- $\gamma / \gamma_{sat}$  Volumiek gewicht van resp. vochtige grond en verzadigde grond;
- C<sub>p</sub> en C<sub>s</sub> Primaire en secundaire samendrukingscoëfficiënt indien grondspanningen lager zijn dan de in de grond aanwezige grensspanning P<sub>g</sub>.
- C'<sub>p</sub> en C'<sub>s</sub> Primaire en secundaire samendrukingscoëfficiënt indien grondspanningen hoger zijn dan de in de grond aanwezige grensspanning P<sub>g</sub>.
- POP / OCR Pre Overburden Pressure / Over Consolidatie Ratio, een maat voor de reeds in de grond aanwezige overspanning, wordt gebruikt voor de bepaling van P<sub>g</sub>.

### 7.3 Berekeningsmethode

De berekeningen van de zettingen zijn verricht met D-Settlement versie 9.3 met de rekenmethode van NEN-Koppejan en het consolidatiemodel van Terzaghi.

### 7.4 Resultaten

In figuur 7.2 is de geometrie van de zettingberekening weergegeven, met daarin de locatie van de rekenverticalen en de ligging van de leiding.



Figuur 7.2 Geometrie zettingberekening

De invoer en resultaten van de berekening zijn opgenomen in bijlage 14. Enkele berekeningsresultaten zijn opgenomen in tabel 7.2.

Tabel 7.2 Resultaten zettingberekening

| maatgevende zettingen      |        | verticaal 2 | verticaal 3 | verticaal 4 | verticaal 5 | verticaal 6 |
|----------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| oorspronkelijk maaiveld    | N.A.P. | +1,63       | +1,71       | +1,72       | +1,72       | +1,74       |
| gewenste hoogte            | N.A.P. | +4,00       | +6,00       | +6,00       | +1,72       | +1,74       |
| netto ophoging             | m      | 2,37        | 4,29        | 4,28        | 0,0         | 0,0         |
| zettingen maaiveld         | m      | 0,04        | 0,24        | 0,16        | 0,05        | 0,01        |
| leidingniveau (onderzijde) | N.A.P. | -12,0       | -12,0       | -12,0       | -12,0       | +0,23       |
| zettingen op leidingniveau | m      | 0,000       | 0,001       | 0,001       | 0,001       | 0,005       |

Ten gevolge van de ophoging zijn op leidingniveau zettingen berekend van maximaal 1 mm tot 5 mm in een periode van 30 jaar. Deze zettingen treden op aan de noordzijde van de rijksweg. De grootste zettingen zijn te verwachten ter plaatse van de leidingstrekking, als gevolg van zettingen (kruip) van de slappe lagen onder de leiding. Opvering/zwel van de grond ten gevolge van de geplande ontgraving is niet in de berekening meegenomen.

## 8 Trekcapaciteit palen/ankers

### 8.1 Algemeen

Voor het plaatsen van verticale ankers/palen (als trekelementen) onder de onderwater betonvloer in de pers- en ontvangstuip, is de trekcapaciteit berekend. Ten tijde van het opstellen van dit rapport is nog niet bekend welk anker/paaltype zal worden gehanteerd voor het opnemen van de verwachte trekbelastingen. De optredende trekbelastingen op de trekelementen kunnen volgens opgave oplopen tot waarden van circa  $F_{t,d} = 920 \text{ kN}$  ( $F_{t,rep} = 725 \text{ kN}$ ). Vooralsnog is op basis van het uitgevoerde grondonderzoek in combinatie met de beschikbare sonderingen van MOS [1], voor zowel GEWI ankers als Schroefinjectiepalen ter indicatie de opneembare trekkracht bepaald.

### 8.2 Gehanteerde uitgangspunten

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- hart-op-hart afstanden van 2,4 m x 2,5 m conform aangeleverde concept voorstel palenplan;
- het project valt in de geotechnische categorie 2;
- de constructie is beschouwd als zijnde een niet-stijf bouwwerk;
- het optreden van negatieve kleef is niet in rekening gebracht;
- toetsing volgens uiterste grenstoestand houdt in dat voldaan moet worden aan:  $F_{t,d} \leq R_{t,d}$  voor trekpalen;
- als gevolg van de benodigde ontgraving tot N.A.P. -14,0 m kan ontspanning optreden in het zandpakket. Uitgaande van een trillingsvrije aanbrengwijze is zodoende conform NEN 9997-1 art. 7.6.2.3 (k) gerekend met de wortel van de reductie van de conusweerstand.

### 8.3 Geotechnisch draagvermogen

De maximale rekenwaarde van de maximaal opneembare grondmechanische trekkracht is aangegeven in bijlage 15.

Voor GEWI palen is gerekend met een (maximale) schachtdiameter van  $\varnothing 250 \text{ mm}$ , de minimale trekkracht bedraagt op een paalpuntniveau van N.A.P. -27,5 m  $R_{t,d} = 419 \text{ kN}$ .

Voor Schroefinjectiepalen is gerekend met schachtdiameters  $\varnothing 250 \text{ mm}$ ;  $\varnothing 450 \text{ mm}$  en  $\varnothing 550 \text{ mm}$ , de minimale trekkracht op een paalpuntniveau van N.A.P. -27,5 m bedraagt dan respectievelijk  $R_{t,d} = 334 \text{ kN}$ ;  $R_{t,d} = 508 \text{ kN}$  en  $R_{t,d} = 567 \text{ kN}$ . We merken op dat de haalbaarheid van de aangegeven puntniveaus niet zijn onderzocht.

De genoemde rekenwaarden zijn opgebouwd uit de wrijving en zijn getoetst op kluitgewicht. De berekeningen zijn uitgevoerd conform Eurocode 7 (NEN 9997-1+C1). De opgegeven trekdraagvermogens gelden voor de opgegeven paalconfiguratie, en statisch belaste palen. Indien de hart-op-hart afstanden kleiner worden zal het te mobiliseren kluitgewicht en daarmee het trekvermogen afnemen.

Vooralsnog is in de berekeningen van de opneembare trekkracht uitgegaan van  $\alpha_{t;\min}$  van 0,008 voor Schroefinjectiepalen en een  $\alpha_{t;\min}$  van 0,011 voor GEWI palen. Indien de palen in situ worden getest kan met een aanzienlijk hogere verwachtingswaarde van  $\alpha_t$  worden gerekend ( $\alpha_t$ ; verw). Dit resulteert dan in een hogere opneembare trekcapaciteit, e.e.a. conform CUR 236 [9].

tabel 8.1 toetsing belastingen en trekvermogens

| Paal            | Afmeting                     | Puntniveau  | Paaltrekbelasting | Trekvermogen               | Toetsing $R_{t,d} \leq F_{t,d}$ |
|-----------------|------------------------------|-------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|
| GEWI            | $\varnothing 250 \text{ mm}$ | NAP -27,5 m | $F_{t,d} = 776,4$ | $R_{t,d} = 419 \text{ kN}$ | Voldoet niet                    |
| Schroefinjectie | $\varnothing 250 \text{ mm}$ | NAP -27,5 m | $F_{t,d} = 776,4$ | $R_{t,d} = 334 \text{ kN}$ | Voldoet niet                    |
| Schroefinjectie | $\varnothing 450 \text{ mm}$ | NAP -27,5 m | $F_{t,d} = 776,4$ | $R_{t,d} = 508 \text{ kN}$ | Voldoet niet                    |
| Schroefinjectie | $\varnothing 550 \text{ mm}$ | NAP -27,5 m | $F_{t,d} = 776,4$ | $R_{t,d} = 567 \text{ kN}$ | Voldoet niet                    |

## 8.4 Aanbevelingen

Om de benodigde trekkracht op te kunnen nemen met de huidige paalconfiguratie, dienen de palen tot een dieper niveau ingebracht te worden. Omdat de sonderingen niet dieper zijn uitgevoerd dan N.A.P. - 28 m en -30 m kan vooralsnog niet tot grotere diepte dan N.A.P. -27,5 m de trekcapaciteit worden berekend. De trekcapaciteit zal echter zeker toenemen met de diepte. Om meer inzicht te krijgen in de toename in trekkracht valt te overwegen om de sonderingen tot grotere diepte uit te laten voeren.

Mogelijk kan ook het aanpassen van de hart-op-hart afstand van de trekpalen als alternatief worden onderzocht. Wel dient hierbij bedacht te worden dat de trekkracht verder kan/zal worden beperkt door groepswerking (maximaal toelaatbaar kluitgewicht).

Bedacht moet worden dat de wijze van uitvoering sterk van invloed kan zijn op de trekcapaciteit van de palen/ankers. De opneembare trekkracht kan daarbij door middel van controleproeven worden bepaald. Voor de toetsing van de ankers wordt verwezen naar de leverancier daar er verschillende typen c.q. afmetingen groutankers zijn die in aanmerking komen. De detaillering van de ankers (diameter, lengte, etc) dient door de leverancier en conform de NEN-9997-1+C1 en CUR 166 en CUR236 te geschieden. Verder adviseren wij om de haalbaarheid van de genoemde puntniveaus in relatie tot de toe te passen paaltype en diameter te laten verifiëren.

## 9 Risicofactoren damwandwerkzaamheden

### 9.1 Algemeen

Over de toe te passen damwand type en puntniveau voor de te realiseren pers- en ontvangstuip zijn vooralsnog geen gegevens bekend. In eerste instantie zal dan ook slechts een oriënterende risico-inventarisatie op de omgeving worden uitgevoerd voor het plaatsen van damwanden en het realiseren van de ontgraving in de damwandkuipen. Indien van toepassing, zijn de volgende risico's beschouwd:

- trillingen
- maaiveldzakking
- maaiveldvervorming tgv damwanduitbuiging

### 9.2 Intrillen damwand

In het algemeen zijn er 3 mogelijke wijze van inbrengen van stalen damwandplanken, te weten; heien, trillen en drukken. Naar verwachting zal er sprake zijn van een (mogelijk op meerdere niveaus) gesteunde damwand met een puntniveau die zekere enkele meters in de pleistocene zandlaag zal reiken. Ten tijde van het opstellen van dit rapport is niet bekend, op welke wijze de damwanden worden ingebracht. Evenmin is bekend of er in de omgeving van de damwand trillingsgevoelige objecten aanwezig zijn.

Om de damwanden op diepte te krijgen wordt, als er geen aanvullende eisen met betrekking tot trillingen en dergelijke bekend zijn, over het algemeen gekozen voor het aanbrengen van de damwanden met een hoogfrequent trilblok met variabele momentinstelling.

Bij het trillen en/of heien van de stalen damwand (zowel in als uit de grond) zullen in het algemeen in de ondergrond trillingen worden veroorzaakt. Naast de bodemopbouw bepalen onder meer de bouwkundige staat waarin de belendingen zich bevinden en de afstand tot de damwand de kans op schadelijke effecten als gevolg van deze heitruillingen.

Om meer inzicht te kunnen geven in de te verwachten trillingen, is het van belang het planktype, puntniveau en trilblok te kennen. Vervolgens kunnen op basis van deze verwachtingen de SBR richtlijn A een prognose worden gemaakt van de kans op trillingsoverschrijding.

### 9.3 Maaiveldzakking door intrillen

Maaiveldzakkingen kunnen ontstaan door uitvoering van werkzaamheden waarbij wordt getrild. Ten gevolge van de trillingen kunnen vooral los gepakte zandlagen een dichtere pakking aannemen. Het korrelskelet herschikt zich hetgeen gepaard gaat met zakkingen.

De te verwachten maaiveldzakkingen bij het bedieningsgebouw ten gevolge van het intrillen van de damwanden tbv de sluis (op de in de tabel op blad 2 aangegeven locaties) bij het zijn berekend met het in het computerprogramma D-Sheet Piling geïntegreerde en aangepaste model van Hergarden.

In de opgebrachte zandlagen (in de eerste meters vanaf maaiveld) komen los gepakte zanden voor. Dit zal mogelijk ook het geval zijn onder de rijksweg A10, op basis van het door MOS uitgevoerde onderzoek blijkt namelijk zand met relatief losse pakking aanwezig te zijn.

Bij het intrillen van de damwanden zal theoretisch gezien verdichting van het zandpakket kunnen optreden. De zettingen, ten gevolge van deze theoretische verdichting dienen nader te worden onderzocht, zeker nabij het weglichaam.

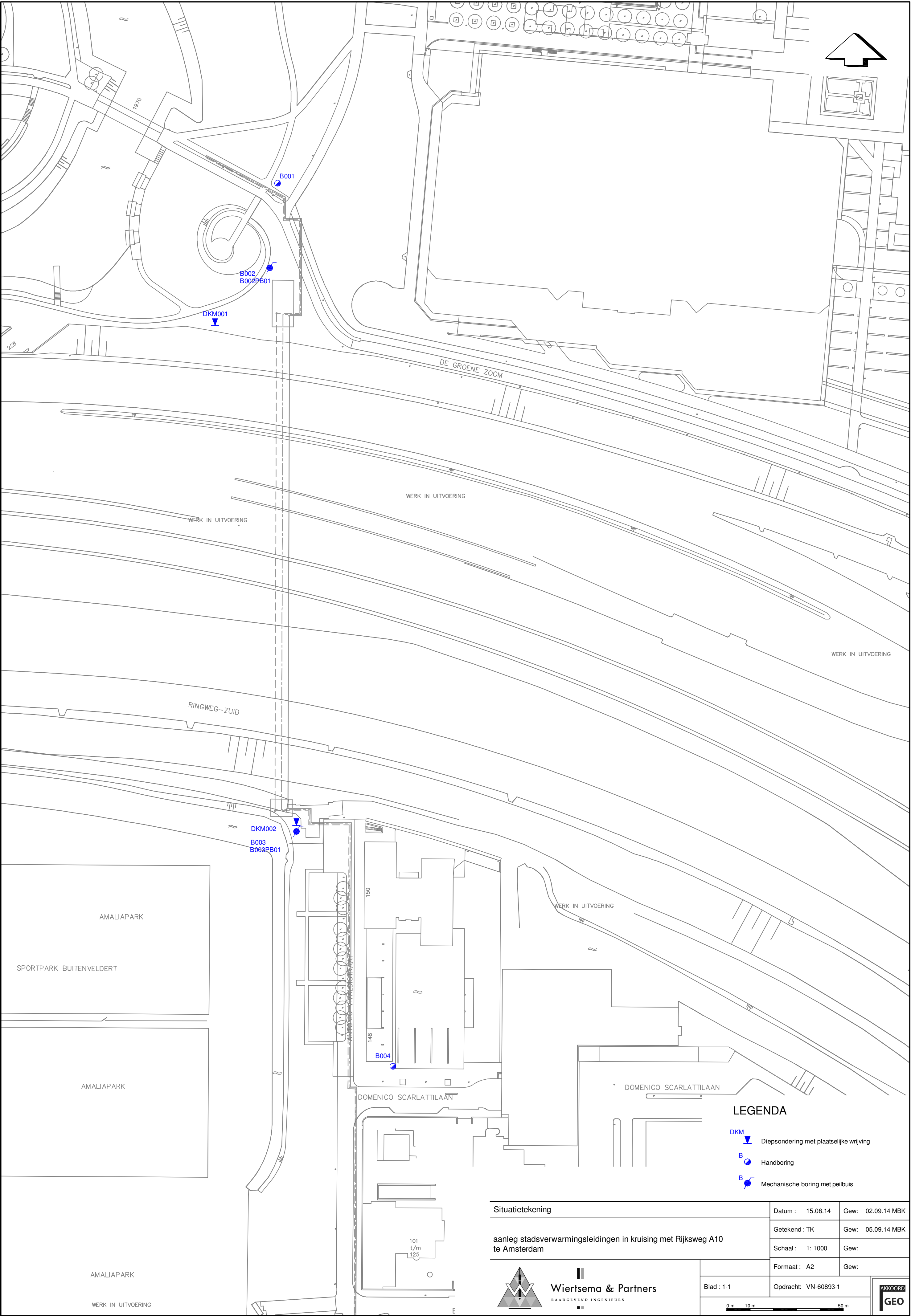
## 9.4 Vervormingen ten gevolge van damwanduitbuiging

Door uitbuiging van de damwand geldt dat er rekening gehouden dient te worden met de negatieve invloed van de verplaatsingen op de directe omgeving. Te denken valt hierbij aan de bestaande infrastructuur (wegverharding, kabels en leidingen e.d.) die aan verplaatsingen onderhevig is.

Bij een vrijstaande wand dient, op basis van vuistregels, rekening te worden gehouden met een invloedsgebied (daar waar nog significante vervormingen zijn te registreren) van 1,5 à 2,5 maal de kerende hoogte op maaiveldniveau. Daarbij kan de maximale zakking bij de damwand oplopen tot waarden van 1 tot 2 maal de horizontale verplaatsing. Op circa 3 m uit de wand ligt dit in de orde grootte van circa 0,8 à 1,2 maal de maximale horizontale verplaatsing.

Heerenveen, oktober 2014  
Antea Group

## Bijlage 1 Situatietekening



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                       |                      |                   |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Situatietekening                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Datum : 15.08.14                                                                      |                      | Gew: 02.09.14 MBK |                                                                                       |
| aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10 te Amsterdam                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Getekend : TK                                                                         |                      | Gew: 05.09.14 MBK |                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Schaal : 1: 1000                                                                      |                      | Gew:              |                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Formaat : A2                                                                          |                      | Gew:              |                                                                                       |
|  <div><p><b>Wiertsema &amp; Partners</b></p><p>RAADGEVEND INGENIEURS</p></div> |  |                                                                                       |                      |                   |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Blad : 1-1                                                                            | Opdracht: VN-60893-1 |                   |                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |                      |                   |                                                                                       |



Wiertsema & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

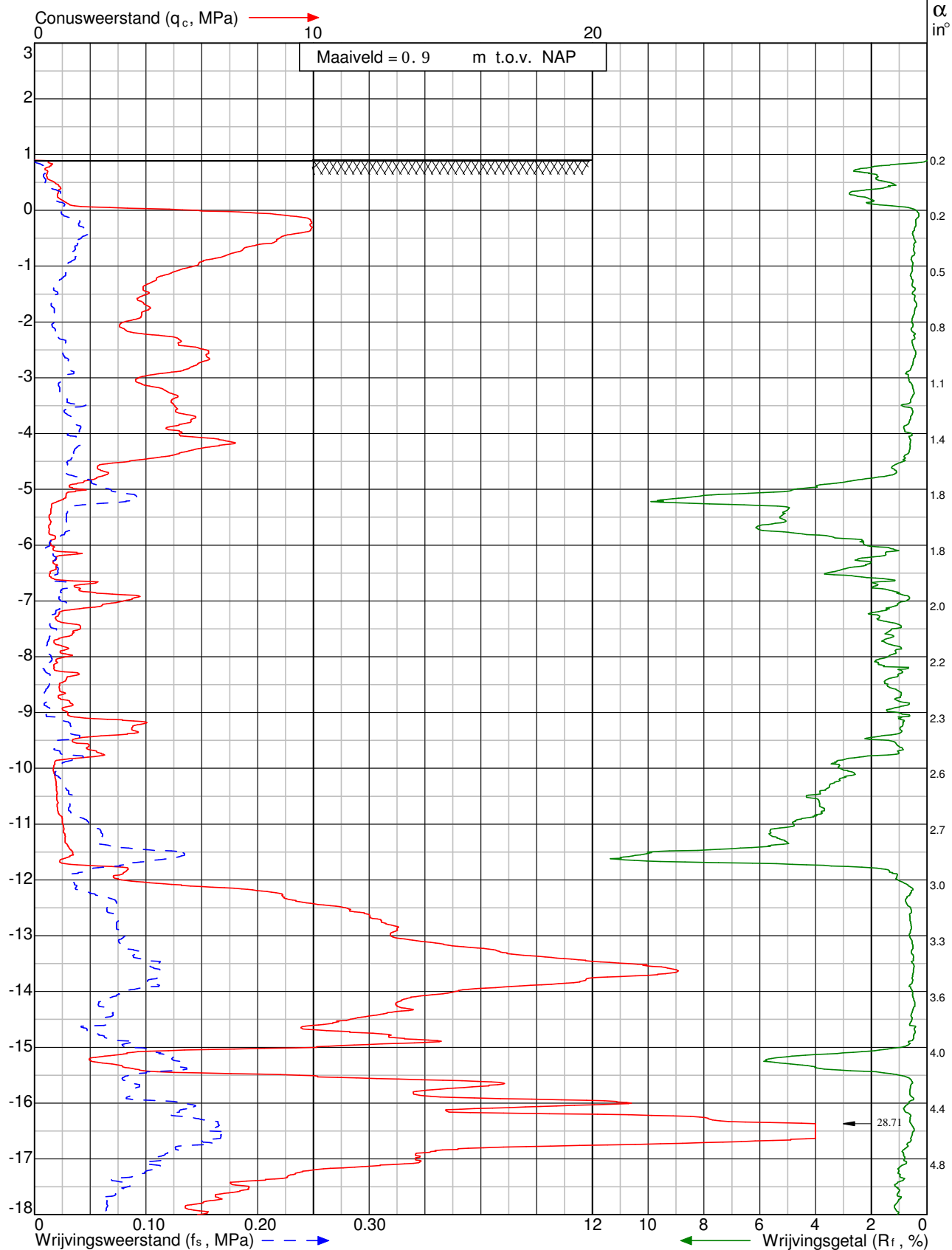
## **Bijlage 2 Sondeergrafieken DKM001 en DKM002**

α: Afwijking van de verticaal Klasse: 2

Conus type: cilindrisch elektrisch S10CFII.S11131 Conusserienummer:

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10  
te **Amsterdam**

Sondering: DKM001



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 120682

y = 483676

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-60893-1

Datum: 27-8-2014

AKKOORD  
**GEO**

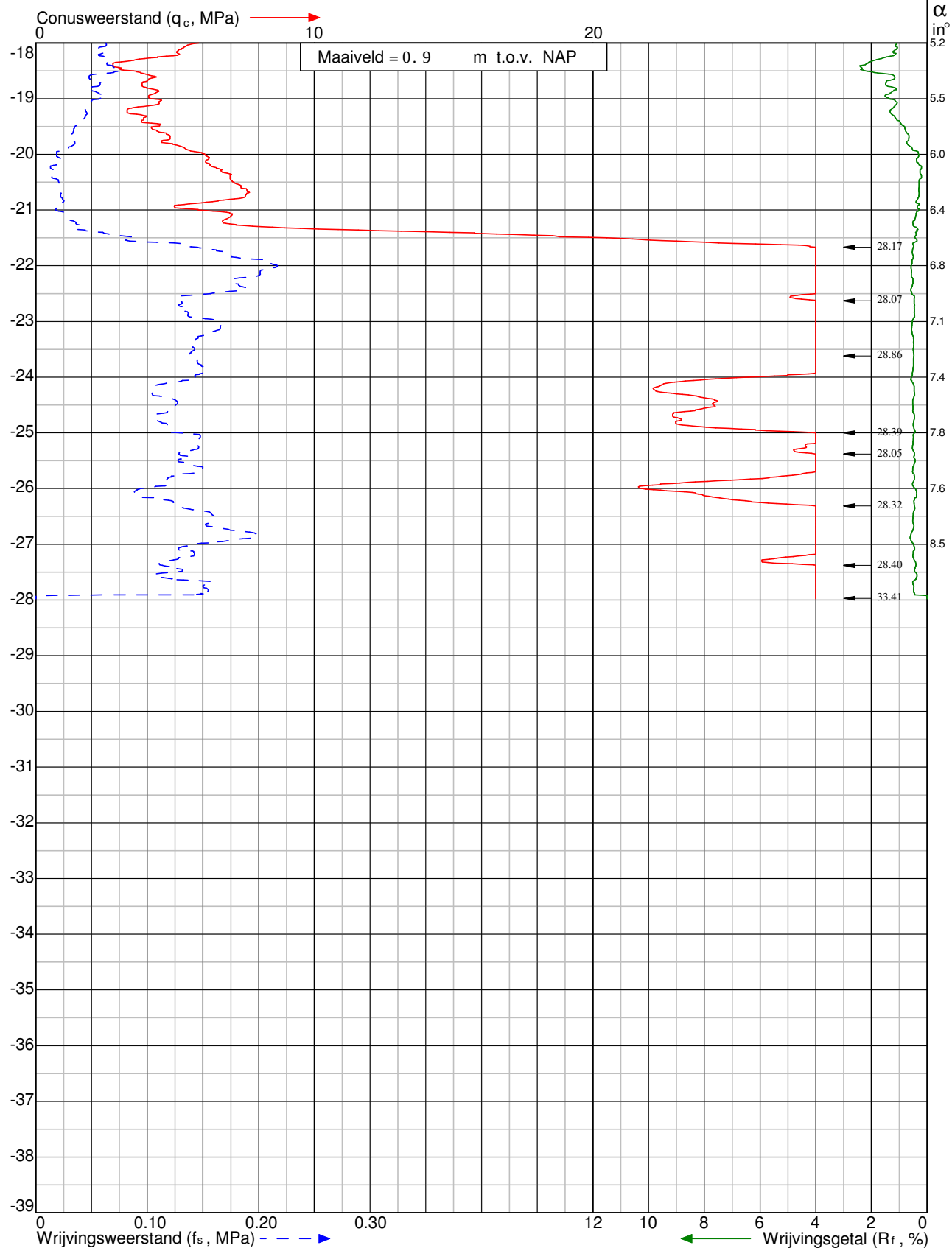
Klasse: 2

α: Afwijking van de verticaal

Conus type: cilindrisch elektrisch S10CFII.S11131 Conusserienummer:

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van NAP



Project: aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10  
te **Amsterdam**

Sondering: DKM001



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 120682

y = 483676

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-60893-1

Datum: 27-8-2014

AKKOORD  
**GEO**

Klasse: 2

α: Afwijking van de verticaal

Conusserienummer:

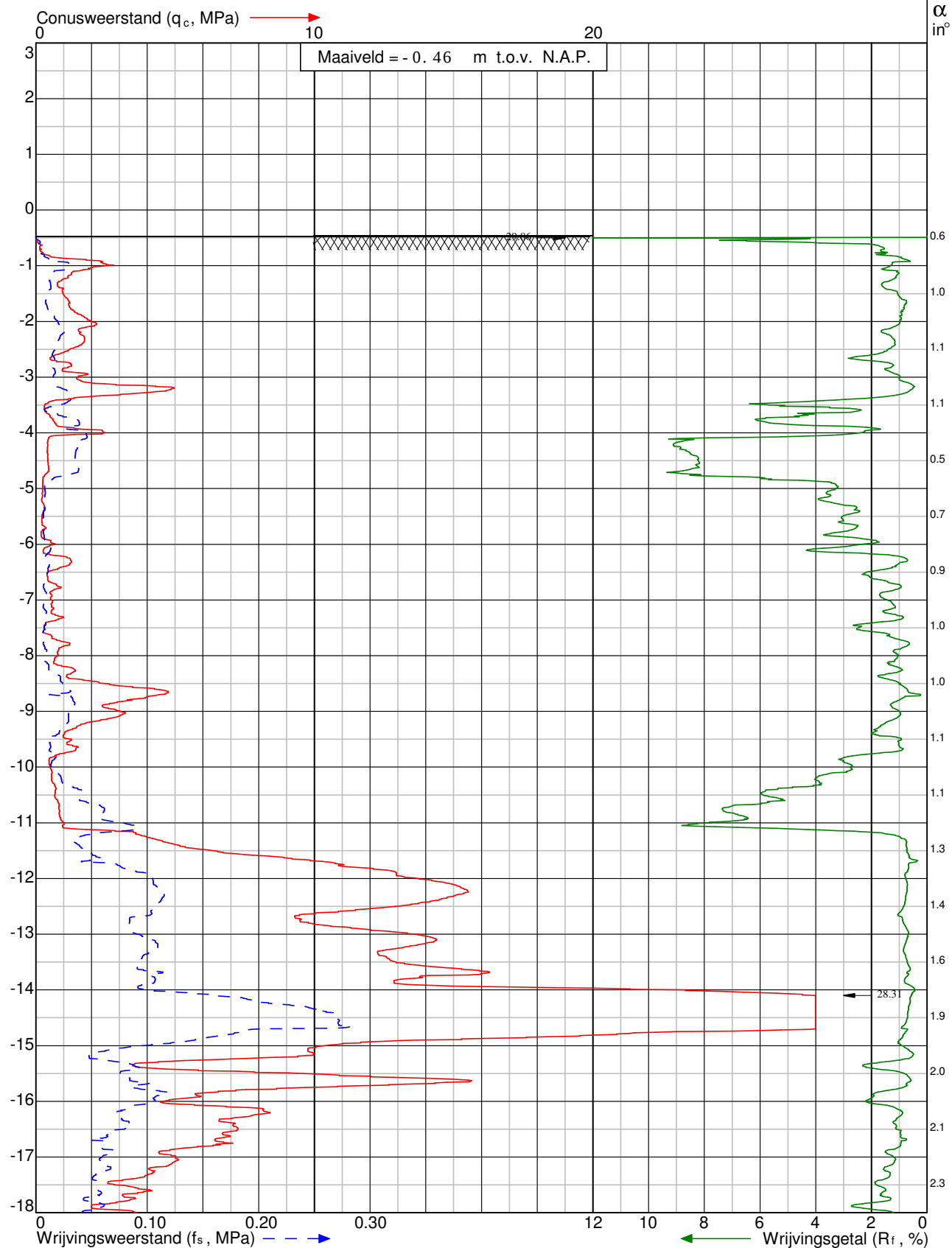
S15CFII.1126

Conus type: cilindrisch elektrisch

NEN 5140

Sondering volgens norm

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10  
te **Amsterdam**

Sondering: DKM002



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

x = 120717

y = 483461

Blad: 1 van 2

Opdr.nr: VN-60893-1

Datum: 25-8-2014

AKKOORD  
**GEO**

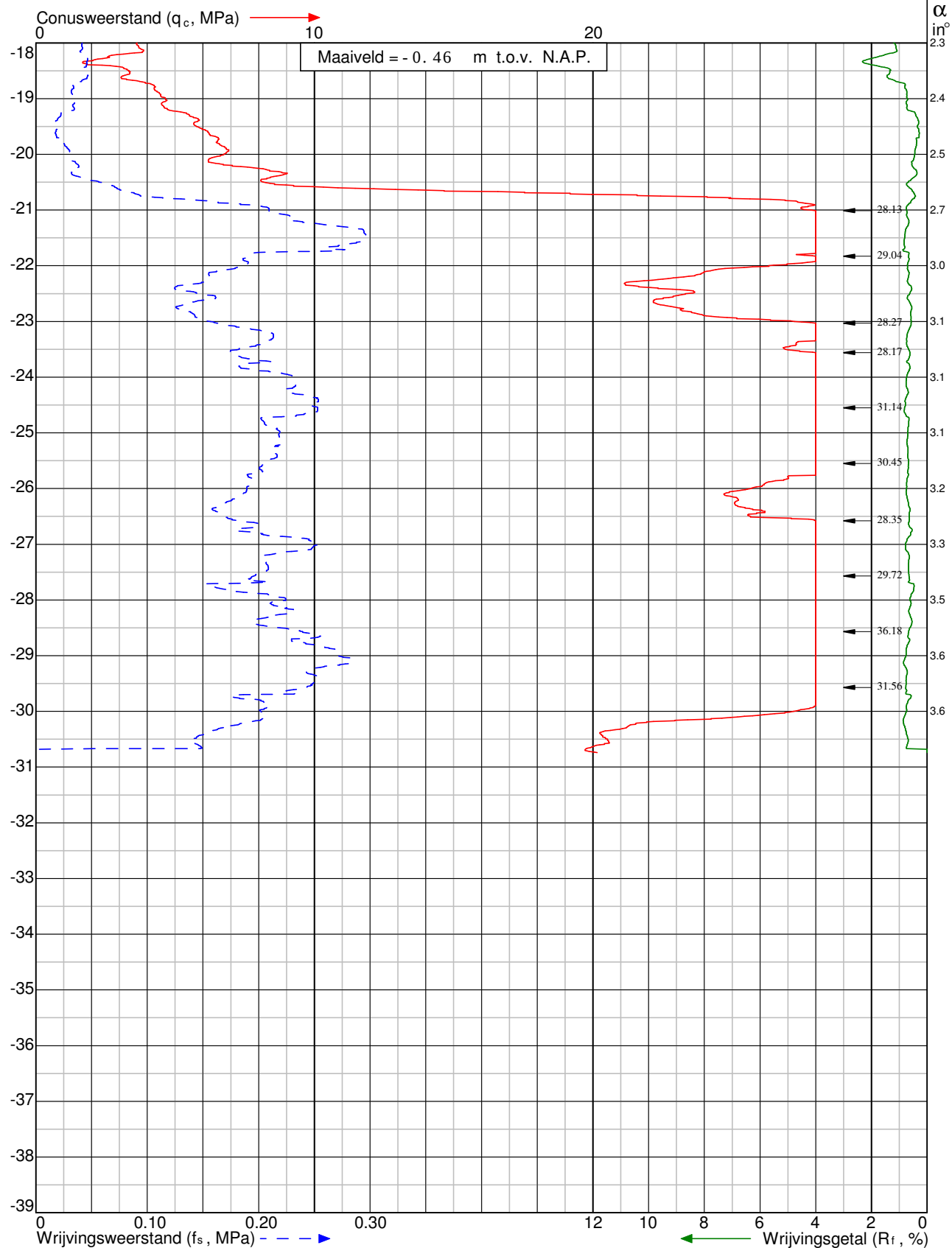
Klasse: 2

$\alpha$ : Afwijking van de verticale

Conusserienummer: S15CFII.1126

Sondering volgens norm NEN 5140

Diepte in meters ten opzichte van N.A.P.



Project: aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10 te Amsterdam

Sondering: DKM002



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

x = 120717

y = 483461

Blad: 2 van 2

Opdr.nr: VN-60893-1

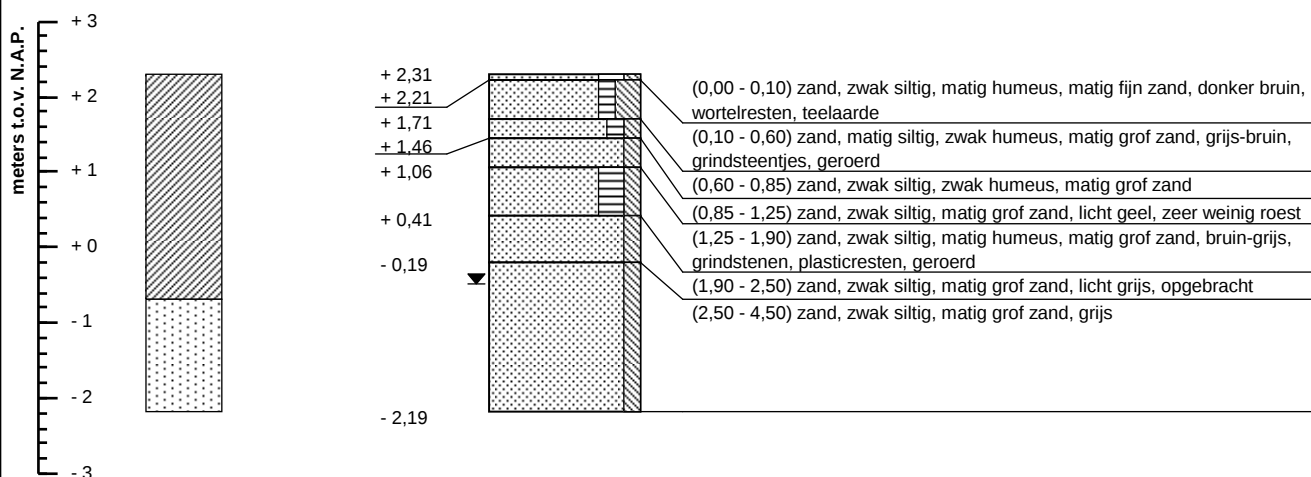
Datum: 25-8-2014

AKKOORD  
**GEO**

## **Bijlage 3 Boorstaten B001 t/m B004**

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.  
Actuele GWS: N.A.P. - 0,49 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



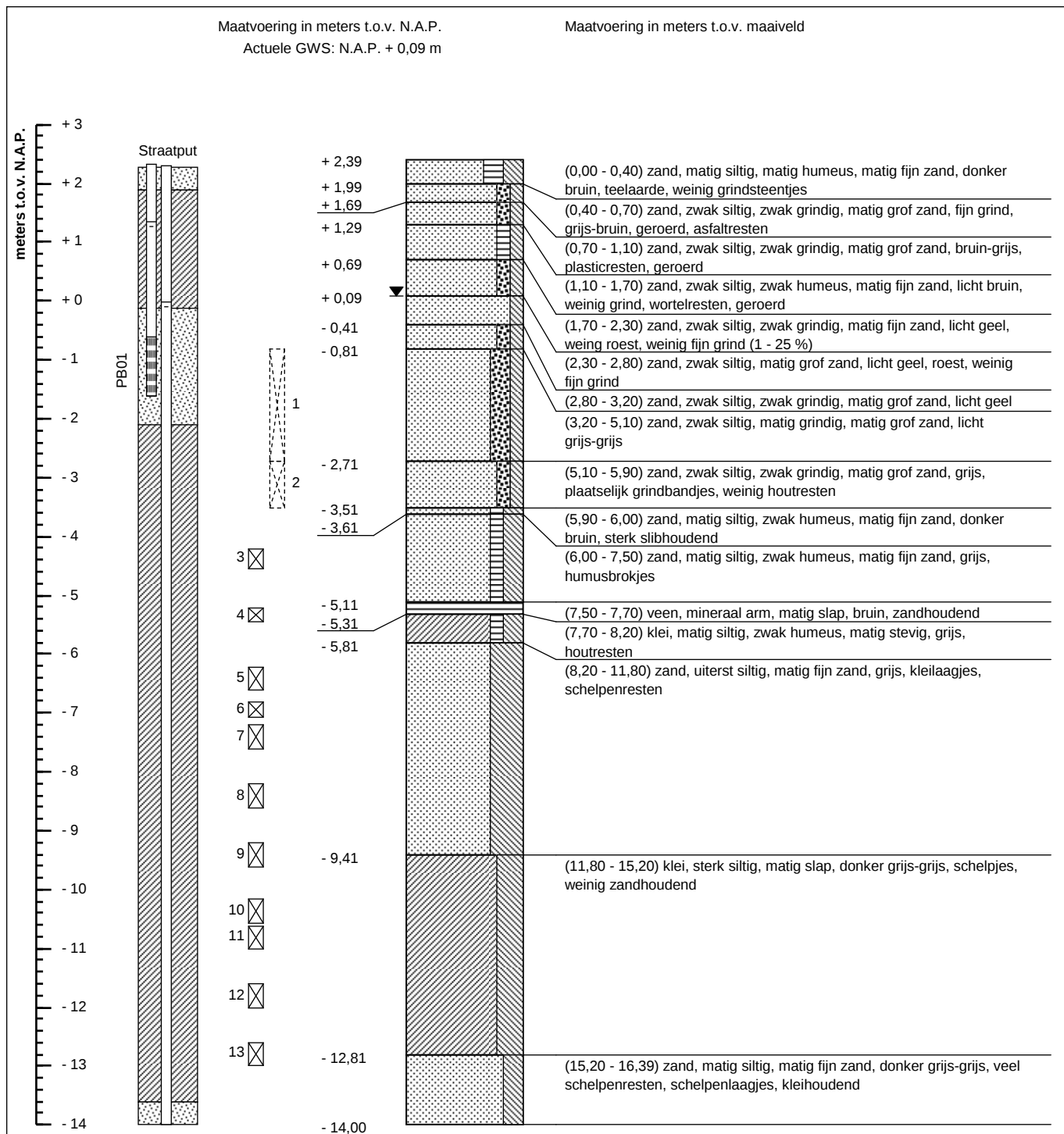
### Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

### Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

|                                                                                                                                                             |                       |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD coördinatensysteem | Amsterdam                         |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 709,0         | Handboring                        |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 737,0         | Boormeester: Liekel Mellema       |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd: 25-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1              |
|                                                                                                                                                             | Blad 1 van 1          | <b>Boornummer:</b><br><b>B001</b> |

AKKOORD  
**GEO**

VN-60893-1-B001.100 & VN-60893-1-B001-CH02.100...



#### Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 2,32 m, actuele waterniv.: + 1,34 m, Ec = 145,00 mS/cm

PB02: Peilbuis 2, bovenkant: + 2,30 m, actuele waterniv.: - 0,02 m, Ec = 183,00 mS/cm

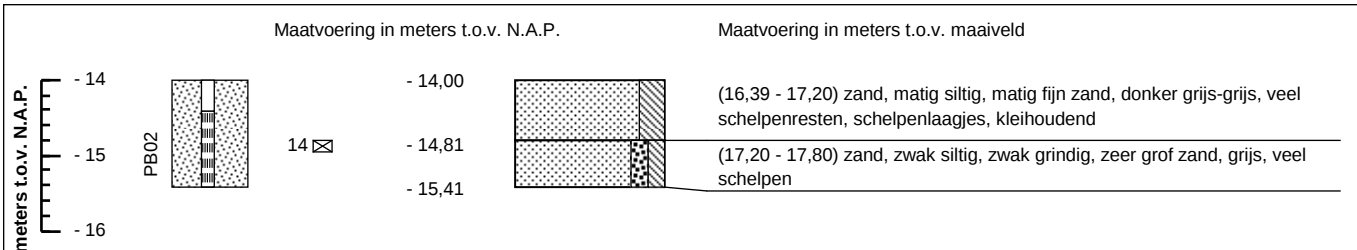
#### Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

#### Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

|                                                                                                                                                             |                          |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD<br>coördinatensysteem | Amsterdam                         |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 705,0            | Pulsboring                        |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 701,0            | Boormeester: Liekel Mellema       |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd:<br>26-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1              |
|                                                                                                                                                             | Blad 1 van 2             | <b>Boornummer:</b><br><b>B002</b> |



VN-60893-1-B002-110 & VN-60893-1-B002-CH02-110...



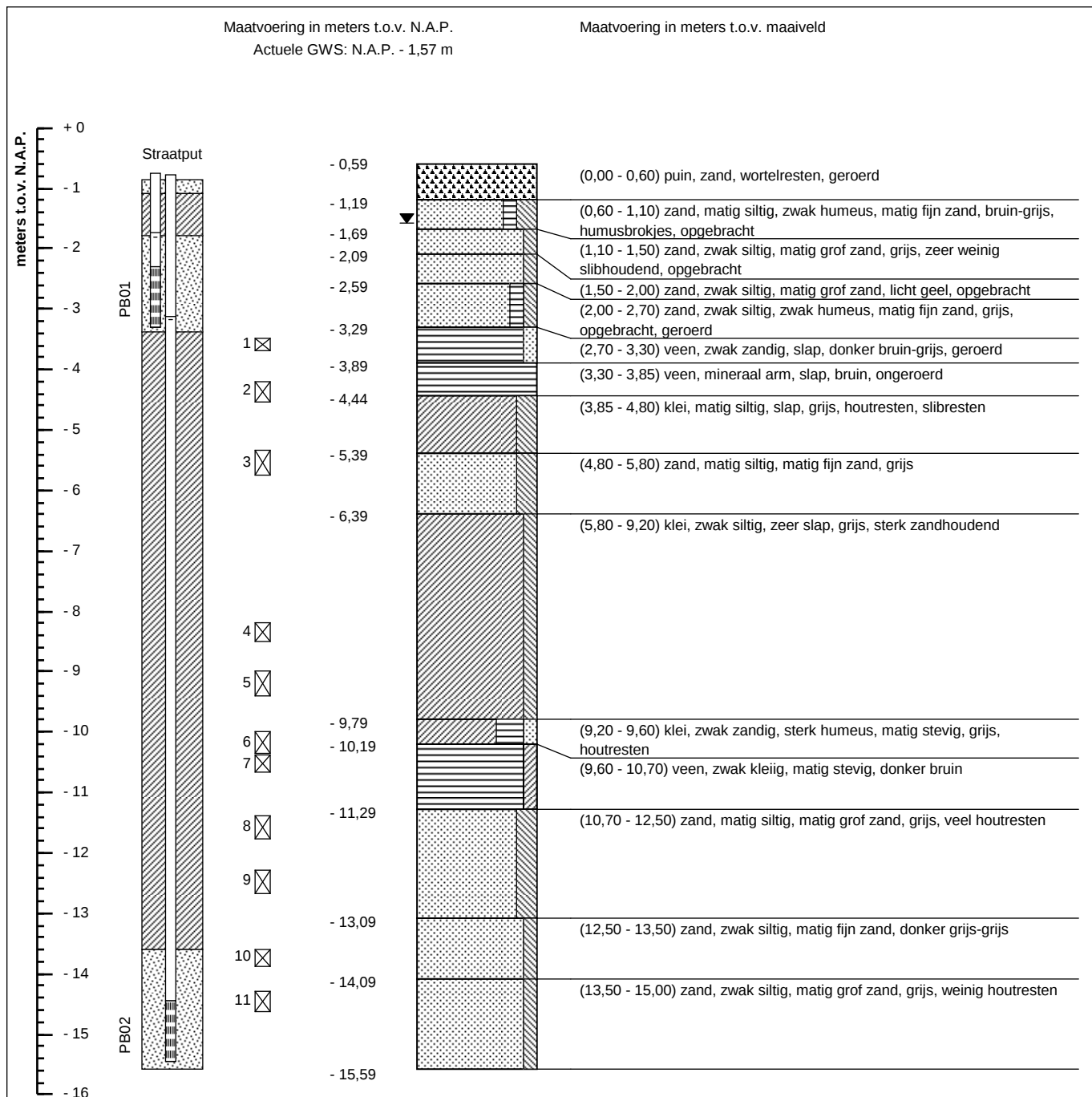
# Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

## Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

|                                                                                                                                                      |                          |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                        | RD<br>coördinatensysteem | Amsterdam                   |
| Antea Group                                                                                                                                          | X = 120 705,0            | Pulsboring                  |
|  <p><b>Wiertsema &amp; Partners</b><br/>RAADGEVEND INGENIEURS</p> | Y = 483 701,0            | Boormeester: Liekel Mellema |
|                                                                                                                                                      | Uitgevoerd:<br>26-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1        |
|                                                                                                                                                      | Blad 2 van 2             | Boornummer:<br><b>B002</b>  |



VN-60893-1-B002.110 & VN-60893-1-B002-CH02.110...



#### Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: - 0,76 m, actuele waterniv.: - 1,74 m,  $E_c = 138,00$  mS/cm

PB02: Peilbuis 2, bovenkant: - 0,79 m, actuele waterniv.: - 3,11 m,  $E_c = 121,00$  mS/cm

#### Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

#### Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

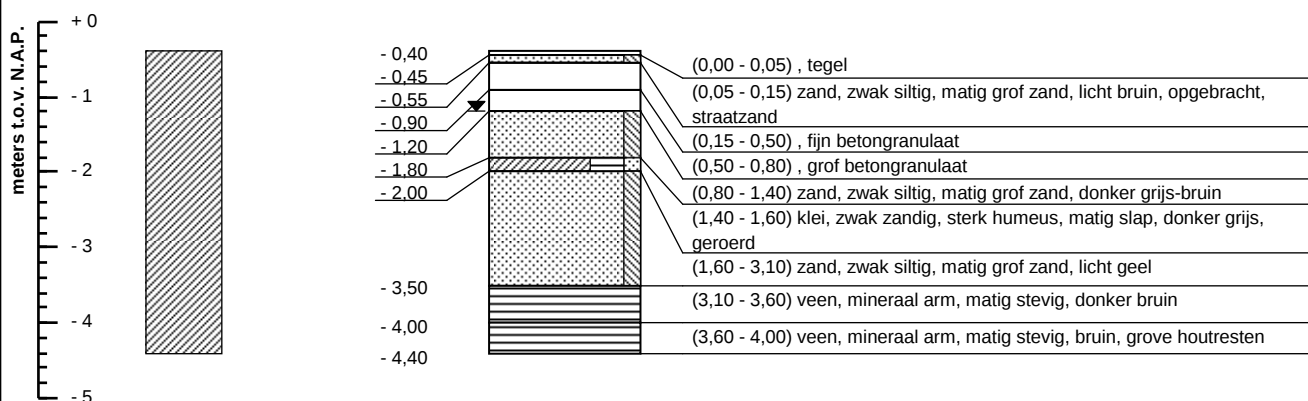
|                                                                                                                                                             |                          |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD<br>coördinatensysteem | Amsterdam                         |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 717,0            | Pulsboring                        |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 459,0            | Boormeester: Liekel Mellema       |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd:<br>27-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1              |
|                                                                                                                                                             | Blad 1 van 1             | <b>Boornummer:</b><br><b>B003</b> |



VN-60893-1-B003.110 & VN-60893-1-B003.110.110...

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.  
Actuele GWS: N.A.P. - 1,20 m

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



### Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld (NEN 5104)

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

|                                                                                                                                                             |                          |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD<br>coördinatensysteem | Amsterdam                         |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 758,0            | Handboring                        |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 357,0            | Boormeester: Liekel Mellema       |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd:<br>24-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1              |
|                                                                                                                                                             | Blad 1 van 1             | <b>Boornummer:</b><br><b>B004</b> |

AKKOORD  
**GEO**

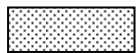
VN-60893-1-B004.100 & VN-60893-1-B004-CH02.100...

**NEN 5104 Grondsoorten**

Hoofdgrondsoort / bijmenging



Grind / grindig



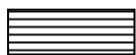
Zand / zandig



Leem / siltig



Klei / kleilig



Veen / humeus

**Niet NEN 5104 hoofdbestanddelen**

Gesloten verharding



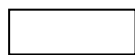
Puin



Schelpen



Water



Overige niet binnen NEN 5104 gedefinieerde hoofdbestanddelen

**Geohydrologische gegevens**Actuele grondwaterstand  
direct na boren bepaaldGemiddeld Hoogste  
Grondwaterstand (GHG)Gemiddeld Laagste  
Grondwaterstand (GLG)**Monsternamen**

Geroerd monster



Ongeroid monster

**Aanvullingen**

Filterzand



Filtergrind / Aanvulgrind



Zwelkleikorrels



Mikolit / Mikolit 00 / Mikolit 300



Mikolit B / Bentoniet



QSE



Grond (vrijgekomen / opgeboord)



Aanvulzand



Klei



Grout

**Peilbuizen**

Blinde buis / stijgbuis



Filter



Zandvang

**Hellingmeetbuizen**

Hellingmeetbuis

**Legenda boorprofiel met aanvullende gegevens**

**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

AKKOORD  
**GEO**

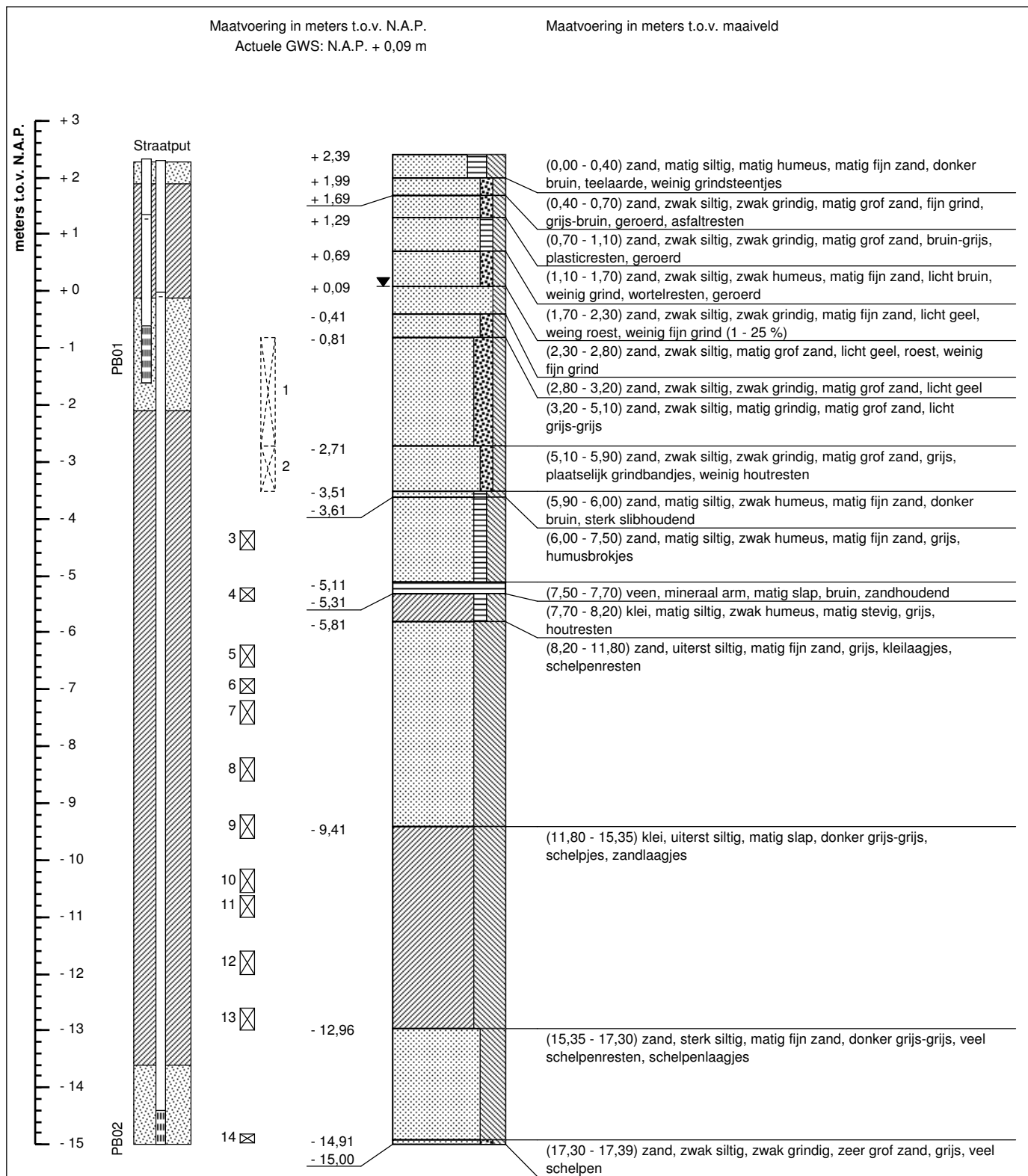
## **Bijlage 4 Tabel X-,Y- en Z-coördinaten**

Tabel X-, Y-, en Z-coördinaten

| Meetpunt  | X-coördinaten | Y-coördinaten | Z-coördinaten<br>(N.A.P. +/- m) |
|-----------|---------------|---------------|---------------------------------|
| DKM001    | 120.682       | 483.676       | + 0,90                          |
| DKM002    | 120.717       | 483.461       | - 0,46                          |
| B001      | 120.709       | 483.737       | + 2,31                          |
| B002      | 120.705       | 483.701       | + 2,39                          |
| B002PB01  | 120.705       | 483.701       | + 2,32                          |
| B002PB02  | 120.705       | 483.701       | + 2,30                          |
| B003      | 120.717       | 483.459       | - 0,59                          |
| B003PB01  | 120.717       | 483.459       | - 0,76                          |
| B003PB02  | 120.717       | 483.459       | - 0,79                          |
| B004      | 120.758       | 483.357       | - 0,40                          |
| Waterpeil | 120.712       | 483.460       | - 2,01                          |



## **Bijlage 5 Labclassificatiestaten B002 en B003**



#### Maatvoering t.o.v. N.A.P.

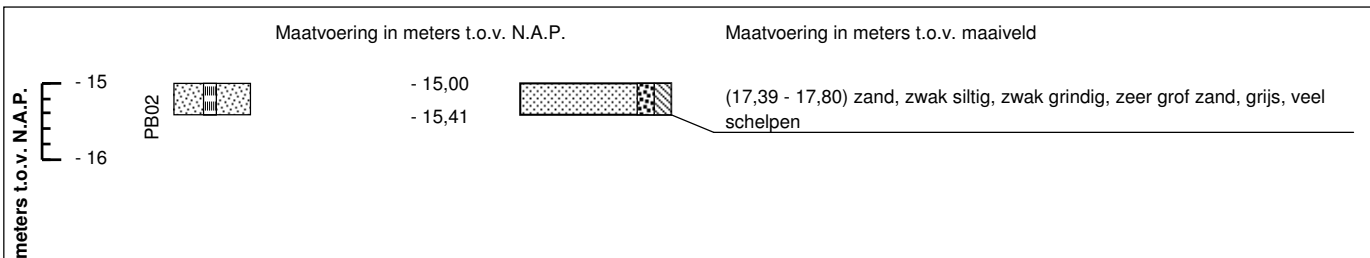
PB01: Peilbuis 1, bovenkant: + 2,32 m, actuele waterniv.: + 1,34 m,  $E_c = 145,00$  mS/cm

PB02: Peilbuis 2, bovenkant: + 2,30 m, actuele waterniv.: - 0,02 m,  $E_c = 183,00$  mS/cm

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

#### Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

|                                                                                                                                                             |                       |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD coördinatensysteem | Amsterdam                    |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 705,0         | Pulsboring                   |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 701,0         | Boormeester: Liekel Mellema  |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd: 26-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1         |
|                                                                                                                                                             | Blad 1 van 2          | Boornummer: <b>B002</b>      |
|                                                                                                                                                             |                       | <b>AKKOORD</b><br><b>LAB</b> |

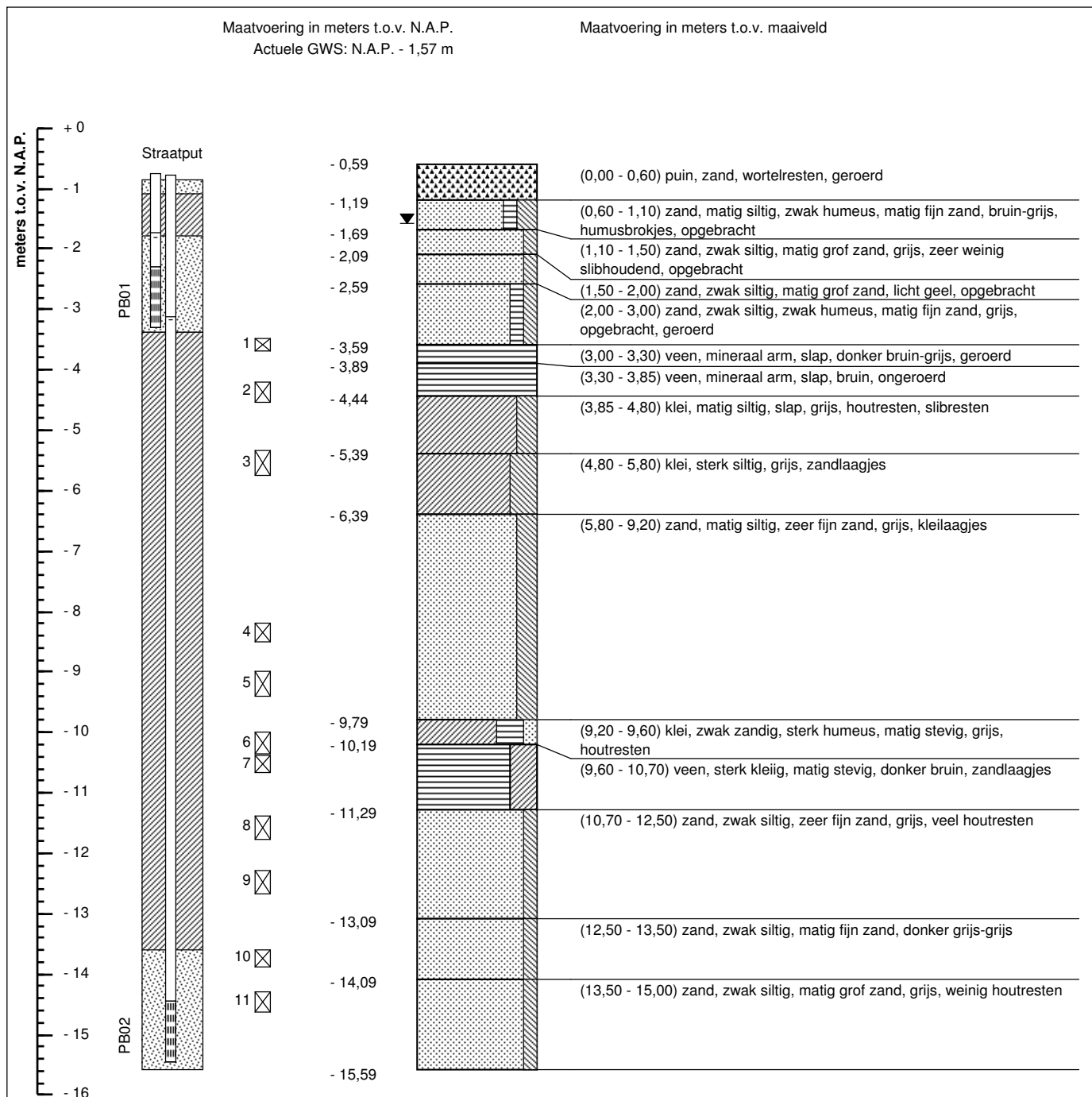


Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

**Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)**

|                                                                                                                                                             |                          |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD<br>coördinatensysteem | Amsterdam                         |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 705,0            | Pulsboring                        |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 701,0            | Boormeester: Liekel Mellema       |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd:<br>26-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1              |
|                                                                                                                                                             | Blad 2 van 2             | <b>Boornummer:</b><br><b>B002</b> |

AKKOORD  
LAB



#### Maatvoering t.o.v. N.A.P.

PB01: Peilbuis 1, bovenkant: - 0,76 m, actuele waterniv.: - 1,74 m, Ec = 138,00 mS/cm

PB02: Peilbuis 2, bovenkant: - 0,79 m, actuele waterniv.: - 3,11 m, Ec = 121,00 mS/cm

Boring conform NEN-EN-ISO 22475-1

#### Boorstaat o.b.v. grondidentificatie in het veld incl. laboratoriumclassificatie monsters (NEN 5104)

|                                                                                                                                                             |                       |                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                               | RD coördinatensysteem | Amsterdam                                                                                                        |
| Antea Group                                                                                                                                                 | X = 120 717,0         | Pulsboring                                                                                                       |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br><small>RAADGEVEND INGENIEURS</small> | Y = 483 459,0         | Boormeester: Liekel Mellema                                                                                      |
|                                                                                                                                                             | Uitgevoerd: 27-8-2014 | Opdrachtnr.: 60893-1                                                                                             |
|                                                                                                                                                             | Blad 1 van 1          | <b>Boornummer: B003</b><br> |

VI-60893-1-B003.GEF & VN-60893-1-B003\_CH01.GEF

## **Bijlage 6 Volumegewicht en watergehalte**

Project omschr.: aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10 Amsterdam  
 Project nummer: VN-60893-1

| boring | monster nummer | diepte in m - mv | niveau monster t.o.v. N.A.P. | nat volumegewicht    | droog volumegewicht  | watergehalte in gewichts percentage | gehandteerde soortelijke massa | poriën getal | poriën volume | watergehalte in volume | verz. graad |
|--------|----------------|------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|------------------------|-------------|
|        |                |                  |                              | $\gamma_n$           | $\gamma_{dr}$        | $W_g$                               | $\rho$                         | $e$          | $n$           | $W_v$                  | $S_r$       |
|        |                | [m]              | [m]                          | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>3</sup> ] | %                                   | [kg/m <sup>3</sup> ]           | [ - ]        | %             | %                      | %           |
| B002   | 3              | 6,75             | -4,36                        | 19,5                 | 16,3                 | 19,9                                | 2609 *                         | 0,60         | 37,62         | 32,44                  | 86,23       |
| B002   | 4              | 7,60             | -5,21                        | 10,0                 | 1,7                  | 482,6                               | 1633                           | 8,49         | 89,47         | 83,00                  | 92,77       |
| B002   | 4              | 7,80             | -5,41                        | 18,0                 | 12,8                 | 40,7                                | 2598 *                         | 1,03         | 50,70         | 52,08                  | 102,72      |
| B002   | 7              | 9,80             | -7,41                        | 18,5                 | 13,9                 | 32,9                                | 2601 *                         | 0,87         | 46,59         | 45,76                  | 98,22       |
| B002   | 10             | 12,75            | -10,36                       | 17,3                 | 12,1                 | 42,6                                | 2594 *                         | 1,14         | 53,30         | 51,60                  | 96,82       |
| B002   | 11             | 13,21            | -10,82                       | 16,8                 | 11,2                 | 50,4                                | 2589                           | 1,32         | 56,85         | 56,28                  | 99,00       |
| B002   | 12             | 14,20            | -11,81                       | 16,6                 | 10,9                 | 52,5                                | 2579 *                         | 1,37         | 57,74         | 57,20                  | 99,07       |
| B002   | 13             | 15,20            | -12,81                       | 15,7                 | 9,3                  | 69,0                                | 2537 *                         | 1,74         | 63,44         | 64,04                  | 100,94      |
| B002   | 14             | 17,25            | -14,86                       | 19,6                 | 16,0                 | 23,1                                | 2604 *                         | 0,63         | 38,70         | 36,88                  | 95,29       |
| B003   | 1              | 3,18             | -3,77                        | 9,9                  | 1,5                  | 541,1                               | 1480                           | 8,56         | 89,54         | 83,76                  | 93,54       |
| B003   | 2              | 3,75             | -4,34                        | 9,6                  | 1,3                  | 637,4                               | 1468                           | 10,26        | 91,12         | 83,12                  | 91,22       |
| B003   | 3              | 4,95             | -5,54                        | 17,7                 | 13,0                 | 36,3                                | 2600 *                         | 1,00         | 50,00         | 47,24                  | 94,49       |
| B003   | 4              | 7,75             | -8,34                        | 18,7                 | 14,4                 | 30,3                                | 2679                           | 0,86         | 46,32         | 43,60                  | 94,13       |
| B003   | 7              | 10,05            | -10,64                       | 12,2                 | 4,7                  | 161,4                               | 2071                           | 3,43         | 77,42         | 75,48                  | 97,50       |
| B003   | 8              | 10,95            | -11,54                       | 19,8                 | 16,3                 | 21,1                                | 2606 *                         | 0,60         | 37,34         | 34,40                  | 92,12       |

\* Waarden soortelijke massa zijn bepaald aan de hand van een grootschalige proevenverzameling, waarbij per grondsoort een correlatie is bepaald tussen het volumegewicht en de soortelijke massa.

\*\* Voor de monsters waar bij de waarde van  $\rho$  een '\*' is vermeld, betreft het indicatieve waarden



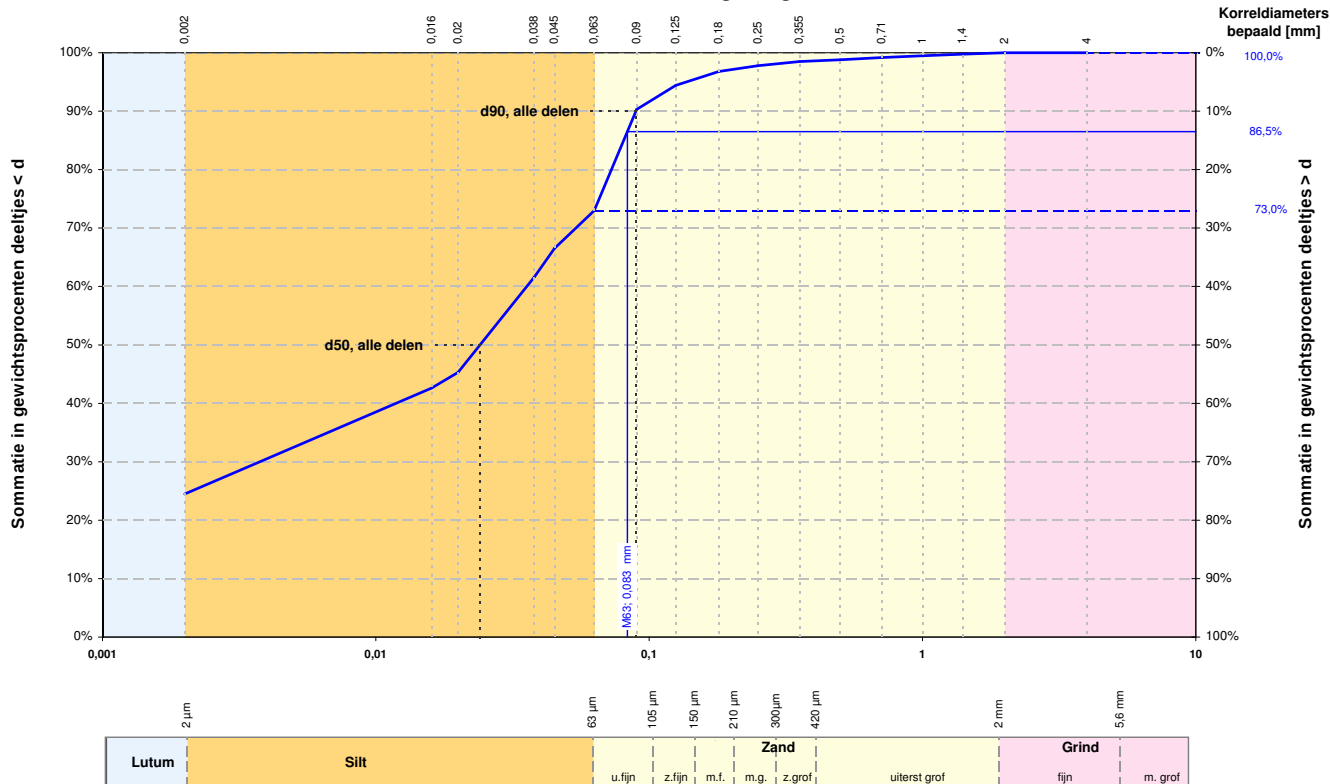
**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS



## **Bijlage 7 Korrelgrootteverdeling**

| Boring | Monster | Referentie<br>niveau:<br>NAP | Beschrijving<br>volgens NEN<br>5104 | Gebruikte zeven [ mm] met cumulatieve gewichtspercentages d> |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      | Zandfractie |                       |                                   |                 |  |
|--------|---------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------|--|
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      | Mz          | fijnheids<br>getal Fm | D <sub>60</sub> / D <sub>10</sub> | D <sub>15</sub> |  |
|        |         |                              |                                     | [ mm ]                                                       | [ - ] | [ - ] | [ mm] |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
| B002   | 10      | -10,16 tot -10,56 m.         | Ks4                                 | 0,2                                                          | 0,5   | 0,8   | 1,2   | 1,5 | 2,2  | 3,2  | 5,6  | 9,7  | 27,0 | 33,5 | 38,4 | 54,7 | 57,4 | 75,5 | 100,0 | 0,08 | 0,10 | 1,32        | 0,07                  |                                   |                 |  |
| B002   | 12      | -11,61 tot -12,01 m.         | Ks4                                 | 0,4                                                          | 1,3   | 2,6   | 4,5   | 5,9 | 8,0  | 9,9  | 12,6 | 15,0 | 21,5 | 28,6 | 34,8 | 55,4 | 58,8 | 78,2 | 100,0 | 0,16 | 0,26 | 3,20        | 0,08                  |                                   |                 |  |
| B002   | 14      | -14,81 tot -14,89 m.         | Zs3                                 | 0,1                                                          | 0,4   | 1,2   | 3,7   | 9,9 | 21,9 | 35,7 | 51,7 | 63,4 | 77,2 | 81,0 | 83,0 | 88,3 | 89,5 | 97,1 | 100,0 | 0,17 | 0,78 | 2,62        | 0,09                  |                                   |                 |  |
| B003   | 3       | -5,34 tot -5,74 m.           | Ks3                                 | 0,2                                                          | 0,3   | 0,5   | 0,7   | 0,9 | 1,2  | 1,7  | 2,7  | 4,4  | 19,8 | 28,0 | 34,2 | 52,9 | 56,1 | 72,3 | 100,0 | 0,08 | 0,05 | 1,26        | 0,07                  |                                   |                 |  |
| B003   | 8       | -11,39 tot -11,77 m.         | Zs1                                 | 0,1                                                          | 0,2   | 0,5   | 1,3   | 2,8 | 9,7  | 26,0 | 56,7 | 74,8 | 90,6 | 93,6 | 94,7 | 95,4 | 95,7 | 99,6 | 100,0 | 0,14 | 0,68 | 2,06        | 0,09                  |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |
|        |         |                              |                                     |                                                              |       |       |       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |             |                       |                                   |                 |  |

# Korrelverdelingsdiagram



| Alle fracties               |        |
|-----------------------------|--------|
| Kentallen                   | Waarde |
| d 10 [mm]                   | -      |
| d 50 [mm]                   | 0,024  |
| d 60 [mm]                   | 0,036  |
| d 90 [mm]                   | 0,089  |
| $C_u = d_{60} / d_{10} [-]$ | -      |
| $d_{90} / d_{10} [-]$       | -      |
| $C_c [-]$                   | -      |

| Karakteristieke waarden       |        |
|-------------------------------|--------|
| $M_{63}$ [mm]                 | 0,083  |
| $M_{2000}$ [mm]               | -      |
| $D_m$ [mm]                    | -      |
| $F_m [-]$                     | 0,095  |
| $U_{16} [-]$<br>[16 μm - 2mm] | 224,50 |

| Zandfractie                 |         |
|-----------------------------|---------|
| Kentallen                   | Waarde  |
| D 10 [mm]                   | 0,067   |
| D 50 [mm]                   | 0,083   |
| D 60 [mm]                   | 0,088   |
| D 90 [mm]                   | 0,213   |
| $C_u = D_{60} / D_{10} [-]$ | 1,321   |
| $D_{90} / D_{10} [-]$       | 3,197   |
| $U [-]$<br>[63 μm - 2mm]    | 109,296 |

| Fractie < 63 μm |       | Zand   |       | Grind  |       | Stenen |       |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| d [mm]          | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d |
| Lutum           |       | 0,075  | -     | 2,8    | -     | 125    | -     |
|                 | 0,001 | -      | 0,090 | 90,3   | 4,0   | 100,0  |       |
|                 | 0,002 | 24,5   | 0,106 | -      | 5,6   | -      |       |
| Silt            | 0,004 | -      | 0,125 | 94,4   | 8,0   | -      |       |
|                 | 0,006 | -      | 0,150 | -      | 11,2  | -      |       |
|                 | 0,008 | -      | 0,180 | 96,8   | 16,0  | -      |       |
|                 | 0,010 | -      | 0,212 | -      | 20,0  | -      |       |
|                 | 0,016 | 42,6   | 0,250 | 97,8   | 22,4  | -      |       |
|                 | 0,020 | 45,3   | 0,355 | 98,5   | 31,5  | -      |       |
|                 | 0,030 | -      | 0,500 | 98,8   | 45,0  | -      |       |
|                 | 0,038 | 61,6   | 0,710 | 99,2   | 63,0  | -      |       |
|                 | 0,045 | 66,5   | 1,000 | 99,5   |       |        |       |
|                 | 0,063 | 73,0   | 1,400 | 99,8   |       |        |       |
|                 |       |        | 2,000 | 100,0  |       |        |       |

| Aanvullende bepalingen |              |
|------------------------|--------------|
| Humusgehalte           | niet bepaald |
| Kalkgehalte            | niet bepaald |

## Legenda

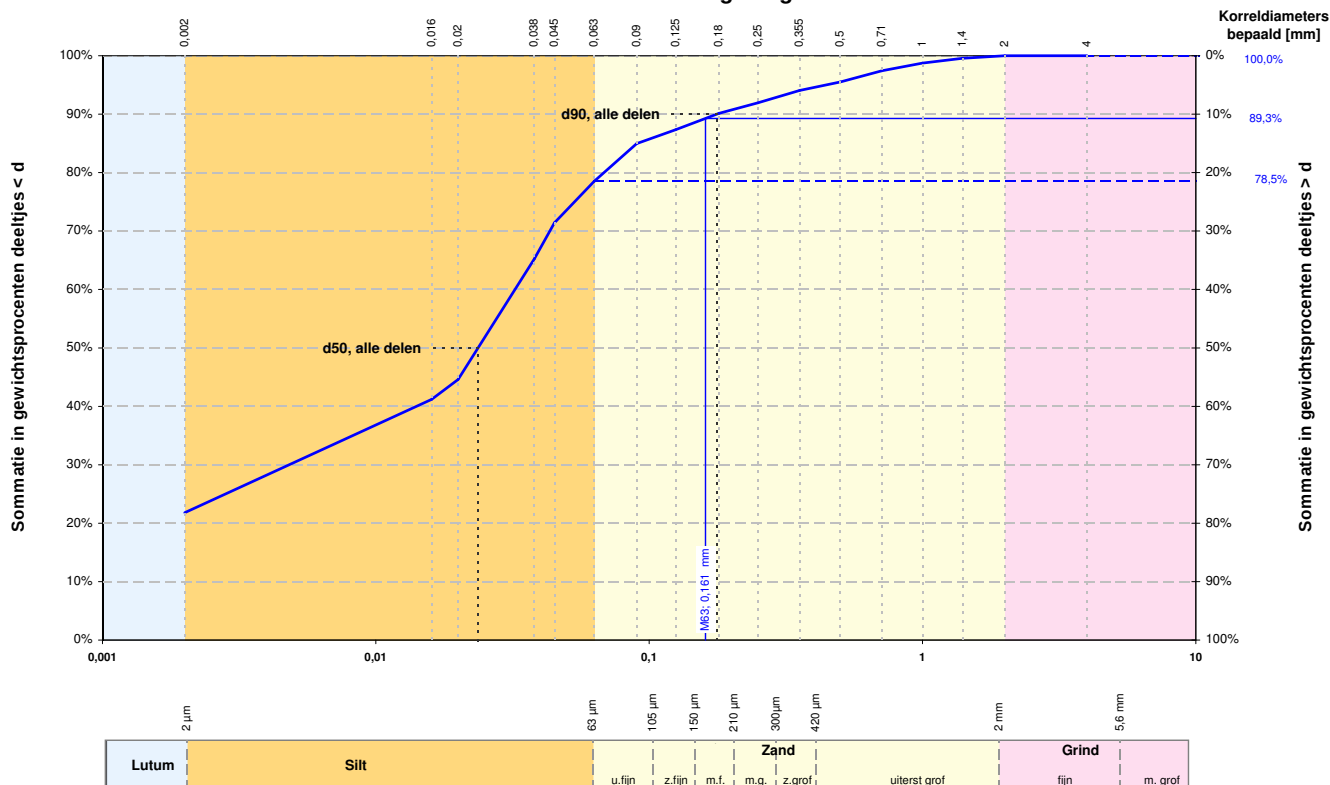
$C_u$  = Gelijkmatigheidscoëfficiënt  
 $C_c$  = Krommingscoëfficiënt  
 $U$  = U-Cieter of relatief korrelooppervlak  
 $F_m$  = Fijnheidsmodulus  
 $M_{63}$  = Zand mediaan  
 $M_{2000}$  = Grindmediaan  
 $D_m$  = Mediane korreldiameter

| Beschrijving uitvoering test  |              |
|-------------------------------|--------------|
| Beschrijving volgens NEN 5104 | Ks4          |
| Humusgehalte                  | niet bepaald |
| Kalkgehalte                   | niet bepaald |
| Bepaling fijne fractie        | sedigraaf    |
| Bepaling zand                 | zeven, nat   |
| Bepaling grind                | zeven, nat   |

versie: 14.2

|                                                                                                                                              |  |                                                                     |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Projectnaam</b> aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10<br><b>Amsterdam</b>                                         |  | <b>Boring</b> B002<br><b>Monster</b> 10                             |                              |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br>RAADGEVEND INGENIEURS |  | <b>Diepte</b> -10,16 m tot -10,56 m<br><b>Referentie niveau</b> NAP |                              |
|                                                                                                                                              |  | <b>Projectnr.</b> 60893-1                                           | <b>AKKOORD</b><br><b>LAB</b> |
|                                                                                                                                              |  | <b>Datum</b> 11-09-2014                                             |                              |

# Korrelverdelingsdiagram



| Alle fracties                     |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| d 10 [mm]                         | -      |
| d 50 [mm]                         | 0,024  |
| d 60 [mm]                         | 0,032  |
| d 90 [mm]                         | 0,177  |
| $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-] | -      |
| $d_{90} / d_{10}$ [-]             | -      |
| $C_c$ [-]                         | -      |

| Karakteristieke waarden      |        |
|------------------------------|--------|
| $M_{63}$ [mm]                | 0,161  |
| $M_{2000}$ [mm]              | -      |
| $D_m$ [mm]                   | -      |
| $F_m$ [-]                    | 0,264  |
| $U_{16}$ [-]<br>[16µm - 2mm] | 236,04 |

| Zandfractie                       |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| D 10 [mm]                         | 0,071  |
| D 50 [mm]                         | 0,161  |
| D 60 [mm]                         | 0,227  |
| D 90 [mm]                         | 0,795  |
| $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-] | 3,195  |
| $D_{90} / D_{10}$ [-]             | 11,200 |
| $U$ [-]<br>[63µm - 2mm]           | 70,820 |

| Fractie < 63 µm |       | Zand   |       | Grind  |       | Stenen |       |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| d [mm]          | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d |
| Lutum           |       | 0,075  | -     | 2,8    | -     | 125    | -     |
|                 | 0,001 | 0,090  | 85,0  | 4,0    | 100,0 |        |       |
|                 | 0,002 | 0,106  | -     | 5,6    | -     |        |       |
| Silt            | 0,004 | 0,125  | 87,4  | 8,0    | -     |        |       |
|                 | 0,006 | 0,150  | -     | 11,2   | -     |        |       |
|                 | 0,008 | 0,180  | 90,1  | 16,0   | -     |        |       |
|                 | 0,010 | 0,212  | -     | 20,0   | -     |        |       |
|                 | 0,016 | 0,250  | 92,0  | 22,4   | -     |        |       |
|                 | 0,020 | 0,355  | 94,1  | 31,5   | -     |        |       |
|                 | 0,030 | 0,500  | 95,5  | 45,0   | -     |        |       |
|                 | 0,038 | 0,710  | 97,4  | 63,0   | -     |        |       |
|                 | 0,045 | 1,000  | 98,7  |        |       |        |       |
|                 | 0,063 | 1,400  | 99,6  |        |       |        |       |
|                 |       | 2,000  | 100,0 |        |       |        |       |

| Aanvullende bepalingen |              |
|------------------------|--------------|
| Humusgehalte           | niet bepaald |
| Kalkgehalte            | niet bepaald |

## Legenda

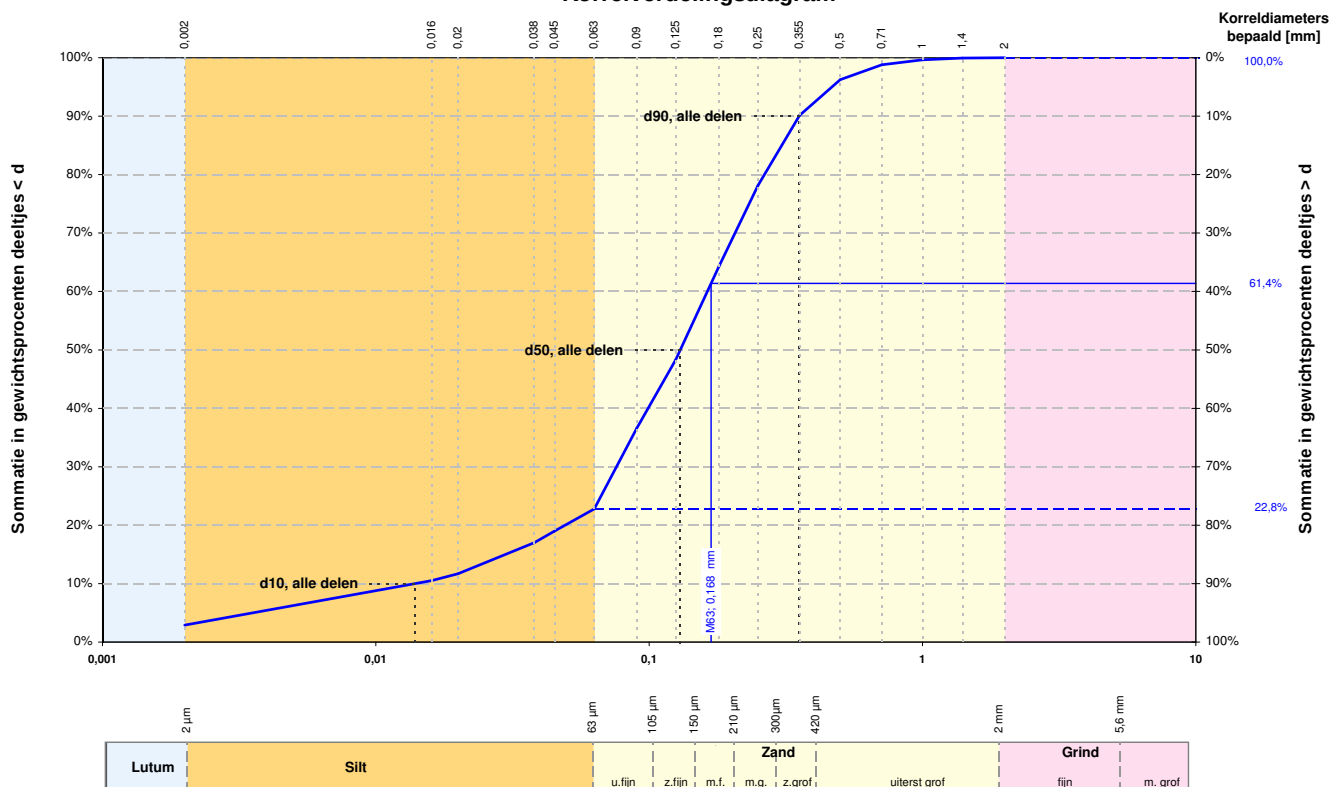
$C_u$  = Gelijkmatigheidscoëfficiënt  
 $C_c$  = Krommingscoëfficiënt  
 $U$  = U-Cieter of relatief korreloppervlak  
 $F_m$  = Fijnheidsmodulus  
 $M_{63}$  = Zand mediaan  
 $M_{2000}$  = Grindmediaan  
 $D_m$  = Mediane korreldiameter

| Beschrijving uitvoering test  |              |
|-------------------------------|--------------|
| Beschrijving volgens NEN 5104 | Ks4          |
| Humusgehalte                  | niet bepaald |
| Kalkgehalte                   | niet bepaald |
| Bepaling fijne fractie        | sedigraaf    |
| Bepaling zand                 | zeven, nat   |
| Bepaling grind                | zeven, nat   |

versie: 14.2

|                                                                                                                                              |  |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Projectnaam</b> aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10<br><b>Amsterdam</b>                                         |  | <b>Boring</b> B002<br><b>Monster</b> 12                             |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br>RAADGEVEND INGENIEURS |  | <b>Diepte</b> -11,61 m tot -12,01 m<br><b>Referentie niveau</b> NAP |
|                                                                                                                                              |  | <b>Projectnr.</b> 60893-1                                           |
|                                                                                                                                              |  | <b>Datum</b> 11-09-2014                                             |
|                                                                                                                                              |  | <b>AKKOORD</b><br><b>LAB</b>                                        |

# Korrelverdelingsdiagram



| Alle fracties                     |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| d 10 [mm]                         | 0,014  |
| d 50 [mm]                         | 0,130  |
| d 60 [mm]                         | 0,163  |
| d 90 [mm]                         | 0,354  |
| $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-] | 11,729 |
| $d_{90} / d_{10}$ [-]             | 25,411 |
| $C_c$ [-]                         | 2,540  |

| Karakteristieke waarden |        |
|-------------------------|--------|
| $M_{63}$ [mm]           | 0,168  |
| $M_{2000}$ [mm]         | -      |
| $D_m$ [mm]              | 0,151  |
| $F_m$ [-]               | 0,777  |
| $U_{16}$ [-]            | 101,74 |
| [16 µm - 2 mm]          |        |

| Zandfractie                       |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| D 10 [mm]                         | 0,077  |
| D 50 [mm]                         | 0,168  |
| D 60 [mm]                         | 0,202  |
| D 90 [mm]                         | 0,400  |
| $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-] | 2,623  |
| $D_{90} / D_{10}$ [-]             | 5,202  |
| $U$ [-]                           | 68,450 |
| [63 µm - 2 mm]                    |        |

| Fractie < 63 µm |       | Zand   |       | Grind  |       | Stenen |       |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| d [mm]          | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d |
| Lutum           |       | 0,075  | -     | 2,8    | -     | 125    | -     |
|                 | 0,001 | -      | 0,090 | 36,6   | 4,0   | -      |       |
|                 | 0,002 | 2,9    | 0,106 | -      | 5,6   | -      |       |
| Silt            | 0,004 | -      | 0,125 | 48,3   | 8,0   | -      |       |
|                 | 0,006 | -      | 0,150 | -      | 11,2  | -      |       |
|                 | 0,008 | -      | 0,180 | 64,3   | 16,0  | -      |       |
|                 | 0,010 | -      | 0,212 | -      | 20,0  | -      |       |
|                 | 0,016 | 10,5   | 0,250 | 78,1   | 22,4  | -      |       |
|                 | 0,020 | 11,7   | 0,355 | 90,1   | 31,5  | -      |       |
|                 | 0,030 | -      | 0,500 | 96,3   | 45,0  | -      |       |
|                 | 0,038 | 17,0   | 0,710 | 98,8   | 63,0  | -      |       |
|                 | 0,045 | 19,0   | 1,000 | 99,6   |       |        |       |
|                 | 0,063 | 22,8   | 1,400 | 99,9   |       |        |       |
|                 |       |        | 2,000 | 100,0  |       |        |       |

| Aanvullende bepalingen |              |
|------------------------|--------------|
| Humusgehalte           | niet bepaald |
| Kalkgehalte            | niet bepaald |

## Legenda

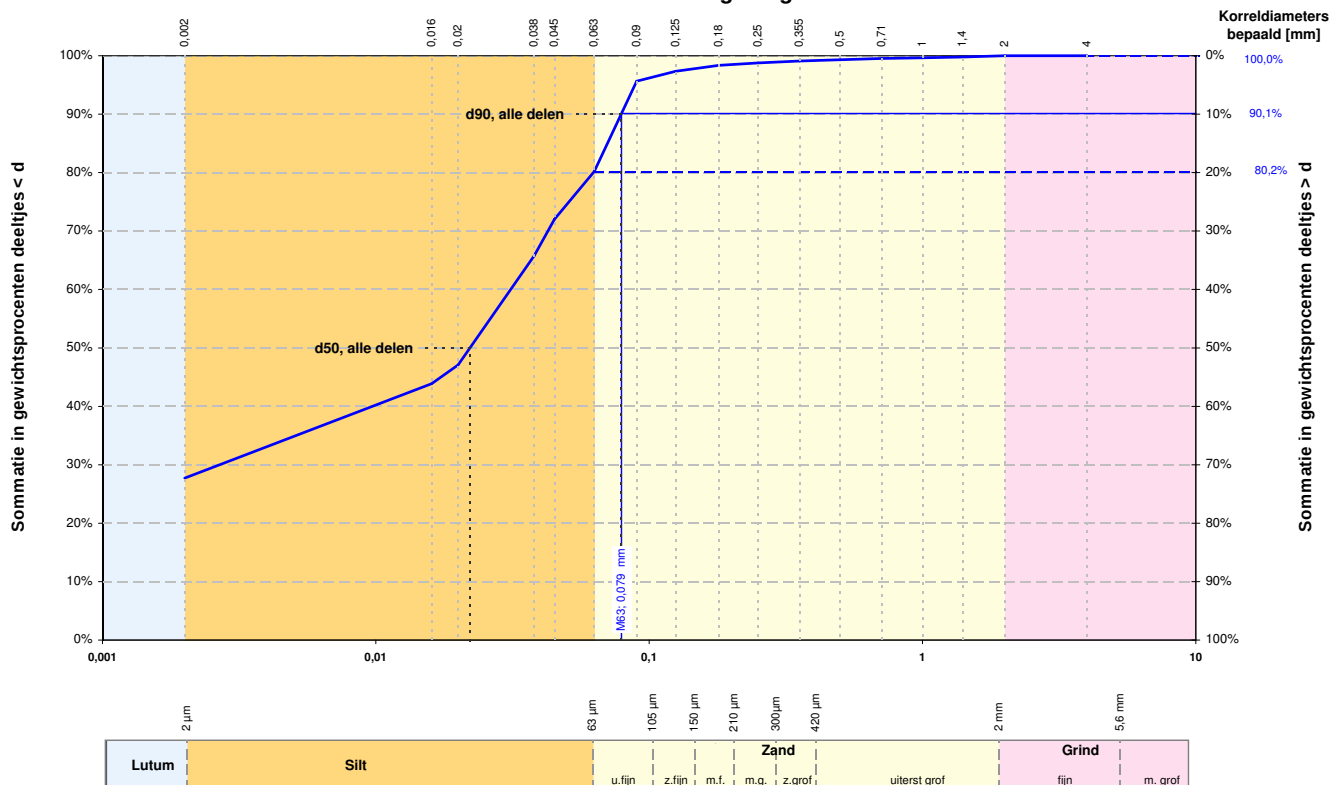
|            |   |                                       |
|------------|---|---------------------------------------|
| $C_u$      | = | Gelijkmatigheidscoëfficiënt           |
| $C_c$      | = | Krommingscoëfficiënt                  |
| $U$        | = | U-Cieter of relatief korrelooppervlak |
| $F_m$      | = | Fijnheidsmodulus                      |
| $M_{63}$   | = | Zand mediaan                          |
| $M_{2000}$ | = | Grindmediaan                          |
| $D_m$      | = | Mediane korreldiameter                |

| Beschrijving uitvoering test  |              |
|-------------------------------|--------------|
| Beschrijving volgens NEN 5104 | Zs3          |
| Humusgehalte                  | niet bepaald |
| Kalkgehalte                   | niet bepaald |
| Bepaling fijne fractie        | sedigraaf    |
| Bepaling zand                 | zeven, nat   |
| Bepaling grind                | zeven, nat   |

versie: 14.2

|                                                                                                                                              |  |                              |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Projectnaam                                                                                                                                  |  | Boring                       | B002                  |
| aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10                                                                                |  | Monster                      | 14                    |
| Amsterdam                                                                                                                                    |  | Diepte                       | -14,81 m tot -14,89 m |
|                                                                                                                                              |  | Referentie niveau            | NAP                   |
|  <b>Wiertsema &amp; Partners</b><br>RAADGEVEND INGENIEURS |  | Projectnr.                   | 60893-1               |
|                                                                                                                                              |  | Datum                        | 11-09-2014            |
|                                                                                                                                              |  | <b>AKKOORD</b><br><b>LAB</b> |                       |

# Korrelverdelingsdiagram



| Alle fracties                     |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| d 10 [mm]                         | -      |
| d 50 [mm]                         | 0,022  |
| d 60 [mm]                         | 0,031  |
| d 90 [mm]                         | 0,079  |
| $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ [-] | -      |
| $d_{90} / d_{10}$ [-]             | -      |
| $C_c$ [-]                         | -      |

| Karakteristieke waarden |        |
|-------------------------|--------|
| $M_{63}$ [mm]           | 0,079  |
| $M_{2000}$ [mm]         | -      |
| $D_m$ [mm]              | -      |
| $F_m$ [-]               | 0,049  |
| $U_{16}$ [-]            | 250,94 |
| [16 μm - 2 mm]          |        |

| Zandfractie                       |         |
|-----------------------------------|---------|
| Kentallen                         | Waarde  |
| D 10 [mm]                         | 0,066   |
| D 50 [mm]                         | 0,079   |
| D 60 [mm]                         | 0,083   |
| D 90 [mm]                         | 0,160   |
| $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ [-] | 1,257   |
| $D_{90} / D_{10}$ [-]             | 2,425   |
| $U$ [-]                           | 117,870 |
| [63 μm - 2 mm]                    |         |

| Fractie < 63 μm |       | Zand   |       | Grind  |       | Stenen |       |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| d [mm]          | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d |
| Lutum           |       | 0,075  | -     | 2,8    | -     | 125    | -     |
|                 | 0,001 | -      | 0,090 | 95,6   | 4,0   | 100,0  |       |
|                 | 0,002 | 27,7   | 0,106 | -      | 5,6   | -      |       |
| Silt            | 0,004 | -      | 0,125 | 97,3   | 8,0   | -      |       |
|                 | 0,006 | -      | 0,150 | -      | 11,2  | -      |       |
|                 | 0,008 | -      | 0,180 | 98,3   | 16,0  | -      |       |
|                 | 0,010 | -      | 0,212 | -      | 20,0  | -      |       |
|                 | 0,016 | 43,9   | 0,250 | 98,8   | 22,4  | -      |       |
|                 | 0,020 | 47,1   | 0,355 | 99,1   | 31,5  | -      |       |
|                 | 0,030 | -      | 0,500 | 99,3   | 45,0  | -      |       |
|                 | 0,038 | 65,8   | 0,710 | 99,5   | 63,0  | -      |       |
|                 | 0,045 | 72,0   | 1,000 | 99,7   |       |        |       |
|                 | 0,063 | 80,2   | 1,400 | 99,8   |       |        |       |
|                 |       |        | 2,000 | 100,0  |       |        |       |

| Aanvullende bepalingen |              |
|------------------------|--------------|
| Humusgehalte           | niet bepaald |
| Kalkgehalte            | niet bepaald |

## Legenda

|            |   |                                      |
|------------|---|--------------------------------------|
| $C_u$      | = | Gelijkmatigheidscoëfficiënt          |
| $C_c$      | = | Krommingscoëfficiënt                 |
| $U$        | = | U-Ciifer of relatief korreloppervlak |
| $F_m$      | = | Fijnheidsmodulus                     |
| $M_{63}$   | = | Zand mediaan                         |
| $M_{2000}$ | = | Grindmediaan                         |
| $D_m$      | = | Mediane korreldiameter               |

| Beschrijving uitvoering test  |              |
|-------------------------------|--------------|
| Beschrijving volgens NEN 5104 | Ks3          |
| Humusgehalte                  | niet bepaald |
| Kalkgehalte                   | niet bepaald |
| Bepaling fijne fractie        | sedigraaf    |
| Bepaling zand                 | zeven, nat   |
| Bepaling grind                | zeven, nat   |

versie: 14.2

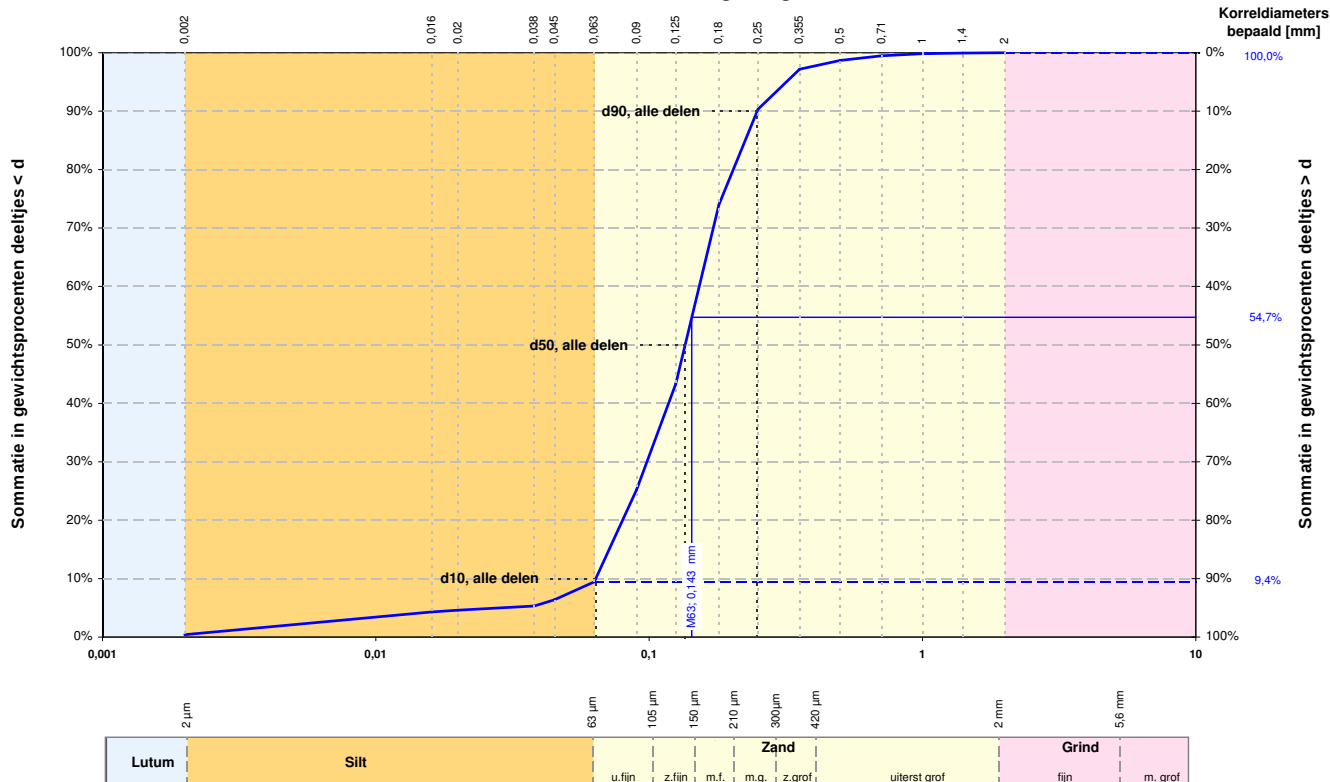
|                                                               |  |                   |                     |
|---------------------------------------------------------------|--|-------------------|---------------------|
| Projectnaam                                                   |  | Boring            | B003                |
| aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10 |  | Monster           | 3                   |
| Amsterdam                                                     |  | Diepte            | -5,34 m tot -5,74 m |
|                                                               |  | Referentie niveau | NAP                 |
|                                                               |  | Projectnr.        | 60893-1             |
|                                                               |  | Datum             | 11-09-2014          |



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



# Korrelverdelingsdiagram



| Alle fracties                     |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| d 10 [mm]                         | 0,064  |
| d 50 [mm]                         | 0,135  |
| d 60 [mm]                         | 0,152  |
| d 90 [mm]                         | 0,248  |
| $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} [-]$ | 2,389  |
| $d_{90} / d_{10} [-]$             | 3,892  |
| $C_c [-]$                         | 0,990  |

| Karakteristieke waarden      |       |
|------------------------------|-------|
| $M_{63}$ [mm]                | 0,143 |
| $M_{2000}$ [mm]              | -     |
| $D_m$ [mm]                   | 0,141 |
| $F_m [-]$                    | 0,679 |
| $U_{16} [-]$<br>[16µm - 2mm] | 85,70 |

| Zandfractie                       |        |
|-----------------------------------|--------|
| Kentallen                         | Waarde |
| D 10 [mm]                         | 0,077  |
| D 50 [mm]                         | 0,143  |
| D 60 [mm]                         | 0,159  |
| D 90 [mm]                         | 0,258  |
| $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} [-]$ | 2,063  |
| $D_{90} / D_{10} [-]$             | 3,337  |
| $U [-]$<br>[63µm - 2mm]           | 76,604 |

| Fractie < 63 µm |       | Zand   |       | Grind  |       | Stenen |       |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| d [mm]          | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d | d [mm] | % < d |
| Lutum           |       | 0,075  | -     | 2,8    | -     | 125    | -     |
|                 | 0,001 | -      | 0,090 | 25,2   | 4,0   | -      | -     |
|                 | 0,002 | 0,4    | 0,106 | -      | 5,6   | -      | -     |
| Silt            | 0,004 | -      | 0,125 | 43,3   | 8,0   | -      | -     |
|                 | 0,006 | -      | 0,150 | -      | 11,2  | -      | -     |
|                 | 0,008 | -      | 0,180 | 74,0   | 16,0  | -      | -     |
|                 | 0,010 | -      | 0,212 | -      | 20,0  | -      | -     |
|                 | 0,016 | 4,3    | 0,250 | 90,3   | 22,4  | -      | -     |
|                 | 0,020 | 4,6    | 0,355 | 97,2   | 31,5  | -      | -     |
|                 | 0,030 | -      | 0,500 | 98,7   | 45,0  | -      | -     |
|                 | 0,038 | 5,3    | 0,710 | 99,5   | 63,0  | -      | -     |
|                 | 0,045 | 6,4    | 1,000 | 99,8   | -     | -      | -     |
|                 | 0,063 | 9,4    | 1,400 | 99,9   | -     | -      | -     |
|                 |       |        | 2,000 | 100,0  | -     | -      | -     |

| Aanvullende bepalingen |              |
|------------------------|--------------|
| Humusgehalte           | niet bepaald |
| Kalkgehalte            | niet bepaald |

## Legenda

|            |   |                                       |
|------------|---|---------------------------------------|
| $C_u$      | = | Gelijkmatigheidscoëfficiënt           |
| $C_c$      | = | Krommingscoëfficiënt                  |
| $U$        | = | U-Cieter of relatief korrelooppervlak |
| $F_m$      | = | Fijnheidsmodulus                      |
| $M_{63}$   | = | Zand mediaan                          |
| $M_{2000}$ | = | Grindmediaan                          |
| $D_m$      | = | Mediane korreldiameter                |

| Beschrijving uitvoering test  |              |
|-------------------------------|--------------|
| Beschrijving volgens NEN 5104 | Zs1          |
| Humusgehalte                  | niet bepaald |
| Kalkgehalte                   | niet bepaald |
| Bepaling fijne fractie        | sedigraaf    |
| Bepaling zand                 | zeven, nat   |
| Bepaling grind                | zeven, nat   |

versie: 14.2

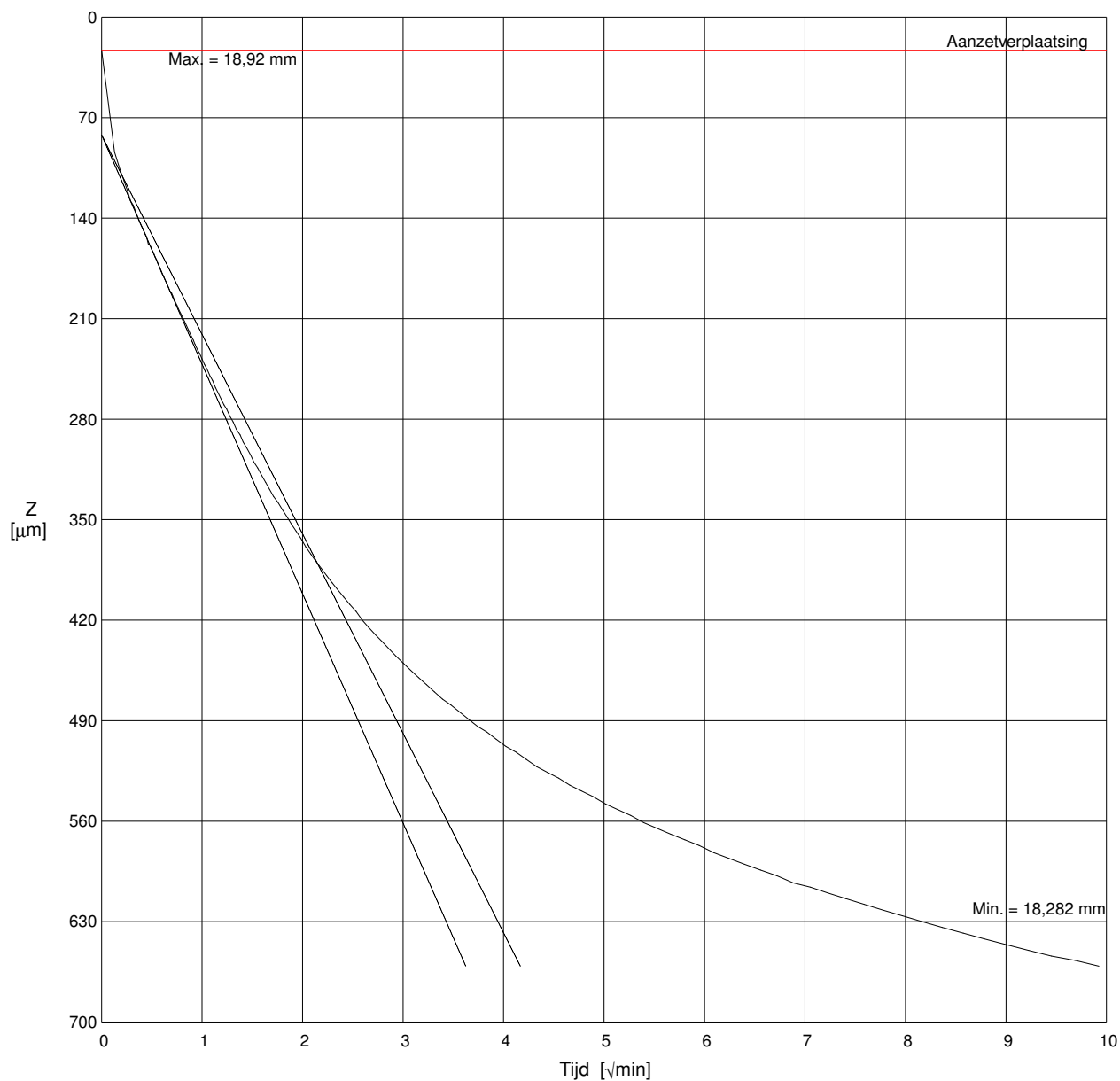
|                                                               |  |                   |                       |
|---------------------------------------------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Projectnaam                                                   |  | Boring            | B003                  |
| aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10 |  | Monster           | 8                     |
| Amsterdam                                                     |  | Diepte            | -11,39 m tot -11,77 m |
|                                                               |  | Referentie niveau | NAP                   |
|                                                               |  | Projectnr.        | 60893-1               |
|                                                               |  | Datum             | 11-09-2014            |



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



## Bijlage 8 Samendrukkingsproeven



Trap3  
Belasting van 100,53 kPa naar 200,48 kPa

$C_{v;10} = 2,010E-07 \text{ [m}^2/\text{s]}$   
 $m_v = 1,780E-01 \text{ [1/MPa]}$   
 $k_{10} = 3,509E-10 \text{ [m/s]}$

Boring : B002  
Busnummer : 11  
Monsterdiepte : N.A.P. -10.81 m  
Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, weinig plantenresten, grijs  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Staat monster : ongeroerd  
Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,88 mm  
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 99 / 105 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 50 / 42 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1680 / 1806 kg/m3  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1117 / 1272 kg/m3  
Volumieke massa vaste delen grond : 2589 kg/m3



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

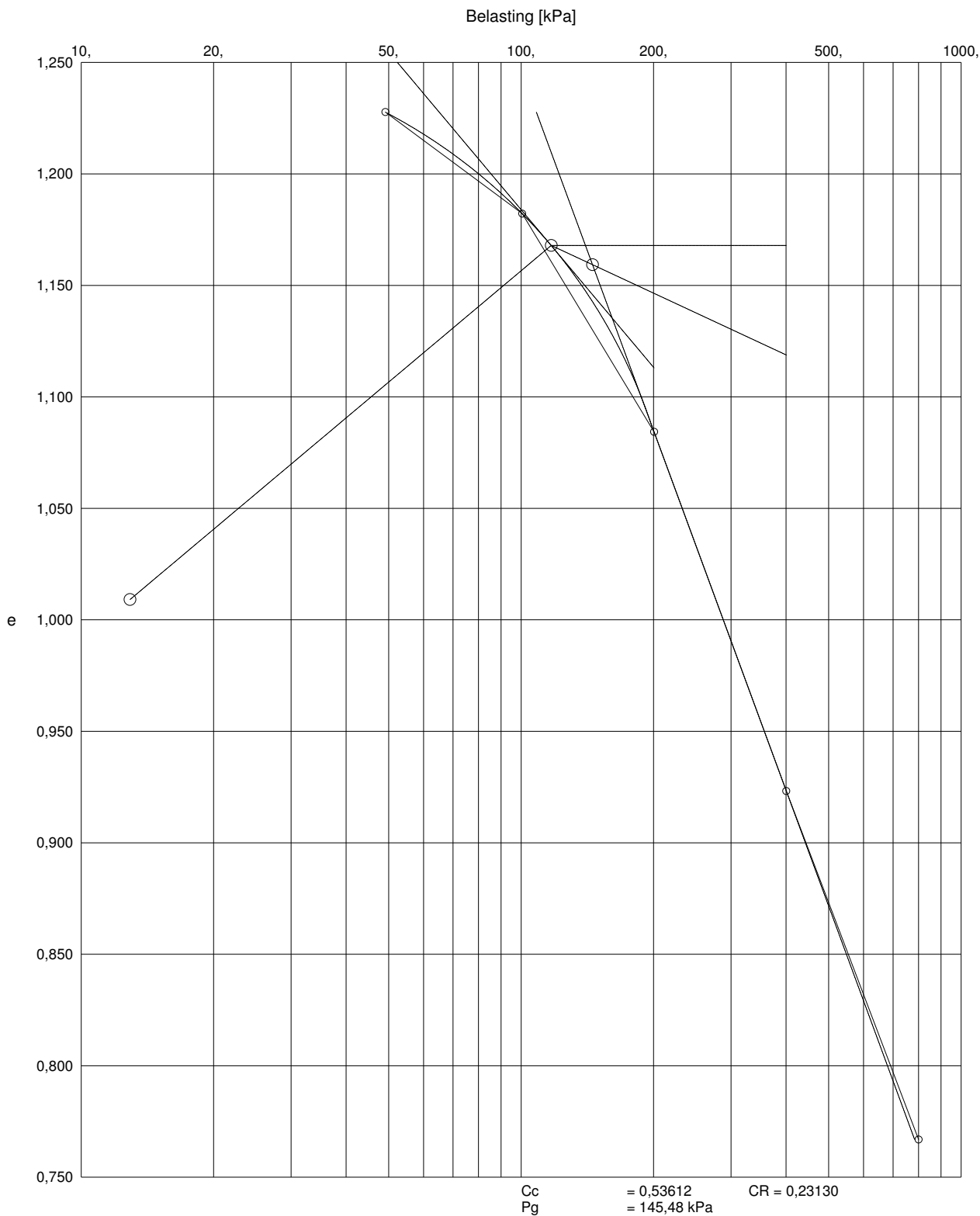
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Consolidatie,  $\sqrt{t}$  - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B002  
 Busnummer : 11  
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.81 m  
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, weinig plantenresten, grijs  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,88 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 99 / 105 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 50 / 42 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1680 / 1806 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1117 / 1272 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2589 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

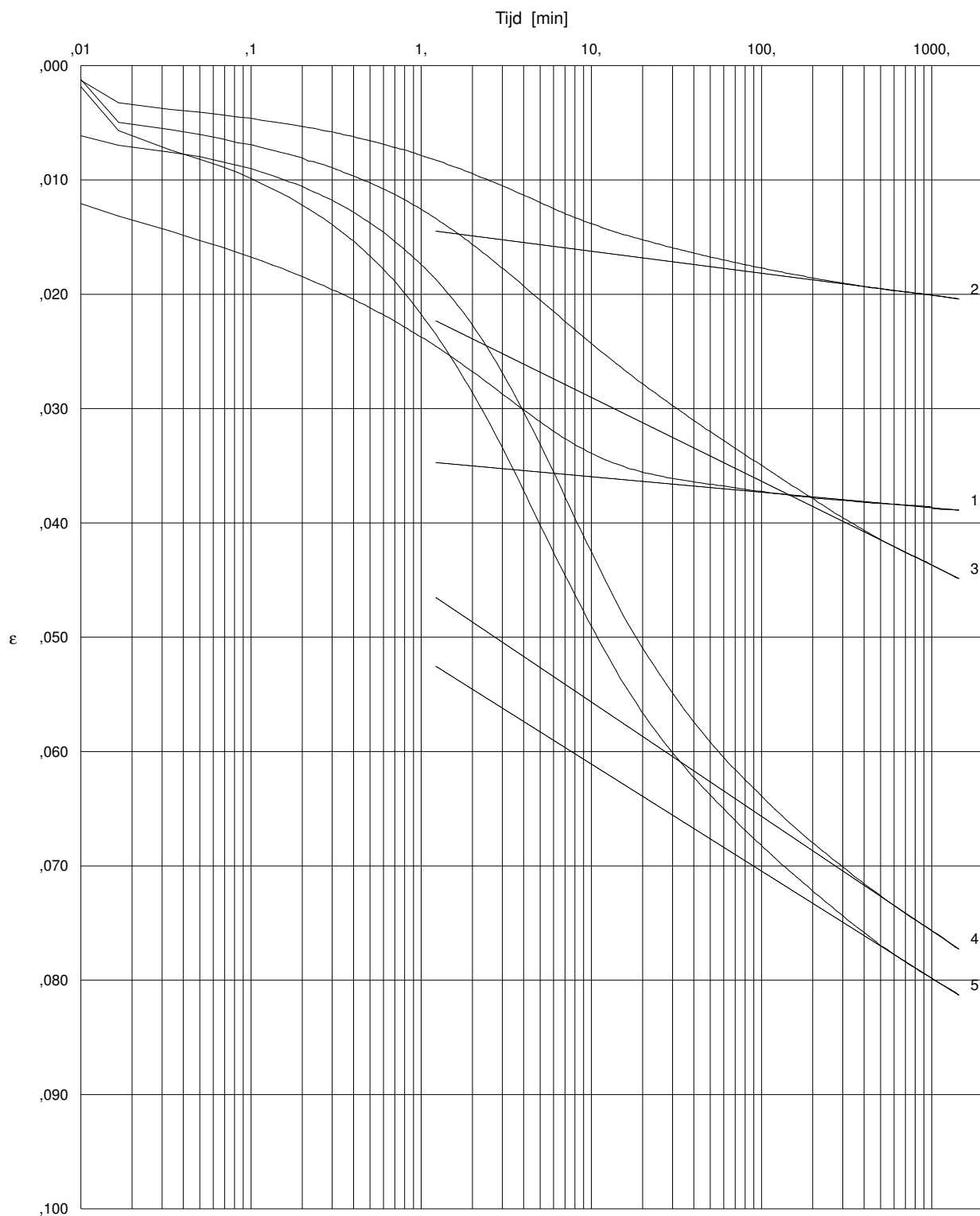
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 :  $C_\alpha = 0,00135$   
 Trap 2 :  $C_\alpha = 0,00192$   
 Trap 3 :  $C_\alpha = 0,00733$   
 Trap 4 :  $C_\alpha = 0,01001$   
 Trap 5 :  $C_\alpha = 0,00936$

Boring : B002  
 Busnummer : 11  
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.81 m  
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, weinig plantenresten, grijs  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,88 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 99 / 105 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 50 / 42 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1680 / 1806 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1117 / 1272 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2589 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

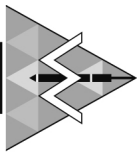
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

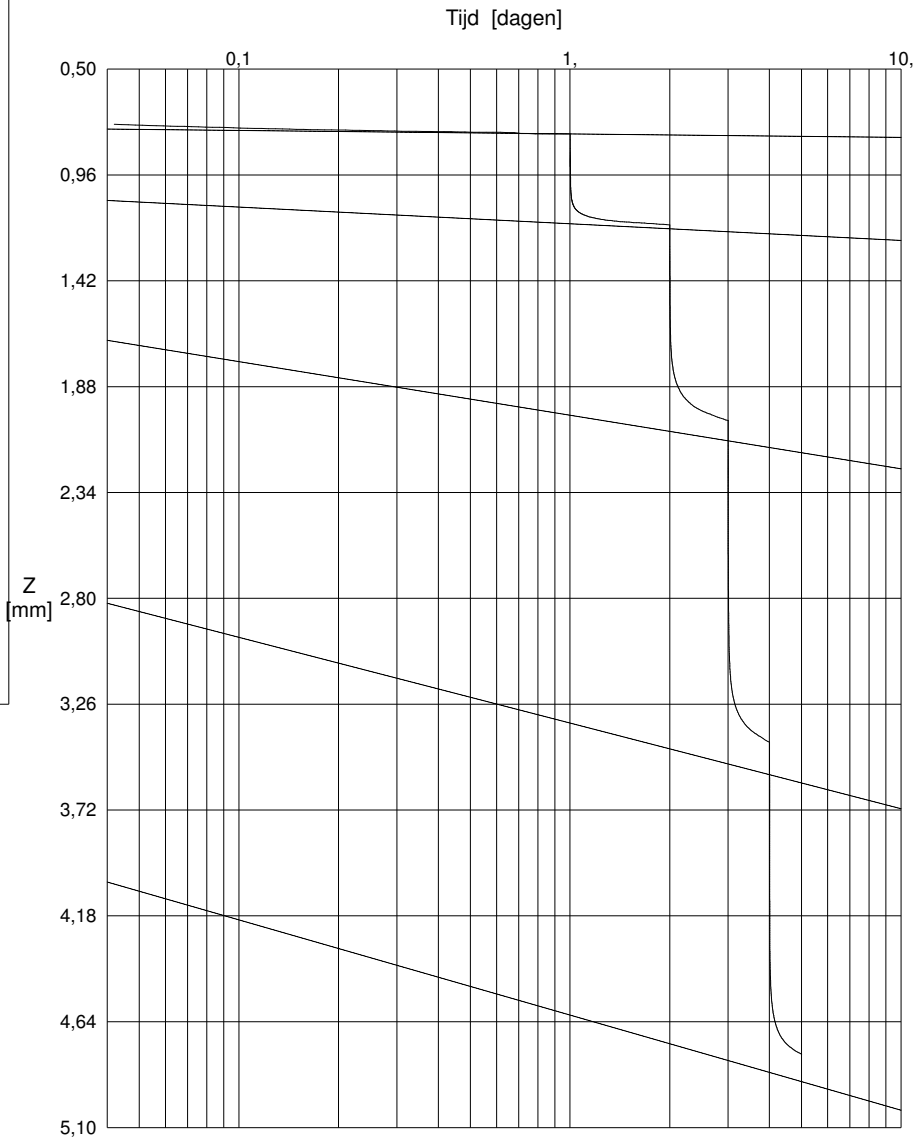
AKKOORD

LAB



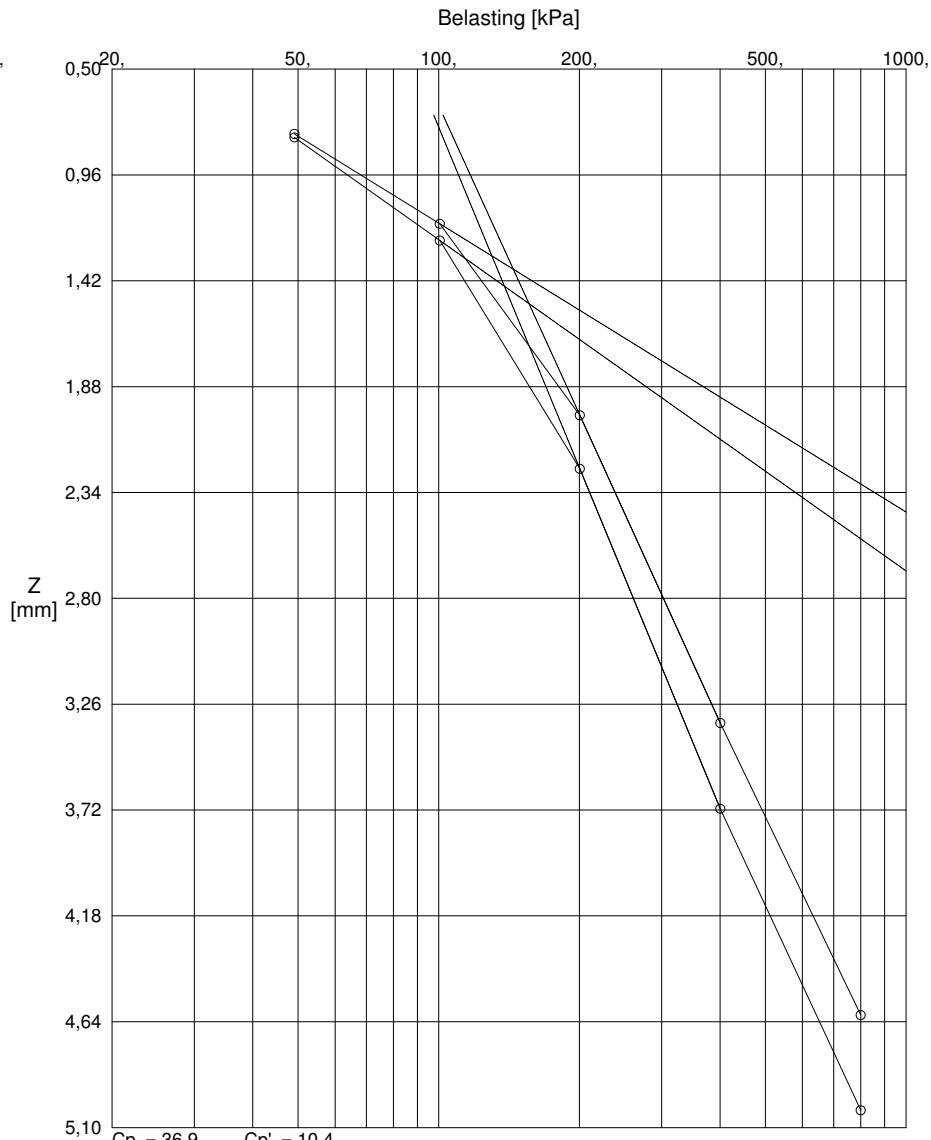
**Wiersma & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingleidingen te Amsterdam  
Samendrukkingsonstanen vlg. Koppejan  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Boring : B002  
Busnummer : 11  
Monsterdiepte : N.A.P. -10.81 m  
Staat monster : ongeroerd  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,88 mm  
Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, weinig plantenresten, grijs



$C_p = 36,9$   $C_p' = 10,4$   
 $C_s = 251,4$   $C_s' = 99,6$   
 $C = 23,3$   $C' = 7,34$   
 $P_g = 141,33 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 99 / 105 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 50 / 42 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1680 / 1806 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1117 / 1272 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 2589 kg/m<sup>3</sup>

Opdrachtnummer : VN-60893  
 Boring : B002  
 Bus : 11  
 Diepte monster : N.A.P. -10.81 m  
 Grondsoort : Klei, matig siltig, zandlaagjes, weinig plantenresten, grijs  
 Diameter monster: 64,88 mm ; Initiële hoogte: 20,12 mm

Trap 3 Cv;10 [m<sup>2</sup>/s] 2,01E-07 k10 [m/s] 3,51E-10 Mv [1/MPa] 1,78E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 1,318  
 Trap 1: e = 1,228  
 Trap 2: e = 1,182  
 Trap 3: e = 1,084  
 Trap 4: e = 0,923  
 Trap 5: e = 0,767

| Angelsaksische/NEN methode |           | a, b, c-isotachenmodel |             |
|----------------------------|-----------|------------------------|-------------|
| via poriëgetal             |           | via lineaire rek       |             |
| Trap 1-2:                  |           | a = 0,02882            |             |
| Trap 2-3: Cc               | = 0,32665 | CR = 0,14093           | b = 0,06651 |
| Trap 3-4: Cc               | = 0,53612 | CR = 0,23130           | b = 0,11626 |
| Trap 4-5: Cc               | = 0,51985 | CR = 0,22428           | b = 0,12243 |

Cc (NEN 5118): 0,53612 Index-Pg: 145,481 kPa

|                 |           |             |
|-----------------|-----------|-------------|
| Trap 1: C-alpha | = 0,00135 | c = 0,00057 |
| Trap 2: C-alpha | = 0,00192 | c = 0,00086 |
| Trap 3: C-alpha | = 0,00733 | c = 0,00336 |
| Trap 4: C-alpha | = 0,01001 | c = 0,00472 |
| Trap 5: C-alpha | = 0,00936 | c = 0,00445 |

| Procentuele zakking dH/H [%] |          |           |            |             |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| dP [kPa]                     | 10-dagen | 100-dagen | 1000-dagen | 10000-dagen |
| 49,127                       | 3,962    | 4,037     | 4,112      | 4,187       |
| 100,528                      | 6,187    | 6,547     | 6,907      | 7,267       |
| 200,475                      | 11,120   | 12,277    | 13,434     | 14,591      |
| 400,368                      | 18,462   | 20,313    | 22,164     | 24,015      |
| 800,155                      | 24,974   | 27,030    | 29,087     | 31,144      |

|            |            |             |           |                 |
|------------|------------|-------------|-----------|-----------------|
|            | Cp = 36,9  | Cs = 251,4  | C = 23,3  | Pg = 141,33 kPa |
| Trap 2 - 3 | Cp' = 16,7 | Cs' = 86,6  | C' = 9,42 |                 |
| Trap 3 - 4 | Cp' = 10,4 | Cs' = 99,6  | C' = 7,34 |                 |
| Trap 4 - 5 | Cp' = 11,0 | Cs' = 336,5 | C' = 9,71 |                 |



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

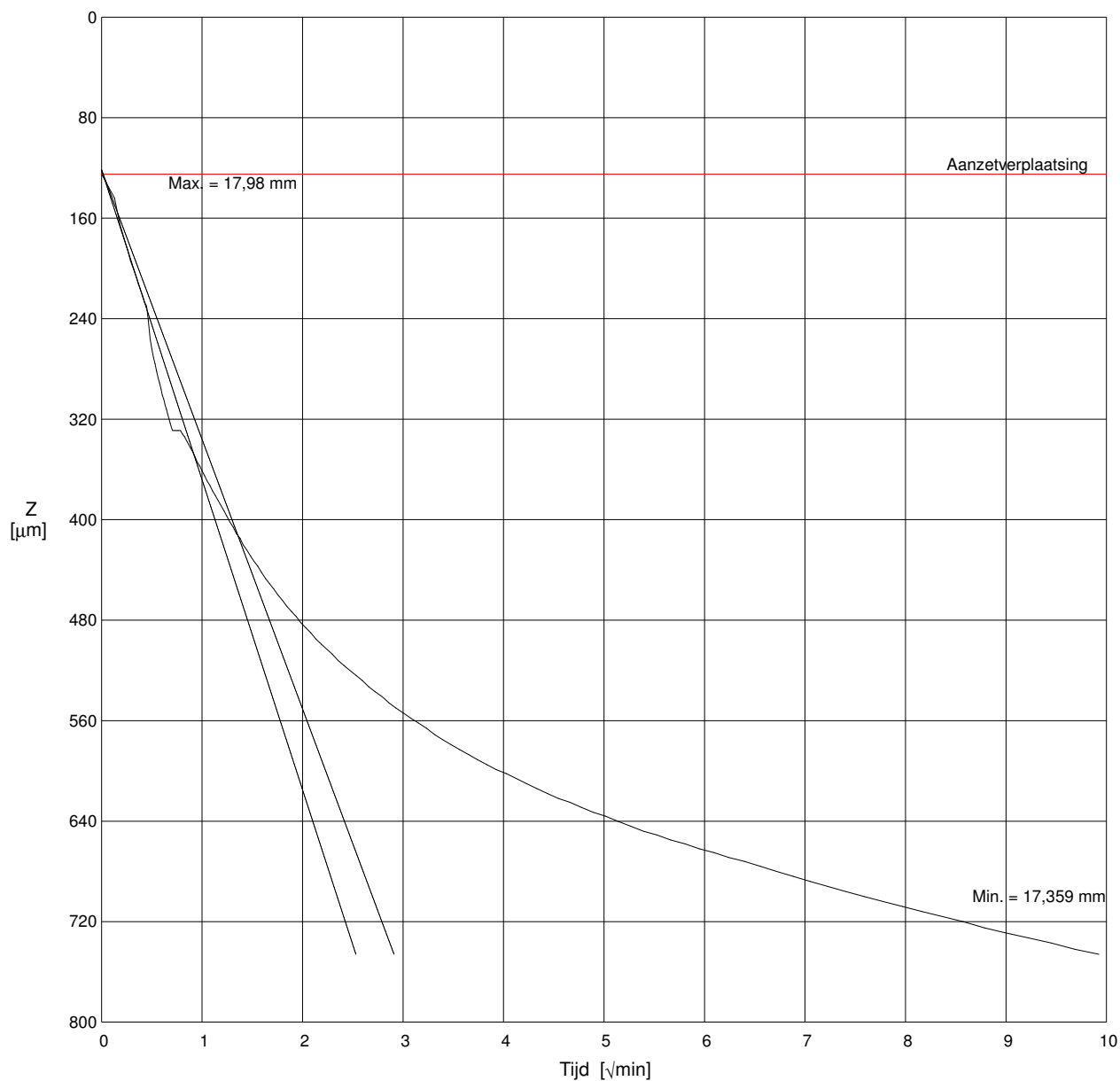
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Samendrukkingsproef; Bus: 11; Boring: B002

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap3  
Belasting van 70,91 kPa naar 141,21 kPa

$C_{v;10} = 4,597E-07$  [m<sup>2</sup>/s]  
 $m_v = 2,579E-01$  [1/MPa]  
 $k_{10} = 1,163E-09$  [m/s]

Boring : B002  
Busnummer : 4  
Monsterdiepte : N.A.P. -5,21 m  
Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Staat monster : ongeroerd  
Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,89 mm  
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 93 / 108 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 483 / 226 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1002 / 1201 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 172 / 369 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 1633 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

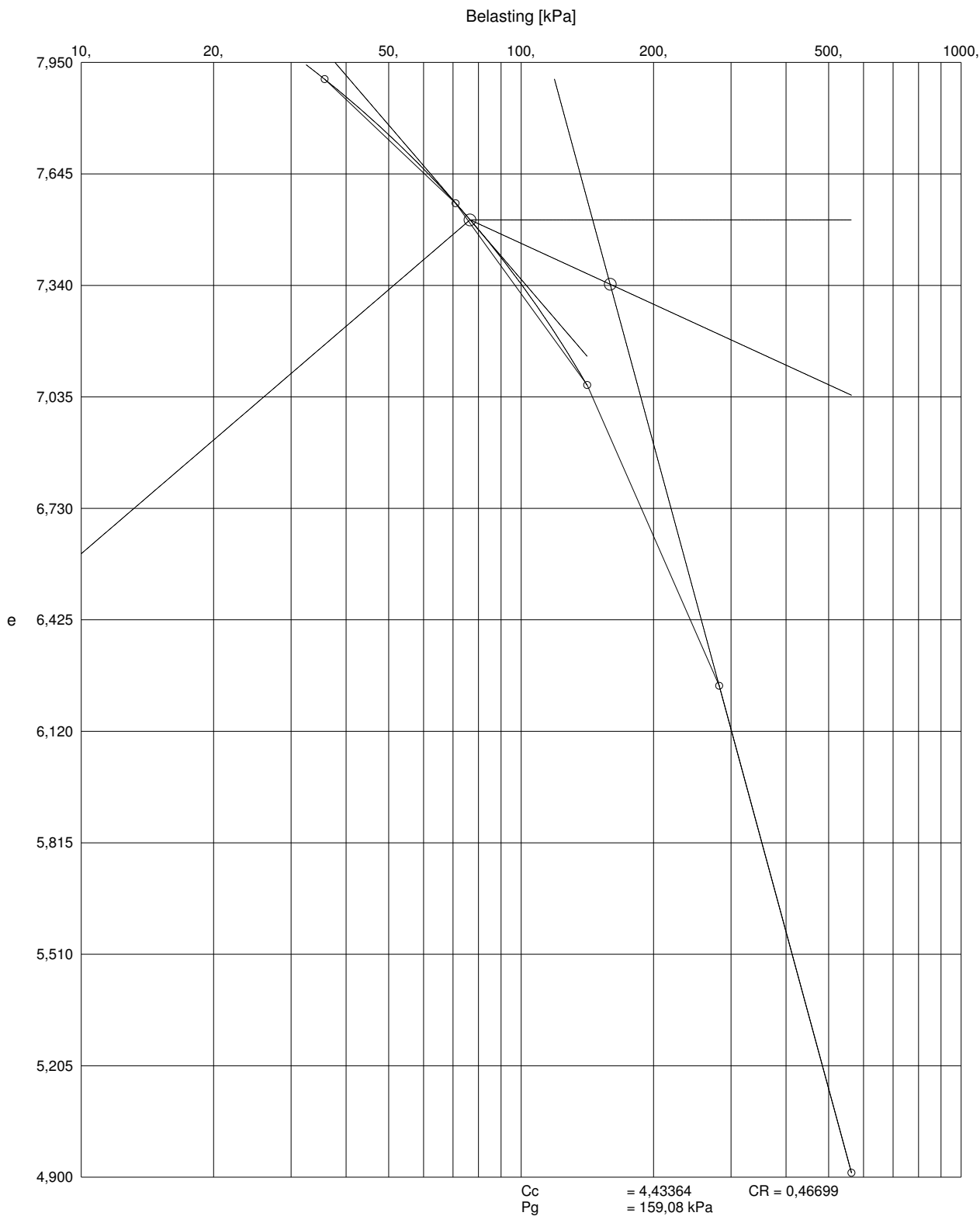
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Consolidatie (NEN 5118),  $\sqrt{t}$  - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B002  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5.21 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,89 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 93 / 108 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 483 / 226 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1002 / 1201 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 172 / 369 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1633 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

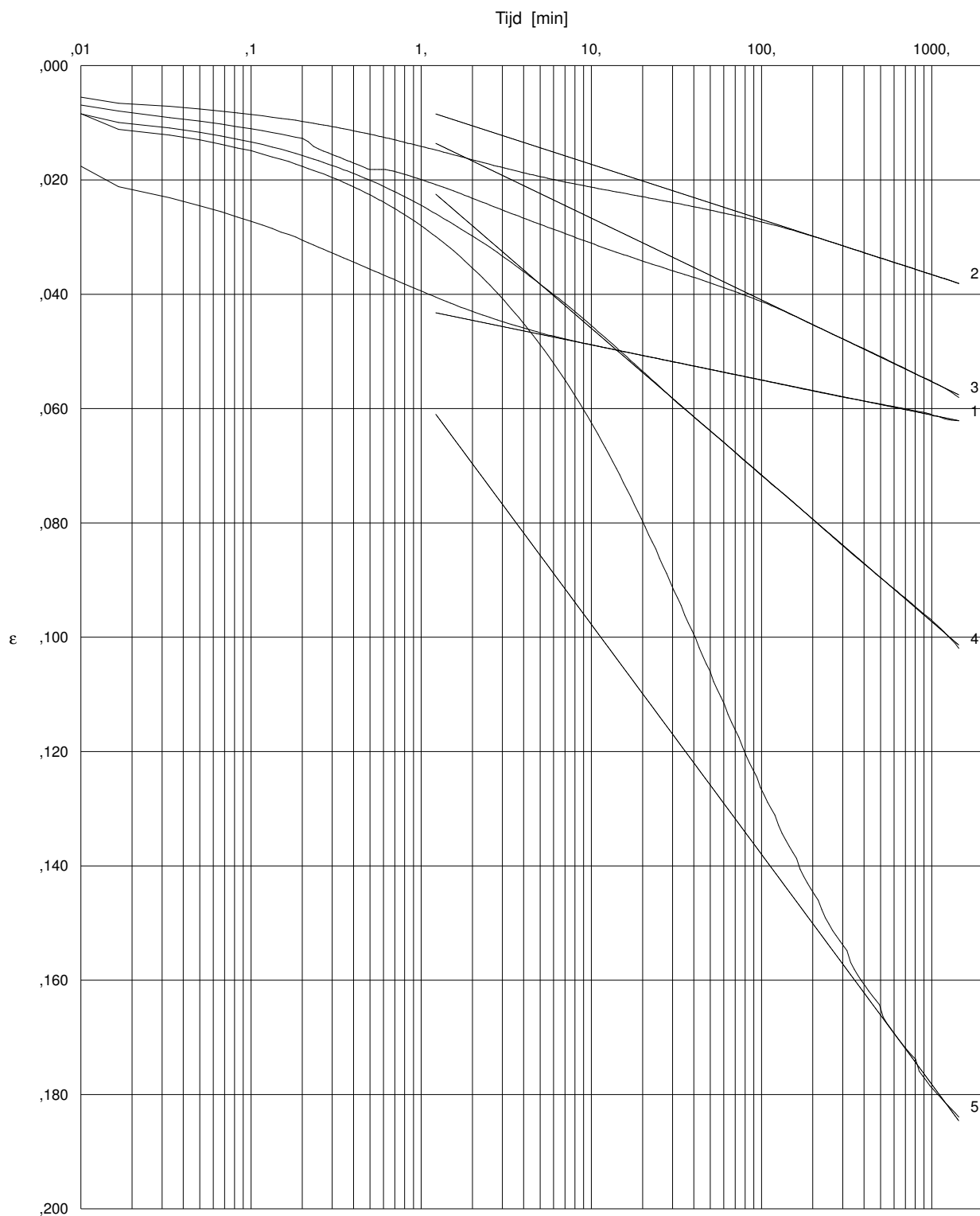
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**

AKKOORD

**LAB**



Trap 1 :  $C\alpha = 0,00614$   
 Trap 2 :  $C\alpha = 0,00964$   
 Trap 3 :  $C\alpha = 0,01431$   
 Trap 4 :  $C\alpha = 0,02566$   
 Trap 5 :  $C\alpha = 0,04021$

Boring : B002  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -5.21 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,89 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 93 / 108 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 483 / 226 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1002 / 1201 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 172 / 369 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1633 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

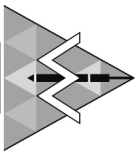
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

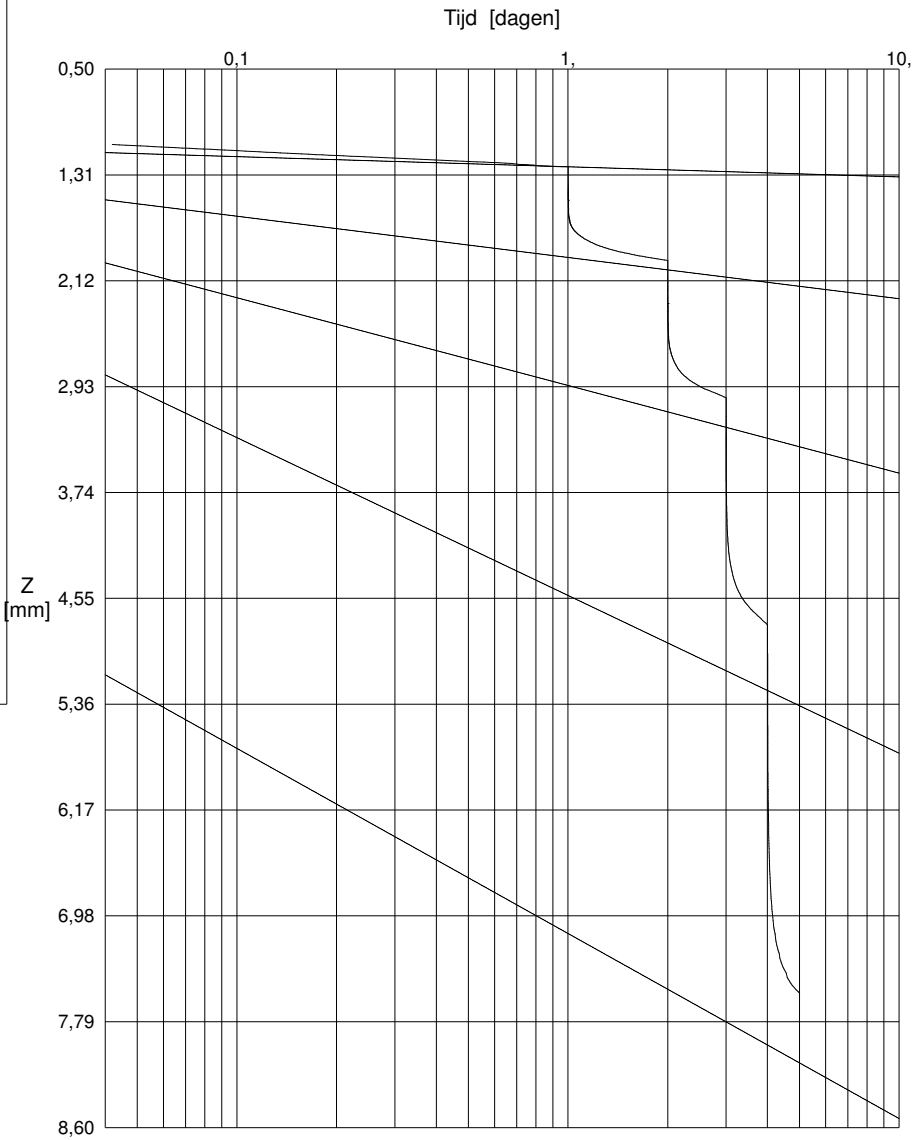
AKKOORD

LAB



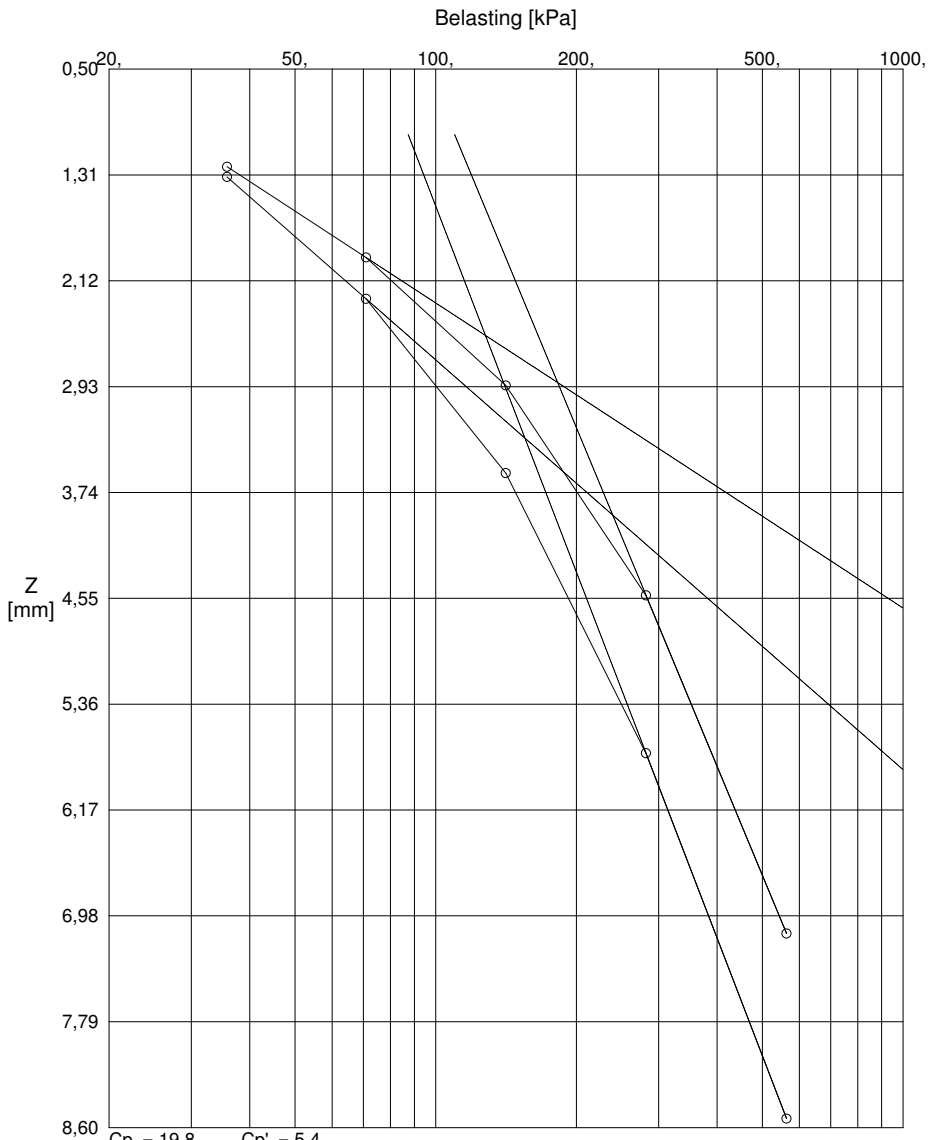
**Wiersma & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam  
Samendrukkingsonstanen vlg. Koppejan  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Boring : B002  
Busnummer : 4  
Monsterdiepte : N.A.P. -5.21 m  
Staat monster : ongeroerd  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,89 mm  
Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin



$C_p = 19,8$   $C_p' = 5,4$   
 $C_s = 57,7$   $C_s' = 66,6$   
 $C = 8,3$   $C' = 4,06$   
 $P_g = 168,71 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 93 / 108 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 483 / 226 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1002 / 1201 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 172 / 369 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 1633 kg/m<sup>3</sup>

Opdrachtnummer : VN-60893  
 Boring : B002  
 Bus : 4  
 Diepte monster : N.A.P. -5.21 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
 Diameter monster: 64,89 mm ; Initiële hoogte: 20,07 mm

Trap 3 Cv;10 [m<sup>2</sup>/s] 4,60E-07 k10 [m/s] 1,16E-09 Mv [1/MPa] 2,58E-01 wortel(tijd) methode

e0 = 8,494  
 Trap 1: e = 7,904  
 Trap 2: e = 7,565  
 Trap 3: e = 7,067  
 Trap 4: e = 6,245  
 Trap 5: e = 4,912

|              |                            |                        |
|--------------|----------------------------|------------------------|
|              | Angelsaksische/NEN methode | a, b, c-isotachenmodel |
|              | via poriëngetal            | via lineaire rek       |
| Trap 1-2:    |                            | a = 0,05680            |
| Trap 2-3:    |                            | a = 0,08681            |
| Trap 3-4: Cc | = 2,74123 CR = 0,28873     | b = 0,15565            |
| Trap 4-5: Cc | = 4,43364 CR = 0,46699     | b = 0,29370            |

Cc (NEN 5118): 4,43364 Index-Pg: 159,079 kPa

|                 |           |             |
|-----------------|-----------|-------------|
| Trap 1: C-alpha | = 0,00614 | c = 0,00282 |
| Trap 2: C-alpha | = 0,00964 | c = 0,00433 |
| Trap 3: C-alpha | = 0,01431 | c = 0,00652 |
| Trap 4: C-alpha | = 0,02566 | c = 0,01209 |
| Trap 5: C-alpha | = 0,04021 | c = 0,02160 |

|                              |          |           |            |             |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| Procentuele zakking dH/H [%] |          |           |            |             |
| dP [kPa]                     | 10-dagen | 100-dagen | 1000-dagen | 10000-dagen |
| 35,755                       | 6,601    | 6,986     | 7,371      | 7,756       |
| 70,905                       | 11,247   | 12,819    | 14,391     | 15,963      |
| 141,205                      | 17,895   | 21,237    | 24,579     | 27,921      |
| 281,805                      | 28,573   | 34,587    | 40,601     | 46,616      |
| 563,005                      | 42,503   | 49,557    | 56,611     | 63,665      |

|            |            |            |           |                 |
|------------|------------|------------|-----------|-----------------|
|            | Cp = 19,8  | Cs = 57,7  | C = 8,3   | Pg = 168,71 kPa |
| Trap 2 - 3 | Cp' = 14,1 | Cs' = 38,9 | C' = 5,76 |                 |
| Trap 3 - 4 | Cp' = 8,6  | Cs' = 25,9 | C' = 3,70 |                 |
| Trap 4 - 5 | Cp' = 5,4  | Cs' = 66,6 | C' = 4,06 |                 |



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

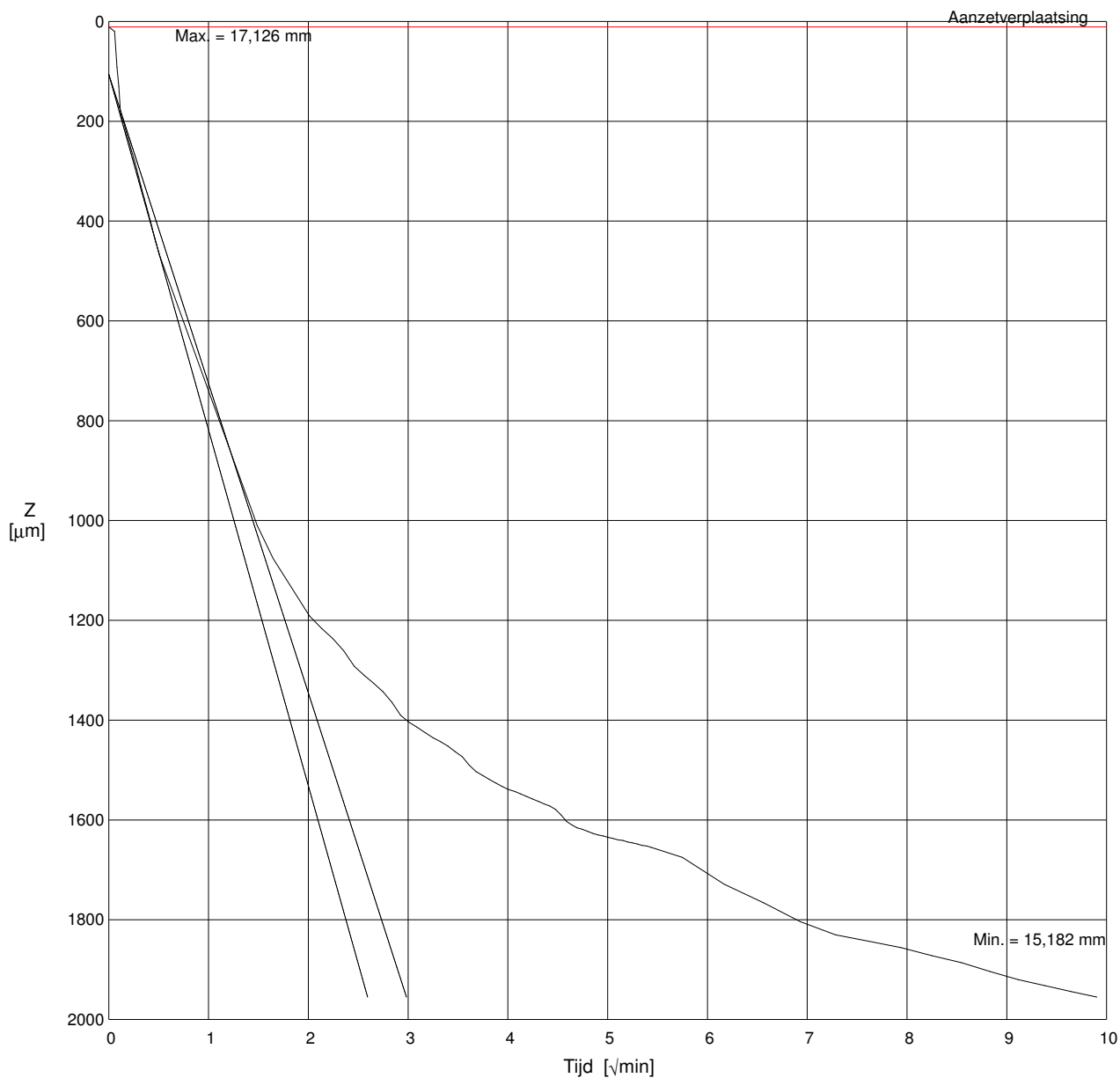
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Samendrukkingsproef; Bus: 4; Boring: B002

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap3  
Belasting van 30,21 kPa naar 59,73 kPa

$C_{v;10} = 3,280E-07 \text{ [m}^2/\text{s]}$   
 $m_v = 1,997E+00 \text{ [1/MPa]}$   
 $k_{10} = 6,424E-09 \text{ [m/s]}$

Boring : B003  
 Busnummer : 1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -3.79m  
 Grondsoort : veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,94 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 541 / 336 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 992 / 1114 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 155 / 255 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1480 kg/m3



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

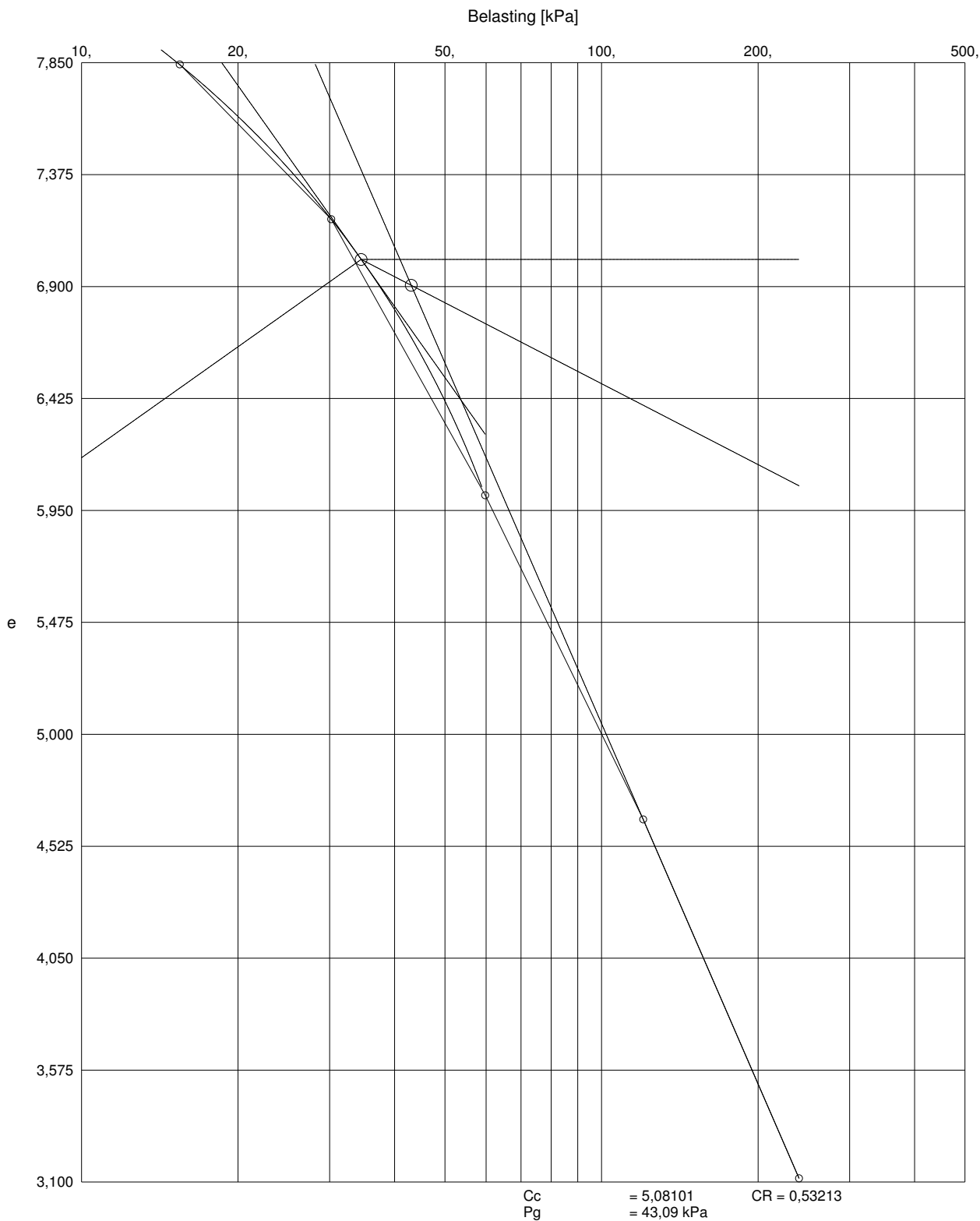
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Consolidatie (NEN 5118),  $\sqrt{t}$  - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B003  
 Busnummer : 1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -3.79m  
 Grondsoort : veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,94 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 541 / 336 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 992 / 1114 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 155 / 255 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1480 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

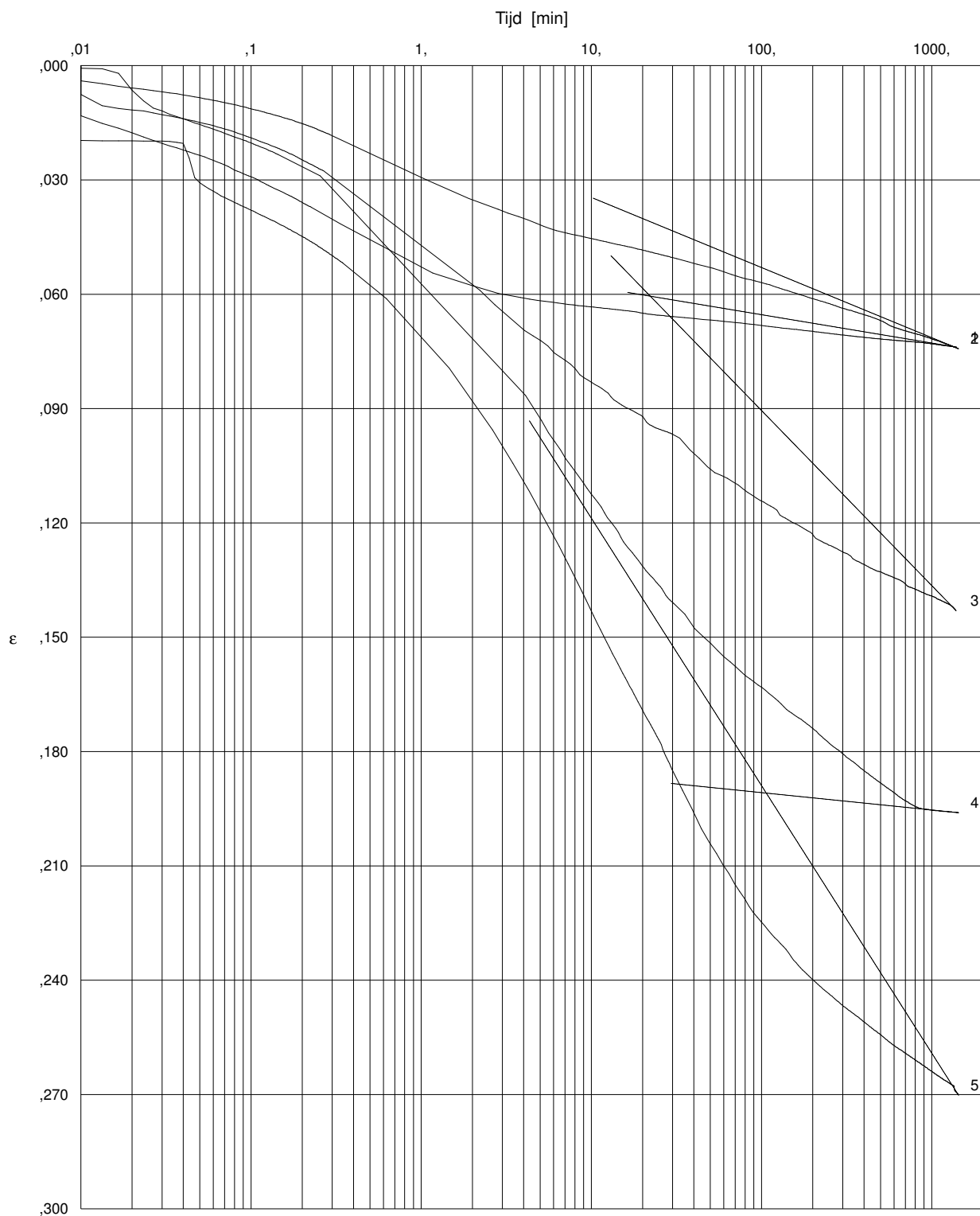
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 :  $C_{\alpha} = 0,00744$   
 Trap 2 :  $C_{\alpha} = 0,01840$   
 Trap 3 :  $C_{\alpha} = 0,04592$   
 Trap 4 :  $C_{\alpha} = 0,00456$   
 Trap 5 :  $C_{\alpha} = 0,07015$

Boring : B003  
 Busnummer : 1  
 Monsterdiepte : N.A.P. -3.79m  
 Grondsoort : veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,94 mm  
 Bijzonderheden : geen

|                                           |              |                   |
|-------------------------------------------|--------------|-------------------|
| Verzadigingsgraad, begin / eind proef     | : 94 / 104   | %                 |
| Vochtgehalte, begin / eind proef          | : 541 / 336  | % m/m             |
| Volumieke massa nat, begin / eind proef   | : 992 / 1114 | kg/m <sup>3</sup> |
| Volumieke massa droog, begin / eind proef | : 155 / 255  | kg/m <sup>3</sup> |
| Volumieke massa vaste delen grond         | : 1480       | kg/m <sup>3</sup> |



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

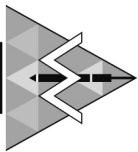
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

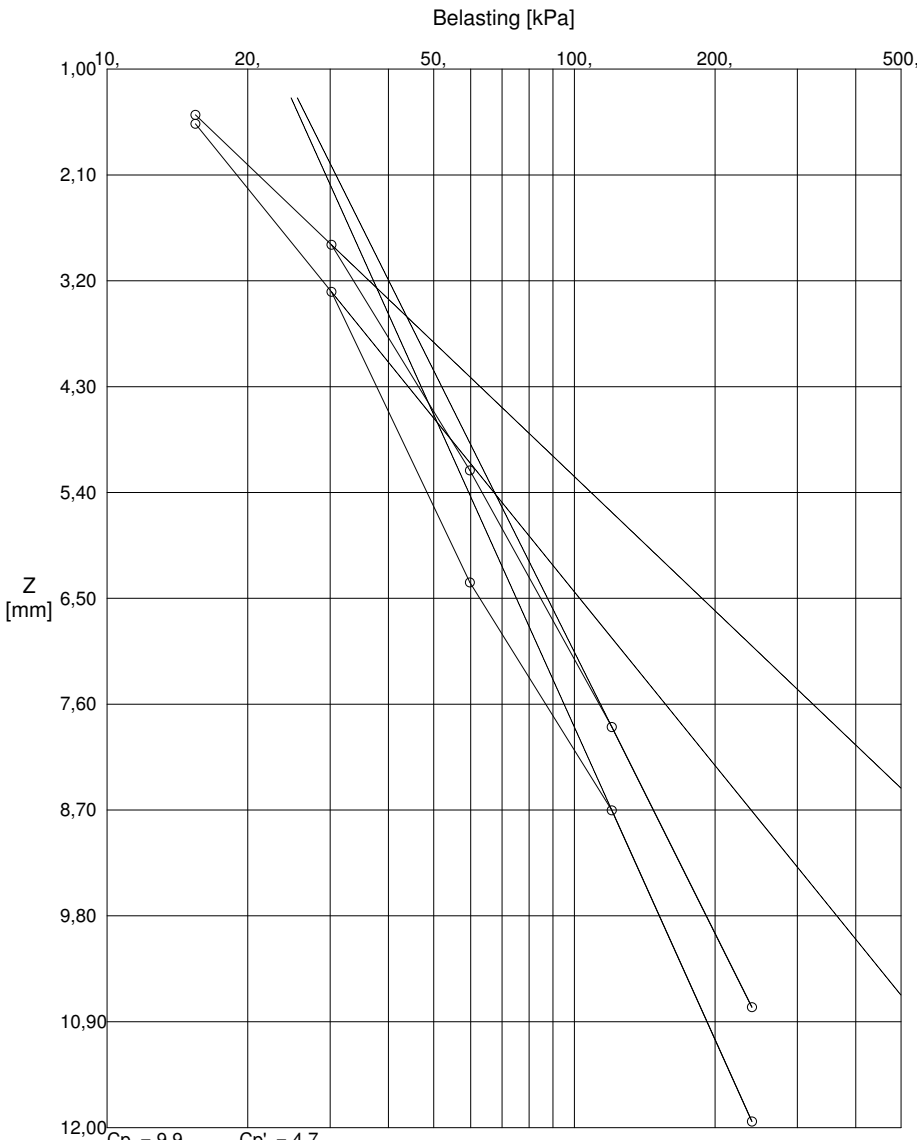
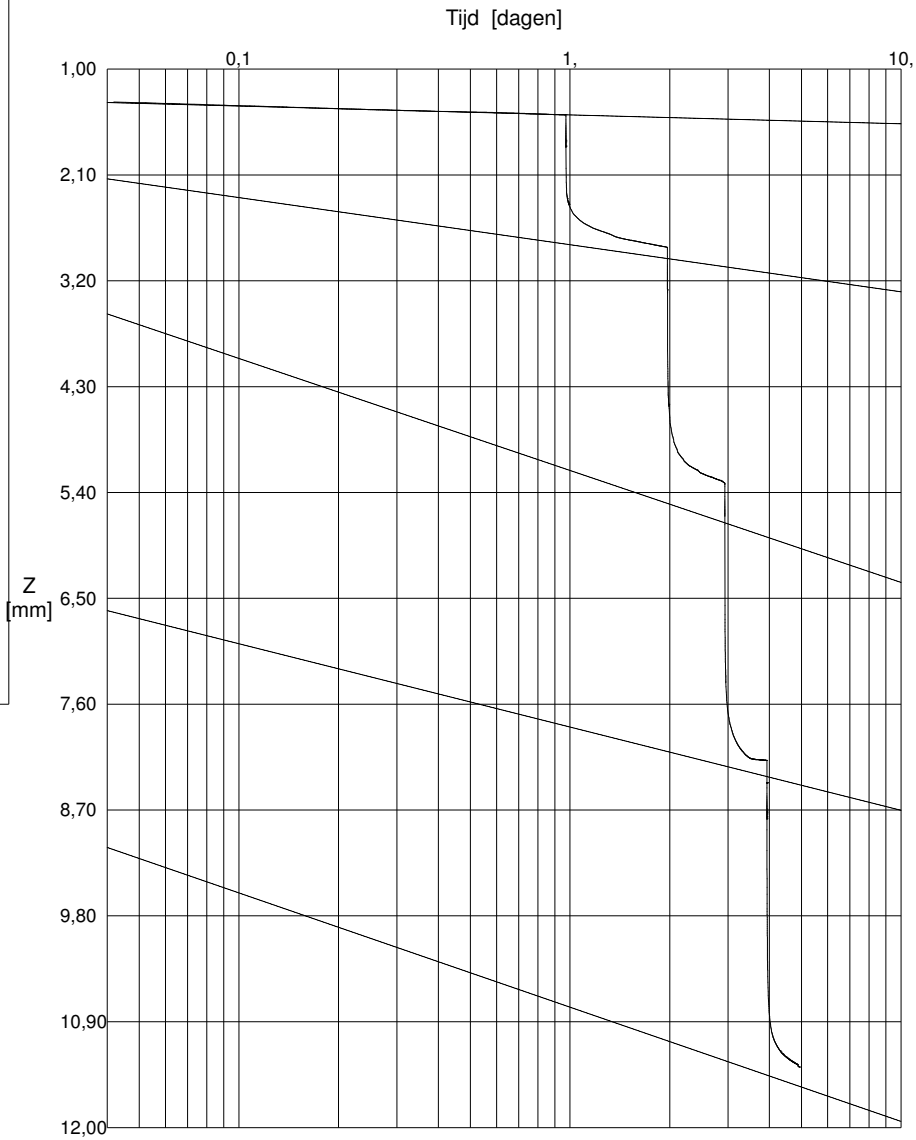
AKKOORD

LAB



**Wiersma & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam  
Samendrukkingsonstanen vlg. Koppejan  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Boring : B003  
Busnummer : 1  
Monsterdiepte : N.A.P. -3.79m  
Staat monster : ongeroerd  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,94 mm  
Grondsoort : veen, mineraalarm, bruin

$C_p = 9,9$   $C_p' = 4,7$   
 $C_s = 33,8$   $C_s' = 42,8$   
 $C = 4,6$   $C' = 3,28$   
 $P_g = 47,28 \text{ kPa}$

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 541 / 336 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 992 / 1114 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 155 / 255 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 1480 kg/m<sup>3</sup>

Opdrachtnummer : VN-60893  
 Boring : B003  
 Bus : 1  
 Diepte monster : N.A.P. -3.79m  
 Grondsoort : veen, mineraalarm, bruin  
 Diameter monster: 64,94 mm ; Initiële hoogte: 19,99 mm

Trap 3 Cv;10 [m<sup>2</sup>/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]  
 3,28E-07 6,42E-09 2,00E+00 wortel(tijd) methode

e0 = 8,548  
 Trap 1: e = 7,843  
 Trap 2: e = 7,186  
 Trap 3: e = 6,014  
 Trap 4: e = 4,639  
 Trap 5: e = 3,116

|              | Angelsaksische/NEN methode<br>via poriëngetal | via lineaire rek | a, b, c-isotachenmodel |
|--------------|-----------------------------------------------|------------------|------------------------|
| Trap 1-2:    |                                               |                  | a = 0,11515            |
| Trap 2-3: Cc | = 3,95559                                     | CR = 0,41427     | b = 0,22649            |
| Trap 3-4: Cc | = 4,52510                                     | CR = 0,47391     | b = 0,31185            |
| Trap 4-5: Cc | = 5,08101                                     | CR = 0,53213     | b = 0,45614            |

Cc (NEN 5118): 5,08101 Index-Pg: 43,093 kPa

|                 |           |             |
|-----------------|-----------|-------------|
| Trap 1: C-alpha | = 0,00744 | c = 0,00336 |
| Trap 2: C-alpha | = 0,01840 | c = 0,00845 |
| Trap 3: C-alpha | = 0,04592 | c = 0,02238 |
| Trap 4: C-alpha | = 0,00456 | c = 0,00229 |
| Trap 5: C-alpha | = 0,07015 | c = 0,04077 |

| Procentuele zakking dH/H [%] | 10-dagen | 100-dagen | 1000-dagen | 10000-dagen |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| dP [kPa]                     |          |           |            |             |
| 15,446                       | 7,846    | 8,310     | 8,774      | 9,238       |
| 30,207                       | 16,584   | 19,034    | 21,484     | 23,933      |
| 59,731                       | 31,686   | 37,508    | 43,331     | 49,154      |
| 120,254                      | 43,537   | 47,868    | 52,198     | 56,528      |
| 239,824                      | 59,714   | 65,658    | 71,601     | 77,545      |

|            |           |            |           |                |
|------------|-----------|------------|-----------|----------------|
|            | Cp = 9,9  | Cs = 33,8  | C = 4,6   | Pg = 47,28 kPa |
| Trap 2 - 3 | Cp' = 5,8 | Cs' = 20,2 | C' = 2,70 |                |
| Trap 3 - 4 | Cp' = 5,2 | Cs' = *    | C' = 9,49 |                |
| Trap 4 - 5 | Cp' = 4,7 | Cs' = 42,8 | C' = 3,28 |                |

\* De lijnen van 1 dag en 10 dagen zetting krimpen naar elkaar!



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

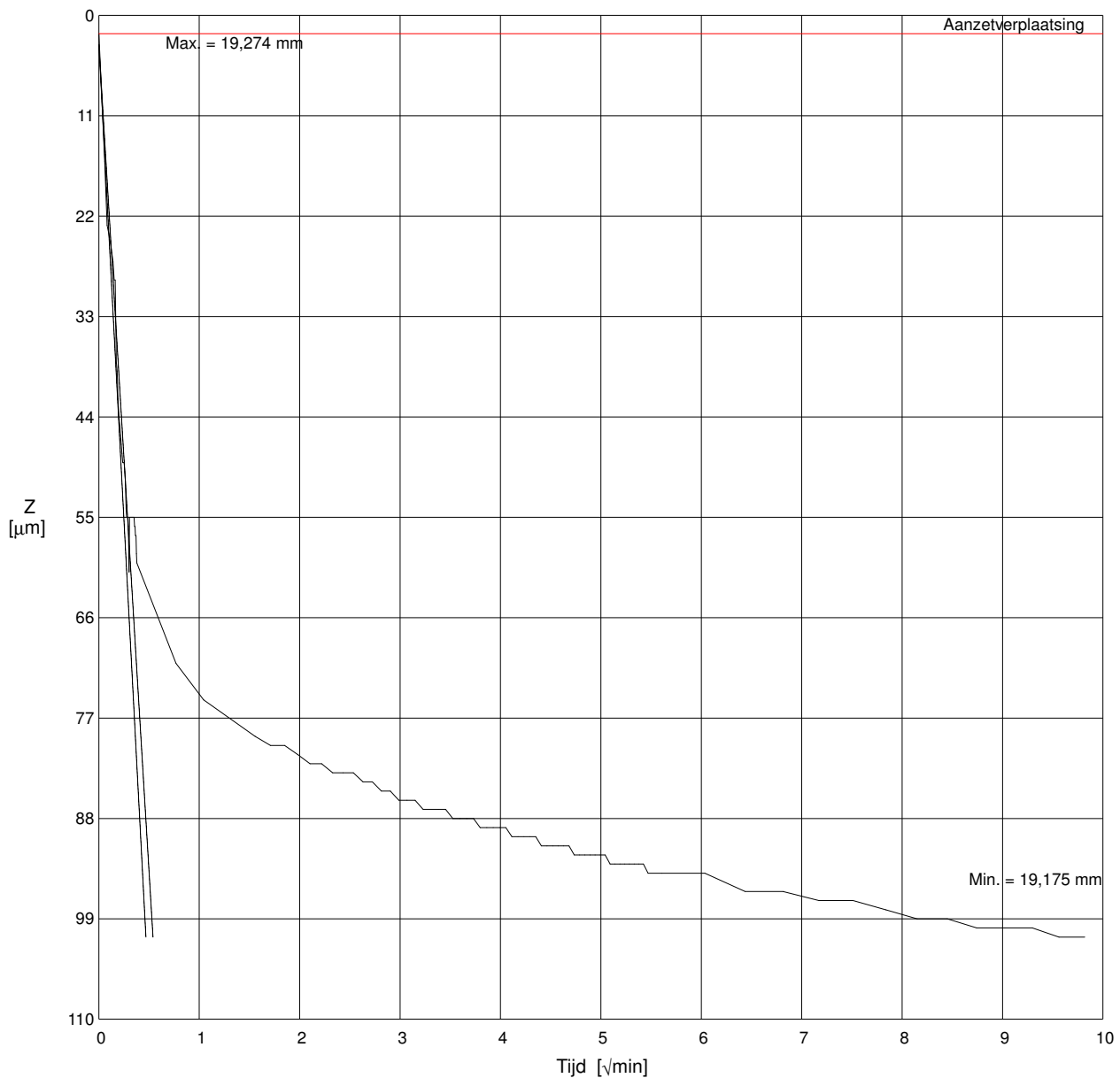
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Samendrukkingsproef; Bus: 1; Boring: B003

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap3  
Belasting van 49,50 kPa naar 99,84 kPa

$C_{v,10} = 6,206E-05$  [m<sup>2</sup>/s]  
 $m_v = 2,611E-02$  [1/MPa]  
 $k_{10} = 1,589E-08$  [m/s]

Boring : B003  
Busnummer : 4  
Monsterdiepte : N.A.P. -8.39m  
Grondsoort : Zand, zeer fijn, matig siltig, kleilaagjes, grijs  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Staat monster : ongeroerd  
Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,93 mm  
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 30 / 30 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1874 / 1967 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1438 / 1518 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 2679 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

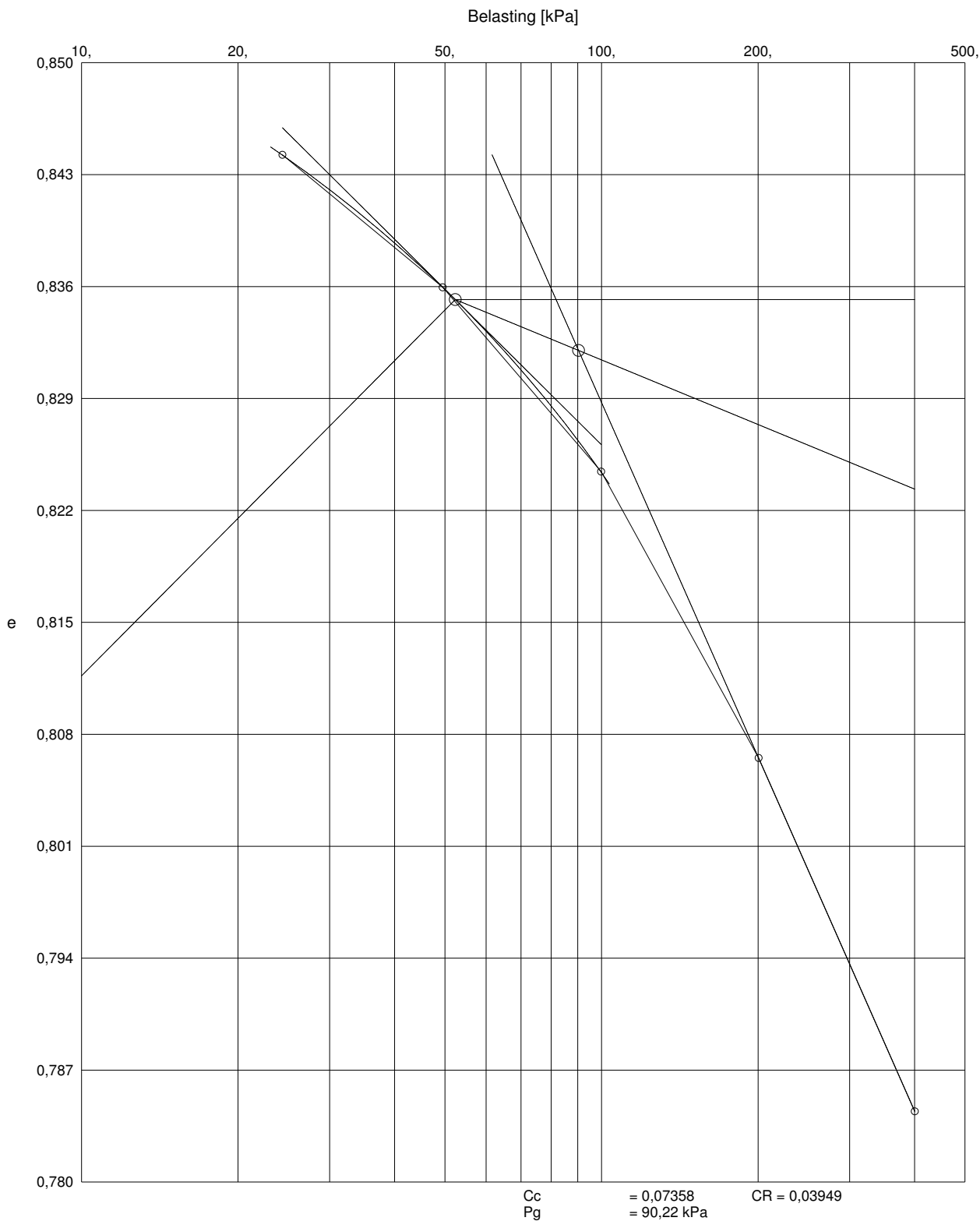
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Consolidatie (NEN 5118),  $\sqrt{t}$  - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B003  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -8.39m  
 Grondsoort : Zand, zeer fijn, matig siltig, kleilaagjes, grijs  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,93 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 30 / 30 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1874 / 1967 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1438 / 1518 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2679 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

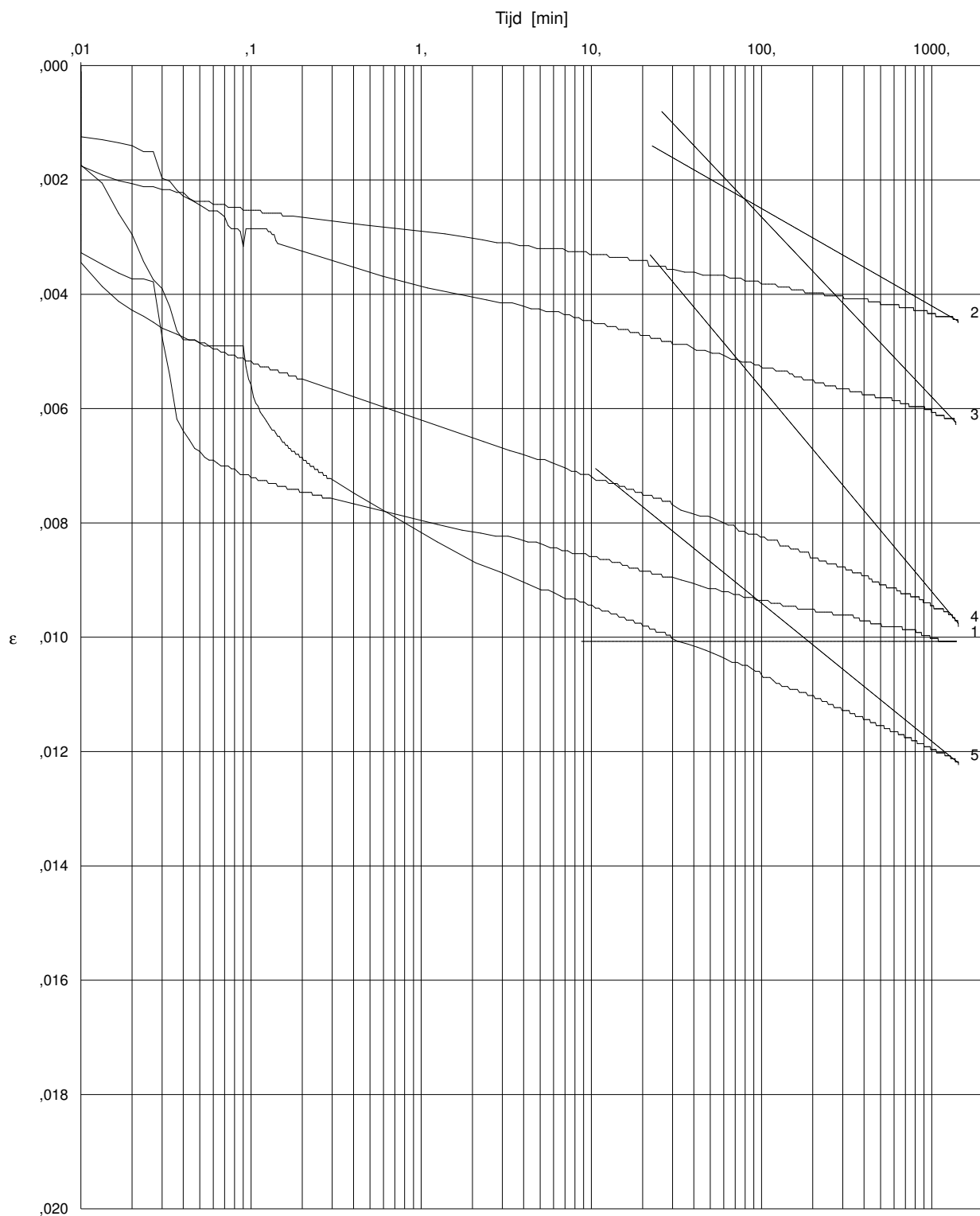
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 :  $C_\alpha = 0,00000$   
 Trap 2 :  $C_\alpha = 0,00170$   
 Trap 3 :  $C_\alpha = 0,00315$   
 Trap 4 :  $C_\alpha = 0,00356$   
 Trap 5 :  $C_\alpha = 0,00241$

Boring : B003  
 Busnummer : 4  
 Monsterdiepte : N.A.P. -8.39m  
 Grondsoort : Zand, zeer fijn, matig siltig, kleilaagjes, grijs  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,93 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 30 / 30 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1874 / 1967 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1438 / 1518 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2679 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

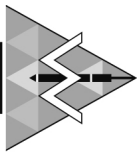
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

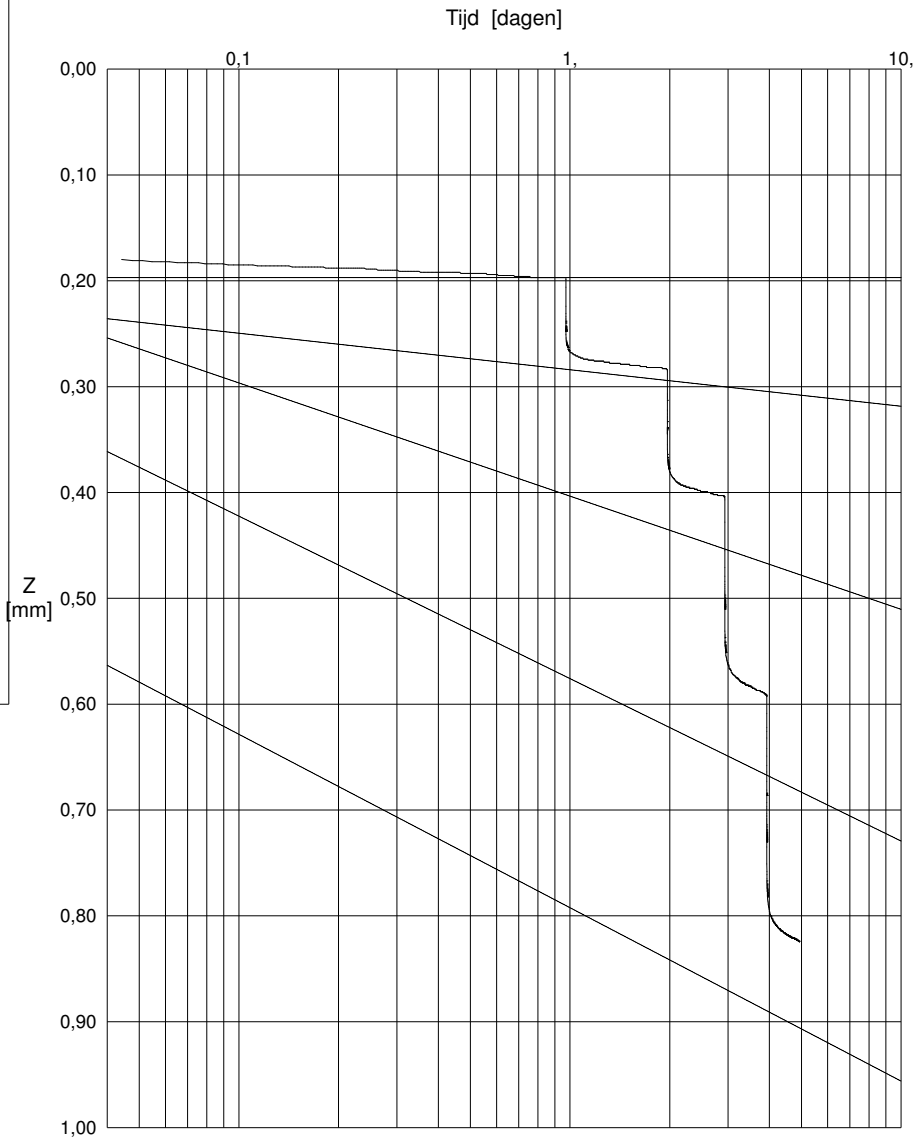
AKKOORD

LAB



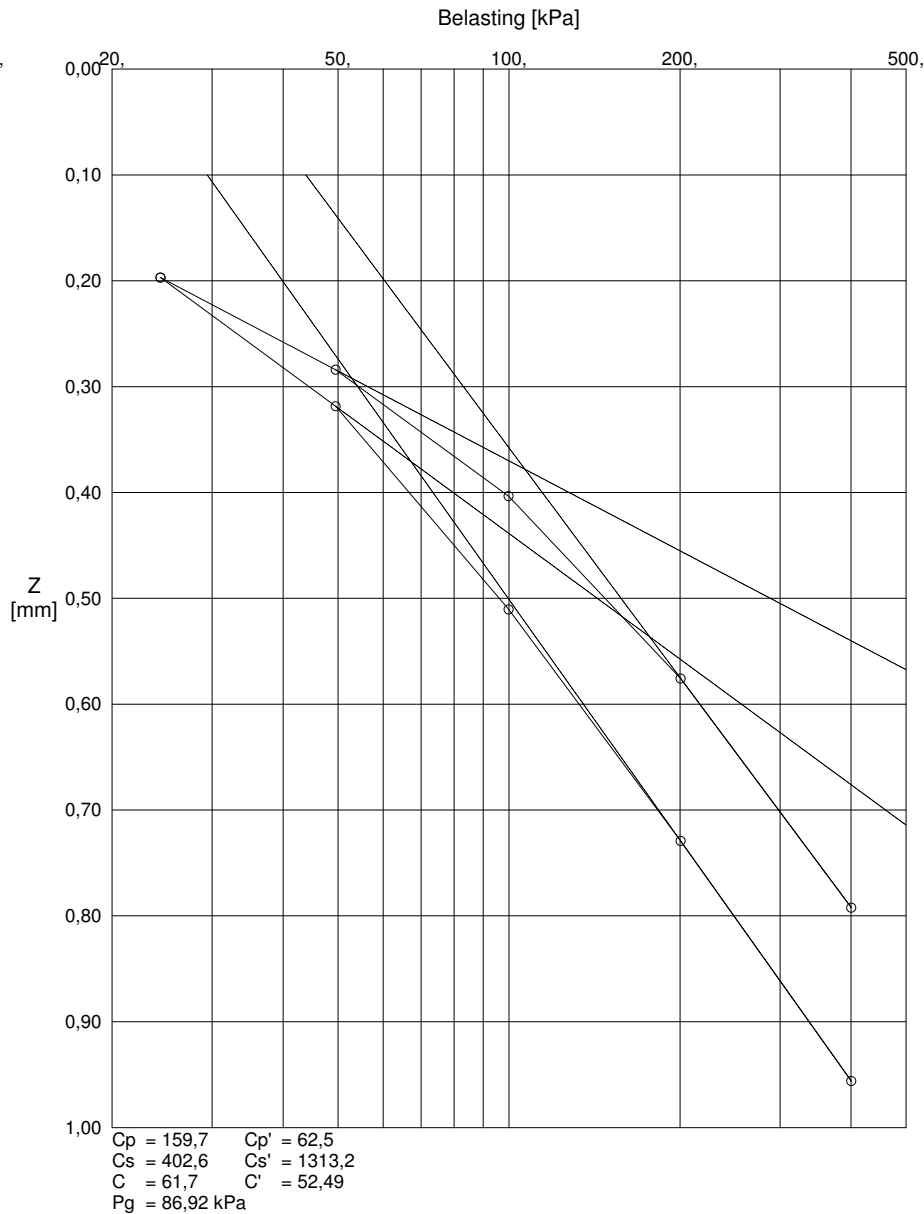
**Wiersma & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingleidingen te Amsterdam  
Samendrukkingsonstanen vlg. Koppejan  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Boring : B003  
Busnummer : 4  
Monsterdiepte : N.A.P. -8.39m  
Staat monster : ongeroerd  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,93 mm  
Grondsoort : Zand, zeer fijn, matig siltig, kleilaagjes, grijs



Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 94 / 104 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 30 / 30 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1874 / 1967 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 1438 / 1518 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 2679 kg/m<sup>3</sup>

Opdrachtnummer : VN-60893  
 Boring : B003  
 Bus : 4  
 Diepte monster : N.A.P. -8.39m  
 Grondsoort : Zand, zeer fijn, matig siltig, kleilaagjes, grijs  
 Diameter monster: 64,93 mm ; Initiële hoogte: 19,56 mm

Trap 3 Cv;10 [m<sup>2</sup>/s] 6,21E-05 k10 [m/s] 1,59E-08 Mv [1/MPa] 2,61E-02 wortel(tijd) methode

e0 = 0,863  
 Trap 1: e = 0,844  
 Trap 2: e = 0,836  
 Trap 3: e = 0,824  
 Trap 4: e = 0,807  
 Trap 5: e = 0,784

| Angelsaksische/NEN methode |           | a, b, c-isotachenmodel |  |
|----------------------------|-----------|------------------------|--|
| via poriëngetal            |           | via lineaire rek       |  |
| Trap 1-2:                  |           | a = 0,00634            |  |
| Trap 2-3: Cc               | = 0,03783 | b = 0,00898            |  |
| Trap 3-4: Cc               | = 0,05913 | b = 0,01414            |  |
| Trap 4-5: Cc               | = 0,07358 | b = 0,01780            |  |

Cc (NEN 5118): 0,07358 Index-Pg: 90,219 kPa

|                 |           |             |
|-----------------|-----------|-------------|
| Trap 1: C-alpha | = 0,00000 | c = 0,00000 |
| Trap 2: C-alpha | = 0,00170 | c = 0,00072 |
| Trap 3: C-alpha | = 0,00315 | c = 0,00127 |
| Trap 4: C-alpha | = 0,00356 | c = 0,00151 |
| Trap 5: C-alpha | = 0,00241 | c = 0,00102 |

| Procentuele zakking dH/H [%] |          |           |            |             |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| dP [kPa]                     | 10-dagen | 100-dagen | 1000-dagen | 10000-dagen |
| 24,334                       | 1,007    | 1,007     | 1,007      | 1,007       |
| 49,502                       | 1,628    | 1,805     | 1,981      | 2,157       |
| 99,838                       | 2,609    | 3,156     | 3,702      | 4,249       |
| 200,511                      | 3,729    | 4,513     | 5,298      | 6,082       |
| 400,375                      | 4,888    | 5,725     | 6,563      | 7,401       |

|            |             |              |            |                |
|------------|-------------|--------------|------------|----------------|
|            | Cp = 159,7  | Cs = 402,6   | C = 61,7   | Pg = 86,92 kPa |
| Trap 2 - 3 | Cp' = 114,8 | Cs' = 189,5  | C' = 33,54 |                |
| Trap 3 - 4 | Cp' = 79,2  | Cs' = 292,7  | C' = 38,03 |                |
| Trap 4 - 5 | Cp' = 62,5  | Cs' = 1313,2 | C' = 52,49 |                |



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

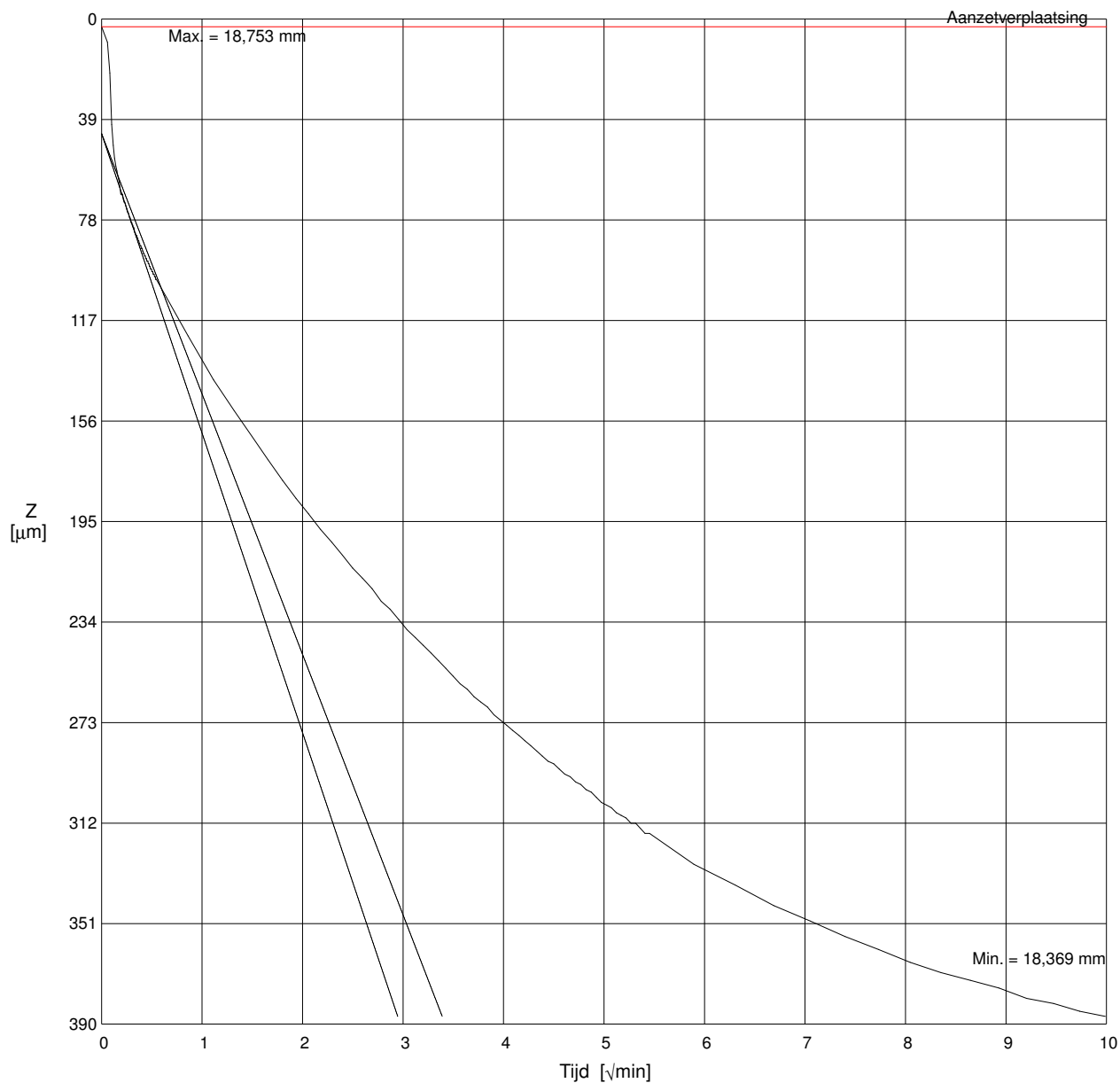
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Samendrukkingsproef; Bus: 4; Boring: B003

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap3  
Belasting van 60,34 kPa naar 120,05 kPa

$C_{v;10} = 1,307E-06$  [m<sup>2</sup>/s]  
 $m_v = 7,808E-02$  [1/MPa]  
 $k_{10} = 1,000E-09$  [m/s]

Boring : B003  
Busnummer : 7  
Monsterdiepte : N.A.P. -10.59m  
Grondsoort : Veen, sterk kleiig, zandlaagjes, donkerbruin  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Staat monster : ongeroerd  
Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,96 mm  
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 98 / 104 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 161 / 157 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1222 / 1286 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 468 / 501 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 2071 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

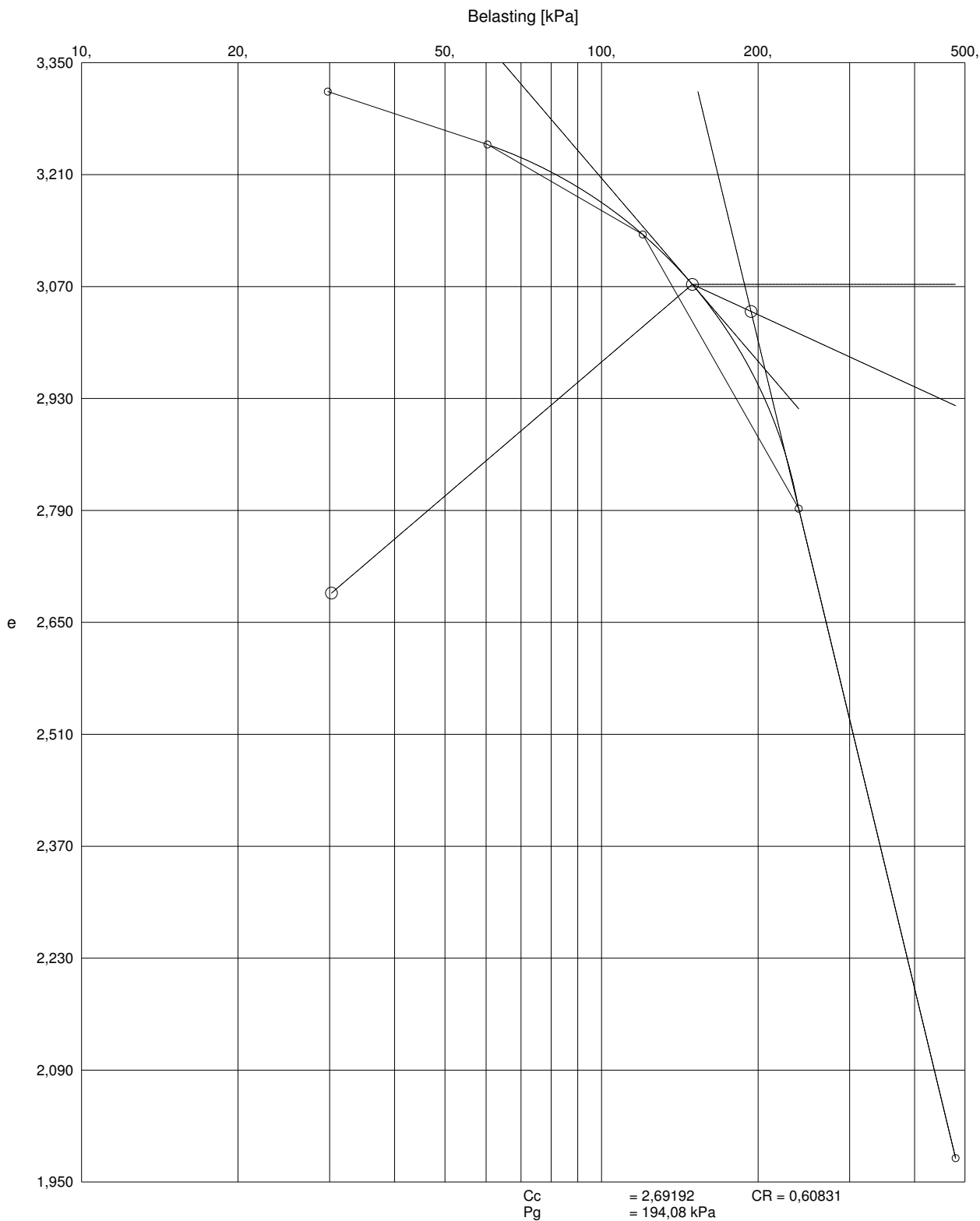
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Consolidatie (NEN 5118),  $\sqrt{t}$  - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B003  
 Busnummer : 7  
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.59m  
 Grondsoort : Veen, sterk kleiig, zandlaagjes, donkerbruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 98 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 161 / 157 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1222 / 1286 kg/m3  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 468 / 501 kg/m3  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2071 kg/m3



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

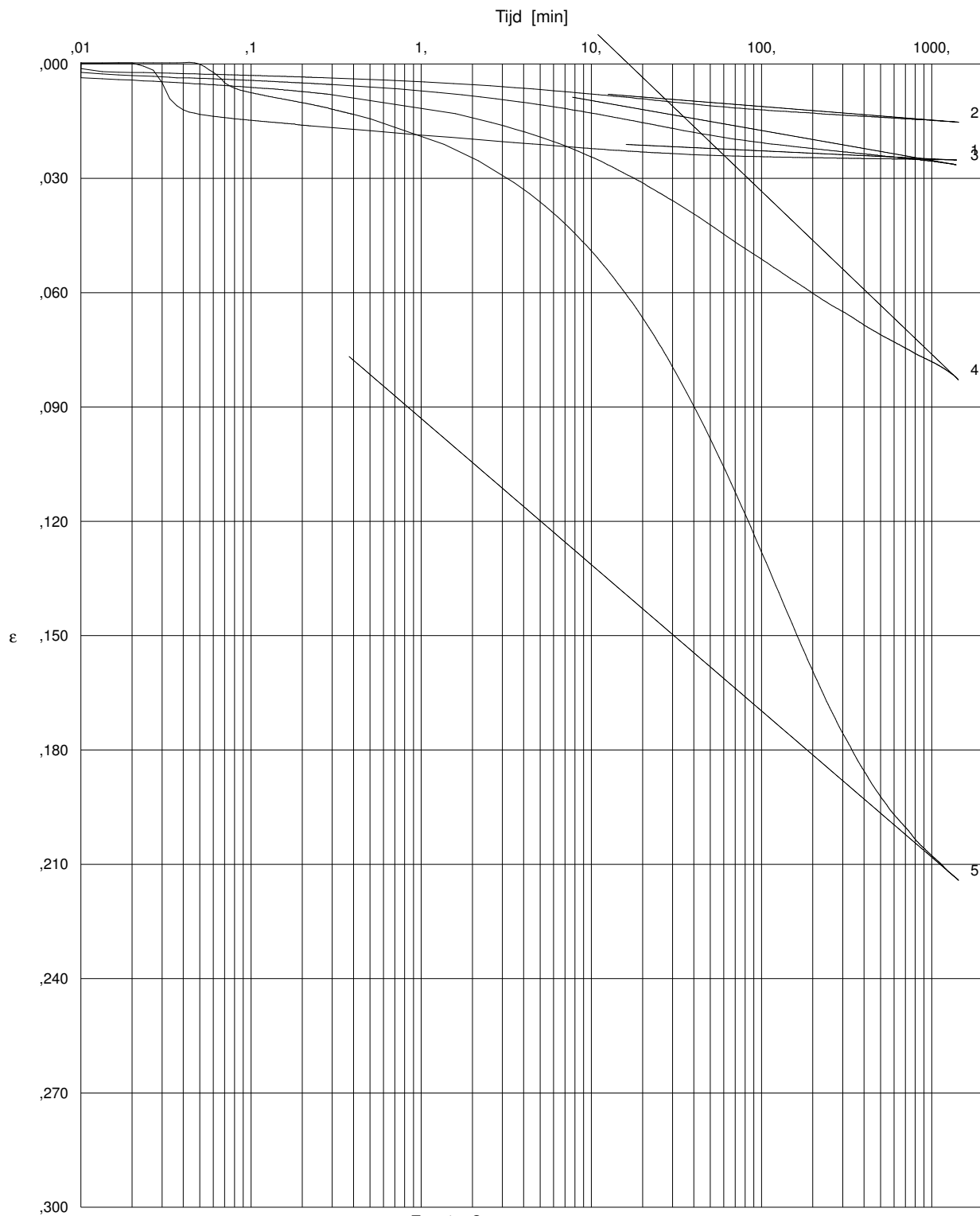
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 :  $C_\alpha = 0,00209$   
 Trap 2 :  $C_\alpha = 0,00356$   
 Trap 3 :  $C_\alpha = 0,00786$   
 Trap 4 :  $C_\alpha = 0,04275$   
 Trap 5 :  $C_\alpha = 0,03836$

Boring : B003  
 Busnummer : 7  
 Monsterdiepte : N.A.P. -10.59m  
 Grondsoort : Veen, sterk kleiig, zandlaagjes, donkerbruin  
 Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,96 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 98 / 104 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 161 / 157 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1222 / 1286 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 468 / 501 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 2071 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

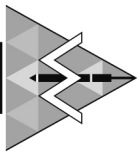
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

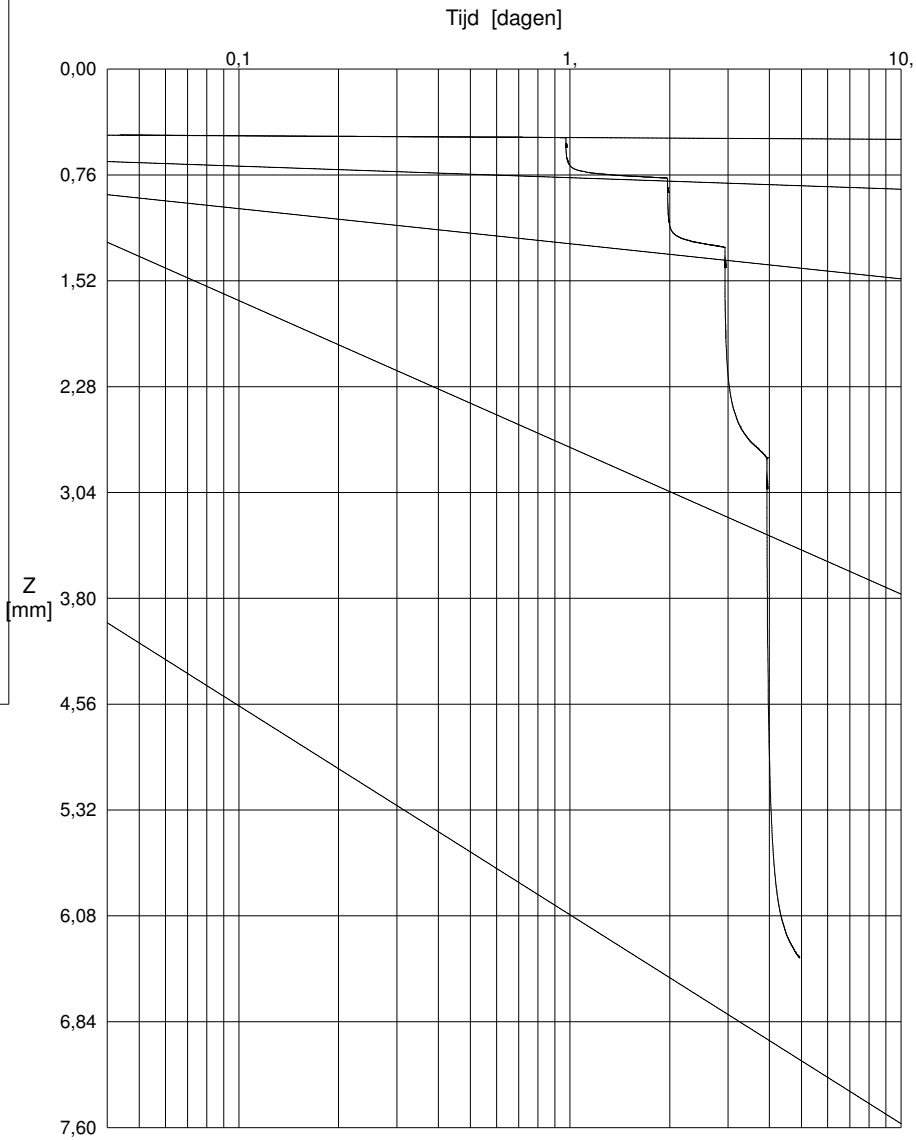
AKKOORD

LAB



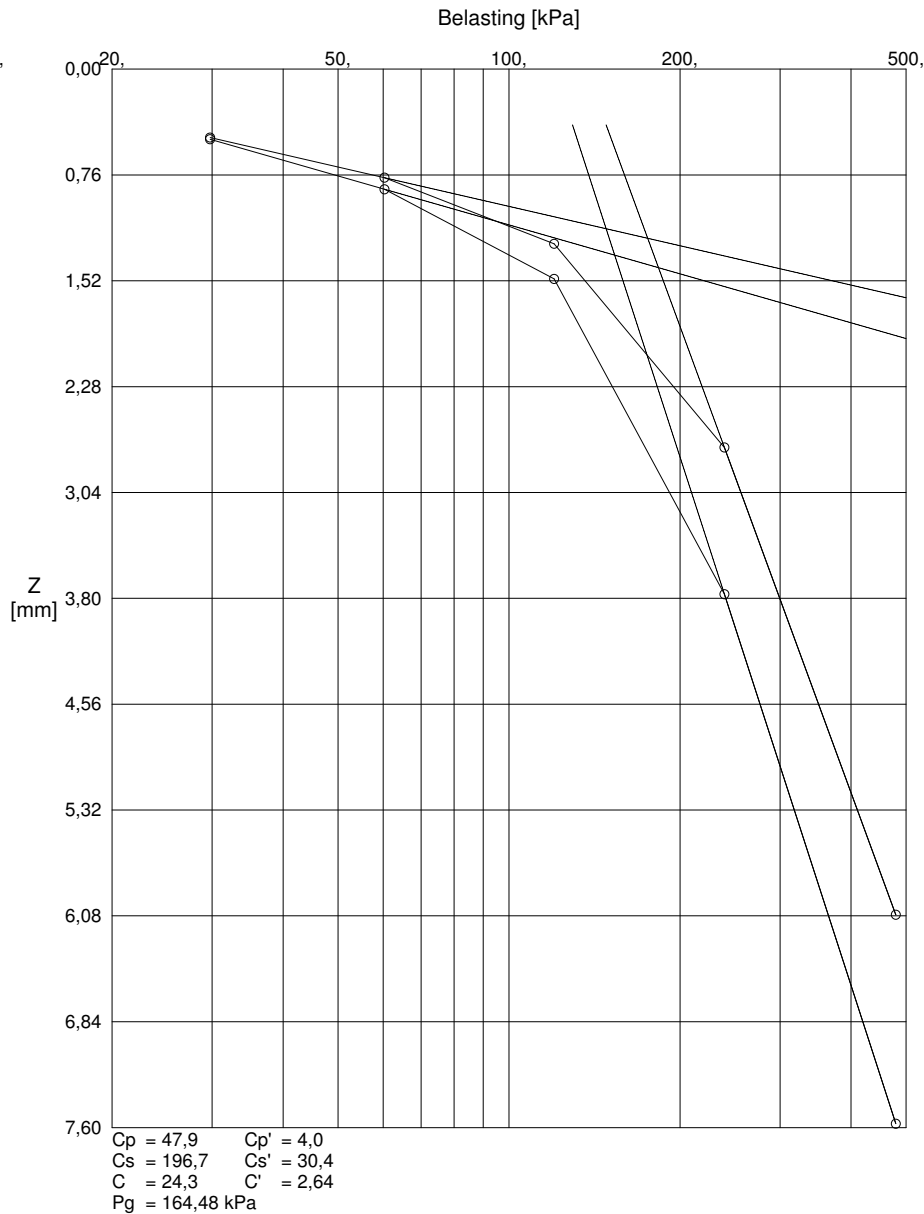
**Wiersma & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam  
Samendrukkingsonstanen vlg. Koppejan  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Boring : B003  
Busnummer : 7  
Monsterdiepte : N.A.P. -10.59m  
Staat monster : ongeroerd  
Beproeversperiode : 14-09-01 tot 14-09-08  
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,96 mm  
Grondsoort : Veen, sterk kleiig, zandlaagjes, donkerbruin



Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 98 / 104 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 161 / 157 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 1222 / 1286 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 468 / 501 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 2071 kg/m<sup>3</sup>

Opdrachtnummer : VN-60893  
 Boring : B003  
 Bus : 7  
 Diepte monster : N.A.P. -10.59m  
 Grondsoort : Veen, sterk kleiig, zandlaagjes, donkerbruin  
 Diameter monster: 64,96 mm ; Initiële hoogte: 19,54 mm

Trap Cv;10 [m<sup>2</sup>/s] k10 [m/s] Mv [1/MPa]  
 3 1,31E-06 1,00E-09 7,81E-02 wortel(tijd) methode

e0 = 3,425  
 Trap 1: e = 3,314  
 Trap 2: e = 3,248  
 Trap 3: e = 3,135  
 Trap 4: e = 2,792  
 Trap 5: e = 1,980

| Angelsaksische/NEN methode |           | a, b, c-isotachenmodel |             |
|----------------------------|-----------|------------------------|-------------|
| via poriëngetal            |           | via lineaire rek       |             |
| Trap 1-2:                  |           | a = 0,02186            |             |
| Trap 2-3:                  |           | a = 0,03904            |             |
| Trap 3-4: Cc               | = 1,14339 | CR = 0,25838           | b = 0,12536 |
| Trap 4-5: Cc               | = 2,69192 | CR = 0,60831           | b = 0,34693 |

Cc (NEN 5118): 2,69192 Index-Pg: 194,084 kPa

|                 |           |             |
|-----------------|-----------|-------------|
| Trap 1: C-alpha | = 0,00209 | c = 0,00089 |
| Trap 2: C-alpha | = 0,00356 | c = 0,00152 |
| Trap 3: C-alpha | = 0,00786 | c = 0,00332 |
| Trap 4: C-alpha | = 0,04275 | c = 0,01999 |
| Trap 5: C-alpha | = 0,03836 | c = 0,02112 |

| Procentuele zakking dH/H [%] |          |           |            |             |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| dP [kPa]                     | 10-dagen | 100-dagen | 1000-dagen | 10000-dagen |
| 29,762                       | 2,580    | 2,645     | 2,710      | 2,774       |
| 60,343                       | 4,414    | 4,837     | 5,261      | 5,685       |
| 120,047                      | 7,709    | 8,997     | 10,286     | 11,574      |
| 239,457                      | 19,293   | 24,685    | 30,077     | 35,469      |
| 479,733                      | 38,752   | 46,430    | 54,107     | 61,785      |

|            |            |            |            |                 |
|------------|------------|------------|------------|-----------------|
|            | Cp = 47,9  | Cs = 196,7 | C = 24,3   | Pg = 164,48 kPa |
| Trap 2 - 3 | Cp' = 28,3 | Cs' = 79,5 | C' = 11,68 |                 |
| Trap 3 - 4 | Cp' = 9,2  | Cs' = 16,8 | C' = 2,89  |                 |
| Trap 4 - 5 | Cp' = 4,0  | Cs' = 30,4 | C' = 2,64  |                 |



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

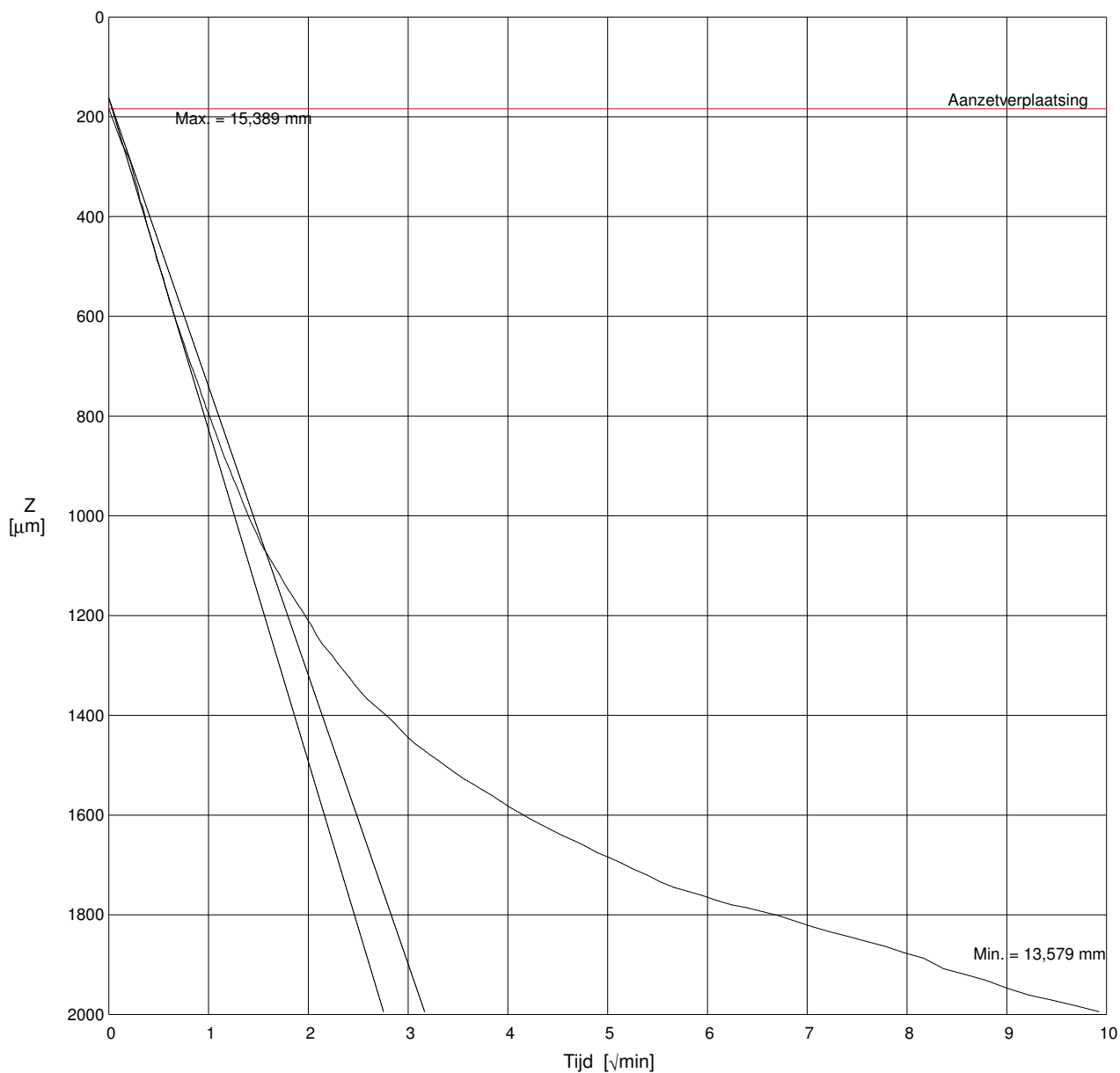
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Samendrukkingsproef; Bus: 7; Boring: B003

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap3  
Belasting van 29,77 kPa naar 59,15 kPa

$C_{v;10} = 2,315E-07$  [m<sup>2</sup>/s]  
 $m_v = 2,248E+00$  [1/MPa]  
 $k_{10} = 5,103E-09$  [m/s]

Boring : B003  
Busnummer : 2  
Monsterdiepte : N.A.P. -6.39 m  
Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
Beproeversperiode : 14-09-11 tot 14-09-16  
Staat monster : ongeroerd  
Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,64 mm  
Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 110 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 637 / 507 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 962 / 1145 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 130 / 189 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 1468 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

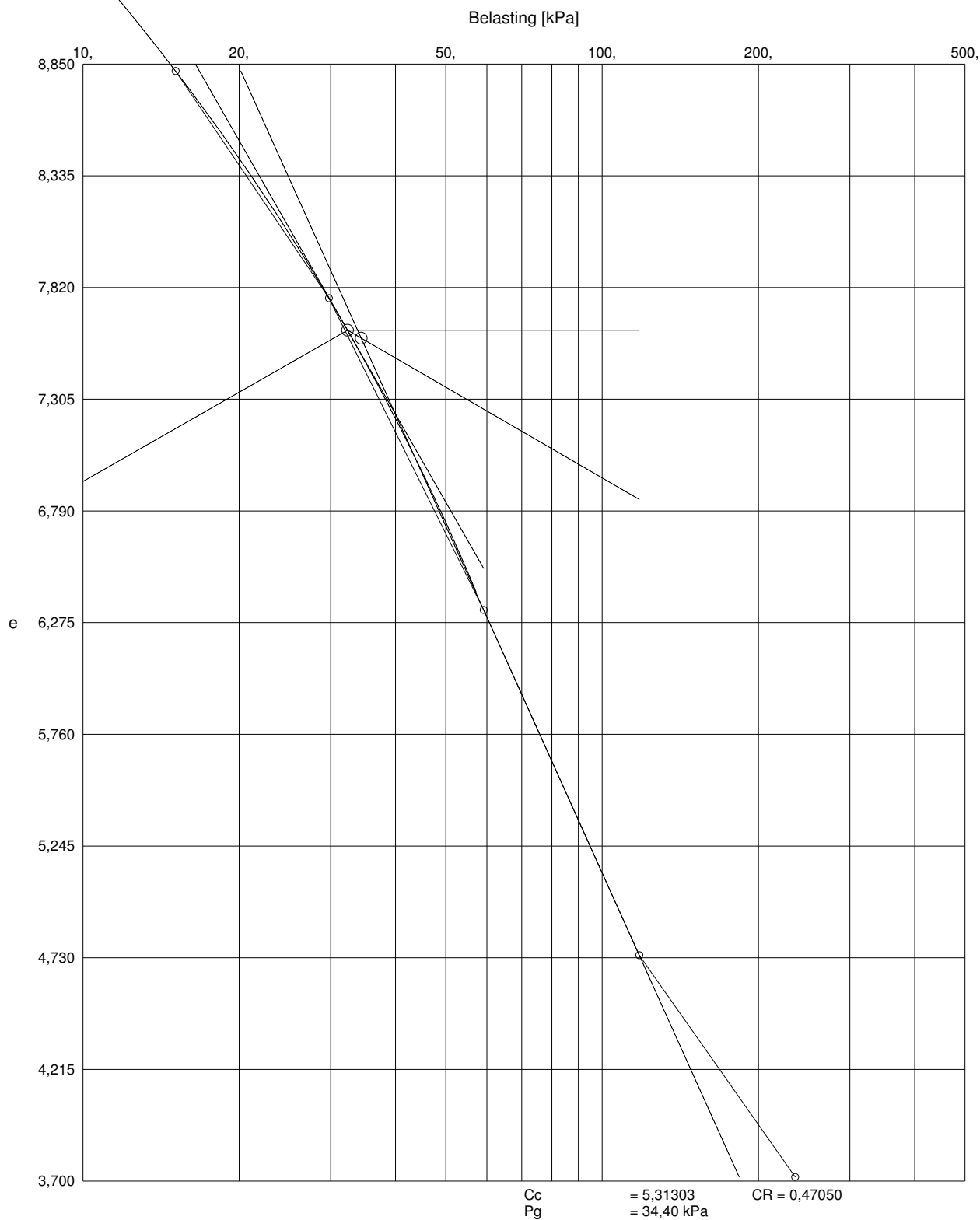
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Consolidatie (NEN 5118),  $\sqrt{t}$  - methode

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Boring : B003  
 Busnummer : 2  
 Monsterdiepte : N.A.P. -6.39 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-11 tot 14-09-16  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,64 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 110 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 637 / 507 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 962 / 1145 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 130 / 189 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1468 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

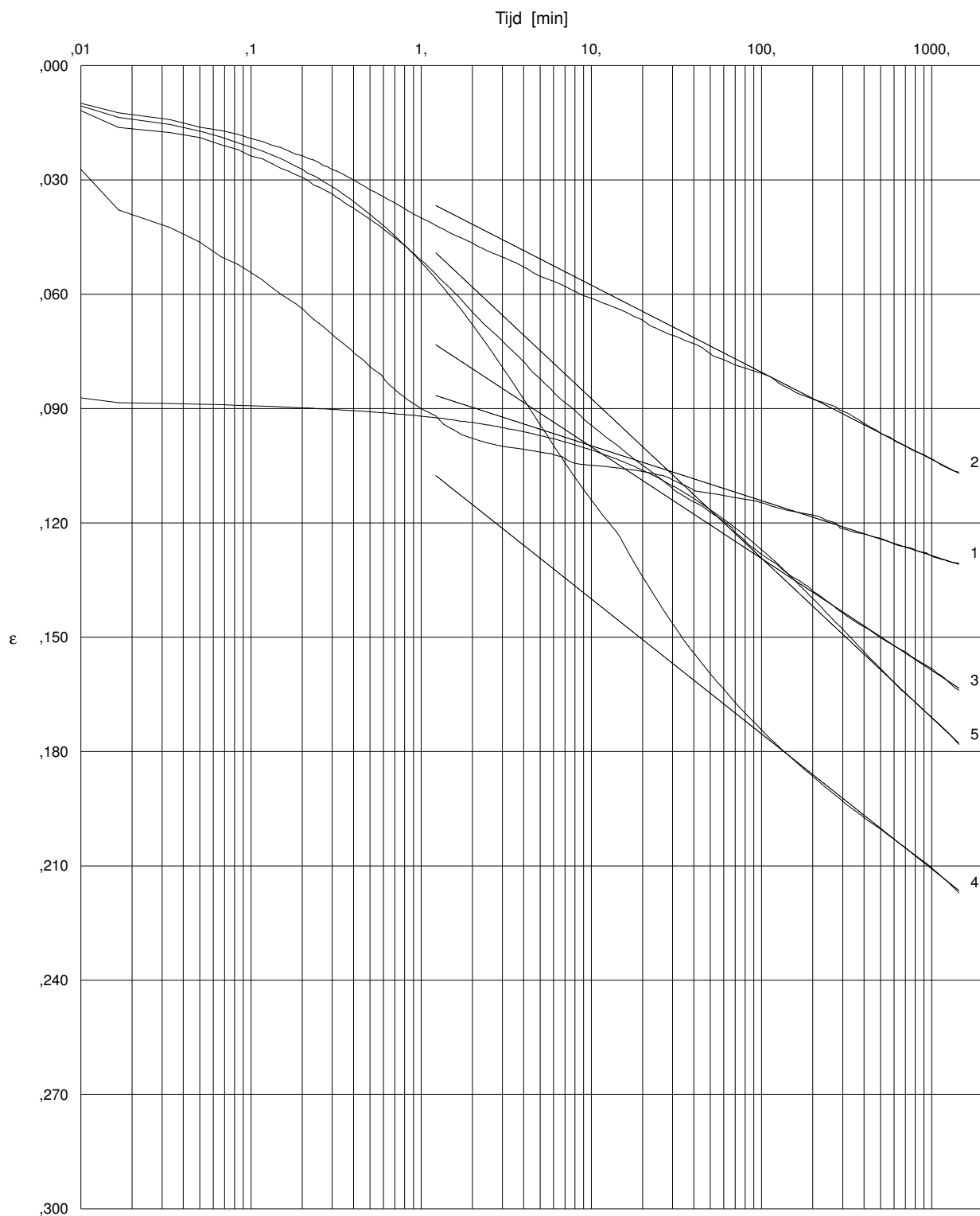
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Primaire samendrukkingsindex en grensspanning (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB



Trap 1 :  $C_{\alpha} = 0,01441$   
 Trap 2 :  $C_{\alpha} = 0,02285$   
 Trap 3 :  $C_{\alpha} = 0,02931$   
 Trap 4 :  $C_{\alpha} = 0,03542$   
 Trap 5 :  $C_{\alpha} = 0,04187$

Boring : B003  
 Busnummer : 2  
 Monsterdiepte : N.A.P. -6.39 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
 Beproeversperiode : 14-09-11 tot 14-09-16  
 Staat monster : ongeroerd  
 Preparatiemethode : overgeschoven  
 Beproeversomgeving : nat  
 Temperatuur : 20 °C  
 Proefstukdiameter : 64,64 mm  
 Bijzonderheden : geen

Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 110 %  
 Vochtgehalte, begin / eind proef : 637 / 507 % m/m  
 Volumieke massa nat, begin / eind proef : 962 / 1145 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa droog, begin / eind proef : 130 / 189 kg/m<sup>3</sup>  
 Volumieke massa vaste delen grond : 1468 kg/m<sup>3</sup>



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

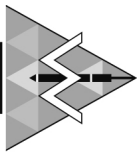
Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Secundaire samendrukkingsindex (NEN 5118)

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

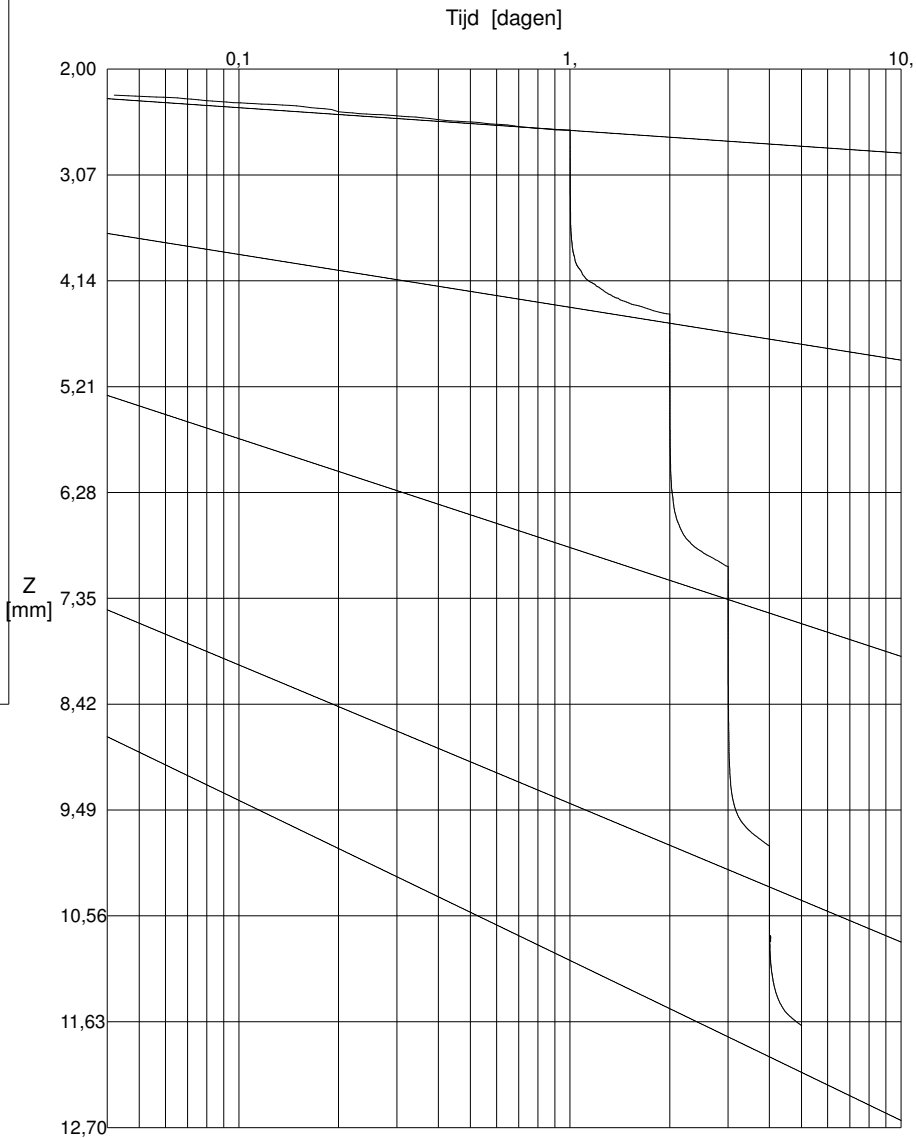
AKKOORD

LAB



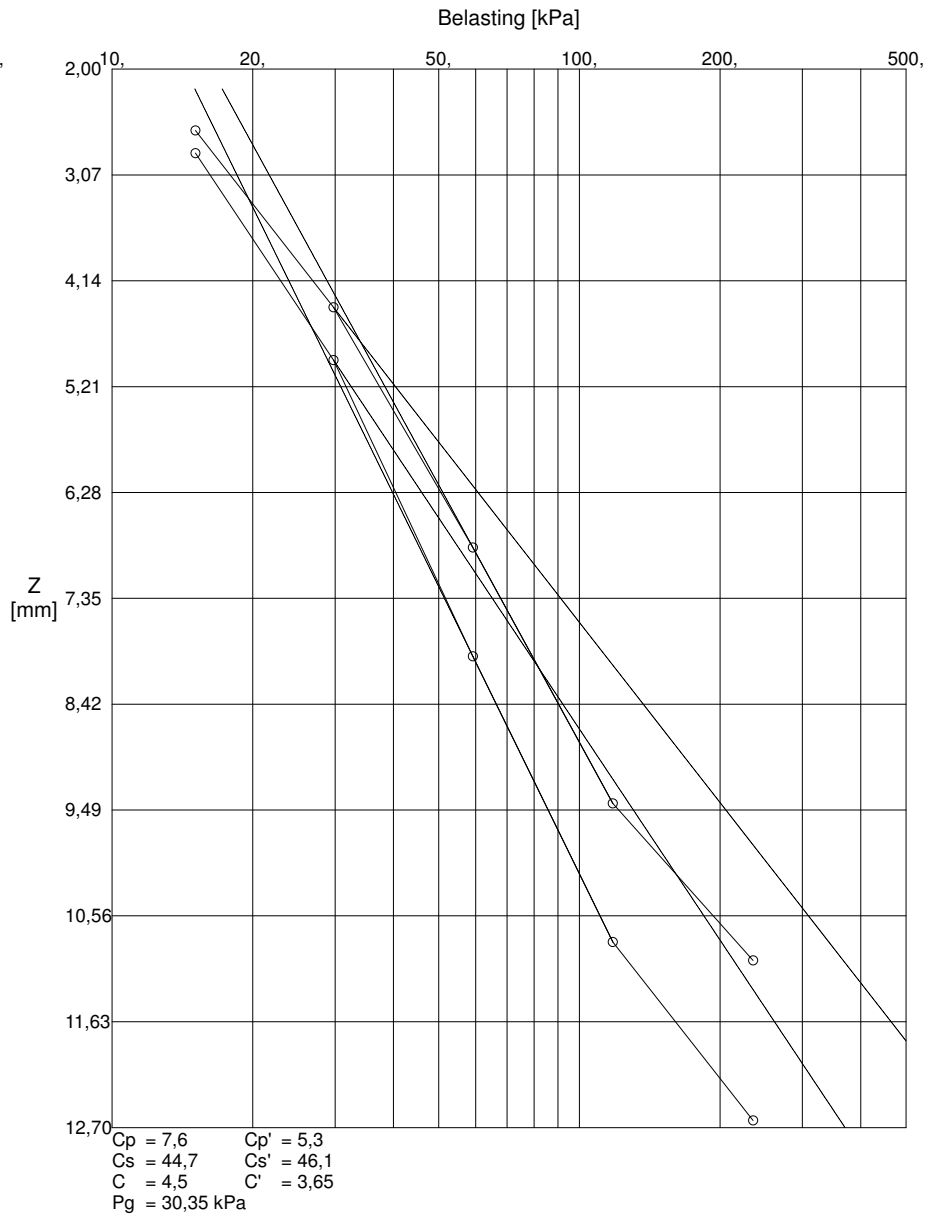
**Wiersma & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam  
Samendrukkingsonstanen vlg. Koppejan  
**GEOTECHNISCH LABORATORIUM**



Boring : B003  
Busnummer : 2  
Monsterdiepte : N.A.P. -6.39 m  
Staat monster : ongeroerd  
Beproeversperiode : 14-09-11 tot 14-09-16  
Bijzonderheden : geen

Preparatiemethode : overgeschoven  
Beproeversomgeving : nat  
Temperatuur : 20 °C  
Proefstukdiameter : 64,64 mm  
Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin



Verzadigingsgraad, begin / eind proef : 91 / 110 %  
Vochtgehalte, begin / eind proef : 637 / 507 % m/m  
Volumieke massa nat, begin / eind proef : 962 / 1145 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa droog, begin / eind proef : 130 / 189 kg/m<sup>3</sup>  
Volumieke massa vaste delen grond : 1468 kg/m<sup>3</sup>

Opdrachtnummer : VN-60893  
 Boring : B003  
 Bus : 2  
 Diepte monster : N.A.P. -6.39 m  
 Grondsoort : Veen, mineraalarm, bruin  
 Diameter monster: 64,64 mm ; Initiële hoogte: 20,05 mm

Trap 3 Cv;10 [m<sup>2</sup>/s] 2,32E-07 k10 [m/s] 5,10E-09 Mv [1/MPa] 2,25E+00 wortel(tijd) methode

e0 = 10,292  
 Trap 1: e = 8,818  
 Trap 2: e = 7,771  
 Trap 3: e = 6,334  
 Trap 4: e = 4,742  
 Trap 5: e = 3,719

| Angelsaksische/NEN methode |           | a, b, c-isotachenmodel |  |
|----------------------------|-----------|------------------------|--|
| via poriëngetal            |           | via lineaire rek       |  |
| Trap 1-2:                  |           | a = 0,16595            |  |
| Trap 2-3: Cc               | = 4,82092 | b = 0,26071            |  |
| Trap 3-4: Cc               | = 5,31303 | b = 0,35470            |  |
| Trap 4-5: Cc               | = 3,40588 | b = 0,28370            |  |

Cc (NEN 5118): 5,31303 Index-Pg: 34,398 kPa

|                 |           |             |
|-----------------|-----------|-------------|
| Trap 1: C-alpha | = 0,01441 | c = 0,00711 |
| Trap 2: C-alpha | = 0,02285 | c = 0,01121 |
| Trap 3: C-alpha | = 0,02931 | c = 0,01522 |
| Trap 4: C-alpha | = 0,03542 | c = 0,01930 |
| Trap 5: C-alpha | = 0,04187 | c = 0,02201 |

| Procentuele zakking dH/H [%] |          |           |            |             |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| dP [kPa]                     | 10-dagen | 100-dagen | 1000-dagen | 10000-dagen |
| 15,084                       | 14,214   | 15,359    | 16,504     | 17,649      |
| 29,771                       | 24,650   | 27,316    | 29,983     | 32,648      |
| 59,147                       | 39,579   | 45,065    | 50,553     | 56,039      |
| 117,897                      | 53,982   | 60,965    | 67,949     | 74,932      |
| 235,398                      | 62,980   | 71,047    | 79,114     | 87,182      |

|            |           |            |           |                |
|------------|-----------|------------|-----------|----------------|
|            | Cp = 7,6  | Cs = 44,7  | C = 4,5   | Pg = 30,35 kPa |
| Trap 2 - 3 | Cp' = 5,7 | Cs' = 24,3 | C' = 2,93 |                |
| Trap 3 - 4 | Cp' = 5,3 | Cs' = 46,1 | C' = 3,65 |                |
| Trap 4 - 5 | Cp' = 8,7 | Cs' = 63,8 | C' = 5,64 |                |



**Wiertsema & Partners**  
 RAADGEVEND INGENIEURS

Aanleg stadsverwarmingsleidingen te Amsterdam

Samendrukkingsproef; Bus: 2; Boring: B003

GEOTECHNISCH LABORATORIUM

AKKOORD

LAB

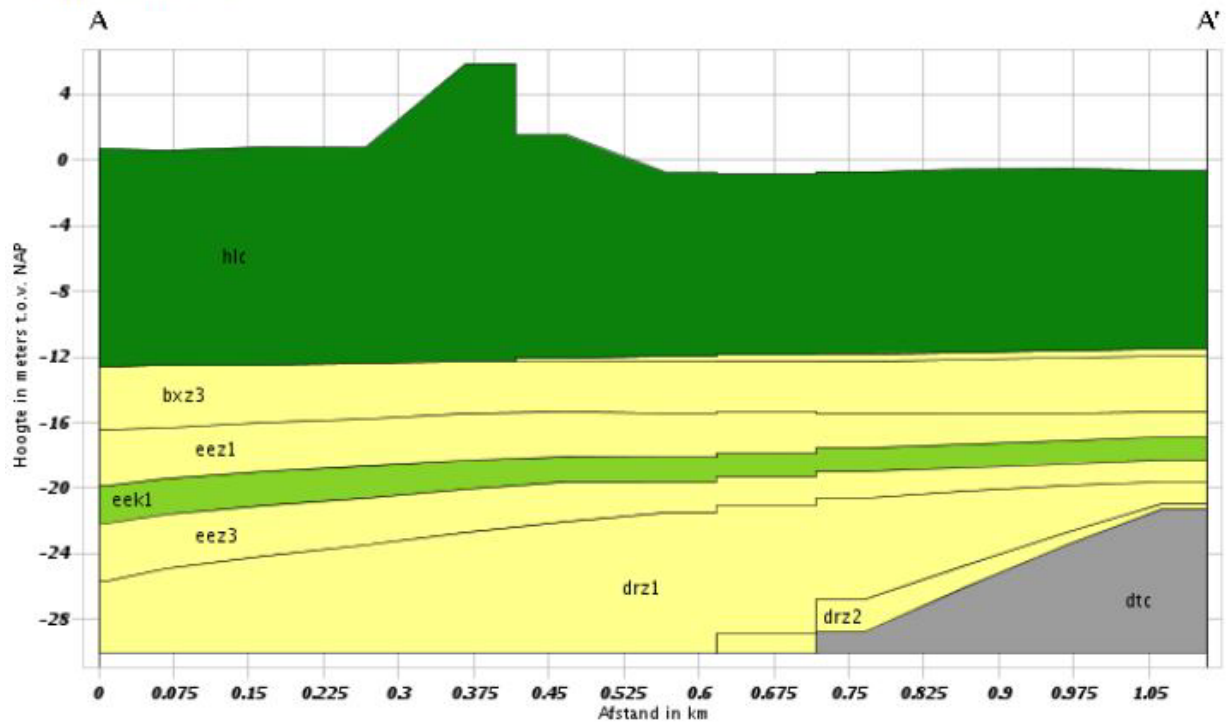
## **Bijlage 9 Doorsnede Regis II**

## Langsdoorsnede bodem

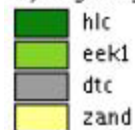
In onderstaande figuur is een geologische langsdoorsnede van de bodem langs de leiding weergegeven (bron: TNO DINOLoket; Hydrogeologisch model REGIS II).

### Verticale Doorsnede REGIS II v2.1

Hoogte t.o.v. NAP: -30



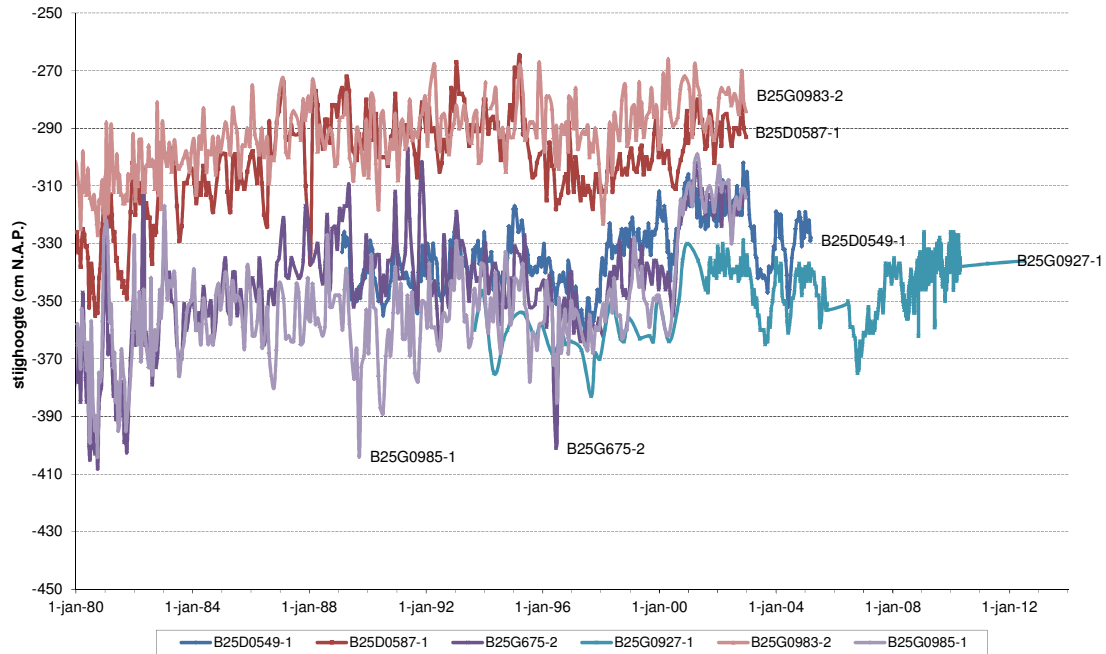
#### Hydrogeologie



## **Bijlage 10 Grondwaterstandsgegevens**

## Peilbuizen TNO DINO-Loket

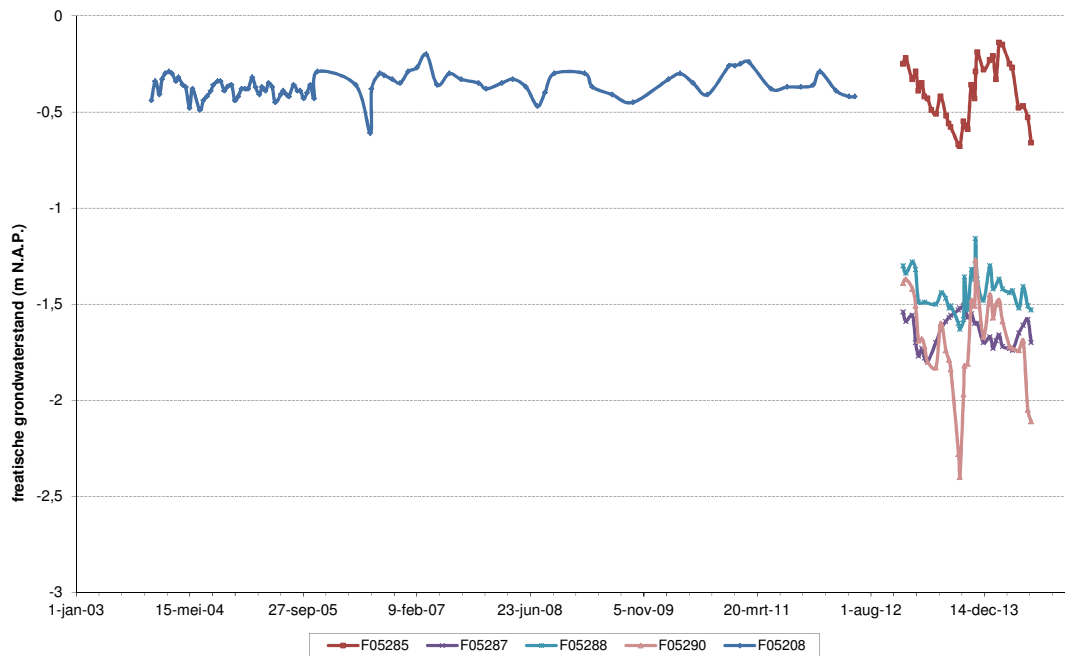
*Stijghoogte (bron: TNO DINOLoket;).*



| Locatie  | Filternum | Maaiveld | Bovenkan | Onderkant filter (cm t.o.v. NAP) |
|----------|-----------|----------|----------|----------------------------------|
| B25D0549 | 1         | 46       | -1754    | -1854 WVP1                       |
| B25D0587 | 1         | -201     | -1434    | -1534 WVP1                       |
| B25G0675 | 2         | 55       | -1165    | -1265 WVP1                       |
| B25G0927 | 1         | -52      | -1721    | -1821 WVP1                       |
| B25G0983 | 2         | -361     | -1330    | -1430 WVP1                       |
| B25G0985 | 1         | 57       | -1147    | -1247 WVP1                       |

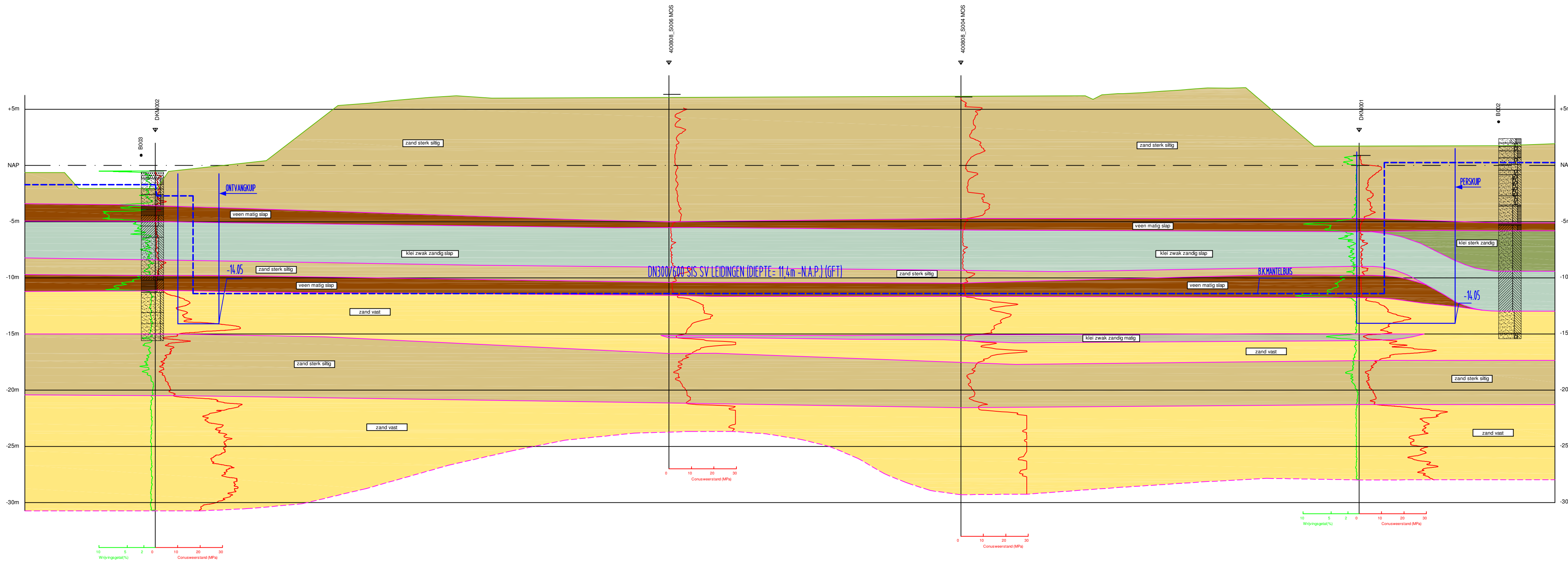
## Peilbuizen Waternet

*Freatische grondwaterstand (bron: Waternet).*



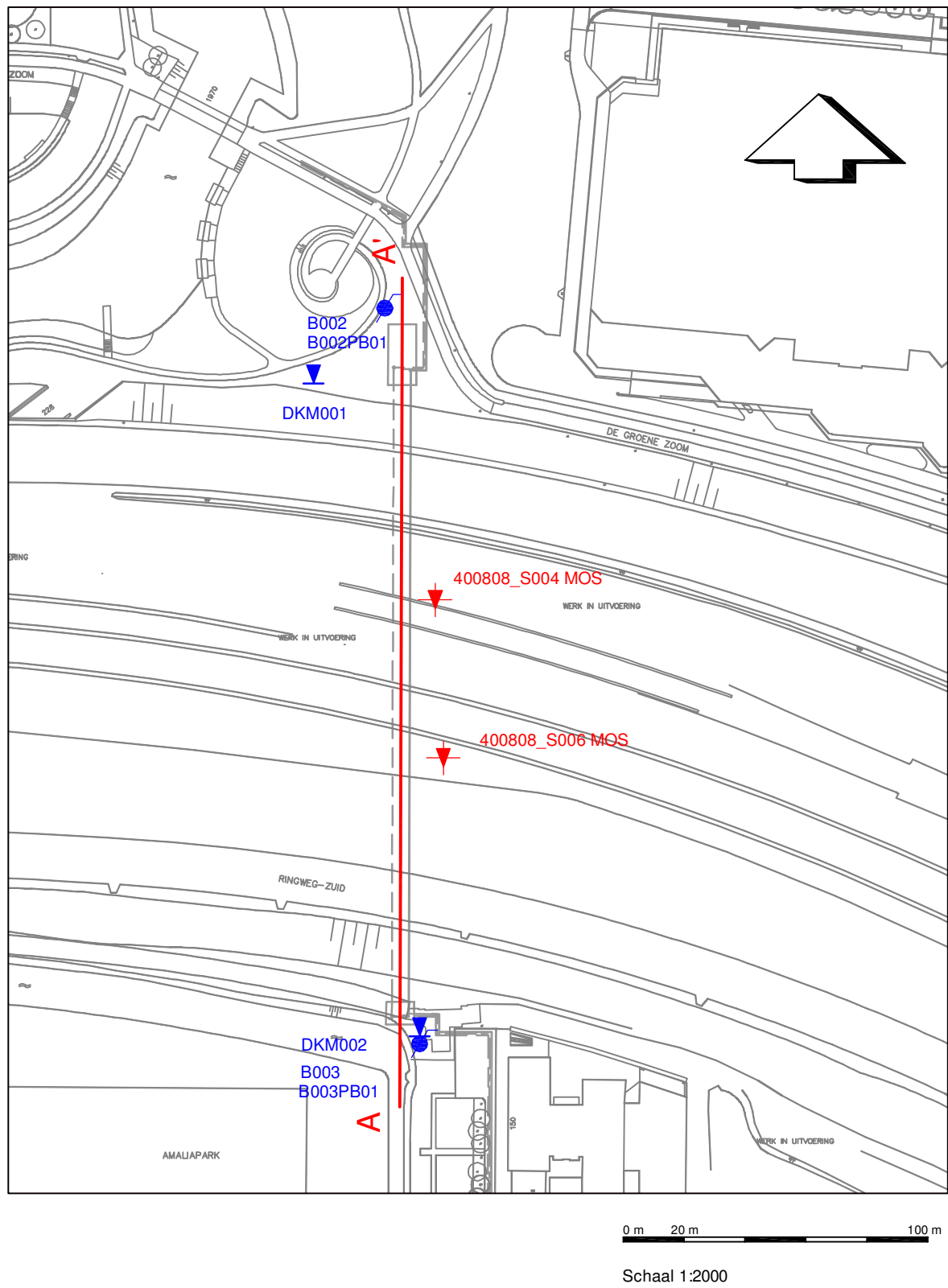


## **Bijlage 11 Geotechnisch lengteprofiel**



DWP A-A'

Schaal H 1:500  
Schaal V 1:250



### LEGENDA

- klei zwak zandig slap
- klei zwak zandig matig
- klei sterk zandig
- veen matig slap
- zand vast
- zand sterk siltig

- Sondering
- Boring

- DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- Sondering uitgevoerd door derden
- B Mechanische boring met peilbuis

|                                                                            |                       |                   |                  |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Situatietekening + Geotechnisch dwarsprofiel                               |                       | Datum : 02.09.14  | Gew: 11.09.14/TK |
| aanleg stadsverwarmingsleidingen in kruising met Rijksweg A10 te Amsterdam |                       | Getekend : TK     | Gew:             |
|                                                                            |                       | Schaal : Div.     | Gew:             |
|                                                                            |                       | Formaat : 420x841 | Gew:             |
| Blad : 1-1                                                                 | Opdracht : VN-60893-1 | AKKOORD<br>GEO    |                  |

## **Bijlage 12 Grondmechanische leidingparameters**

|                                                                             |                              |          |                           |                            |                            |                            |                            |                           |                           |                           |                           |                           |                   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|--|
| Projectnaam: warmteleiding A10 Zuidas                                       |                              |          |                           |                            |                            |                            |                            |                           |                           |                           |                           |                           |                   |  |
| Tekening nummer: 1955001 (T47216)                                           |                              |          |                           |                            |                            |                            |                            |                           |                           |                           |                           |                           |                   |  |
| Snede                                                                       |                              |          | veldstr zz sis            | veldstr zz sis             | veldstr zz sis             | veldstr zz sis             | veldstr zz sis             | ontvangstkuip             | Uittrede                  | A10 Zuid                  | NS-spoor                  |                           |                   |  |
| Afstand                                                                     |                              |          | -                         | -                          | -                          | -                          | -                          | -                         | -                         | -                         | -                         | -                         | -                 |  |
| Type kruising                                                               |                              |          | open sleuf                | open sleuf                 | open sleuf                 | open sleuf                 | open sleuf                 | open sleuf                | GFT                       | GFT                       | GFT                       |                           |                   |  |
| Leiding materiaal                                                           |                              |          | Staal                     | Staal                      | Staal                      | Staal                      | Staal                      | Staal                     | Staal                     | Staal                     | Staal                     |                           |                   |  |
| Leiding diameter (Do)                                                       |                              | mm       |                           | 609,6                      | 609,6                      | 609,6                      | 609,6                      | 609,6                     | 609,6                     | 609,6                     | 609,6                     | 609,6                     | 609,6             |  |
| Gronddekking                                                                | H                            | m        |                           | 1                          | 1,5                        | 2                          | 2,5                        | 3                         | 10,7                      | 10,7                      | 10,7                      | 15,52                     | 17,8              |  |
| Grondsoort (leidingniveau)                                                  | -                            | -        | zand st kleilig/siltig, - | zand st kleilig/siltig, -  | zand st kleilig/siltig, -  | veen matig voorbel., matig | veen matig voorbel., matig | zand schoon, los          | zand schoon, vast         | zand schoon, vast         | zand schoon, vast         | zand schoon, vast         | zand schoon, vast |  |
| Maaiveldniveau                                                              |                              | m N.A.P. |                           | -0,7                       | -0,7                       | -0,7                       | -0,7                       | -0,7                      | -0,7                      | -0,7                      | -0,7                      | 4,12                      | 6,4               |  |
| Grondwaterstand                                                             |                              | m N.A.P. |                           | -2                         | -2                         | -2                         | -2                         | -2                        | -2                        | -2                        | -2                        | -2                        | -0,8              |  |
| niveau bovenkant leiding                                                    |                              | m N.A.P. |                           | -1,7                       | -2,2                       | -2,7                       | -3,2                       | -3,7                      | -11,4                     | -11,4                     | -11,4                     | -11,4                     | -11,4             |  |
| Neutrale gronddruk                                                          | qn                           | N/mm²    |                           | 0,019                      | 0,025                      | 0,030                      | 0,035                      | 0,037                     | 0,081                     | 0,081                     | 0,081                     | 0,165                     | 0,206             |  |
| Neutrale grondbelasting bij gewelfwerking                                   | qn,r                         | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | 0,051                     | 0,086                     | n.v.t.                    |                   |  |
| hor. Steundruk bij gewelfwerking                                            | qh,r                         | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | 0,026                     | 0,043                     | n.v.t.                    |                   |  |
| reële verticale grondbelasting                                              | qk                           | N/mm²    |                           | 0,019                      | 0,028                      | 0,032                      | 0,035                      | 0,038                     | 0,126                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Passieve gronddruk                                                          | qp                           | N/mm²    |                           | 0,022                      | 0,032                      | 0,040                      | 0,049                      | 0,056                     | 0,223                     | 0,509                     | 1,433                     | 1,891                     |                   |  |
| Passieve grondbelasting per lengte-eenheid bij diepe ligging                | P'max                        | N/mm²    | -                         | -                          | -                          | -                          | -                          | -                         |                           | 554,689                   | 984,221                   | 1152,473                  |                   |  |
| Verticaal evenwichtsdraagvermogen (gedraineerd gedrag; langzame deformatie) | Pwe; dr                      | N/mm²    |                           | 0,278                      | 0,292                      | 0,263                      | 0,232                      | 0,304                     | 2,703                     | 4,381                     | 8,405                     | 10,411                    |                   |  |
| Verticaal evenwichtsdraagvermogen (ongedraineerd gedrag; snelle deformatie) | Pwe; u                       | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     |                            | 0,123                      | 0,168                      | 0,170                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (sleuf of microtunneling)               | qhe,sleuf en micro tunneling | N/mm²    |                           | 0,045                      | 0,057                      | 0,071                      | 0,099                      | 0,106                     | 0,252                     | 0,253                     | 0,511                     | 0,705                     |                   |  |
| Actieve horizontale gronddruk                                               | qa;h                         | N/mm²    |                           | 0,009                      | 0,011                      | 0,013                      | 0,015                      | 0,018                     | 0,028                     | 0,023                     | 0,045                     | 0,064                     |                   |  |
| Neutrale horizontale gronddruk                                              | qn;h                         | N/mm²    |                           | 0,013                      | 0,016                      | 0,019                      | 0,024                      | 0,028                     | 0,041                     | 0,035                     | 0,071                     | 0,098                     |                   |  |
| Passieve horizontale gronddruk                                              | qp;h                         | N/mm²    |                           | 0,056                      | 0,068                      | 0,079                      | 0,082                      | 0,070                     | 0,248                     | 0,307                     | 0,618                     | 0,678                     |                   |  |
| Verticale beddingsconstante, omhoog                                         | Kv,top                       | N/mm³    |                           | 0,000                      | 0,000                      | 0,001                      | 0,011                      | 0,014                     | 0,014                     | 0,014                     | 0,014                     | 0,008                     |                   |  |
| Verticale beddingsconstante, omlaag                                         | kv,1                         | N/mm³    |                           | 0,003                      | 0,004                      | 0,001                      | 0,002                      | 0,002                     | 0,033                     | 0,076                     | 0,076                     | 0,078                     |                   |  |
| Verticale beddingsconstante, omlaag                                         | kv,2                         | N/mm³    |                           | 0,001                      | 0,001                      | 0,000                      | 0,000                      | 0,000                     | 0,007                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Horizontale beddingsconstante (drained)                                     | kh,30 gedraineerd            | N/mm³    |                           | 0,003                      | 0,003                      | 0,003                      | 0,004                      | 0,004                     | 0,003                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Horizontale beddingsconstante (undrained)                                   | kh,30 ongedraineerd          | N/mm³    |                           | 0,004                      | 0,004                      | 0,005                      | 0,006                      | 0,006                     | 0,005                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Horizontale beddingsconstante (sleufloos)                                   | kh                           | N/mm³    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | 0,053                     | 0,053                     | 0,054                     |                   |  |
| Max. grondwrijving per mm² leidingopp.                                      | w                            | N/mm²    |                           | 0,005                      | 0,006                      | 0,007                      | 0,001                      | 0,002                     | 0,023                     | 0,011                     | 0,022                     | 0,027                     |                   |  |
| Verplaatsing tgv grondwrijving                                              | u                            | mm       | 5 tot 8 mm                | 5 tot 8 mm                 | 5 tot 8 mm                 | 6 tot 10 mm                | 10 tot 15 mm               | 5 tot 8 mm                | 6 tot 10 mm               | 6 tot 10 mm               | 6 tot 10 mm               | 6 tot 10 mm               |                   |  |
| Zetting grondlagen onder leiding                                            | St                           | mm       |                           | 0                          | 0                          | 0                          | 0                          | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0                 |  |
|                                                                             |                              |          | Metro-spoor               | A10 Noord                  | Intrede                    | perskuip                   | veldstr nz sis             | veldstr nz sis            | veldstr nz sis            | veldstr nz sis            | veldstr nz sis            | veldstr nz sis            |                   |  |
| Afstand                                                                     |                              |          | -                         | -                          | -                          | -                          | -                          | -                         | -                         | -                         | -                         | -                         |                   |  |
| Type kruising                                                               |                              |          | GFT                       | GFT                        | GFT                        | open sleuf                 | open sleuf                 | open sleuf                | open sleuf                | open sleuf                | open sleuf                | open sleuf                |                   |  |
| Leiding materiaal                                                           |                              |          | Staal                     | Staal                      | Staal                      | Staal                      | Staal                      | Staal                     | Staal                     | Staal                     | Staal                     | Staal                     |                   |  |
| Leiding diameter (Do)                                                       |                              | mm       |                           | 609,6                      | 609,6                      | 609,6                      | 609,6                      | 609,6                     | 609,6                     | 609,6                     | 609,6                     | 609,6                     | 609,6             |  |
| Gronddekking                                                                | H                            | m        |                           | 18,09                      | 16,36                      | 12,52                      | 12,52                      | 1                         | 1,5                       | 2                         | 2,5                       | 3                         |                   |  |
| Grondsoort (leidingniveau)                                                  | -                            | -        | zand schoon, vast         | veen matig voorbel., matij | veen matig voorbel., matij | veen matig voorbel., matig | zand st kleilig/siltig, -  | zand st kleilig/siltig, - | zand st kleilig/siltig, - | zand st kleilig/siltig, - | zand st kleilig/siltig, - | zand st kleilig/siltig, - |                   |  |
| Maaiveldniveau                                                              |                              | m N.A.P. |                           | 6,69                       | 4,96                       | 1,12                       | 1,12                       | 1,75                      | 1,75                      | 1,75                      | 1,75                      | 1,75                      |                   |  |
| Grondwaterstand                                                             |                              | m N.A.P. |                           | -0,8                       | 0,4                        | 0,4                        | 0,4                        | 0,4                       | 0,4                       | 0,4                       | 0,4                       | 0,4                       |                   |  |
| niveau bovenkant leiding                                                    |                              | m N.A.P. |                           | -11,4                      | -11,4                      | -11,4                      | -11,4                      | 0,75                      | 0,25                      | -0,25                     | -0,75                     | -1,25                     |                   |  |
| Neutrale gronddruk                                                          | qn                           | N/mm²    |                           | 0,207                      | 0,163                      | 0,096                      | 0,096                      | 0,019                     | 0,026                     | 0,030                     | 0,035                     | 0,040                     |                   |  |
| Neutrale grondbelasting bij gewelfwerking                                   | qn,r                         | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| hor. Steundruk bij gewelfwerking                                            | qh,r                         | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| reële verticale grondbelasting                                              | qk                           | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     |                            |                            |                           |                           |                           |                           |                           |                   |  |
| Passieve gronddruk                                                          | qp                           | N/mm²    |                           | 1,884                      | 0,250                      | 0,167                      | 0,294                      | 0,020                     | 0,032                     | 0,041                     | 0,050                     | 0,060                     |                   |  |
| Passieve grondbelasting per lengte-eenheid bij diepe ligging                | P'max                        | N/mm²    |                           | 1148,461                   | 152,505                    | 101,633                    | -                          | -                         | -                         | -                         | -                         | -                         |                   |  |
| Verticaal evenwichtsdraagvermogen (gedraineerd gedrag; langzame deformatie) | Pwe; dr                      | N/mm²    |                           | 10,514                     | 7,395                      | 4,733                      | 3,134                      | 0,521                     | 0,642                     | 0,736                     | 0,830                     | 0,923                     |                   |  |
| Verticaal evenwichtsdraagvermogen (ongedraineerd gedrag; snelle deformatie) | Pwe; u                       | N/mm²    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Horizontaal evenwichtsdraagvermogen (sleuf of microtunneling)               | qhe,sleuf en micro tunneling | N/mm²    |                           | 0,639                      | 0,527                      | 0,322                      | 0,310                      | 0,099                     | 0,134                     | 0,174                     | 0,213                     | 0,250                     |                   |  |
| Actieve horizontale gronddruk                                               | qa;h                         | N/mm²    |                           | 0,083                      | 0,071                      | 0,040                      | 0,043                      | 0,009                     | 0,011                     | 0,013                     | 0,015                     | 0,017                     |                   |  |
| Neutrale horizontale gronddruk                                              | qn;h                         | N/mm²    |                           | 0,118                      | 0,102                      | 0,060                      | 0,063                      | 0,013                     | 0,016                     | 0,019                     | 0,022                     | 0,024                     |                   |  |
| Passieve horizontale gronddruk                                              | qp;h                         | N/mm²    |                           | 0,516                      | 0,367                      | 0,219                      | 0,205                      | 0,056                     | 0,069                     | 0,080                     | 0,092                     | 0,104                     |                   |  |
| Verticale beddingsconstante, omhoog                                         | Kv,top                       | N/mm³    |                           | 0,005                      | 0,005                      | 0,005                      | 0,016                      | 0,000                     | 0,000                     | 0,001                     | 0,001                     | 0,001                     |                   |  |
| Verticale beddingsconstante, omlaag                                         | kv,1                         | N/mm³    |                           | 0,078                      | 0,076                      | 0,076                      | 0,039                      | 0,006                     | 0,008                     | 0,009                     | 0,010                     | 0,011                     |                   |  |
| Verticale beddingsconstante, omlaag                                         | kv,2                         | N/mm³    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     |                            | 0,008                      | 0,001                     | 0,002                     | 0,002                     | 0,002                     | 0,002                     |                   |  |
| Horizontale beddingsconstante (drained)                                     | kh,30 gedraineerd            | N/mm³    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     |                            | 0,004                      | 0,006                     | 0,007                     | 0,008                     | 0,009                     | 0,009                     |                   |  |
| Horizontale beddingsconstante (undrained)                                   | kh,30 ongedraineerd          | N/mm³    | n.v.t.                    | n.v.t.                     | n.v.t.                     |                            | 0,005                      | 0,009                     | 0,010                     | 0,012                     | 0,013                     | 0,013                     |                   |  |
| Horizontale beddingsconstante (sleufloos)                                   | kh                           | N/mm³    |                           | 0,054                      | 0,053                      | 0,053                      | n.v.t.                     | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    | n.v.t.                    |                   |  |
| Max. grondwrijving per mm² leidingopp.                                      | w                            | N/mm²    |                           | 0,027                      | 0,022                      | 0,013                      | 0,019                      | 0,005                     | 0,006                     | 0,007                     | 0,009                     | 0,010                     |                   |  |
| Verplaatsing tgv grondwrijving                                              | u                            | mm       | 6 tot 10 mm               | 6 tot 10 mm                | 6 tot 10 mm                | 4 tot 6 mm                 | 5 tot 8 mm                 | 5 tot 8 mm                | 5 tot 8 mm                | 5 tot 8 mm                | 5 tot 8 mm                | 5 tot 8 mm                |                   |  |
| Zetting grondlagen onder leiding                                            | St                           | mm       |                           | 0                          | 0                          | 0                          | 0                          | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         | 0                         |                   |  |



## **Bijlage 13 Resultaten berekening D-Geo Pipeline**

## **Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3**

Model : Micro Tunneling  
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 29-9-2014

Tijd van rapport: 11:41:39

Bestandsnaam: P:\60xxx\608xx\6089x\60893-1\Doc\Leidingberekeningen\GFT alt

## 1 Inhoudsopgave

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 Inhoudsopgave                      | 2 |
| 2 Invoergegevens                     | 3 |
| 2.1 Gebruikt model                   | 3 |
| 2.2 PN-Lijnen                        | 3 |
| 2.3 Freatische Lijn                  | 3 |
| 2.4 Grondprofielen                   | 3 |
| 2.5 Grenslagen                       | 3 |
| 2.6 Configuratie van de Pijpleiding  | 3 |
| 2.7 Berekenings Verticalen           | 4 |
| 2.8 Materiaaltypen                   | 4 |
| 2.9 Materiaalgegevens van de Leiding | 5 |
| 2.10 Gegevens voor Leidingberekening | 5 |
| 2.11 Geometrie                       | 5 |
| 2.11.1 Geometrie Sectie, Detail      | 6 |
| 2.12 Factoren                        | 6 |
| 3 Uitvoeringsparameters              | 7 |
| 3.1 Schilddruk en Drukkrachten       | 7 |
| 3.1.1 Schilddruk                     | 7 |
| 3.1.2 Drukkrachten                   | 7 |
| 3.2 Verificatie Opdrijven            | 8 |
| 3.2.1 Opdrijf Factoren               | 8 |
| 3.2.2 Opdrijven                      | 9 |

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Micro Tunneling

### 2.2 PN-Lijnen

| PN-lijnnummer | Coördinaten [m] |         |         |         |         |
|---------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 - X -       | 0,000           | 50,000  | 141,000 | 193,000 | 263,500 |
| 1 - Y -       | -2,000          | -2,000  | -0,800  | -0,800  | 0,400   |
| 1 - X -       | 288,000         | 331,304 |         |         |         |
| 1 - Y -       | 0,400           | 0,400   |         |         |         |

### 2.3 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

### 2.4 Grondprofielen

| Laag nummer | Materiaalnaam          | PN-Lijnen boven | PN-Lijnen onder |
|-------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| 11          | Zand st. siltig (11)   | 1               | 1               |
| 10          | Veen (10)              | 1               | 1               |
| 9           | Klei, st zandig m (9)  | 1               | 1               |
| 8           | Klei, zw zandig sl (8) | 1               | 1               |
| 7           | Zand st siltig (7)     | 1               | 1               |
| 6           | Veen (6)               | 1               | 1               |
| 5           | Zand vast (5)          | 1               | 1               |
| 4           | Klei, zw zandig m (4)  | 1               | 1               |
| 3           | Zand vast (3)          | 1               | 1               |
| 2           | Zand st. siltig (2)    | 1               | 1               |
| 1           | Zand vast (1)          | 1               | 1               |

### 2.5 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 6: Veen (6)

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 5: Zand vast (5)

### 2.6 Configuratie van de Pijpleiding

|                                                  |        |          |
|--------------------------------------------------|--------|----------|
| X-coördinaat linker punt                         | 68,00  | [m]      |
| Y-coördinaat linker punt                         | 0,00   | [m]      |
| Z-coördinaat linker punt                         | -11,70 | [m]      |
| X-coördinaat rechter punt                        | 270,70 | [m]      |
| Y-coördinaat rechter punt                        | 0,00   | [m]      |
| Z-coördinaat rechter punt                        | -11,70 | [m]      |
| Hoek links                                       | 0,00   | [graden] |
| Hoek rechts                                      | 0,00   | [graden] |
| Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé) | -11,70 | [m]      |
| Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)      | 0,00   | [graden] |
| Kromtestraal links, vertikaal in/uit             | 0,00   | [m]      |
| Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit            | 0,00   | [m]      |
| Aantal horizontale bochten:                      | 0      | [-]      |

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingeduwd

## 2.7 Berekenings Verticalen

| Verticaal nr | L-coord<br>[m] | Z-coord<br>[m] | Additionele Zetting<br>[mm] |
|--------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 1            | 70,00          | -11,70         | 0,00                        |
| 2            | 75,00          | -11,70         | 0,00                        |
| 3            | 80,00          | -11,70         | 0,00                        |
| 4            | 85,00          | -11,70         | 0,00                        |
| 5            | 90,00          | -11,70         | 0,00                        |
| 6            | 95,00          | -11,70         | 0,00                        |
| 7            | 100,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 8            | 105,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 9            | 110,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 10           | 115,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 11           | 120,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 12           | 125,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 13           | 130,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 14           | 135,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 15           | 140,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 16           | 145,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 17           | 150,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 18           | 155,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 19           | 160,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 20           | 165,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 21           | 170,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 22           | 175,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 23           | 180,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 24           | 185,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 25           | 190,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 26           | 195,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 27           | 200,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 28           | 205,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 29           | 210,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 30           | 215,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 31           | 220,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 32           | 225,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 33           | 230,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 34           | 235,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 35           | 240,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 36           | 245,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 37           | 250,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 38           | 255,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 39           | 260,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 40           | 265,00         | -11,70         | 0,00                        |
| 41           | 270,00         | -11,70         | 0,00                        |

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

## 2.8 Materiaaltypen

| Naam                 | Gamma<br>onverz<br>[kN/m³] | Gamma<br>verz<br>[kN/m³] | Cohesie<br>[kN/m²] | Phi<br>[graden] | Cu<br>top<br>[kN/m²] | Cu<br>onder<br>[kN/m²] | Emod<br>top<br>[kN/m²] | Emod<br>onder<br>[kN/m²] |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Zand vast (1)        | 19,60                      | 19,60                    | 0,00               | 35,00           | 0,00                 | 0,00                   | 75000                  | 75000                    |
| Zand st. siltig (2)  | 17,50                      | 19,50                    | 0,00               | 25,00           | 0,00                 | 0,00                   | 15000                  | 15000                    |
| Zand vast (3)        | 19,60                      | 19,60                    | 0,00               | 35,00           | 0,00                 | 0,00                   | 75000                  | 75000                    |
| Klei, zw zandig ...  | 18,00                      | 18,00                    | 5,00               | 22,50           | 80,00                | 80,00                  | 3000                   | 3000                     |
| Zand vast (5)        | 19,60                      | 19,60                    | 0,00               | 35,00           | 0,00                 | 0,00                   | 75000                  | 75000                    |
| Veen (6)             | 11,40                      | 11,40                    | 2,50               | 15,00           | 20,00                | 20,00                  | 500                    | 500                      |
| Zand st siltig (7)   | 17,50                      | 19,50                    | 0,00               | 25,00           | 28,71                | 28,71                  | 15000                  | 15000                    |
| Klei, zw zandig ...  | 16,90                      | 16,90                    | 0,00               | 22,50           | 40,00                | 40,00                  | 1500                   | 1500                     |
| Klei, st zandig ...  | 18,00                      | 18,00                    | 0,00               | 27,50           | 60,00                | 60,00                  | 2000                   | 2000                     |
| Veen (10)            | 11,40                      | 11,40                    | 2,50               | 15,00           | 20,00                | 20,00                  | 500                    | 500                      |
| Zand st. siltig (11) | 17,50                      | 19,50                    | 0,00               | 25,00           | 3,19                 | 3,19                   | 15000                  | 15000                    |

| Naam                 | Adhesie<br>A<br>[kN/m²] | Delta<br>D<br>[graden] | Nu<br>[-] |
|----------------------|-------------------------|------------------------|-----------|
| Zand vast (1)        | 0,00                    | 23,33                  | 0,30      |
| Zand st. siltig (2)  | 0,00                    | 16,67                  | 0,37      |
| Zand vast (3)        | 0,00                    | 23,33                  | 0,30      |
| Klei, zw zandig ...  | 0,00                    | 15,00                  | 0,38      |
| Zand vast (5)        | 0,00                    | 23,33                  | 0,30      |
| Veen (6)             | 0,00                    | 10,00                  | 0,43      |
| Zand st siltig (7)   | 0,00                    | 16,67                  | 0,37      |
| Klei, zw zandig ...  | 0,00                    | 15,00                  | 0,38      |
| Klei, st zandig ...  | 0,00                    | 18,33                  | 0,35      |
| Veen (10)            | 0,00                    | 10,00                  | 0,43      |
| Zand st. siltig (11) | 0,00                    | 16,67                  | 0,37      |

## 2.9 Materiaalgegevens van de Leiding

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| Materiaal                        | Staal          |
| Kwaliteit                        | steel          |
| Elasticiteitsmodulus             | 205800 [N/mm²] |
| Uitwendige diameter leiding      | 609,60 [mm]    |
| Oversnijding op de straal        | 12,00 [mm]     |
| Wanddikte (Nominaal)             | 9,52 [mm]      |
| Volumegegewicht leidingmateriaal | 78,50 [kN/m³]  |

## 2.10 Gegevens voor Leidingberekening

|                                                               |                |
|---------------------------------------------------------------|----------------|
| Relatieve verplaatsing                                        | 10,00 [mm]     |
| Samendrukkingsconstante                                       | 6,00 [-]       |
| Beddingsconstante smeervloeistof (Kv)                         | 500,00 [kN/m³] |
| Hoek van inwendige wrijving smeervloeistof                    | 15,00 [graden] |
| Adhesie smeervloeistof                                        | 5,00 kN/m²     |
| Delta smeervloeistof                                          | 7,50 [graden]  |
| Factor op phi voor gereduceerde grond belasting               | 0,50 [-]       |
| Wrijving met injectie                                         | 7,50 [kPa]     |
| Wrijving zonder injectie                                      | 10,00 [kPa]    |
| Toegestane druk kracht                                        | 7800,00 [kN]   |
| Volume verlies als percentage van het oversnijdings oppervlak | 100,00 [%]     |

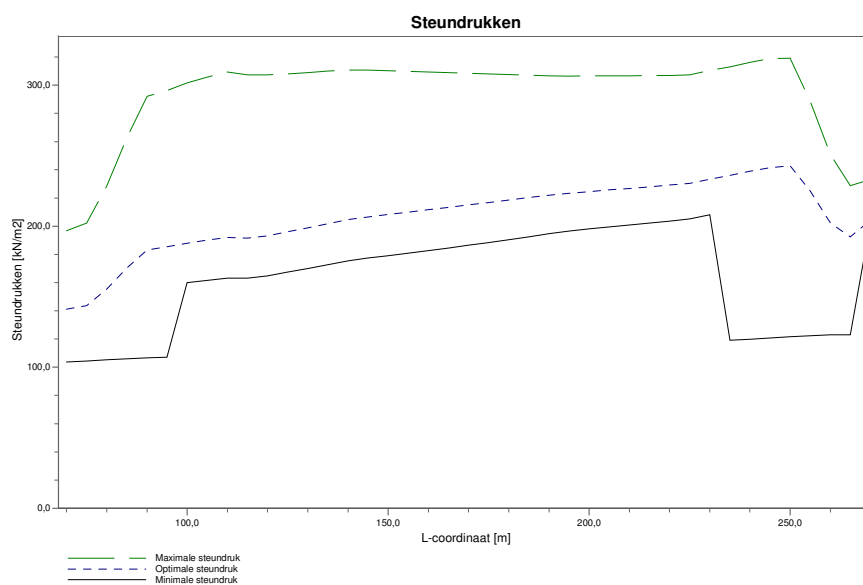
## 2.11 Geometrie



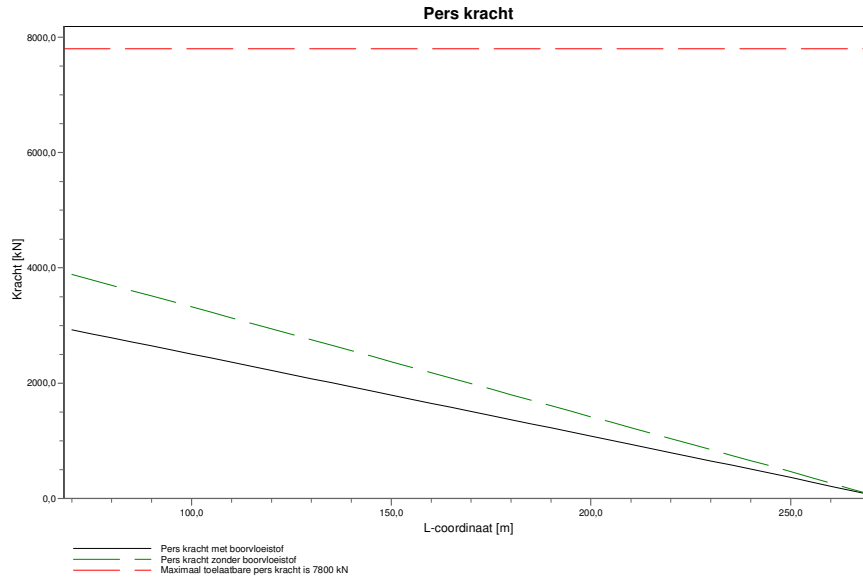
### 3 Uitvoeringsparameters

#### 3.1 Schilddruk en Drukrachten

##### 3.1.1 Schilddruk



##### 3.1.2 Drukrachten



### 3.2 Verificatie Opdrijven

Door het drijfvermogen van de pijp onder de grondwater spiegel moet het opdrijven worden gecontroleerd. In de volgende berekening is de veiligheids factor tegen opdrijven bepaald. Deze berekening is gebaseerd op een lege pijp.

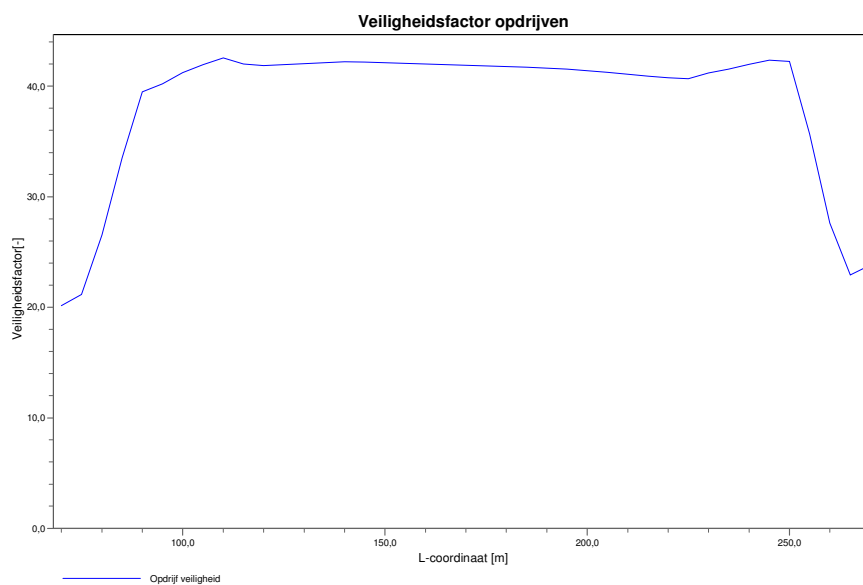
#### 3.2.1 Opdrijf Factoren

| Verticaal nr. | Veiligheidsfactor berekend<br>[-] | Veiligheidsfactor vereist<br>[-] |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1             | 20,15                             | 1,00                             |
| 2             | 21,16                             | 1,00                             |
| 3             | 26,54                             | 1,00                             |
| 4             | 33,53                             | 1,00                             |
| 5             | 39,50                             | 1,00                             |
| 6             | 40,22                             | 1,00                             |
| 7             | 41,22                             | 1,00                             |
| 8             | 41,96                             | 1,00                             |
| 9             | 42,55                             | 1,00                             |
| 10            | 42,01                             | 1,00                             |
| 11            | 41,87                             | 1,00                             |
| 12            | 41,95                             | 1,00                             |
| 13            | 42,04                             | 1,00                             |
| 14            | 42,13                             | 1,00                             |
| 15            | 42,21                             | 1,00                             |
| 16            | 42,18                             | 1,00                             |
| 17            | 42,12                             | 1,00                             |
| 18            | 42,06                             | 1,00                             |
| 19            | 42,01                             | 1,00                             |
| 20            | 41,95                             | 1,00                             |
| 21            | 41,89                             | 1,00                             |
| 22            | 41,83                             | 1,00                             |
| 23            | 41,77                             | 1,00                             |
| 24            | 41,71                             | 1,00                             |
| 25            | 41,65                             | 1,00                             |
| 26            | 41,55                             | 1,00                             |
| 27            | 41,39                             | 1,00                             |

### D-Geo Pipeline 6.3

| Verticaal nr. | Veiligheidsfactor berekend<br>[-] | Veiligheidsfactor vereist<br>[-] |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 28            | 41,24                             | 1,00                             |
| 29            | 41,08                             | 1,00                             |
| 30            | 40,92                             | 1,00                             |
| 31            | 40,76                             | 1,00                             |
| 32            | 40,67                             | 1,00                             |
| 33            | 41,18                             | 1,00                             |
| 34            | 41,53                             | 1,00                             |
| 35            | 41,99                             | 1,00                             |
| 36            | 42,36                             | 1,00                             |
| 37            | 42,23                             | 1,00                             |
| 38            | 35,66                             | 1,00                             |
| 39            | 27,62                             | 1,00                             |
| 40            | 22,93                             | 1,00                             |
| 41            | 23,82                             | 1,00                             |

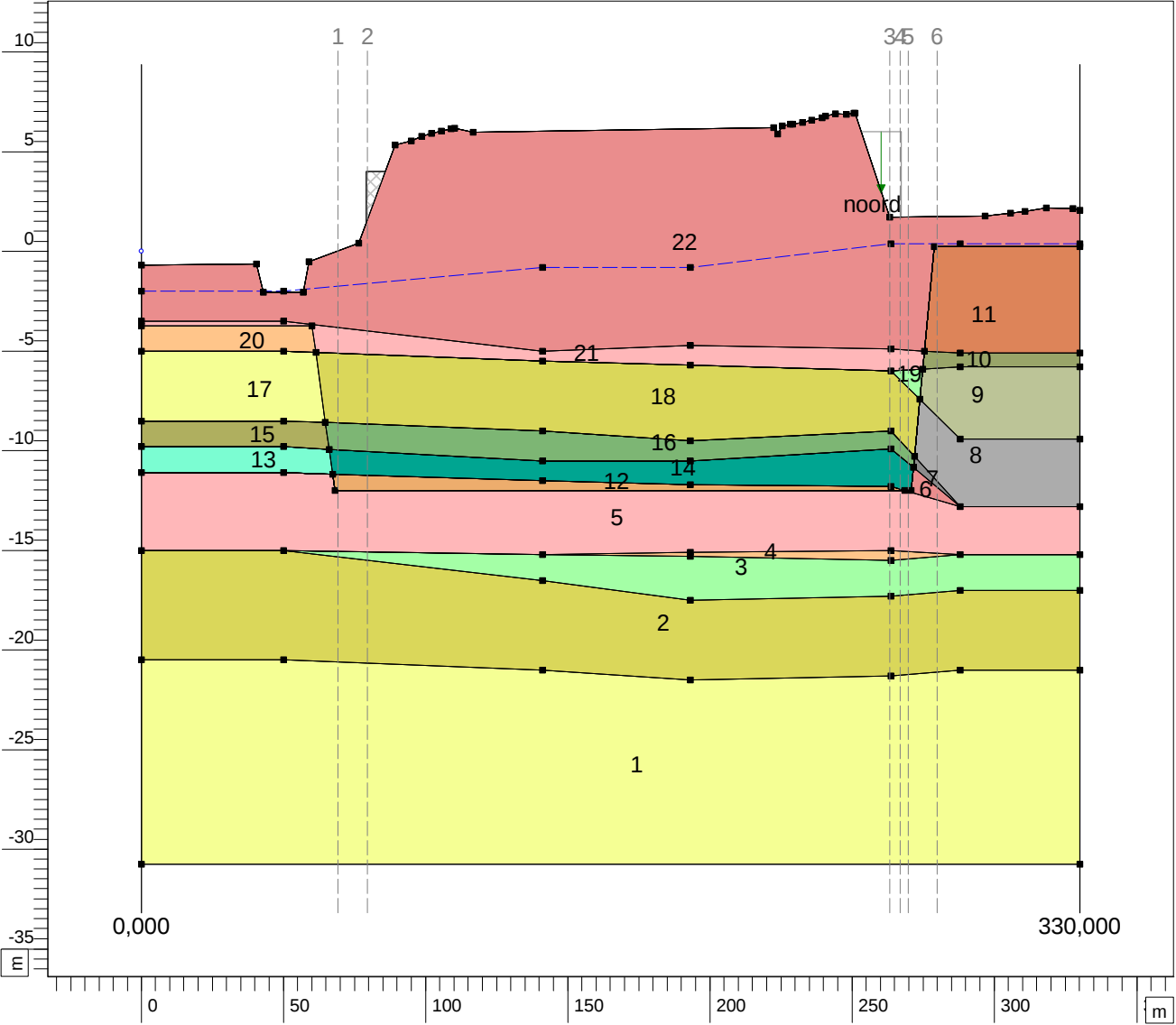
### 3.2.2 Opdrijven



## Einde Rapport

## **Bijlage 14 Resultaten Zettingsberekening**

Input View



Layers

- 22. Zand, s3 (11)
- 21. Veen (10)
- 20. Veen (10)
- 19. Klei, z3, mv (9)
- 18. Klei, z1, slap (8)
- 17. Klei, z1, slap (8)
- 16. Zand, s3 (7)
- 15. Zand, s3 (7)
- 14. Veen (6)
- 13. Veen (6)
- 12. Zand, vast (5)
- 11. Zand, s3 (11)
- 10. Veen (10)
- 9. Klei, z3, mv (9)
- 8. Klei, z1, slap (8)
- 7. Zand, s3 (7)
- 6. Veen (6)
- 5. Zand, vast (5)
- 4. Klei, z1, mv (4)
- 3. Zand, vast (3)
- 2. Zand, s3 (2)
- 1. Zand, vast (1)

leidingkruising Rijksweg A10 te Amsterdam  
zettingen tgv geplande wegverbreding

Phone  
Fax

date  
15-9-2014

D:\Settlement 9.3 - Iengendriestl

drv.  
JPoe

Annex

ctf.

form.  
A4

## Report for D-Settlement 9.3

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 15-9-2014  
Time of report: 14:14:18

Date of calculation: 15-9-2014  
Time of calculation: 14:11:32

Filename: P:\60xxx\608xx\6089x\60893-1\Doc\Zettingen\lengteprofiel

Project identification: leidingkruising Rijksweg A10 te Amsterdam  
zettingen tgv geplande wegverbreding

## 1 Echo of the Input

### 1.1 PL Lines

| PL line number | Co-ordinates [m] |         |         |         |         |
|----------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 - X -        | 0,000            | 50,000  | 141,000 | 193,000 | 263,500 |
| 1 - Y -        | -2,000           | -2,000  | -0,800  | -0,800  | 0,400   |
| 1 - X -        | 288,000          | 330,000 |         |         |         |
| 1 - Y -        | 0,400            | 0,400   |         |         |         |

### 1.2 General Data

Soil model: Koppejan  
Consolidation model: Terzaghi  
Strain model: Natural  
Groundwater level: Initial determined by PL-line number 1  
Unit weight of water: 9,81 [kN/m<sup>3</sup>]  
Dispersion conditions layer boundaries  
- Top: drained  
- Bottom: drained  
Stress distribution  
- Soil: Buisman  
- Loads: None  
End of consolidation: 10000,00 [days]  
No maintain profile  
Pc (initial): Variable parallel to the initial effective stress  
Pc (per step): Automatic increased to the final effective stresses  
No imaginary surface  
With submerging  
(only for non uniform loads)  
- Iteration stop criterium : 0,10 [m]  
Load column width  
- Non-Uniform Loads : 1,00 [m]  
- Trapezoidal Loads : 1,00 [m]

### 1.3 Soil Profiles

| Layer number | Material name      | PL-line top | PL-line bottom |
|--------------|--------------------|-------------|----------------|
| 22           | Zand, s3 (11)      | 1           | 1              |
| 21           | Veen (10)          | 1           | 1              |
| 20           | Veen (10)          | 1           | 1              |
| 19           | Klei, z3, mv (9)   | 1           | 1              |
| 18           | Klei, z1, slap (8) | 1           | 1              |
| 17           | Klei, z1, slap (8) | 1           | 1              |
| 16           | Zand, s3 (7)       | 1           | 1              |
| 15           | Zand, s3 (7)       | 1           | 1              |
| 14           | Veen (6)           | 1           | 1              |
| 13           | Veen (6)           | 1           | 1              |
| 12           | Zand, vast (5)     | 1           | 1              |
| 11           | Zand, s3 (11)      | 1           | 1              |
| 10           | Veen (10)          | 1           | 1              |
| 9            | Klei, z3, mv (9)   | 1           | 1              |
| 8            | Klei, z1, slap (8) | 1           | 1              |
| 7            | Zand, s3 (7)       | 1           | 1              |
| 6            | Veen (6)           | 1           | 1              |
| 5            | Zand, vast (5)     | 1           | 1              |
| 4            | Klei, z1, mv (4)   | 1           | 1              |
| 3            | Zand, vast (3)     | 1           | 1              |
| 2            | Zand, s3 (2)       | 1           | 1              |
| 1            | Zand, vast (1)     | 1           | 1              |

## 1.4 Soil Properties

| Layer number | Drained | Unit weight         |                   |
|--------------|---------|---------------------|-------------------|
|              |         | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 22           | Yes     | 17,50               | 19,50             |
| 21           | No      | 11,40               | 11,40             |
| 20           | No      | 11,40               | 11,40             |
| 19           | No      | 18,00               | 18,00             |
| 18           | No      | 16,90               | 16,90             |
| 17           | No      | 16,90               | 16,90             |
| 16           | Yes     | 17,50               | 19,50             |
| 15           | Yes     | 17,50               | 19,50             |
| 14           | No      | 11,40               | 11,40             |
| 13           | No      | 11,40               | 11,40             |
| 12           | Yes     | 19,60               | 19,60             |
| 11           | Yes     | 17,50               | 19,50             |
| 10           | No      | 11,40               | 11,40             |
| 9            | No      | 18,00               | 18,00             |
| 8            | No      | 16,90               | 16,90             |
| 7            | Yes     | 17,50               | 19,50             |
| 6            | No      | 11,40               | 11,40             |
| 5            | Yes     | 19,60               | 19,60             |
| 4            | No      | 18,00               | 18,00             |
| 3            | Yes     | 19,60               | 19,60             |
| 2            | Yes     | 17,50               | 19,50             |
| 1            | Yes     | 19,60               | 19,60             |

| Layer number | Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s] |
|--------------|---------------------------------------|
| 22           | -                                     |
| 21           | 5,00E-07                              |
| 20           | 5,00E-07                              |
| 19           | 1,00E-05                              |
| 18           | 2,00E-07                              |
| 17           | 2,00E-07                              |
| 16           | -                                     |
| 15           | -                                     |
| 14           | 1,00E-06                              |
| 13           | 1,00E-06                              |
| 12           | -                                     |
| 11           | -                                     |
| 10           | 5,00E-07                              |
| 9            | 1,00E-05                              |
| 8            | 2,00E-07                              |
| 7            | -                                     |
| 6            | 1,00E-06                              |
| 5            | -                                     |
| 4            | 1,00E-07                              |
| 3            | -                                     |
| 2            | -                                     |
| 1            | -                                     |

| Layer number | Precons. pressure [kN/m²] | POP [kN/m²] | OCR [-] |
|--------------|---------------------------|-------------|---------|
| 22           | -                         | 10,00       | -       |
| 21           | -                         | -           | 1,30    |
| 20           | -                         | -           | 1,30    |
| 19           | -                         | -           | 1,30    |
| 18           | -                         | -           | 1,30    |
| 17           | -                         | -           | 1,30    |
| 16           | -                         | -           | 1,30    |
| 15           | -                         | -           | 1,30    |

| Layer number | Precons. pressure [kN/m²] | POP [kN/m²] | OCR [-] |
|--------------|---------------------------|-------------|---------|
| 14           | -                         | -           | 1,30    |
| 13           | -                         | -           | 1,30    |
| 12           | -                         | -           | 1,30    |
| 11           | -                         | 10,00       | -       |
| 10           | -                         | -           | 1,30    |
| 9            | -                         | -           | 1,30    |
| 8            | -                         | -           | 1,30    |
| 7            | -                         | -           | 1,30    |
| 6            | -                         | -           | 1,30    |
| 5            | -                         | -           | 1,30    |
| 4            | -                         | -           | 1,30    |
| 3            | -                         | -           | 1,30    |
| 2            | -                         | -           | 1,30    |
| 1            | -                         | -           | 1,30    |

| Layer number | Primary compr. coeff. |          | Secular compr. coeff. |          | Swell constants |          |
|--------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------|----------|
|              | Cp [-]                | Cp' [-]  | Cs [-]                | Cs' [-]  | Ap [-]          | As [-]   |
| 22           | 2,00E+03              | 2,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 21           | 3,00E+01              | 7,50E+00 | 1,20E+02              | 3,00E+01 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 20           | 3,00E+01              | 7,50E+00 | 1,20E+02              | 3,00E+01 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 19           | 1,00E+02              | 2,50E+01 | 1,20E+03              | 3,20E+02 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 18           | 4,00E+01              | 1,00E+01 | 4,50E+02              | 1,10E+02 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 17           | 4,00E+01              | 1,00E+01 | 4,50E+02              | 1,10E+02 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 16           | 1,00E+09              | 2,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 15           | 1,00E+09              | 2,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 14           | 6,00E+01              | 7,50E+00 | 2,40E+02              | 3,00E+01 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 13           | 6,00E+01              | 7,50E+00 | 2,40E+02              | 3,00E+01 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 12           | 1,00E+09              | 6,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 11           | 2,00E+03              | 2,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 10           | 3,00E+01              | 7,50E+00 | 1,20E+02              | 3,00E+01 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 9            | 1,00E+02              | 2,50E+01 | 1,20E+03              | 3,20E+02 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 8            | 4,00E+01              | 1,00E+01 | 4,50E+02              | 1,10E+02 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 7            | 1,00E+09              | 2,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 6            | 6,00E+01              | 7,50E+00 | 2,40E+02              | 3,00E+01 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 5            | 1,00E+09              | 6,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 4            | 1,60E+02              | 2,00E+01 | 2,00E+03              | 2,40E+02 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 3            | 1,00E+09              | 8,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 2            | 2,00E+03              | 2,00E+02 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |
| 1            | 1,00E+09              | 1,00E+03 | 1,00E+09              | 1,00E+09 | 1,00E+09        | 1,00E+09 |

## 1.5 Non-Uniform Loads

| Load number | Time [days] | Unit weight         |                   |
|-------------|-------------|---------------------|-------------------|
|             |             | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 1           | 1           | 18,00               | 20,00             |
| 2           | 1           | 18,00               | 20,00             |

| Load number | Co-ordinates [m] |        |        |  |  |
|-------------|------------------|--------|--------|--|--|
| 1 - X -     | 79,00            | 79,00  | 85,69  |  |  |
| 1 - Y -     | 1,44             | 4,00   | 4,00   |  |  |
| 2 - X -     | 253,08           | 267,30 | 267,30 |  |  |
| 2 - Y -     | 6,00             | 6,00   | 1,72   |  |  |

## 1.6 Verticals

| Vertical number | X co-ordinates [m] |        |         |         |
|-----------------|--------------------|--------|---------|---------|
| 1 - 5           | 69,000             | 79,500 | 263,078 | 266,800 |
| 6               | 279,700            |        |         | 269,700 |

## 2 Results per Vertical

### 2.1 Results for Vertical 1 (X = 69,00 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| Layer 22     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 0,03         | 0,001              | 0,000              | 0,001             | 0,011              | 0,000              | 0,011             |
| -0,07        | 1,750              | 0,000              | 1,750             | 1,762              | 0,000              | 1,762             |
| -0,17        | 3,500              | 0,000              | 3,500             | 3,514              | 0,000              | 3,514             |
| -0,27        | 5,250              | 0,000              | 5,250             | 5,266              | 0,000              | 5,266             |
| -0,37        | 7,000              | 0,000              | 7,000             | 7,019              | 0,000              | 7,019             |
| -0,47        | 8,750              | 0,000              | 8,750             | 8,771              | 0,000              | 8,771             |
| -0,57        | 10,500             | 0,000              | 10,500            | 10,524             | 0,000              | 10,524            |
| -0,67        | 12,250             | 0,000              | 12,250            | 12,278             | 0,000              | 12,278            |
| -0,77        | 14,000             | 0,000              | 14,000            | 14,032             | 0,000              | 14,032            |
| -0,87        | 15,750             | 0,000              | 15,750            | 15,786             | 0,000              | 15,786            |
| -0,97        | 17,500             | 0,000              | 17,500            | 17,540             | 0,000              | 17,540            |
| -1,75        | 31,098             | 0,000              | 31,098            | 31,219             | 0,034              | 31,185            |
| -1,89        | 33,893             | 1,406              | 32,487            | 34,027             | 1,440              | 32,586            |
| -2,81        | 51,841             | 10,435             | 41,406            | 52,072             | 10,469             | 41,603            |
| -3,81        | 71,341             | 20,245             | 51,096            | 71,725             | 20,279             | 51,446            |
| Layer 21     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -3,81        | 71,341             | 20,245             | 51,096            | 71,725             | 20,279             | 51,446            |
| -4,46        | 78,701             | 26,579             | 52,122            | 79,203             | 26,609             | 52,594            |
| -5,10        | 86,060             | 32,912             | 53,148            | 86,695             | 32,938             | 53,757            |
| Layer 18     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -5,10        | 86,060             | 32,912             | 53,149            | 86,695             | 32,938             | 53,757            |
| -5,95        | 100,428            | 41,252             | 59,176            | 101,254            | 41,274             | 59,980            |
| -6,85        | 115,638            | 50,081             | 65,557            | 116,677            | 50,099             | 66,578            |
| -7,70        | 130,005            | 58,421             | 71,584            | 131,247            | 58,434             | 72,812            |
| -8,60        | 145,215            | 67,250             | 77,965            | 146,664            | 67,258             | 79,406            |
| Layer 16     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -8,60        | 145,215            | 67,250             | 77,966            | 146,664            | 67,258             | 79,406            |
| -9,28        | 158,295            | 73,830             | 84,465            | 159,895            | 73,838             | 86,056            |
| -9,95        | 171,374            | 80,410             | 90,965            | 173,116            | 80,418             | 92,698            |
| Layer 14     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -9,95        | 171,374            | 80,410             | 90,965            | 173,116            | 80,418             | 92,698            |
| -10,57       | 178,429            | 86,481             | 91,949            | 180,290            | 86,485             | 93,805            |
| -11,18       | 185,484            | 92,552             | 92,933            | 187,454            | 92,552             | 94,902            |
| Layer 12     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -11,18       | 185,485            | 92,552             | 92,933            | 187,455            | 92,552             | 94,902            |
| -11,59       | 193,482            | 96,555             | 96,927            | 195,522            | 96,555             | 98,967            |
| -12,00       | 201,480            | 100,558            | 100,922           | 203,586            | 100,558            | 103,027           |
| Layer 5      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,00       | 201,480            | 100,558            | 100,922           | 203,586            | 100,558            | 103,027           |
| -12,72       | 215,609            | 107,630            | 107,980           | 217,821            | 107,630            | 110,191           |
| -13,52       | 231,289            | 115,478            | 115,812           | 233,604            | 115,478            | 118,126           |
| -14,24       | 245,419            | 122,550            | 122,869           | 247,814            | 122,550            | 125,264           |
| -15,04       | 261,099            | 130,398            | 130,701           | 263,571            | 130,398            | 133,173           |
| Layer 3      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,04       | 261,099            | 130,398            | 130,701           | 263,571            | 130,398            | 133,173           |
| -15,18       | 263,759            | 131,729            | 132,030           | 266,242            | 131,729            | 134,513           |
| -15,31       | 266,419            | 133,060            | 133,358           | 268,914            | 133,061            | 135,853           |
| Layer 2      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,31       | 266,419            | 133,060            | 133,358           | 268,914            | 133,061            | 135,853           |
| -16,16       | 282,908            | 141,356            | 141,552           | 285,466            | 141,356            | 144,110           |
| -17,16       | 302,408            | 151,166            | 151,242           | 305,024            | 151,166            | 153,859           |
| -17,96       | 318,008            | 159,014            | 158,994           | 320,660            | 159,014            | 161,646           |
| -19,30       | 344,247            | 172,214            | 172,033           | 346,941            | 172,214            | 174,726           |

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| -20,60       | 369,597            | 184,967            | 184,630           | 372,311            | 184,967            | 187,344           |
| Layer 1      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -20,60       | 369,597            | 184,967            | 184,630           | 372,311            | 184,967            | 187,344           |
| -22,27       | 402,276            | 201,323            | 200,953           | 404,995            | 201,323            | 203,672           |
| -24,27       | 441,476            | 220,943            | 220,533           | 444,176            | 220,943            | 223,233           |
| -25,67       | 468,916            | 234,677            | 234,239           | 471,592            | 234,677            | 236,914           |
| -27,34       | 501,595            | 251,033            | 250,562           | 504,232            | 251,033            | 253,199           |
| -29,34       | 540,795            | 270,653            | 270,142           | 543,378            | 270,653            | 272,724           |
| -30,74       | 568,235            | 284,387            | 283,848           | 570,775            | 284,387            | 286,388           |

| Layer<br>number | Swelling |           | Settlement b. Sp. |                        | Settlement a. Sp. |                        |
|-----------------|----------|-----------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
|                 | Primary  | Secondary | Primary           | Secondary<br>10 [days] | Primary           | Secondary<br>10 [days] |
|                 | [m]      | [m]       | [m]               | [m]                    | [m]               | [m]                    |
| 22              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 21              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 18              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 16              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 14              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 12              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 5               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 3               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 2               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 1               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| Total           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |

| Depth  |        | Layer<br>number | Total settlement (100% cons.) |                        |                       | Percentage<br>of original<br>layer height<br>[%] |
|--------|--------|-----------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| From   | To     |                 | Primary                       | Secondary<br>10 [days] | After<br>10000 [days] |                                                  |
| [m]    | [m]    |                 | [m]                           | [m]                    | [m]                   |                                                  |
| 0,03   | -3,81  | 22              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -3,81  | -5,10  | 21              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0008                | 0,06                                             |
| -5,10  | -8,60  | 18              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0018                | 0,05                                             |
| -8,60  | -9,95  | 16              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -9,95  | -11,18 | 14              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0008                | 0,07                                             |
| -11,18 | -12,00 | 12              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -12,00 | -15,04 | 5               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -15,04 | -15,31 | 3               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -15,31 | -20,60 | 2               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -20,60 | -30,74 | 1               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| Total  |        |                 | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0035                |                                                  |

### 2.2 Results for Vertical 2 (X = 79,50 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| Layer 22     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 1,63         | 0,001              | 0,000              | 0,001             | 41,469             | 0,000              | 41,469            |
| 1,53         | 1,750              | 0,000              | 1,750             | 44,356             | 0,000              | 44,356            |
| 1,43         | 3,500              | 0,000              | 3,500             | 46,368             | 0,000              | 46,368            |
| 1,33         | 5,250              | 0,000              | 5,250             | 48,203             | 0,000              | 48,203            |
| 1,23         | 7,000              | 0,000              | 7,000             | 49,659             | 0,000              | 49,659            |
| 1,13         | 8,750              | 0,000              | 8,750             | 50,692             | 0,000              | 50,692            |
| 1,03         | 10,500             | 0,000              | 10,500            | 51,404             | 0,000              | 51,404            |
| 0,93         | 12,250             | 0,000              | 12,250            | 51,937             | 0,000              | 51,937            |
| 0,83         | 14,000             | 0,000              | 14,000            | 52,401             | 0,000              | 52,401            |
| 0,73         | 15,750             | 0,000              | 15,750            | 52,871             | 0,000              | 52,871            |
| 0,63         | 17,500             | 0,000              | 17,500            | 53,386             | 0,000              | 53,386            |
| -0,28        | 33,423             | 0,000              | 33,423            | 61,063             | 0,000              | 61,063            |
| -1,18        | 49,173             | 0,000              | 49,173            | 72,064             | 0,000              | 72,064            |

D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| -1,61        | 56,779             | 0,000              | 56,779            | 78,280             | 0,298              | 77,982            |
| -2,39        | 71,897             | 7,605              | 64,291            | 90,963             | 7,898              | 83,065            |
| -3,39        | 91,397             | 17,415             | 73,981            | 108,057            | 17,703             | 90,355            |
| -3,99        | 103,097            | 23,301             | 79,795            | 118,586            | 23,586             | 95,000            |
| Layer 21     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -3,99        | 103,097            | 23,302             | 79,795            | 118,586            | 23,586             | 95,000            |
| -4,57        | 109,799            | 29,069             | 80,730            | 124,226            | 29,289             | 94,937            |
| -5,16        | 116,501            | 34,836             | 81,665            | 129,990            | 34,997             | 94,993            |
| Layer 18     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -5,16        | 116,501            | 34,836             | 81,665            | 129,990            | 34,997             | 94,993            |
| -6,01        | 130,868            | 43,176             | 87,692            | 143,216            | 43,297             | 99,919            |
| -6,91        | 146,078            | 52,005             | 94,073            | 157,399            | 52,090             | 105,310           |
| -7,76        | 160,445            | 60,344             | 100,100           | 170,933            | 60,399             | 110,533           |
| -8,66        | 175,655            | 69,173             | 106,481           | 185,375            | 69,201             | 116,175           |
| Layer 16     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -8,66        | 175,655            | 69,174             | 106,482           | 185,376            | 69,201             | 116,175           |
| -9,34        | 188,960            | 75,867             | 113,093           | 198,184            | 75,894             | 122,290           |
| -10,03       | 202,265            | 82,560             | 119,705           | 211,039            | 82,588             | 128,451           |
| Layer 14     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -10,03       | 202,265            | 82,560             | 119,705           | 211,039            | 82,588             | 128,451           |
| -10,63       | 209,122            | 88,461             | 120,661           | 217,519            | 88,475             | 129,044           |
| -11,23       | 215,980            | 94,362             | 121,617           | 224,029            | 94,363             | 129,666           |
| Layer 12     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -11,23       | 215,980            | 94,363             | 121,618           | 224,029            | 94,363             | 129,666           |
| -11,61       | 223,526            | 98,139             | 125,387           | 231,374            | 98,140             | 133,234           |
| -12,00       | 231,072            | 101,916            | 129,156           | 238,728            | 101,917            | 136,811           |
| Layer 5      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,00       | 231,072            | 101,916            | 129,156           | 238,728            | 101,917            | 136,811           |
| -12,73       | 245,427            | 109,101            | 136,326           | 252,742            | 109,102            | 143,640           |
| -13,53       | 261,107            | 116,949            | 144,158           | 268,082            | 116,950            | 151,132           |
| -14,26       | 275,463            | 124,134            | 151,329           | 282,152            | 124,135            | 158,017           |
| -15,06       | 291,143            | 131,982            | 159,161           | 297,545            | 131,983            | 165,562           |
| Layer 3      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,06       | 291,143            | 131,982            | 159,161           | 297,545            | 131,983            | 165,562           |
| -15,28       | 295,273            | 134,049            | 161,223           | 301,603            | 134,050            | 167,553           |
| -15,49       | 299,403            | 136,116            | 163,286           | 305,663            | 136,117            | 169,546           |
| Layer 2      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,49       | 299,403            | 136,117            | 163,286           | 305,663            | 136,117            | 169,546           |
| -16,27       | 314,767            | 143,846            | 170,921           | 320,778            | 143,846            | 176,932           |
| -17,27       | 334,267            | 153,656            | 180,611           | 339,988            | 153,656            | 186,332           |
| -18,07       | 349,867            | 161,504            | 188,363           | 355,375            | 161,504            | 193,871           |
| -19,36       | 374,981            | 174,138            | 200,843           | 380,178            | 174,138            | 206,039           |
| -20,66       | 400,331            | 186,891            | 213,440           | 405,246            | 186,891            | 218,355           |
| Layer 1      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -20,66       | 400,332            | 186,891            | 213,440           | 405,247            | 186,891            | 218,355           |
| -22,30       | 432,445            | 202,965            | 229,481           | 437,046            | 202,965            | 234,081           |
| -24,30       | 471,645            | 222,585            | 249,061           | 475,912            | 222,585            | 253,327           |
| -25,70       | 499,085            | 236,319            | 262,767           | 503,145            | 236,319            | 266,827           |
| -27,34       | 531,199            | 252,392            | 278,807           | 535,041            | 252,392            | 282,649           |
| -29,34       | 570,399            | 272,012            | 298,387           | 574,005            | 272,012            | 301,993           |
| -30,74       | 597,839            | 285,746            | 312,093           | 601,296            | 285,746            | 315,550           |

| Layer number | Swelling |           | Settlement b. Sp. |                     | Settlement a. Sp. |                     |
|--------------|----------|-----------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|              | Primary  | Secondary | Primary           | Secondary 10 [days] | Primary           | Secondary 10 [days] |
|              | [m]      | [m]       | [m]               | [m]                 | [m]               | [m]                 |
| 22           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 21           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 18           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 16           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 14           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 12           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 5            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |

D-Settlement 9.3

| Layer number | Swelling |           | Settlement b. Sp. |                     | Settlement a. Sp. |                     |
|--------------|----------|-----------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|              | Primary  | Secondary | Primary           | Secondary 10 [days] | Primary           | Secondary 10 [days] |
|              | [m]      | [m]       | [m]               | [m]                 | [m]               | [m]                 |
| 3            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 2            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0001            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 1            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| Total        | 0,0000   | 0,0000    | 0,0001            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |

| Depth  |        | Layer number | Total settlement (100% cons.) |                     |                    | Percentage of original layer height [%] |
|--------|--------|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| From   | To     |              | Primary                       | Secondary 10 [days] | After 10000 [days] |                                         |
| [m]    | [m]    |              | [m]                           | [m]                 | [m]                |                                         |
| 1,63   | -3,99  | 22           | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0109             | 0,19                                    |
| -3,99  | -5,16  | 21           | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0127             | 1,08                                    |
| -5,16  | -8,66  | 18           | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0136             | 0,39                                    |
| -8,66  | -10,03 | 16           | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0000             | 0,00                                    |
| -10,03 | -11,23 | 14           | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0027             | 0,22                                    |
| -11,23 | -12,00 | 12           | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0000             | 0,00                                    |
| -12,00 | -15,06 | 5            | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0000             | 0,00                                    |
| -15,06 | -15,49 | 3            | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0000             | 0,00                                    |
| -15,49 | -20,66 | 2            | 0,0001                        | 0,0000              | 0,0001             | 0,00                                    |
| -20,66 | -30,74 | 1            | 0,0000                        | 0,0000              | 0,0000             | 0,00                                    |
| Total  |        |              | 0,0001                        | 0,0000              | 0,0399             |                                         |

## 2.3 Results for Vertical 3 (X = 263,08 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| Layer 22     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 1,71         | 0,001              | 0,000              | 0,001             | 77,447             | 0,000              | 77,447            |
| 1,61         | 1,750              | 0,000              | 1,750             | 79,903             | 0,000              | 79,903            |
| 1,51         | 3,500              | 0,000              | 3,500             | 82,361             | 0,000              | 82,361            |
| 1,41         | 5,250              | 0,000              | 5,250             | 84,754             | 0,000              | 84,754            |
| 1,31         | 7,000              | 0,000              | 7,000             | 87,037             | 0,000              | 87,037            |
| 1,21         | 8,750              | 0,000              | 8,750             | 89,186             | 0,000              | 89,186            |
| 1,11         | 10,500             | 0,000              | 10,500            | 91,198             | 0,000              | 91,198            |
| 1,01         | 12,250             | 0,000              | 12,250            | 93,080             | 0,000              | 93,080            |
| 0,91         | 14,000             | 0,000              | 14,000            | 94,849             | 0,000              | 94,849            |
| 0,81         | 15,750             | 0,000              | 15,750            | 96,521             | 0,000              | 96,521            |
| 0,71         | 17,500             | 0,000              | 17,500            | 98,116             | 0,000              | 98,116            |
| 0,39         | 23,051             | 0,000              | 23,051            | 105,086            | 2,272              | 102,813           |
| -0,59        | 42,301             | 9,685              | 32,617            | 120,174            | 11,906             | 108,268           |
| -1,59        | 61,801             | 19,495             | 42,307            | 134,711            | 21,673             | 113,038           |
| -2,50        | 79,437             | 28,367             | 51,070            | 147,653            | 30,513             | 117,139           |
| -3,50        | 98,937             | 38,177             | 60,760            | 162,059            | 40,293             | 121,766           |
| -4,50        | 118,437            | 47,987             | 70,450            | 176,795            | 50,078             | 126,717           |
| -4,90        | 126,237            | 51,911             | 74,326            | 182,809            | 53,994             | 128,816           |
| Layer 21     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -4,90        | 126,237            | 51,911             | 74,327            | 182,809            | 53,994             | 128,816           |
| -5,45        | 132,504            | 57,303             | 75,201            | 186,282            | 58,917             | 127,366           |
| -6,00        | 138,770            | 62,696             | 76,075            | 189,923            | 63,869             | 126,053           |
| Layer 18     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -6,00        | 138,771            | 62,696             | 76,075            | 189,923            | 63,869             | 126,053           |
| -6,70        | 150,641            | 69,586             | 81,055            | 198,932            | 70,497             | 128,435           |
| -7,50        | 164,161            | 77,434             | 86,727            | 209,492            | 78,092             | 131,400           |
| -8,20        | 176,031            | 84,325             | 91,706            | 219,005            | 84,797             | 134,208           |
| -9,00        | 189,551            | 92,173             | 97,378            | 230,087            | 92,469             | 137,618           |
| Layer 16     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -9,00        | 189,552            | 92,173             | 97,379            | 230,087            | 92,469             | 137,618           |
| -9,45        | 198,332            | 96,590             | 101,742           | 237,683            | 96,885             | 140,798           |
| -9,90        | 207,113            | 101,008            | 106,105           | 245,340            | 101,301            | 144,039           |
| Layer 14     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |

D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| -9,90        | 207,113            | 101,008            | 106,105           | 245,340            | 101,301            | 144,039           |
| -10,85       | 217,919            | 110,307            | 107,612           | 253,799            | 110,436            | 143,363           |
| -11,80       | 228,725            | 119,606            | 109,120           | 262,520            | 119,615            | 142,904           |
| Layer 12     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -11,80       | 228,725            | 119,606            | 109,120           | 262,520            | 119,615            | 142,904           |
| -11,90       | 230,691            | 120,590            | 110,102           | 264,289            | 120,599            | 143,690           |
| -12,00       | 232,657            | 121,574            | 111,083           | 266,061            | 121,583            | 144,477           |
| Layer 5      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,00       | 232,657            | 121,574            | 111,084           | 266,061            | 121,583            | 144,478           |
| -12,70       | 246,383            | 128,443            | 117,939           | 278,486            | 128,453            | 150,033           |
| -13,50       | 262,063            | 136,291            | 125,771           | 292,791            | 136,301            | 156,489           |
| -14,20       | 275,789            | 143,161            | 132,627           | 305,400            | 143,171            | 162,229           |
| -15,00       | 291,469            | 151,009            | 140,459           | 319,895            | 151,019            | 168,876           |
| Layer 4      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,00       | 291,469            | 151,010            | 140,459           | 319,895            | 151,019            | 168,876           |
| -15,25       | 295,953            | 153,453            | 142,500           | 324,024            | 153,459            | 170,565           |
| -15,50       | 300,436            | 155,897            | 144,540           | 328,162            | 155,899            | 172,263           |
| Layer 3      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,50       | 300,437            | 155,897            | 144,540           | 328,162            | 155,899            | 172,263           |
| -16,40       | 318,100            | 164,738            | 153,362           | 344,649            | 164,740            | 179,909           |
| -17,30       | 335,763            | 173,578            | 162,185           | 361,228            | 173,581            | 187,647           |
| Layer 2      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -17,30       | 335,764            | 173,578            | 162,185           | 361,228            | 173,581            | 187,647           |
| -19,30       | 374,763            | 193,198            | 181,565           | 398,098            | 193,199            | 204,899           |
| -21,30       | 413,763            | 212,818            | 200,945           | 435,287            | 212,818            | 222,468           |
| Layer 1      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -21,30       | 413,764            | 212,818            | 200,945           | 435,287            | 212,818            | 222,469           |
| -22,82       | 443,534            | 227,719            | 215,815           | 463,854            | 227,719            | 236,136           |
| -24,82       | 482,734            | 247,339            | 235,395           | 501,657            | 247,339            | 254,318           |
| -26,02       | 506,254            | 259,111            | 247,143           | 524,425            | 259,111            | 265,314           |
| -27,54       | 536,024            | 274,011            | 262,013           | 553,323            | 274,011            | 279,312           |
| -29,54       | 575,224            | 293,631            | 281,593           | 591,493            | 293,631            | 297,862           |
| -30,74       | 598,744            | 305,403            | 293,341           | 614,451            | 305,403            | 309,047           |

| Layer number | Swelling |           | Settlement b. Sp. |                     | Settlement a. Sp. |                     |
|--------------|----------|-----------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
|              | Primary  | Secondary | Primary           | Secondary 10 [days] | Primary           | Secondary 10 [days] |
|              | [m]      | [m]       | [m]               | [m]                 | [m]               | [m]                 |
| 22           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 21           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 18           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 16           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 14           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 12           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 5            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 4            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0006            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 3            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 2            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0002            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| 1            | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |
| Total        | 0,0000   | 0,0000    | 0,0008            | 0,0000              | 0,0000            | 0,0000              |

| Depth<br>From<br>[m] | To<br>[m] | Layer number | Total settlement (100% cons.) |                            |                           | Percentage of original layer height [%] |
|----------------------|-----------|--------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
|                      |           |              | Primary<br>[m]                | Secondary 10 [days]<br>[m] | After 10000 [days]<br>[m] |                                         |
| 1,71                 | -4,90     | 22           | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0297                    | 0,45                                    |
| -4,90                | -6,00     | 21           | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0927                    | 8,43                                    |
| -6,00                | -9,00     | 18           | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0894                    | 2,98                                    |
| -9,00                | -9,90     | 16           | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0003                    | 0,03                                    |
| -9,90                | -11,80    | 14           | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0289                    | 1,53                                    |
| -11,80               | -12,00    | 12           | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0000                    | 0,00                                    |
| -12,00               | -15,00    | 5            | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0000                    | 0,00                                    |
| -15,00               | -15,50    | 4            | 0,0006                        | 0,0000                     | 0,0007                    | 0,15                                    |

D-Settlement 9.3

| Depth<br>From<br>[m] | To<br>[m] | Layer number | Total settlement (100% cons.) |                            |                           | Percentage of original layer height [%] |
|----------------------|-----------|--------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
|                      |           |              | Primary<br>[m]                | Secondary 10 [days]<br>[m] | After 10000 [days]<br>[m] |                                         |
| -15,50               | -17,30    | 3            | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0000                    | 0,00                                    |
| -17,30               | -21,30    | 2            | 0,0002                        | 0,0000                     | 0,0002                    | 0,01                                    |
| -21,30               | -30,74    | 1            | 0,0000                        | 0,0000                     | 0,0000                    | 0,00                                    |
| Total                |           |              | 0,0008                        | 0,0000                     | 0,2420                    |                                         |

## 2.4 Results for Vertical 4 (X = 266,80 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| Layer 22     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 1,72         | 0,001              | 0,000              | 0,001             | 77,161             | 0,000              | 77,161            |
| 1,62         | 1,750              | 0,000              | 1,750             | 78,907             | 0,000              | 78,907            |
| 1,52         | 3,500              | 0,000              | 3,500             | 80,402             | 0,000              | 80,402            |
| 1,42         | 5,250              | 0,000              | 5,250             | 81,336             | 0,000              | 81,336            |
| 1,32         | 7,000              | 0,000              | 7,000             | 81,646             | 0,000              | 81,646            |
| 1,22         | 8,750              | 0,000              | 8,750             | 81,515             | 0,000              | 81,515            |
| 1,12         | 10,500             | 0,000              | 10,500            | 81,179             | 0,000              | 81,179            |
| 1,02         | 12,250             | 0,000              | 12,250            | 80,825             | 0,000              | 80,825            |
| 0,92         | 14,000             | 0,000              | 14,000            | 80,566             | 0,000              | 80,566            |
| 0,82         | 15,750             | 0,000              | 15,750            | 80,455             | 0,000              | 80,455            |
| 0,72         | 17,500             | 0,000              | 17,500            | 80,513             | 0,000              | 80,513            |
| 0,40         | 23,038             | 0,000              | 23,038            | 83,210             | 1,462              | 81,748            |
| -0,21        | 34,840             | 5,937              | 28,902            | 89,903             | 7,374              | 82,529            |
| -1,21        | 54,340             | 15,747             | 38,592            | 105,080            | 17,150             | 87,930            |
| -1,61        | 62,140             | 19,671             | 42,468            | 111,721            | 21,063             | 90,658            |
| -2,53        | 80,112             | 28,713             | 51,399            | 127,445            | 30,080             | 97,364            |
| -3,53        | 99,612             | 38,523             | 61,089            | 144,753            | 39,869             | 104,884           |
| -4,53        | 119,112            | 48,333             | 70,779            | 162,153            | 49,661             | 112,492           |
| -4,93        | 126,912            | 52,257             | 74,655            | 169,133            | 53,578             | 115,555           |
| Layer 21     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -4,93        | 126,912            | 52,257             | 74,655            | 169,133            | 53,578             | 115,555           |
| -5,45        | 132,876            | 57,389             | 75,487            | 173,740            | 58,400             | 115,340           |
| -5,97        | 138,839            | 62,521             | 76,319            | 178,387            | 63,239             | 115,148           |
| Layer 19     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -5,97        | 138,839            | 62,521             | 76,319            | 178,387            | 63,239             | 115,148           |
| -6,22        | 143,202            | 64,898             | 78,304            | 182,257            | 65,590             | 116,667           |
| -6,46        | 147,564            | 67,275             | 80,288            | 186,135            | 67,943             | 118,192           |
| Layer 18     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -6,46        | 147,564            | 67,275             | 80,288            | 186,135            | 67,943             | 118,192           |
| -7,18        | 159,850            | 74,407             | 85,443            | 196,909            | 74,907             | 122,001           |
| -7,98        | 173,370            | 82,255             | 91,115            | 208,861            | 82,603             | 126,257           |
| -8,71        | 185,655            | 89,387             | 96,269            | 219,808            | 89,622             | 130,185           |
| -9,51        | 199,175            | 97,235             | 101,941           | 231,947            | 97,372             | 134,575           |
| Layer 16     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -9,51        | 199,176            | 97,235             | 101,941           | 231,947            | 97,372             | 134,575           |
| -9,90        | 206,770            | 101,055            | 105,714           | 238,941            | 101,192            | 137,749           |
| -10,29       | 214,364            | 104,876            | 109,488           | 245,952            | 105,013            | 140,939           |
| Layer 14     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -10,29       | 214,364            | 104,876            | 109,488           | 245,952            | 105,013            | 140,939           |
| -11,11       | 223,735            | 112,939            | 110,795           | 254,077            | 113,011            | 141,066           |
| -11,93       | 233,106            | 121,003            | 112,102           | 262,272            | 121,011            | 141,261           |
| Layer 12     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -11,93       | 233,106            | 121,003            | 112,102           | 262,272            | 121,011            | 141,261           |
| -11,97       | 233,746            | 121,324            | 112,422           | 262,869            | 121,332            | 141,538           |
| -12,00       | 234,386            | 121,644            | 112,742           | 263,467            | 121,652            | 141,815           |
| Layer 5      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,00       | 234,386            | 121,644            | 112,742           | 263,467            | 121,652            | 141,815           |
| -12,71       | 248,370            | 128,643            | 119,726           | 276,541            | 128,651            | 147,890           |
| -13,51       | 264,050            | 136,491            | 127,558           | 291,255            | 136,499            | 154,756           |

D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| -14,23       | 278,034            | 143,490            | 134,543           | 304,423            | 143,498            | 160,925           |
| -15,03       | 293,714            | 151,338            | 142,375           | 319,237            | 151,346            | 167,891           |
| Layer 4      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,03       | 293,714            | 151,338            | 142,375           | 319,237            | 151,346            | 167,891           |
| -15,24       | 297,607            | 153,460            | 144,147           | 322,902            | 153,465            | 169,436           |
| -15,46       | 301,501            | 155,583            | 145,919           | 326,570            | 155,585            | 170,985           |
| Layer 3      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,46       | 301,502            | 155,583            | 145,919           | 326,570            | 155,585            | 170,985           |
| -16,36       | 319,141            | 164,412            | 154,730           | 343,319            | 164,414            | 178,905           |
| -17,26       | 336,781            | 173,241            | 163,541           | 360,121            | 173,243            | 186,879           |
| Layer 2      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -17,26       | 336,782            | 173,241            | 163,541           | 360,122            | 173,243            | 186,879           |
| -19,26       | 375,781            | 192,861            | 182,921           | 397,432            | 192,862            | 204,571           |
| -21,26       | 414,781            | 212,481            | 202,301           | 434,950            | 212,481            | 222,470           |
| Layer 1      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -21,26       | 414,782            | 212,481            | 202,301           | 434,950            | 212,481            | 222,470           |
| -22,80       | 444,960            | 227,585            | 217,374           | 464,109            | 227,585            | 236,524           |
| -24,80       | 484,160            | 247,205            | 236,954           | 502,119            | 247,205            | 254,914           |
| -26,00       | 507,680            | 258,977            | 248,702           | 524,989            | 258,977            | 266,012           |
| -27,54       | 537,858            | 274,082            | 263,776           | 554,395            | 274,082            | 280,313           |
| -29,54       | 577,058            | 293,702            | 283,356           | 592,684            | 293,702            | 298,982           |
| -30,74       | 600,578            | 305,474            | 295,104           | 615,701            | 305,474            | 310,228           |

| Layer<br>number | Swelling       |                  | Settlement b. Sp. |                               | Settlement a. Sp. |                               |
|-----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
|                 | Primary<br>[m] | Secondary<br>[m] | Primary<br>[m]    | Secondary<br>10 [days]<br>[m] | Primary<br>[m]    | Secondary<br>10 [days]<br>[m] |
| 22              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 21              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 19              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 18              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 16              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 14              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 12              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 5               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 4               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0004            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 3               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 2               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0002            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 1               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| Total           | 0,0000         | 0,0000           | 0,0007            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |

| Depth       |           | Layer<br>number | Total settlement (100% cons.) |                               |                              | Percentage<br>of original<br>layer height<br>[%] |
|-------------|-----------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| From<br>[m] | To<br>[m] |                 | Primary<br>[m]                | Secondary<br>10 [days]<br>[m] | After<br>10000 [days]<br>[m] |                                                  |
| 1,72        | -4,93     | 22              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0239                       | 0,36                                             |
| -4,93       | -5,97     | 21              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0615                       | 5,88                                             |
| -5,97       | -6,46     | 19              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0051                       | 1,06                                             |
| -6,46       | -9,51     | 18              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0540                       | 1,77                                             |
| -9,51       | -10,29    | 16              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -10,29      | -11,93    | 14              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0132                       | 0,80                                             |
| -11,93      | -12,00    | 12              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -12,00      | -15,03    | 5               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -15,03      | -15,46    | 4               | 0,0004                        | 0,0000                        | 0,0006                       | 0,13                                             |
| -15,46      | -17,26    | 3               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -17,26      | -21,26    | 2               | 0,0002                        | 0,0000                        | 0,0002                       | 0,01                                             |
| -21,26      | -30,74    | 1               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| Total       |           |                 | 0,0007                        | 0,0000                        | 0,1586                       |                                                  |

2.5 Results for Vertical 5 (X = 269,70 m; Z = 0,00 m)

D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| Layer 22     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 1,72         | 0,001              | 0,000              | 0,001             | 0,016              | 0,000              | 0,016             |
| 1,62         | 1,750              | 0,000              | 1,750             | 1,768              | 0,000              | 1,768             |
| 1,52         | 3,500              | 0,000              | 3,500             | 3,522              | 0,000              | 3,522             |
| 1,42         | 5,250              | 0,000              | 5,250             | 5,279              | 0,000              | 5,279             |
| 1,32         | 7,000              | 0,000              | 7,000             | 7,041              | 0,000              | 7,041             |
| 1,22         | 8,750              | 0,000              | 8,750             | 8,810              | 0,000              | 8,810             |
| 1,12         | 10,500             | 0,000              | 10,500            | 10,591             | 0,000              | 10,591            |
| 1,02         | 12,250             | 0,000              | 12,250            | 12,388             | 0,000              | 12,388            |
| 0,92         | 14,000             | 0,000              | 14,000            | 14,202             | 0,000              | 14,202            |
| 0,82         | 15,750             | 0,000              | 15,750            | 16,039             | 0,000              | 16,039            |
| 0,72         | 17,500             | 0,000              | 17,500            | 17,901             | 0,000              | 17,901            |
| 0,40         | 23,125             | 0,000              | 23,125            | 24,573             | 0,499              | 24,074            |
| -0,21        | 35,109             | 6,029              | 29,080            | 38,407             | 6,527              | 31,880            |
| -1,21        | 54,609             | 15,839             | 38,770            | 62,244             | 16,336             | 45,907            |
| -1,61        | 62,409             | 19,763             | 42,646            | 71,860             | 20,260             | 51,600            |
| -2,55        | 80,660             | 28,945             | 51,716            | 93,987             | 29,440             | 64,547            |
| -3,55        | 100,160            | 38,755             | 61,406            | 116,780            | 39,246             | 77,534            |
| -4,55        | 119,660            | 48,565             | 71,096            | 138,697            | 49,051             | 89,646            |
| -4,95        | 127,460            | 52,489             | 74,972            | 147,248            | 52,973             | 94,275            |
| Layer 21     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -4,95        | 127,461            | 52,489             | 74,972            | 147,248            | 52,973             | 94,275            |
| -5,45        | 133,155            | 57,389             | 75,766            | 153,658            | 57,798             | 95,860            |
| -5,95        | 138,849            | 62,289             | 76,560            | 159,917            | 62,621             | 97,296            |
| Layer 19     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -5,95        | 138,850            | 62,289             | 76,560            | 159,917            | 62,621             | 97,296            |
| -6,40        | 147,045            | 66,756             | 80,289            | 168,570            | 67,074             | 101,496           |
| -6,86        | 155,241            | 71,222             | 84,018            | 177,127            | 71,527             | 105,600           |
| Layer 18     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -6,86        | 155,241            | 71,222             | 84,018            | 177,127            | 71,527             | 105,600           |
| -7,61        | 167,927            | 78,586             | 89,341            | 190,198            | 78,835             | 111,363           |
| -8,41        | 181,447            | 86,434             | 95,013            | 203,929            | 86,626             | 117,303           |
| -9,16        | 194,134            | 93,799             | 100,335           | 216,666            | 93,939             | 122,727           |
| -9,96        | 207,654            | 101,647            | 106,007           | 230,117            | 101,735            | 128,383           |
| Layer 16     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -9,96        | 207,654            | 101,647            | 106,007           | 230,117            | 101,735            | 128,383           |
| -10,30       | 214,210            | 104,945            | 109,265           | 236,635            | 105,033            | 131,602           |
| -10,63       | 220,767            | 108,243            | 112,523           | 243,138            | 108,332            | 134,806           |
| Layer 14     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -10,63       | 220,767            | 108,244            | 112,523           | 243,138            | 108,332            | 134,806           |
| -11,32       | 228,553            | 114,944            | 113,609           | 250,732            | 114,992            | 135,740           |
| -12,00       | 236,339            | 121,644            | 114,695           | 258,280            | 121,653            | 136,627           |
| Layer 6      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,00       | 236,339            | 121,644            | 114,695           | 258,280            | 121,653            | 136,627           |
| -12,03       | 236,642            | 121,904            | 114,737           | 258,572            | 121,912            | 136,661           |
| -12,05       | 236,944            | 122,165            | 114,779           | 258,865            | 122,170            | 136,694           |
| Layer 5      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,05       | 236,944            | 122,165            | 114,780           | 258,865            | 122,171            | 136,694           |
| -12,85       | 252,600            | 130,001            | 122,599           | 274,240            | 130,006            | 144,234           |
| -13,55       | 266,320            | 136,868            | 129,452           | 287,685            | 136,873            | 150,811           |
| -14,35       | 281,976            | 144,704            | 137,272           | 303,001            | 144,709            | 158,292           |
| -15,05       | 295,696            | 151,571            | 144,125           | 316,408            | 151,576            | 164,832           |
| Layer 4      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,05       | 295,696            | 151,571            | 144,126           | 316,408            | 151,577            | 164,832           |
| -15,24       | 299,057            | 153,402            | 145,655           | 319,682            | 153,406            | 166,276           |
| -15,42       | 302,418            | 155,234            | 147,184           | 322,955            | 155,236            | 167,719           |
| Layer 3      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,42       | 302,419            | 155,234            | 147,184           | 322,955            | 155,236            | 167,719           |
| -16,32       | 320,058            | 164,063            | 155,995           | 340,174            | 164,065            | 176,109           |
| -17,22       | 337,698            | 172,892            | 164,806           | 357,386            | 172,894            | 184,492           |
| Layer 2      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |

D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| -17,22       | 337,699            | 172,892            | 164,806           | 357,386            | 172,894            | 184,492           |
| -19,22       | 376,698            | 192,512            | 184,186           | 395,435            | 192,513            | 202,921           |
| -21,22       | 415,698            | 212,132            | 203,566           | 433,510            | 212,132            | 221,378           |
| Layer 1      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -21,22       | 415,699            | 212,132            | 203,566           | 433,510            | 212,132            | 221,378           |
| -22,78       | 446,225            | 227,411            | 218,814           | 463,347            | 227,411            | 235,936           |
| -24,78       | 485,425            | 247,031            | 238,394           | 501,710            | 247,031            | 254,679           |
| -25,98       | 508,945            | 258,803            | 250,142           | 524,753            | 258,803            | 265,950           |
| -27,54       | 539,471            | 274,082            | 265,389           | 554,691            | 274,082            | 280,610           |
| -29,54       | 578,671            | 293,702            | 284,969           | 593,184            | 293,702            | 299,482           |
| -30,74       | 602,191            | 305,474            | 296,717           | 616,304            | 305,474            | 310,830           |

| Layer<br>number | Swelling |           | Settlement b. Sp. |                        | Settlement a. Sp. |                        |
|-----------------|----------|-----------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
|                 | Primary  | Secondary | Primary           | Secondary<br>10 [days] | Primary           | Secondary<br>10 [days] |
|                 | [m]      | [m]       | [m]               | [m]                    | [m]               | [m]                    |
| 22              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 21              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 19              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 18              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 16              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 14              | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 6               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0002            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 5               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 4               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0003            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 3               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 2               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0002            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| 1               | 0,0000   | 0,0000    | 0,0000            | 0,0000                 | 0,0000            | 0,0000                 |
| Total           | 0,0000   | 0,0000    | 0,0007            | 0,0001                 | 0,0000            | 0,0000                 |

| Depth  |        | Layer<br>number | Total settlement (100% cons.) |                        |                       | Percentage<br>of original<br>layer height<br>[%] |
|--------|--------|-----------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| From   | To     |                 | Primary                       | Secondary<br>10 [days] | After<br>10000 [days] |                                                  |
| [m]    | [m]    |                 | [m]                           | [m]                    | [m]                   |                                                  |
| 1,72   | -4,95  | 22              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0015                | 0,02                                             |
| -4,95  | -5,95  | 21              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0155                | 1,55                                             |
| -5,95  | -6,86  | 19              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0028                | 0,31                                             |
| -6,86  | -9,96  | 18              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0220                | 0,71                                             |
| -9,96  | -10,63 | 16              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -10,63 | -12,00 | 14              | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0081                | 0,59                                             |
| -12,00 | -12,05 | 6               | 0,0002                        | 0,0000                 | 0,0003                | 0,58                                             |
| -12,05 | -15,05 | 5               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -15,05 | -15,42 | 4               | 0,0003                        | 0,0000                 | 0,0004                | 0,11                                             |
| -15,42 | -17,22 | 3               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| -17,22 | -21,22 | 2               | 0,0002                        | 0,0000                 | 0,0002                | 0,00                                             |
| -21,22 | -30,74 | 1               | 0,0000                        | 0,0000                 | 0,0000                | 0,00                                             |
| Total  |        |                 | 0,0007                        | 0,0001                 | 0,0508                |                                                  |

## 2.6 Results for Vertical 6 (X = 279,70 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| Layer 22     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 1,74         | 0,001              | 0,000              | 0,001             | 0,002              | 0,000              | 0,002             |
| 1,64         | 1,750              | 0,000              | 1,750             | 1,751              | 0,000              | 1,751             |
| 1,54         | 3,500              | 0,000              | 3,500             | 3,501              | 0,000              | 3,501             |
| 1,44         | 5,250              | 0,000              | 5,250             | 5,251              | 0,000              | 5,251             |
| 1,34         | 7,000              | 0,000              | 7,000             | 7,002              | 0,000              | 7,002             |
| 1,24         | 8,750              | 0,000              | 8,750             | 8,752              | 0,000              | 8,752             |
| 1,14         | 10,500             | 0,000              | 10,500            | 10,502             | 0,000              | 10,502            |

D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| 1,04         | 12,250             | 0,000              | 12,250            | 12,253             | 0,000              | 12,253            |
| 0,98         | 13,201             | 0,000              | 13,201            | 13,204             | 0,000              | 13,204            |
| 0,94         | 14,000             | 0,000              | 14,000            | 14,003             | 0,000              | 14,003            |
| 0,84         | 15,750             | 0,000              | 15,750            | 15,753             | 0,000              | 15,753            |
| 0,74         | 17,500             | 0,000              | 17,500            | 17,504             | 0,000              | 17,504            |
| 0,40         | 23,428             | 0,000              | 23,428            | 23,487             | 0,053              | 23,435            |
| 0,23         | 26,743             | 1,668              | 25,075            | 26,804             | 1,720              | 25,084            |
| Layer 11     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| 0,23         | 26,743             | 1,668              | 25,075            | 26,804             | 1,721              | 25,084            |
| -0,60        | 42,949             | 9,820              | 33,128            | 43,029             | 9,873              | 33,156            |
| -1,60        | 62,449             | 19,630             | 42,818            | 62,585             | 19,683             | 42,902            |
| -2,40        | 78,049             | 27,478             | 50,570            | 78,270             | 27,531             | 50,739            |
| -3,23        | 94,254             | 35,631             | 58,623            | 94,612             | 35,684             | 58,928            |
| -4,23        | 113,754            | 45,441             | 68,313            | 114,351            | 45,494             | 68,857            |
| -5,03        | 129,354            | 53,289             | 76,065            | 130,204            | 53,342             | 76,862            |
| Layer 10     |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -5,03        | 129,354            | 53,289             | 76,065            | 130,204            | 53,342             | 76,862            |
| -5,45        | 134,118            | 57,389             | 76,730            | 135,118            | 57,438             | 77,679            |
| -5,87        | 138,883            | 61,488             | 77,394            | 140,045            | 61,534             | 78,510            |
| Layer 9      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -5,87        | 138,883            | 61,489             | 77,394            | 140,045            | 61,535             | 78,510            |
| -6,46        | 149,503            | 67,276             | 82,226            | 150,920            | 67,321             | 83,599            |
| -7,06        | 160,303            | 73,162             | 87,140            | 162,003            | 73,206             | 88,797            |
| -7,65        | 170,923            | 78,950             | 91,972            | 172,920            | 78,992             | 93,928            |
| -8,25        | 181,723            | 84,836             | 96,886            | 184,038            | 84,876             | 99,161            |
| Layer 8      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -8,25        | 181,723            | 84,836             | 96,886            | 184,038            | 84,877             | 99,161            |
| -9,08        | 195,789            | 93,001             | 102,787           | 198,558            | 93,035             | 105,524           |
| -9,88        | 209,309            | 100,849            | 108,459           | 212,526            | 100,875            | 111,651           |
| -10,71       | 223,375            | 109,014            | 114,361           | 227,061            | 109,032            | 118,029           |
| -11,51       | 236,895            | 116,862            | 120,033           | 241,026            | 116,871            | 124,154           |
| Layer 7      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -11,51       | 236,895            | 116,863            | 120,033           | 241,026            | 116,871            | 124,155           |
| -11,67       | 239,869            | 118,359            | 121,511           | 244,085            | 118,367            | 125,718           |
| -11,82       | 242,843            | 119,855            | 122,988           | 247,144            | 119,864            | 127,281           |
| Layer 6      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -11,82       | 242,843            | 119,855            | 122,988           | 247,145            | 119,864            | 127,281           |
| -12,14       | 246,512            | 123,012            | 123,500           | 250,987            | 123,017            | 127,970           |
| -12,46       | 250,180            | 126,169            | 124,012           | 254,827            | 126,170            | 128,657           |
| Layer 5      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -12,46       | 250,181            | 126,169            | 124,012           | 254,827            | 126,170            | 128,657           |
| -13,10       | 262,636            | 132,403            | 130,233           | 267,621            | 132,404            | 135,217           |
| -13,80       | 276,356            | 139,270            | 137,086           | 281,699            | 139,271            | 142,428           |
| -14,43       | 288,812            | 145,504            | 143,308           | 294,466            | 145,506            | 148,960           |
| -15,13       | 302,532            | 152,371            | 150,161           | 308,510            | 152,373            | 156,137           |
| Layer 4      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,13       | 302,533            | 152,371            | 150,161           | 308,510            | 152,373            | 156,138           |
| -15,22       | 304,057            | 153,202            | 150,855           | 310,072            | 153,203            | 156,869           |
| -15,30       | 305,581            | 154,033            | 151,548           | 311,634            | 154,034            | 157,600           |
| Layer 3      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -15,30       | 305,582            | 154,033            | 151,548           | 311,634            | 154,034            | 157,601           |
| -16,20       | 323,221            | 162,862            | 160,359           | 329,657            | 162,863            | 166,794           |
| -17,10       | 340,861            | 171,691            | 169,170           | 347,647            | 171,692            | 175,955           |
| Layer 2      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -17,10       | 340,862            | 171,691            | 169,170           | 347,647            | 171,692            | 175,955           |
| -19,10       | 379,861            | 191,311            | 188,550           | 387,308            | 191,311            | 195,997           |
| -21,10       | 418,861            | 210,931            | 207,930           | 426,817            | 210,931            | 215,886           |
| Layer 1      |                    |                    |                   |                    |                    |                   |
| -21,10       | 418,862            | 210,931            | 207,930           | 426,817            | 210,931            | 215,886           |
| -22,72       | 450,588            | 226,810            | 223,777           | 458,857            | 226,810            | 232,046           |
| -24,72       | 489,788            | 246,430            | 243,357           | 498,338            | 246,430            | 251,908           |
| -25,92       | 513,308            | 258,202            | 255,105           | 521,979            | 258,202            | 263,776           |
| -27,54       | 545,034            | 274,082            | 270,952           | 553,819            | 274,082            | 279,737           |

## D-Settlement 9.3

| Depth<br>[m] | Initial stress     |                    |                   | Final stress       |                    |                   |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|              | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] | S-total<br>[kN/m²] | S-water<br>[kN/m²] | S-eff.<br>[kN/m²] |
| -29,54       | 584,234            | 293,702            | 290,532           | 593,094            | 293,702            | 299,392           |
| -30,74       | 607,754            | 305,474            | 302,280           | 616,630            | 305,474            | 311,157           |

| Layer<br>number | Swelling       |                  | Settlement b. Sp. |                               | Settlement a. Sp. |                               |
|-----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
|                 | Primary<br>[m] | Secondary<br>[m] | Primary<br>[m]    | Secondary<br>10 [days]<br>[m] | Primary<br>[m]    | Secondary<br>10 [days]<br>[m] |
| 22              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 11              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 10              | 0,0000         | 0,0000           | 0,0003            | 0,0001                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 9               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0004            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 8               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0024            | 0,0002                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 7               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 6               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0004            | 0,0001                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 5               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 4               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 3               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 2               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0001            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| 1               | 0,0000         | 0,0000           | 0,0000            | 0,0000                        | 0,0000            | 0,0000                        |
| Total           | 0,0000         | 0,0000           | 0,0037            | 0,0004                        | 0,0000            | 0,0000                        |

| Depth       |           | Layer<br>number | Total settlement (100% cons.) |                               |                              | Percentage<br>of original<br>layer height<br>[%] |
|-------------|-----------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| From<br>[m] | To<br>[m] |                 | Primary<br>[m]                | Secondary<br>10 [days]<br>[m] | After<br>10000 [days]<br>[m] |                                                  |
| 1,74        | 0,23      | 22              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| 0,23        | -5,03     | 11              | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -5,03       | -5,87     | 10              | 0,0003                        | 0,0001                        | 0,0007                       | 0,08                                             |
| -5,87       | -8,25     | 9               | 0,0004                        | 0,0000                        | 0,0006                       | 0,03                                             |
| -8,25       | -11,51    | 8               | 0,0024                        | 0,0002                        | 0,0032                       | 0,10                                             |
| -11,51      | -11,82    | 7               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -11,82      | -12,46    | 6               | 0,0004                        | 0,0001                        | 0,0008                       | 0,12                                             |
| -12,46      | -15,13    | 5               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -15,13      | -15,30    | 4               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0001                       | 0,03                                             |
| -15,30      | -17,10    | 3               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| -17,10      | -21,10    | 2               | 0,0001                        | 0,0000                        | 0,0001                       | 0,00                                             |
| -21,10      | -30,74    | 1               | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                       | 0,00                                             |
| Total       |           |                 | 0,0037                        | 0,0004                        | 0,0054                       |                                                  |

## D-Settlement 9.3

## 3 Settlements

## 3.1 Settlements

| Vertical<br>number | X co-ordinate<br>[m] | Z co-ordinate<br>[m] | Surface level<br>[m] | Settlement<br>[m] |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| 1                  | 69,00                | 0,00                 | 0,03                 | 0,003             |
| 2                  | 79,50                | 0,00                 | 1,63                 | 0,040             |
| 3                  | 263,08               | 0,00                 | 1,71                 | 0,242             |
| 4                  | 266,80               | 0,00                 | 1,72                 | 0,159             |
| 5                  | 269,70               | 0,00                 | 1,72                 | 0,051             |
| 6                  | 279,70               | 0,00                 | 1,74                 | 0,005             |

## End of Report

## **Bijlage 15 Resultaten berekening D-Foundations**

## **Rapport voor D-Foundations 8.2**

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen  
Ontwikkeld door DeltaresB

Datum van rapport: 16-9-2014

Tijd van rapport: 14:23:36

Datum van berekening: 16-9-2014

Tijd van berekening: 14:18:30

Bestandsnaam: P:\60xxx\608xx\6089x\60893-1\Doc\Paalberekningen\trekpalen

Projectbeschrijving:

D-Foundations trekpalen

## 1 Inhoudsopgave

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1 Inhoudsopgave                                    | 2  |
| 2 Invoergegevens                                   | 4  |
| 2.1 Algemene Invoergegevens                        | 4  |
| 2.2 Rapportage Gegevens                            | 4  |
| 2.3 Algemene Sondeergegevens                       | 4  |
| 2.3.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan      | 4  |
| 2.4 Grondgegevens                                  | 4  |
| 2.4.1 Grondprofiel DKM001                          | 5  |
| 2.4.2 Grondprofiel DKM002                          | 6  |
| 2.5 Paaltypen                                      | 7  |
| 2.5.1 Paaltype : GEWI 250                          | 7  |
| 2.5.2 Paaltype : Schroefinjectie 250               | 8  |
| 2.5.3 Paaltype : Schroefinjectie 450               | 8  |
| 2.5.4 Paaltype : Schroefinjectie 550               | 8  |
| 2.6 Funderingsplan                                 | 8  |
| 2.6.1 Overzicht Funderingsplan                     | 9  |
| 2.7 Ontgravingsgegevens                            | 10 |
| 2.8 Optionele Parameters                           | 10 |
| 2.9 Opgegeven Parameters                           | 10 |
| 2.10 Rekenopties                                   | 10 |
| 2.11 Model Opties                                  | 11 |
| 3 Tension Piles (EC7-NL): Indicatie draagkracht    | 12 |
| 3.1 Fouten en waarschuwingen                       | 12 |
| 3.2 Opmerkingen                                    | 12 |
| 3.3 Rekenparameters                                | 12 |
| 3.3.1 Factoren Paal                                | 12 |
| 3.3.2 Paaltype : GEWI 250                          | 12 |
| 3.3.3 Paaltype : Schroefinjectie 250               | 12 |
| 3.3.4 Paaltype : Schroefinjectie 450               | 13 |
| 3.3.5 Paaltype : Schroefinjectie 550               | 13 |
| 3.4 Resultaten voor alle sonderingen               | 13 |
| 3.4.1 Overzicht bij paaltype : GEWI 250            | 13 |
| 3.4.1.1 Paalgroep 1                                | 13 |
| 3.4.1.2 Paalgroep 2                                | 13 |
| 3.4.1.3 Paalgroep 3                                | 14 |
| 3.4.1.4 Paalgroep 4                                | 14 |
| 3.4.2 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 250 | 14 |
| 3.4.2.1 Paalgroep 1                                | 14 |
| 3.4.2.2 Paalgroep 2                                | 15 |
| 3.4.2.3 Paalgroep 3                                | 15 |
| 3.4.2.4 Paalgroep 4                                | 15 |
| 3.4.3 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 450 | 16 |
| 3.4.3.1 Paalgroep 1                                | 16 |
| 3.4.3.2 Paalgroep 2                                | 16 |
| 3.4.3.3 Paalgroep 3                                | 16 |
| 3.4.3.4 Paalgroep 4                                | 17 |
| 3.4.4 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 550 | 17 |
| 3.4.4.1 Paalgroep 1                                | 17 |
| 3.4.4.2 Paalgroep 2                                | 17 |
| 3.4.4.3 Paalgroep 3                                | 18 |
| 3.4.4.4 Paalgroep 4                                | 18 |
| 3.5 TER INDICATIE: Resultaten bij gebruik Ksi3     | 19 |
| 3.5.1 Overzicht bij paaltype : GEWI 250            | 19 |
| 3.5.1.1 Paalgroep 1                                | 19 |
| 3.5.1.2 Paalgroep 2                                | 19 |
| 3.5.1.3 Paalgroep 3                                | 20 |
| 3.5.1.4 Paalgroep 4                                | 20 |
| 3.5.2 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 250 | 21 |
| 3.5.2.1 Paalgroep 1                                | 21 |
| 3.5.2.2 Paalgroep 2                                | 21 |
| 3.5.2.3 Paalgroep 3                                | 22 |
| 3.5.2.4 Paalgroep 4                                | 22 |
| 3.5.3 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 450 | 23 |
| 3.5.3.1 Paalgroep 1                                | 23 |

## D-Foundations 8.2

---

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 3.5.3.2 Paalgroep 2                                | 23 |
| 3.5.3.3 Paalgroep 3                                | 24 |
| 3.5.3.4 Paalgroep 4                                | 24 |
| 3.5.4 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 550 | 25 |
| 3.5.4.1 Paalgroep 1                                | 25 |
| 3.5.4.2 Paalgroep 2                                | 25 |
| 3.5.4.3 Paalgroep 3                                | 26 |
| 3.5.4.4 Paalgroep 4                                | 26 |

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Algemene Invoergegevens

Model Tension Piles (EC7-NL)

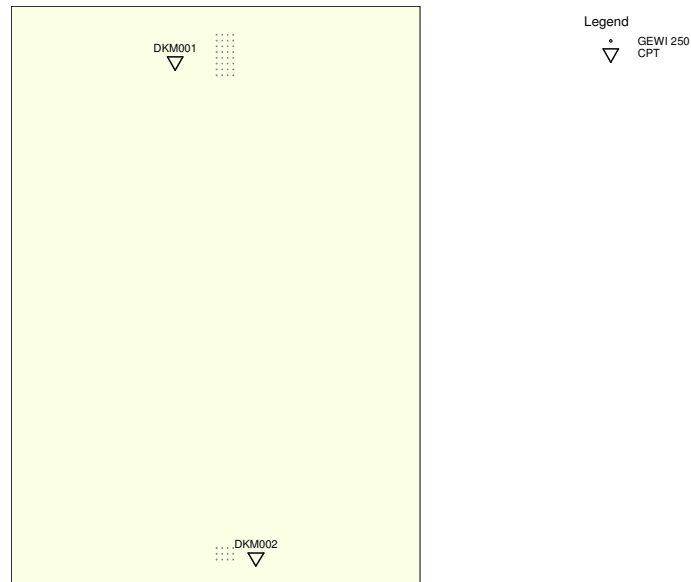
### 2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :  
 Constructeur bovenbouw :  
 Opdrachtgever :  
 Titel 1 :  
 Titel 2 :  
 Titel 3 : D-Foundations trekpalen  
 Nummer project :  
 Locatie project :

### 2.3 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2  
 Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

#### 2.3.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



| Nummer/naam sondering | X-coor-<br>dinaat<br>[m] | Y-coor-<br>dinaat<br>[m] |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1: DKM001             | 120682,00                | 483676,00                |
| 2: DKM002             | 120717,00                | 483461,00                |

### 2.4 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2



## D-Foundations 8.2

| Nummer laag | Bovenkant laag<br>[m R.N.] | Grond-soort | Phi<br>[deg] | Extra WS<br>bovenin<br>[kN/m2] | Extra WS<br>onderin<br>[kN/m2] | OCR<br>waarde<br>[-] | Gebruik<br>laag in<br>berek. |
|-------------|----------------------------|-------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 5           | -4,710                     | Klei        | 17,50        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 6           | -5,010                     | Veen        | 15,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Niet                         |
| 7           | -5,810                     | Klei        | 17,50        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 8           | -6,810                     | Zand        | 27,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 9           | -7,110                     | Klei        | 17,50        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 10          | -8,910                     | Zand        | 27,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 11          | -9,710                     | Klei        | 17,50        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 12          | -11,010                    | Veen        | 15,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Niet                         |
| 13          | -11,710                    | Klei        | 17,50        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 14          | -11,810                    | Zand        | 27,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 15          | -15,110                    | Klei        | 17,50        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 16          | -15,410                    | Zand        | 27,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |
| 17          | -27,910                    | Zand        | 27,00        | 0,00                           | 0,00                           | 1,000                | Wel                          |

### 2.4.2 Grondprofiel DKM002

Behorende bij sondering

Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Bovenkant trekzone [m. t.o.v. referentie niveau]:

Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :

Aantal lagen in profiel :

DKM002

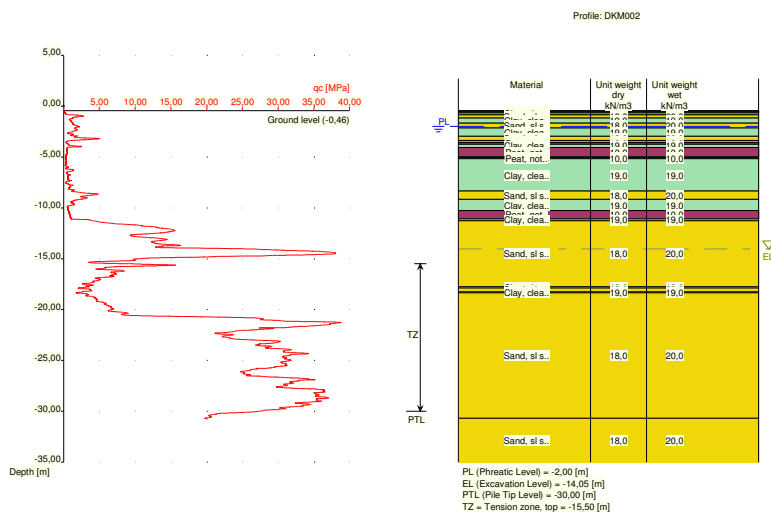
-0.46

-2,00

-15,50

-30,00

26



| Nummer laag | Bovenkant laag<br>[m R.L.] | Grond-soort | Gamma<br>[kN/m3] | Gamma sat<br>[kN/m3] | Min. Void Ratio<br>[%] | Max. Void Ratio<br>[%] | Mediaan<br>[mm] | Max. Sond. waarde<br>[kPa] | Type<br>Max. Sond. waarde |
|-------------|----------------------------|-------------|------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|
| 1           | -0,460                     | Veen        | 10,00            | 10,00                | 0,40                   | 0,80                   |                 | 12/15                      | Standa...                 |
| 2           | -0,470                     | Veen        | 10,00            | 10,00                | 0,40                   | 0,80                   |                 | 12/15                      | Standa...                 |
| 3           | -0,570                     | Veen        | 10,00            | 10,00                | 0,40                   | 0,80                   |                 | 12/15                      | Standa...                 |
| 4           | -0,670                     | Klei        | 19,00            | 19,00                | 0,40                   | 0,80                   |                 | 12/15                      | Standa...                 |
| 5           | -0,870                     | Zand        | 18,00            | 20,00                | 0,40                   | 0,80                   | 0,200           | 12/15                      | Standa...                 |
| 6           | -1,170                     | Klei        | 19,00            | 19,00                | 0,40                   | 0,80                   |                 | 12/15                      | Standa...                 |
| 7           | -1,670                     | Zand        | 18,00            | 20,00                | 0,40                   | 0,80                   | 0,200           | 12/15                      | Standa...                 |
| 8           | -2,170                     | Klei        | 19,00            | 19,00                | 0,40                   | 0,80                   |                 | 12/15                      | Standa...                 |
| 9           | -2,970                     | Zand        | 18,00            | 20,00                | 0,40                   | 0,80                   | 0,200           | 12/15                      | Standa...                 |

## D-Foundations 8.2

| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.L.] | Grond-soort | Gamma [kN/m3] | Gamma sat [kN/m3] | Min. Void Ratio [%] | Max. Void Ratio [%] | Mediaan [mm] | Max. Sond. waarde [kPa] | Type Max. Sond. waarde |
|-------------|-------------------------|-------------|---------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------------------|------------------------|
| 10          | -3,370                  | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 11          | -3,570                  | Veen        | 10,00         | 10,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 12          | -3,770                  | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 13          | -4,070                  | Veen        | 10,00         | 10,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 14          | -4,970                  | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 15          | -5,070                  | Veen        | 10,00         | 10,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 16          | -5,170                  | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 17          | -8,370                  | Zand        | 18,00         | 20,00             | 0,40                | 0,80                | 0,200        | 12/15                   | Standa...              |
| 18          | -9,170                  | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 19          | -10,270                 | Veen        | 10,00         | 10,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 20          | -11,070                 | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 21          | -11,270                 | Zand        | 18,00         | 20,00             | 0,40                | 0,80                | 0,200        | 12/15                   | Standa...              |
| 22          | -17,770                 | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 23          | -17,870                 | Zand        | 18,00         | 20,00             | 0,40                | 0,80                | 0,200        | 12/15                   | Standa...              |
| 24          | -18,270                 | Klei        | 19,00         | 19,00             | 0,40                | 0,80                |              | 12/15                   | Standa...              |
| 25          | -18,370                 | Zand        | 18,00         | 20,00             | 0,40                | 0,80                | 0,200        | 12/15                   | Standa...              |
| 26          | -30,670                 | Zand        | 18,00         | 20,00             | 0,40                | 0,80                | 0,200        | 12/15                   | Standa...              |

| Nummer laag | Bovenkant laag [m R.N.] | Grond-soort | Phi [deg] | Extra WS bovenin [kN/m2] | Extra WS onderin [kN/m2] | OCR waarde [-] | Gebruik laag in berek. |
|-------------|-------------------------|-------------|-----------|--------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|
| 1           | -0,460                  | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 2           | -0,470                  | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 3           | -0,570                  | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 4           | -0,670                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 5           | -0,870                  | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 6           | -1,170                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 7           | -1,670                  | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 8           | -2,170                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 9           | -2,970                  | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 10          | -3,370                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 11          | -3,570                  | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 12          | -3,770                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 13          | -4,070                  | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 14          | -4,970                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 15          | -5,070                  | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 16          | -5,170                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 17          | -8,370                  | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 18          | -9,170                  | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 19          | -10,270                 | Veen        | 15,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Niet                   |
| 20          | -11,070                 | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 21          | -11,270                 | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 22          | -17,770                 | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 23          | -17,870                 | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 24          | -18,270                 | Klei        | 17,50     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 25          | -18,370                 | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |
| 26          | -30,670                 | Zand        | 27,00     | 0,00                     | 0,00                     | 1,000          | Wel                    |

### 2.5 Paaltypen

N.B. : indien alpha;t niet door de gebruiker is opgegeven geldt:

- alpha;t volgens tabel 7.g en tabel 7.h van NEN 9097-1
- voor klei geldt: alpha;t is afhankelijk van relatieve diepte en sondeerwaarde
- voor veen geldt: alpha;t = 0
- voor zand/grind geldt: alpha;t is mede afhankelijk van de mediaan

Aantal paaltypen :

4

#### 2.5.1 Paaltype : GEWI 250

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem :

Micro paal, enkele buis, afgeperst

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei :

Volgens NEN 9097-1

Materiaaltype paal :

Beton

## D-Foundations 8.2

Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :

Diameter [m] : 0,250

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

### 2.5.2 Paaltype : Schroefinjectie 250

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1

Materiaaltype paal : Beton

Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :

Diameter [m] : 0,250

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

### 2.5.3 Paaltype : Schroefinjectie 450

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1

Materiaaltype paal : Beton

Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :

Diameter [m] : 0,450

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

### 2.5.4 Paaltype : Schroefinjectie 550

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1

Materiaaltype paal : Beton

Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :

Diameter [m] : 0,550

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

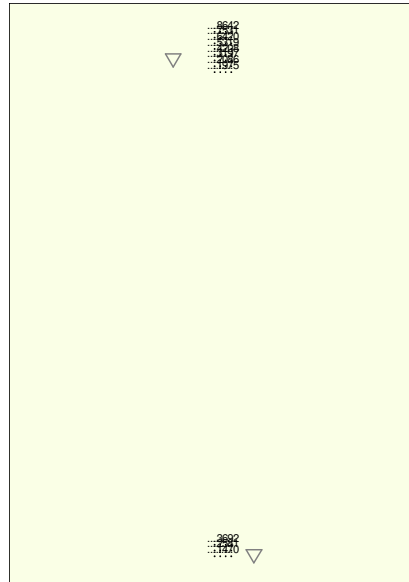
## 2.6 Funderingsplan

Aantal palen : 44

Aantal samenwerkende palen\* : 1

\* : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

## 2.6.1 Overzicht Funderingsplan



Legend  
 • GEWI 250  
 ▽ CPT

| Paal nr./code | X-coor-<br>dinaat<br>[m] | Y-coor-<br>dinaat<br>[m] | Maximale<br>belasting<br>[kN] | Minimale<br>belasting<br>[kN] | Paalkop-<br>niveau<br>[m R.N.] | Gebruik<br>wissel.<br>belasting | Factor<br>Gamma;var |
|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1: o 1        | 120700,00                | 483460,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 2: o 2        | 120700,00                | 483462,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 3: o 3        | 120700,00                | 483465,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 4: o 4        | 120702,40                | 483460,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 5: o 5        | 120702,40                | 483462,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 6: o 6        | 120702,40                | 483465,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 7: o 7        | 120704,80                | 483460,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 8: o 8        | 120704,80                | 483462,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 9: o 9        | 120704,80                | 483465,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 10: o 10      | 120707,20                | 483460,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 11: o 11      | 120707,20                | 483462,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 12: o 12      | 120707,20                | 483465,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 13: p 1       | 120700,00                | 483670,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 14: p 2       | 120700,00                | 483672,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 15: p 3       | 120700,00                | 483675,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 16: p 4       | 120700,00                | 483677,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 17: p 5       | 120700,00                | 483680,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 18: p 6       | 120700,00                | 483682,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 19: p 7       | 120700,00                | 483685,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 20: p 8       | 120700,00                | 483687,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 21: p 9       | 120702,40                | 483670,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 22: p 10      | 120702,40                | 483672,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 23: p 11      | 120702,40                | 483675,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 24: p 12      | 120702,40                | 483677,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 25: p 13      | 120702,40                | 483680,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 26: p 14      | 120702,40                | 483682,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 27: p 15      | 120702,40                | 483685,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 28: p 16      | 120702,40                | 483687,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 29: p 17      | 120704,80                | 483670,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 30: p 18      | 120704,80                | 483672,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 31: p 19      | 120704,80                | 483675,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 32: p 20      | 120704,80                | 483677,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |

## D-Foundations 8.2

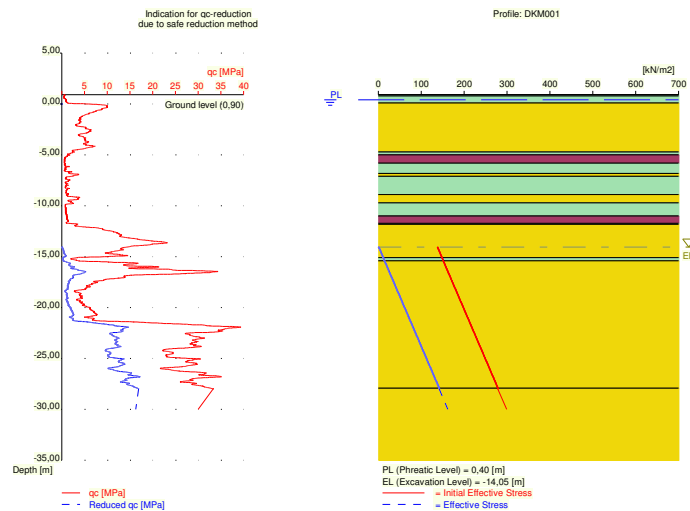
| Paal nr./code | X-coor-<br>dinaat<br>[m] | Y-coor-<br>dinaat<br>[m] | Maximale<br>belasting<br>[kN] | Minimale<br>belasting<br>[kN] | Paalkop-<br>niveau<br>[m R.N.] | Gebruik<br>wissel.<br>belasting | Factor<br>Gamma;var |
|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 33: p 21      | 120704,80                | 483680,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 34: p 22      | 120704,80                | 483682,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 35: p 23      | 120704,80                | 483685,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 36: p 24      | 120704,80                | 483687,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 37: p 25      | 120707,20                | 483670,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 38: p 26      | 120707,20                | 483672,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 39: p 27      | 120707,20                | 483675,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 40: p 28      | 120707,20                | 483677,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 41: p 29      | 120707,20                | 483680,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 42: p 30      | 120707,20                | 483682,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 43: p 31      | 120707,20                | 483685,00                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |
| 44: p 32      | 120707,20                | 483687,50                | 0,00                          | 0,00                          | -14,00                         | Niet                            | 1.00                |

N.B. : trekbelastingen zijn positief, drukbelastingen zijn negatief

### 2.7 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] :  
 Reductie model :

-14,05  
 Safe (NEN)



### 2.8 Optionele Parameters

Volume gewicht water [kN/m³] : 9,81  
 Bovenbelasting [kN/m²] : 0,00

### 2.9 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

### 2.10 Rekenopties

Onderdruk verdichting  
 Het gebruik van verdichting dient volgens NEN 9097-1 te worden onderbouwd met behulp van na-sonderingen.  
 Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

Onderdruk waterover-/onderspanning

## 2.11 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :

- GEWI 250
- Schroefinjectie 250
- Schroefinjectie 450
- Schroefinjectie 550

Geselecteerde profielen :

- DKM001
- DKM002

Traject

- begin [m] : -22,50
- eind [m] : -27,50
- interval [m] : 2,50

### 3 Tension Piles (EC7-NL): Indicatie draagkracht

#### 3.1 Fouten en waarschuwingen

Bij paaltype GEWI 250 :

Vanwege het gebruik van een trillingsarm paaltype vindt de reductie van de conusweerstand in verband met ontgraven plaats volgens NEN 9097-1.

Bij paaltype Schroefinjectie 250 :

Vanwege het gebruik van een trillingsarm paaltype vindt de reductie van de conusweerstand in verband met ontgraven plaats volgens NEN 9097-1.

Bij paaltype Schroefinjectie 450 :

Vanwege het gebruik van een trillingsarm paaltype vindt de reductie van de conusweerstand in verband met ontgraven plaats volgens NEN 9097-1.

Bij paaltype Schroefinjectie 550 :

Vanwege het gebruik van een trillingsarm paaltype vindt de reductie van de conusweerstand in verband met ontgraven plaats volgens NEN 9097-1.

Bij het bekijken van de hierna gegeven resultaten dient er met de bovenstaande waarschuwingen rekening te worden gehouden.

#### 3.2 Opmerkingen

Bij de berekening van het kluitgewicht wordt de tophoek bepaald volgens NEN 9097-1.

#### 3.3 Rekenparameters

##### 3.3.1 Factoren Paal

|                                                                   |       |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| ksi3 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10a, bij N = 2) :      | 1,32  |
| ksi4 (NEN-EN 1997-1:2005, bijlage A, tabel 10a, bij N = 2) :      | 1,32  |
| Voor waarden gamma;var, zie PALENPLAN tabel                       |       |
| gamma;st factor volgens NEN-EN 1997-1 bijlage A.3.3.2 [-]         | 1,350 |
| gamma;gamma factor volgens NEN-EN 1997-1 bijlage A.3 tabel A2 [-] |       |
| Boven het ontgravingsniveau                                       | 1,0   |
| Beneden het ontgravingsniveau                                     | 1,1   |

##### 3.3.2 Paaltype : GEWI 250

|                                                                                                                                            |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem :                                                                                | Micro paal, enkele buis, afgeperst |
| Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei :                                                                                           | Volgens NEN 9097-1                 |
| Materiaaltype paal :                                                                                                                       | Beton                              |
| Paalvorm :                                                                                                                                 | Ronde paal                         |
| Paalafmetingen :                                                                                                                           |                                    |
| Diameter [m] :                                                                                                                             | 0,250                              |
| N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1. |                                    |

##### 3.3.3 Paaltype : Schroefinjectie 250

|                                                             |                               |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : | Micro paal, anker, geschroefd |
| Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei :            | Volgens NEN 9097-1            |
| Materiaaltype paal :                                        | Beton                         |
| Paalvorm :                                                  | Ronde paal                    |
| Paalafmetingen :                                            |                               |
| Diameter [m] :                                              | 0,250                         |

## D-Foundations 8.2

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

### 3.3.4 Paaltype : Schroefinjectie 450

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1

Materiaaltype paal : Beton

Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :

Diameter [m] : 0,450

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

### 3.3.5 Paaltype : Schroefinjectie 550

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) zand/grind/leem : Micro paal, anker, geschroefd

Paaltype voor uitvoeringsfactor (alpha;t) klei : Volgens NEN 9097-1

Materiaaltype paal : Beton

Paalvorm : Ronde paal

Paalafmetingen :

Diameter [m] : 0,550

N.B. : dit paaltype wordt beschouwd als een trillingsarme paal. Reductie i.v.m. installatie na ontgraving vindt plaats volgens NEN 9997-1.

## 3.4 Resultaten voor alle sonderingen

### 3.4.1 Overzicht bij paaltype : GEWI 250

#### 3.4.1.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 1
- o 10
- o 12
- o 3
- p 1
- p 25
- p 32
- p 8

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 184,22           | 185,43           | 184,22       | Ksi4                 |
| -25,00          | 335,35           | 335,83           | 335,35       | Ksi4                 |
| -27,50          | 480,37           | 481,04           | 480,37       | Ksi4                 |

#### 3.4.1.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 11
- o 2
- p 2
- p 26
- p 27
- p 28

p 29  
p 3  
p 30  
p 31  
p 4  
p 5  
p 6  
p 7

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 176,30           | 178,06           | 176,30       | Ksi4                 |
| -25,00          | 314,87           | 315,86           | 314,87       | Ksi4                 |
| -27,50          | 443,76           | 444,82           | 443,76       | Ksi4                 |

## 3.4.1.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

o 4  
o 6  
o 7  
o 9  
p 16  
p 17  
p 24  
p 9

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 175,52           | 177,32           | 175,52       | Ksi4                 |
| -25,00          | 312,86           | 313,88           | 312,86       | Ksi4                 |
| -27,50          | 440,24           | 441,31           | 440,24       | Ksi4                 |

## 3.4.1.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

o 5  
o 8  
p 10  
p 11  
p 12  
p 13  
p 14  
p 15  
p 18  
p 19  
p 20  
p 21  
p 22  
p 23

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 171,12           | 173,25           | 171,12       | Ksi4                 |
| -25,00          | 301,45           | 302,80           | 301,45       | Ksi4                 |
| -27,50          | 419,68           | 421,03           | 419,68       | Ksi4                 |

## 3.4.2 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 250

## 3.4.2.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

o 1

- o 10
- o 12
- o 3
- p 1
- p 25
- p 32
- p 8

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 138,84           | 139,85           | 138,84       | Ksi4                 |
| -25,00          | 254,63           | 255,14           | 254,63       | Ksi4                 |
| -27,50          | 367,39           | 368,08           | 367,39       | Ksi4                 |

#### 3.4.2.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14  
 Paalnamen in deze paalgroep

- o 11
- o 2
- p 2
- p 26
- p 27
- p 28
- p 29
- p 3
- p 30
- p 31
- p 4
- p 5
- p 6
- p 7

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 134,58           | 135,89           | 134,58       | Ksi4                 |
| -25,00          | 243,61           | 244,40           | 243,61       | Ksi4                 |
| -27,50          | 347,59           | 348,52           | 347,59       | Ksi4                 |

#### 3.4.2.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8  
 Paalnamen in deze paalgroep

- o 4
- o 6
- o 7
- o 9
- p 16
- p 17
- p 24
- p 9

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 134,16           | 135,49           | 134,16       | Ksi4                 |
| -25,00          | 242,51           | 243,32           | 242,51       | Ksi4                 |
| -27,50          | 345,64           | 346,57           | 345,64       | Ksi4                 |

#### 3.4.2.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14  
 Paalnamen in deze paalgroep

- o 5
- o 8
- p 10
- p 11
- p 12

p 13  
p 14  
p 15  
p 18  
p 19  
p 20  
p 21  
p 22  
p 23

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 131,81           | 133,32           | 131,81       | Ksi4                 |
| -25,00          | 236,42           | 237,41           | 236,42       | Ksi4                 |
| -27,50          | 334,66           | 335,74           | 334,66       | Ksi4                 |

### 3.4.3 Overzicht bij paalttype : Schroefinjectie 450

#### 3.4.3.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

o 1  
o 10  
o 12  
o 3  
p 1  
p 25  
p 32  
p 8

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 243,44           | 245,92           | 243,44       | Ksi4                 |
| -25,00          | 432,67           | 433,93           | 432,67       | Ksi4                 |
| -27,50          | 611,53           | 612,79           | 611,53       | Ksi4                 |

#### 3.4.3.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

o 11  
o 2  
p 2  
p 26  
p 27  
p 28  
p 29  
p 3  
p 30  
p 31  
p 4  
p 5  
p 6  
p 7

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 229,87           | 233,16           | 229,87       | Ksi4                 |
| -25,00          | 397,72           | 399,61           | 397,72       | Ksi4                 |
| -27,50          | 549,49           | 551,14           | 549,49       | Ksi4                 |

#### 3.4.3.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

o 4  
o 6  
o 7  
o 9  
p 16  
p 17  
p 24  
p 9

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 228,55           | 231,88           | 228,55       | Ksi4                 |
| -25,00          | 394,35           | 396,25           | 394,35       | Ksi4                 |
| -27,50          | 543,68           | 545,32           | 543,68       | Ksi4                 |

#### 3.4.3.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

o 5  
o 8  
p 10  
p 11  
p 12  
p 13  
p 14  
p 15  
p 18  
p 19  
p 20  
p 21  
p 22  
p 23

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 220,98           | 224,84           | 220,98       | Ksi4                 |
| -25,00          | 374,71           | 377,08           | 374,71       | Ksi4                 |
| -27,50          | 508,27           | 510,22           | 508,27       | Ksi4                 |

#### 3.4.4 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 550

##### 3.4.4.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

o 1  
o 10  
o 12  
o 3  
p 1  
p 25  
p 32  
p 8

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 293,72           | 296,99           | 293,72       | Ksi4                 |
| -25,00          | 513,84           | 515,34           | 513,84       | Ksi4                 |
| -27,50          | 719,55           | 720,90           | 719,55       | Ksi4                 |

##### 3.4.4.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

o 11

o 2  
p 2  
p 26  
p 27  
p 28  
p 29  
p 3  
p 30  
p 31  
p 4  
p 5  
p 6  
p 7

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 273,58           | 277,94           | 273,58       | Ksi4                 |
| -25,00          | 462,19           | 464,44           | 462,19       | Ksi4                 |
| -27,50          | 628,66           | 630,38           | 628,66       | Ksi4                 |

## 3.4.4.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

o 4  
o 6  
o 7  
o 9  
p 16  
p 17  
p 24  
p 9

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 271,64           | 276,04           | 271,64       | Ksi4                 |
| -25,00          | 457,32           | 459,56           | 457,32       | Ksi4                 |
| -27,50          | 620,53           | 622,20           | 620,53       | Ksi4                 |

## 3.4.4.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

o 5  
o 8  
p 10  
p 11  
p 12  
p 13  
p 14  
p 15  
p 18  
p 19  
p 20  
p 21  
p 22  
p 23

| PPN<br>[m R.N.] | Rt;d min<br>[kN] | Rt;d gem<br>[kN] | Rt;d<br>[kN] | Gebruikte Ksi<br>[-] |
|-----------------|------------------|------------------|--------------|----------------------|
| -22,50          | 260,33           | 265,48           | 260,33       | Ksi4                 |
| -25,00          | 427,93           | 430,75           | 427,93       | Ksi4                 |
| -27,50          | 567,46           | 569,41           | 567,46       | Ksi4                 |

### 3.5 TER INDICATIE: Resultaten bij gebruik Ksi3

#### 3.5.1 Overzicht bij paaltype : GEWI 250

##### 3.5.1.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 1
- o 10
- o 12
- o 3
- p 1
- p 25
- p 32
- p 8

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 184,22                     | 996,32             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 335,35                     | 1840,99            | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 480,37                     | 3092,37            | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 186,64                     | 1000,78            | 5,01                 | 1,52                                        |
| DKM002    | -25,00          | 336,31                     | 1847,73            | 6,48                 | 0,84                                        |
| DKM002    | -27,50          | 481,70                     | 3101,78            | 7,96                 | 0,58                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0125                    |

##### 3.5.1.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 11
- o 2
- p 2
- p 26
- p 27
- p 28
- p 29
- p 3
- p 30
- p 31
- p 4
- p 5
- p 6
- p 7

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 176,30                     | 626,91             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 314,87                     | 967,08             | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 443,76                     | 1408,94            | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 179,82                     | 628,58             | 5,01                 | 1,58                                        |
| DKM002    | -25,00          | 316,85                     | 969,32             | 6,48                 | 0,89                                        |
| DKM002    | -27,50          | 445,89                     | 1411,84            | 7,96                 | 0,63                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0125                    |

### 3.5.1.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 4
- o 6
- o 7
- o 9
- p 16
- p 17
- p 24
- p 9

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 175,52                     | 606,75             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 312,86                     | 939,10             | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 440,24                     | 1373,12            | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 179,12                     | 608,39             | 5,01                 | 1,58                                        |
| DKM002    | -25,00          | 314,90                     | 941,30             | 6,48                 | 0,89                                        |
| DKM002    | -27,50          | 442,39                     | 1375,99            | 7,96                 | 0,63                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0125                    |

### 3.5.1.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 5
- o 8
- p 10
- p 11
- p 12
- p 13
- p 14
- p 15
- p 18
- p 19
- p 20
- p 21
- p 22
- p 23

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 171,12                     | 384,36             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 301,45                     | 510,38             | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 419,68                     | 636,41             | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 175,39                     | 384,90             | 5,01                 | 1,62                                        |
| DKM002    | -25,00          | 304,15                     | 510,92             | 6,48                 | 0,93                                        |
| DKM002    | -27,50          | 422,38                     | 636,95             | 7,96                 | 0,67                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0110                 | 0,0110                          | 0,0125                    |

### 3.5.2 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 250

#### 3.5.2.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 1
- o 10
- o 12
- o 3
- p 1
- p 25
- p 32
- p 8

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 138,84                     | 996,32             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 254,63                     | 1840,99            | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 367,39                     | 3092,37            | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 140,87                     | 1000,78            | 5,01                 | 2,03                                        |
| DKM002    | -25,00          | 255,65                     | 1847,73            | 6,48                 | 1,11                                        |
| DKM002    | -27,50          | 368,78                     | 3101,78            | 7,96                 | 0,76                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

#### 3.5.2.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 11
- o 2
- p 2
- p 26
- p 27
- p 28
- p 29
- p 3
- p 30
- p 31
- p 4
- p 5
- p 6
- p 7

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 134,58                     | 626,91             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 243,61                     | 967,08             | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 347,59                     | 1408,94            | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 137,20                     | 628,58             | 5,01                 | 2,09                                        |
| DKM002    | -25,00          | 245,19                     | 969,32             | 6,48                 | 1,16                                        |
| DKM002    | -27,50          | 349,44                     | 1411,84            | 7,96                 | 0,81                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.2.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 4
- o 6
- o 7
- o 9
- p 16
- p 17
- p 24
- p 9

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 134,16                     | 606,75             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 242,51                     | 939,10             | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 345,64                     | 1373,12            | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 136,82                     | 608,39             | 5,01                 | 2,09                                        |
| DKM002    | -25,00          | 244,13                     | 941,30             | 6,48                 | 1,16                                        |
| DKM002    | -27,50          | 347,50                     | 1375,99            | 7,96                 | 0,81                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.2.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 5
- o 8
- p 10
- p 11
- p 12
- p 13
- p 14
- p 15
- p 18
- p 19
- p 20
- p 21
- p 22
- p 23

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 131,81                     | 384,36             | 5,01                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 236,42                     | 510,38             | 6,48                 | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 334,66                     | 636,41             | 7,96                 | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 134,82                     | 384,90             | 5,01                 | 2,12                                        |
| DKM002    | -25,00          | 238,39                     | 510,92             | 6,48                 | 1,19                                        |
| DKM002    | -27,50          | 336,82                     | 636,95             | 7,96                 | 0,84                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.3 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 450

#### 3.5.3.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 1
- o 10
- o 12
- o 3
- p 1
- p 25
- p 32
- p 8

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 243,44                     | 1043,27            | 16,23                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 432,67                     | 1914,18            | 21,01                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 611,53                     | 3198,11            | 25,78                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 248,40                     | 1047,87            | 16,23                | 2,14                                        |
| DKM002    | -25,00          | 435,18                     | 1921,07            | 21,01                | 1,20                                        |
| DKM002    | -27,50          | 614,06                     | 3207,71            | 25,78                | 0,84                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

#### 3.5.3.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 11
- o 2
- p 2
- p 26
- p 27
- p 28
- p 29
- p 3
- p 30
- p 31
- p 4
- p 5
- p 6
- p 7

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 229,87                     | 646,34             | 16,23                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 397,72                     | 993,82             | 21,01                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 549,49                     | 1444,56            | 25,78                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 236,45                     | 648,03             | 16,23                | 2,25                                        |
| DKM002    | -25,00          | 401,51                     | 996,09             | 21,01                | 1,30                                        |
| DKM002    | -27,50          | 552,79                     | 1447,51            | 25,78                | 0,94                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.3.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 4
- o 6
- o 7
- o 9
- p 16
- p 17
- p 24
- p 9

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 228,55                     | 625,87             | 16,23                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 394,35                     | 965,52             | 21,01                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 543,68                     | 1408,44            | 25,78                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 235,22                     | 627,53             | 16,23                | 2,27                                        |
| DKM002    | -25,00          | 398,16                     | 967,76             | 21,01                | 1,32                                        |
| DKM002    | -27,50          | 546,96                     | 1411,35            | 25,78                | 0,95                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.3.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 5
- o 8
- p 10
- p 11
- p 12
- p 13
- p 14
- p 15
- p 18
- p 19
- p 20
- p 21
- p 22
- p 23

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 220,98                     | 392,77             | 16,23                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 374,71                     | 519,79             | 21,01                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 508,27                     | 646,82             | 25,78                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 228,70                     | 393,30             | 16,23                | 2,34                                        |
| DKM002    | -25,00          | 379,45                     | 520,33             | 21,01                | 1,38                                        |
| DKM002    | -27,50          | 512,16                     | 647,35             | 25,78                | 1,02                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.4 Overzicht bij paaltype : Schroefinjectie 550

#### 3.5.4.1 Paalgroep 1

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 1
- o 10
- o 12
- o 3
- p 1
- p 25
- p 32
- p 8

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 293,72                     | 1068,02            | 24,25                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 513,84                     | 1952,42            | 31,38                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 719,55                     | 3253,01            | 38,52                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 300,25                     | 1072,68            | 24,25                | 2,20                                        |
| DKM002    | -25,00          | 516,83                     | 1959,39            | 31,38                | 1,25                                        |
| DKM002    | -27,50          | 722,24                     | 3262,70            | 38,52                | 0,89                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

#### 3.5.4.2 Paalgroep 2

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 11
- o 2
- p 2
- p 26
- p 27
- p 28
- p 29
- p 3
- p 30
- p 31
- p 4
- p 5
- p 6
- p 7

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 273,58                     | 656,90             | 24,25                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 462,19                     | 1008,29            | 31,38                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 628,66                     | 1463,73            | 38,52                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 282,29                     | 658,60             | 24,25                | 2,35                                        |
| DKM002    | -25,00          | 466,69                     | 1010,58            | 31,38                | 1,39                                        |
| DKM002    | -27,50          | 632,09                     | 1466,70            | 38,52                | 1,02                                        |

## D-Foundations 8.2

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.4.3 Paalgroep 3

Aantal palen in deze paalgroep : 8

Paalnamen in deze paalgroep

- o 4
- o 6
- o 7
- o 9
- p 16
- p 17
- p 24
- p 9

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 271,64                     | 636,27             | 24,25                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 457,32                     | 979,83             | 31,38                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 620,53                     | 1427,45            | 38,52                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 280,45                     | 637,95             | 24,25                | 2,37                                        |
| DKM002    | -25,00          | 461,79                     | 982,09             | 31,38                | 1,41                                        |
| DKM002    | -27,50          | 623,88                     | 1430,38            | 38,52                | 1,04                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

### 3.5.4.4 Paalgroep 4

Aantal palen in deze paalgroep : 14

Paalnamen in deze paalgroep

- o 5
- o 8
- p 10
- p 11
- p 12
- p 13
- p 14
- p 15
- p 18
- p 19
- p 20
- p 21
- p 22
- p 23

| Sondering | PPN<br>[m R.N.] | Rt;d<br>Indicatief<br>[kN] | Rt;kluit;d<br>[kN] | Paal gewicht<br>[kN] | Aandeel van klei<br>in de trekkracht<br>[%] |
|-----------|-----------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| DKM001    | -22,50          | 260,33                     | 397,68             | 24,25                | 0,00                                        |
| DKM001    | -25,00          | 427,93                     | 525,42             | 31,38                | 0,00                                        |
| DKM001    | -27,50          | 567,46                     | 653,16             | 38,52                | 0,00                                        |
| DKM002    | -22,50          | 270,63                     | 398,21             | 24,25                | 2,46                                        |
| DKM002    | -25,00          | 433,57                     | 525,94             | 31,38                | 1,51                                        |
| DKM002    | -27,50          | 571,37                     | 653,68             | 38,52                | 1,14                                        |

| Sondering | Alpha t gem.<br>totaal | Alpha t gem.<br>zand/grind/leem | Alpha t gem.<br>klei/veen |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| DKM001    | 0,0080                 | 0,0080                          | 0,0000                    |
| DKM002    | 0,0081                 | 0,0080                          | 0,0125                    |

## Einde Rapport

## Berekening van KLH bij toepassing van expansiekussens

|         |
|---------|
| invoer  |
| uitvoer |

| grond                                         |        |                   |
|-----------------------------------------------|--------|-------------------|
| KLH <sub>grond</sub>                          | 0,0094 | N/mm <sup>3</sup> |
| partiele factor                               | 1,00   | -                 |
| KLH <sub>grond</sub> bij p <sub>f</sub> = 1,0 | 0,0094 | N/mm <sup>3</sup> |

| kussen         |     |                   |
|----------------|-----|-------------------|
| indrukspanning | 100 | kPa               |
|                | 0,1 | N/mm <sup>2</sup> |
| kussendikte    | 40  | mm                |
| indruk%        | 50% | -                 |

| Diameters |       |    |
|-----------|-------|----|
| Du        | 323,9 | mm |
| Diso      | 450,0 | mm |

| 1 kussen              |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 20     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,005  | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0040 | N/mm <sup>3</sup> |

| 2 kussens             |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 40     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,0025 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0025 | N/mm <sup>3</sup> |

| 3 kussens             |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 60     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,0017 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0019 | N/mm <sup>3</sup> |

opm.: KLH<sub>grond</sub> incl Do/De verhouding

| Eindresultaat                                |        |                   |
|----------------------------------------------|--------|-------------------|
| KLH <sub>totaal</sub> - 1 kussen bij pf=1,0  | 0,0040 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 1 kussen bij pf=pf   | 0,0040 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 2 kussens bij pf=1,0 | 0,0025 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 2 kussens bij pf=pf  | 0,0025 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 3 kussens bij pf=1,0 | 0,0019 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 3 kussens bij pf=pf  | 0,0019 | N/mm <sup>3</sup> |

## Berekening van KLH bij toepassing van expansiekussens

|         |
|---------|
| invoer  |
| uitvoer |

| grond                                         |        |                   |
|-----------------------------------------------|--------|-------------------|
| KLH <sub>grond</sub>                          | 0,0183 | N/mm <sup>3</sup> |
| partiele factor                               | 1,00   | -                 |
| KLH <sub>grond</sub> bij p <sub>f</sub> = 1,0 | 0,0183 | N/mm <sup>3</sup> |

| kussen         |     |                   |
|----------------|-----|-------------------|
| indrukspanning | 100 | kPa               |
|                | 0,1 | N/mm <sup>2</sup> |
| kussendikte    | 40  | mm                |
| indruk%        | 50% | -                 |

| Diameters |       |    |
|-----------|-------|----|
| Du        | 323,9 | mm |
| Diso      | 450,0 | mm |

| 1 kussen              |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 20     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,005  | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0050 | N/mm <sup>3</sup> |

| 2 kussens             |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 40     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,0025 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0029 | N/mm <sup>3</sup> |

| 3 kussens             |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 60     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,0017 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0021 | N/mm <sup>3</sup> |

opm.: KLH<sub>grond</sub> incl Do/De verhouding

| Eindresultaat                                |        |                   |
|----------------------------------------------|--------|-------------------|
| KLH <sub>totaal</sub> - 1 kussen bij pf=1,0  | 0,0050 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 1 kussen bij pf=pf   | 0,0050 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 2 kussens bij pf=1,0 | 0,0029 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 2 kussens bij pf=pf  | 0,0029 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 3 kussens bij pf=1,0 | 0,0021 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 3 kussens bij pf=pf  | 0,0021 | N/mm <sup>3</sup> |

## Berekening van KLH bij toepassing van expansiekussens

|         |
|---------|
| invoer  |
| uitvoer |

| grond                                         |        |                   |
|-----------------------------------------------|--------|-------------------|
| KLH <sub>grond</sub>                          | 0,0059 | N/mm <sup>3</sup> |
| partiele factor                               | 1,00   | -                 |
| KLH <sub>grond</sub> bij p <sub>f</sub> = 1,0 | 0,0059 | N/mm <sup>3</sup> |

| kussen         |     |                   |
|----------------|-----|-------------------|
| indrukspanning | 100 | kPa               |
|                | 0,1 | N/mm <sup>2</sup> |
| kussendikte    | 40  | mm                |
| indruk%        | 50% | -                 |

| Diameters |       |    |
|-----------|-------|----|
| Du        | 812,0 | mm |
| Diso      | 812,0 | mm |

| 1 kussen              |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 20     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,005  | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0027 | N/mm <sup>3</sup> |

| 2 kussens             |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 40     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,0025 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0018 | N/mm <sup>3</sup> |

| 3 kussens             |        |                   |
|-----------------------|--------|-------------------|
| ingedrukte dikte      | 60     | mm                |
| KLH <sub>kussen</sub> | 0,0017 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> | 0,0013 | N/mm <sup>3</sup> |

opm.: KLH<sub>grond</sub> incl Do/De verhouding

| Eindresultaat                                |        |                   |
|----------------------------------------------|--------|-------------------|
| KLH <sub>totaal</sub> - 1 kussen bij pf=1,0  | 0,0027 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 1 kussen bij pf=pf   | 0,0027 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 2 kussens bij pf=1,0 | 0,0018 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 2 kussens bij pf=pf  | 0,0018 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 3 kussens bij pf=1,0 | 0,0013 | N/mm <sup>3</sup> |
| KLH <sub>totaal</sub> - 3 kussens bij pf=pf  | 0,0013 | N/mm <sup>3</sup> |

## Bepaling verstoringszone vloeistofleiding

Conform NEN 3651:2012

Versie 2.2, d.d. 09-01-2014



**Project:** DO GFT onder de A10  
**Opdrachtgever:** Nuon Warmte  
**Ordernummer:** T47216.00  
**Case:** DN300  
**Datum:** 17 september 2014

### Leidinggegevens

Uitwendige leidingdiameter  $D_u$  = 323,9 mm  
Wanddikte leiding  $t$  = 7,1 mm  
Dikte inwendige bekleding  $t_b$  = 0 mm  
Inwendige diameter  $D_i$  = 0,310 m

### Opmerkingen

### Gatgegevens

Type lek = guillotine

Oppervlakte uitstroomopening  $A$  = 0,0753 m<sup>2</sup>

### Grondgegevens

Gronddekking op de kruin van leiding  $H_{dek}$  = 1 m

Aanname:

- er is uitgegaan van zand i.v.m. de lage erosiebestendigheid van zand
- parabolische verlopende Q-H kromme voor de pomp

### Constanten

Valversnelling  $g$  = 9,81 m/s<sup>2</sup>  
Afvoercoëfficiënt  $\mu$  = 0,5 -

### Bedrijfsgegevens

Maximale bedrijfsdruk (t.p.v. gat)  $p_o$  = 25 barg  
Dichtheid vloeistof  $\rho$  = 998 kg/m<sup>3</sup>  
Stroomsnelheid vloeistof  $v$  = 2,5 m/s

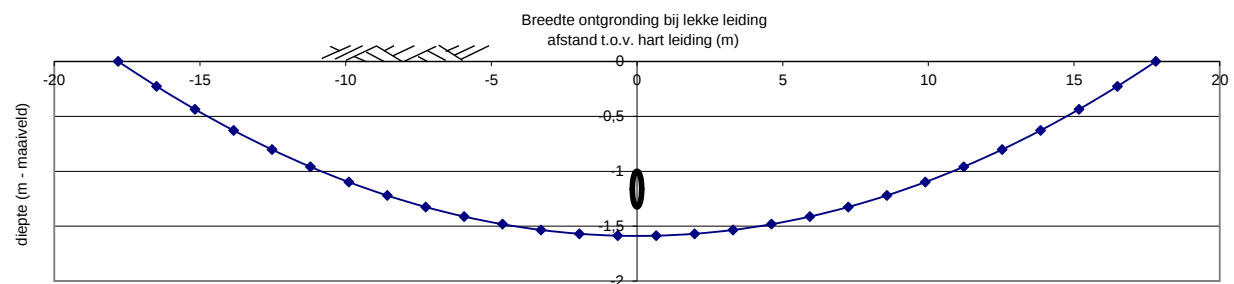
Maximale drukhoogte (t.p.v. gat)  $h$  = 255 mwk  
Debiet door gat  $Q$  = 0,377 m<sup>3</sup>/s  
Hydraulisch vermogen uitstroming  $P$  = 941634 W

### Erosiekrater

Halve breedte erosiekrater  $R_B$  = 17,80 m  
Halve lengte erosiekrater  $R_L$  = 35,61 m  
Diepte erosiekrater  $D_K$  = 1,59 m

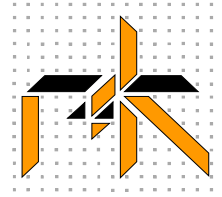
Loodrecht op de leiding

Parallel aan de leiding



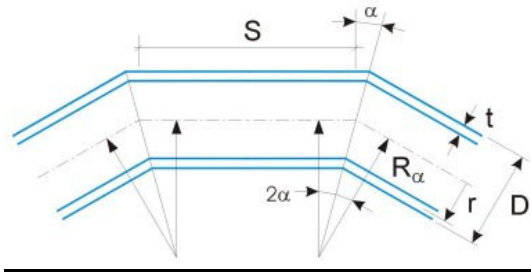
## Bochtstijfheidsfactor k en spanningverhogingsfactoren i

(volgens bijlage D.6 van NEN 3650-1:2003/A1:2006)



### Mijterbochten

### Gladde bochten



Wideness  $W = r (1 + \tan \alpha)$

$S \geq W$   
(widely spaced)

$S < W$   
(closely spaced)

$$R = \frac{r}{2} (1 + \cot \alpha)$$

$$R = \frac{S}{2} \cot \alpha$$

$$h_m = \frac{1 + \cot \alpha}{2} \cdot \frac{d_n}{r}$$

$$h_m = \frac{\cot \alpha}{2} \cdot \frac{d_n S}{r^2}$$

$$h_g = \frac{d_n R}{r^2}$$

$$k_m = \frac{1.52}{h_m^{5/6}}$$

$$k_g = \frac{1.65}{h_g}$$

$$i_{xm} = \frac{0.9}{h_m^{2/3}} \quad (\text{in plane})$$

$$i_{xg} = \frac{0.9}{h_g^{2/3}}$$

$$i_{xm} = \frac{0.75}{h_m^{2/3}} \quad (\text{out of plane})$$

Voor tangentieel flexibel isotroop materiaal:

$$i_{ym} = \frac{1.8}{h_m^{2/3}}$$

$$i_{yg} = \frac{1.8}{h_g^{2/3}}$$

Berekening equivalente gladde bochtstraal in geval van een mijterbocht, uitgaande van een gelijke bochtstijfheidsfactor k.

$$k_m = k_g \rightarrow \frac{1.52}{h_m^{5/6}} = \frac{1.65}{h_g} \rightarrow h_m = \left( \frac{1.52}{1.65} h_g \right)^{6/5} = \frac{1 + \cot \alpha}{2} \cdot \frac{d_n}{r} \quad (\text{widely spaced}) \quad (1)$$

$$\text{Substitutie van } h_g \text{ in (1):} \rightarrow \left( \frac{1.52}{1.65} \frac{d_n R}{r^2} \right)^{6/5} = \frac{1 + \cot \alpha}{2} \cdot \frac{d_n}{r}$$

$$\text{Na uitwerking:} \rightarrow R = \frac{1.65}{1.52} \left( \frac{1 + \cot \alpha}{2} \right)^{5/6} \left( \frac{r}{d_n} \right)^{1/6} r \quad (\text{widely spaced})$$

Idem voor closely spaced mijterbochten:

$$k_m = k_g \rightarrow \frac{1.52}{h_m^{5/6}} = \frac{1.65}{h_g} \rightarrow h_m = \left( \frac{1.52}{1.65} h_g \right)^{6/5} = \frac{\cot \alpha}{2} \cdot \frac{d_n S}{r^2} \quad (\text{closely spaced}) \quad (2)$$

$$\text{Substitutie van } h_g \text{ in (2):} \rightarrow \left( \frac{1.52 d_n R}{1.65 r^2} \right)^{6/5} = \frac{\cot \alpha}{2} \frac{d_n S}{r^2}$$

$$\text{Na uitwerking:} \rightarrow R = \frac{1.65}{1.52} \left( \frac{\cot \alpha}{2} \right)^{5/6} \left( \frac{r}{d_n} \right)^{1/6} r^{1/6} S^{5/6} \quad (\text{closely spaced})$$

Indien er een inwendige druk in de leiding aanwezig is, worden de factoren  $k$ ,  $i_x$  en  $i_y$  gereduceerd volgens bijlage D.6.5 van NEN 3650-1:2003 (rerounding effect).

De spanningverhogingsfactor  $i_x$  is voor beide bochttypen in-plane gelijk. Out-of-plane is de factor voor mijterbochten lager dan voor gladde bochten. Bij rekenen met gladde bochten en een equivalente bochtstraal – zoals in PLE gebeurt – blijft men dus aan de conservatieve = veilige kant. Er moet dan nog wel een correctie plaatsvinden, omdat bij gladde bochten de formule van  $i_x$  met  $h_g$  wordt toegepast, terwijl bij een mijterbocht van  $h_m$  moet worden uitgegaan. De in PLE in het NEN-moduul berekende waarden voor SIX en SIF in tabel BENDFAC zijn gebaseerd op de formule van  $i_x$  met  $h_g$ . De correctie kan plaatsvinden door het gebruik van de juiste spanningwegingsfactoren in tabel SWEIGH als volgt:

$$\text{Voor SXUBH:} \quad \text{SIX}_{\text{corr.}} = \frac{i_{xm} - 1}{i_{xg} - 1} = \frac{i_{xm} - 1}{\text{SIX} - 1}$$

$$\text{Voor SFIOH en SXIOH:} \quad \text{SIF}_{\text{corr.}} = \frac{i_{ym}}{i_{yg}} = \frac{i_{ym}}{\text{SIF}}$$

Het ligt in de bedoeling om een mijterbocht als bochttype in PLE in te bouwen, zodat men niet meer zelf de equivalente bochtstraal hoeft te berekenen en in te voeren. Ook de juiste spanningverhogingsfactoren zullen dan toegepast worden.

**N.B.!** Deze afleiding geldt, indien in PLE van de NEN3650 berekeningsoptie wordt gebruik gemaakt.

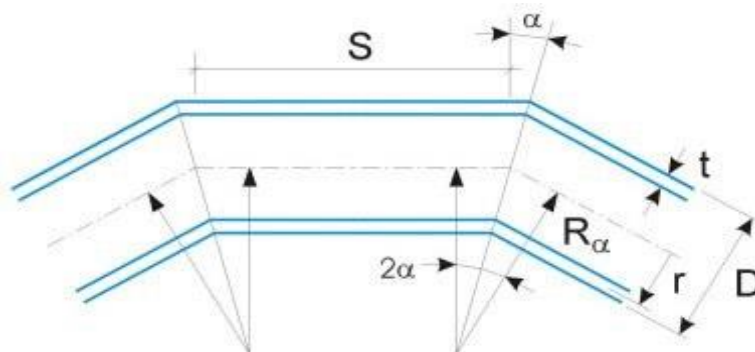
# WEEGFACTOREN EN VERVANGENDE BOCHTSTRAAL MIJTERBOCHTEN

Tebodin Consultants & Engineers

Conform NEN 3650-1:2012, paragraaf D.6



Project: DO GFT A10 SIS (Oostelijke Kruising)  
Opdrachtgever: Nuon Warmte  
Ordernummer: T47216.00  
Case: 2,5D onderbochten SIS  
Datum: 25 september 2014



## Invoer

|                                    |              |   |                        |
|------------------------------------|--------------|---|------------------------|
| Locatie bocht                      |              |   | <b>K-8a &amp; K-9a</b> |
| Uitwendige diameter mantelbuis SIS | $D_e$        | = | 812,8 mm               |
| Wanddikte mantelbuis SIS           | $d_n$        | = | 8 mm                   |
| Gemiddelde straal van de leiding   | $r_g$        | = | 402,4 mm               |
| Bochtstraal mediumvoerende buis    | $R_{medium}$ | = | 809,75 mm              |
| Knikhoek                           | $2\alpha$    | = | 15 °                   |
| Afstand tussen twee lassen         | $S$          | = | 213 mm                 |
| Wideness                           | $W$          | = | 455,4 mm               |

## Uitvoer

|                         |          |   |         |
|-------------------------|----------|---|---------|
| Vervangende bochtstraal | $R_{eq}$ | = | 1502 mm |
|-------------------------|----------|---|---------|

## Factoren voor gladde bochten

|                                            |           |   |            |
|--------------------------------------------|-----------|---|------------|
| Flexibiliteitskarakteristiek               | $h_g$     | = | 0,07419691 |
| Flexibiliteitsfactor                       | $k_g$     | = | 22,2381232 |
| Spanningsverhogingsfactor                  | $i_{x,g}$ | = | 5,09704695 |
| Spanningsverhogingsfactor in langsrichting | $i_{y,g}$ | = | 10,1940939 |

## Factoren voor mijterbochten

|                                                             |           |   |          |
|-------------------------------------------------------------|-----------|---|----------|
| Flexibiliteitskarakteristiek                                | $h_m$     | = | 0,03997  |
| Flexibiliteitsfactor                                        | $k_m$     | = | 22,23812 |
| Spanningsverhogingsfactor in axiale richting (in plane)     | $i_{x,m}$ | = | 7,69921  |
| Spanningsverhogingsfactor in axiale richting (out of plane) | $i_{x,m}$ | = | 6,41601  |
| Spanningsverhogingsfactor in langsrichting                  | $i_{y,m}$ | = | 15,39842 |

## Invoer PLE (SWEIGH)

|        |   |      |
|--------|---|------|
| SXUBH  | = | 1,64 |
| SXIOSH | = | 1,51 |
| SFIOSH | = | 1,51 |

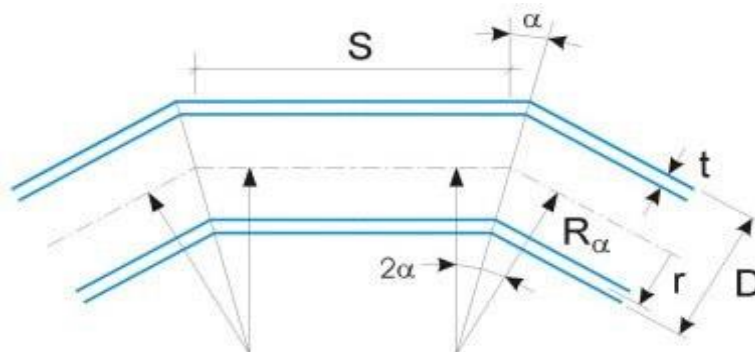
# WEEGFACTOREN EN VERVANGENDE BOCHTSTRAAL MIJTERBOCHTEN

Tebodin Consultants & Engineers

Conform NEN 3650-1:2012, paragraaf D.6



Project: DO GFT A10 SIS (Oostelijke Kruising)  
Opdrachtgever: Nuon Warmte  
Ordernummer: T47216.00  
Case: 2,5D bovenbochten SIS  
Datum: 25 september 2014



## Invoer

|                                    |              |   |                           |
|------------------------------------|--------------|---|---------------------------|
| Locatie bocht                      |              |   | <b>K-8, K-9 &amp; K10</b> |
| Uitwendige diameter mantelbuis SIS | $D_e$        | = | 609,6 mm                  |
| Wanddikte mantelbuis SIS           | $d_n$        | = | 9,5 mm                    |
| Gemiddelde straal van de leiding   | $r_g$        | = | 300,05 mm                 |
| Bochtstraal mediumvoerende buis    | $R_{medium}$ | = | 809,75 mm                 |
| Knikhoek                           | $2\alpha$    | = | 15 °                      |
| Afstand tussen twee lassen         | $S$          | = | 213 mm                    |
| Wideness                           | $W$          | = | 339,6 mm                  |

## Uitvoer

|                         |          |   |         |
|-------------------------|----------|---|---------|
| Vervangende bochtstraal | $R_{eq}$ | = | 1323 mm |
|-------------------------|----------|---|---------|

## Factoren voor gladde bochten

|                                            |           |   |            |
|--------------------------------------------|-----------|---|------------|
| Flexibiliteitskarakteristiek               | $h_g$     | = | 0,13964361 |
| Flexibiliteitsfactor                       | $k_g$     | = | 11,8157932 |
| Spanningsverhogingsfactor                  | $i_{x,g}$ | = | 3,34370895 |
| Spanningsverhogingsfactor in langsrichting | $i_{y,g}$ | = | 6,68741789 |

## Factoren voor mijterbochten

|                                                             |           |   |          |
|-------------------------------------------------------------|-----------|---|----------|
| Flexibiliteitskarakteristiek                                | $h_m$     | = | 0,08536  |
| Flexibiliteitsfactor                                        | $k_m$     | = | 11,81579 |
| Spanningsverhogingsfactor in axiale richting (in plane)     | $i_{x,m}$ | = | 4,64235  |
| Spanningsverhogingsfactor in axiale richting (out of plane) | $i_{x,m}$ | = | 3,86863  |
| Spanningsverhogingsfactor in langsrichting                  | $i_{y,m}$ | = | 9,28470  |

## Invoer PLE (SWEIGH)

|        |   |      |
|--------|---|------|
| SXUBH  | = | 1,55 |
| SXIOSH | = | 1,39 |
| SFIOSH | = | 1,39 |

**ORIGIN - Pipeline origin**

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:2

|   | IDENT | X-S | Y-S | Z-S   | SNODE | SAX-L | SAX-LP |
|---|-------|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
|   |       | mm  | mm  | mm    |       | mm    | mm     |
| 1 | start | 0   | 0   | -2740 |       |       |        |

**POLYDIF - Pipeline polygon points**

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:37

|    | IDENT    | DX-N    | DY-N   | Z-N    | BENDRAD | ETYP    | BEND_EL | PIPE_EL | EXT |
|----|----------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|
|    |          | mm      | mm     | mm     | mm      |         | mm      | mm      |     |
| 1  | kn3_1    | 3000    | 0      | -2740  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 2  | kn4_1    | 0       | 9000   | -2740  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 3  | eb1_1    | 15500   | 0      | -2740  | 324000  | Elastic | 108     | 1000    | 20  |
| 4  | eb2_1    | 18700   | 0      | -1660  | 324000  | Elastic | 108     | 1000    | 20  |
| 5  | kn5_1    | 74750   | 0      | -1660  | 810     |         | 108     | 2000    | 20  |
| 6  | IK1      | 0       | 8875   | -2470  | 0       |         |         | 500     |     |
| 7  | kn6_1    | 0       | 8875   | -3280  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 8  | kn7_1    | 10450   | 0      | -3280  | 810     |         | 108     | 1000    | 20  |
| 9  | VPS-SIS  | 0       | 5825   | -3280  | 0       |         |         | 500     |     |
| 10 | kn8_1    | 0       | 5825   | -3280  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 11 | kn8a_1   | 0       | 0      | -11400 | 810     |         | 108     | 100     | 20  |
| 12 | kn9a_1   | 217500  | 0      | -11400 | 810     |         | 108     | 3000    | 20  |
| 13 | kn9_1    | 0       | 0      | 600    | 810     |         | 108     | 100     | 20  |
| 14 | kn10_1   | 0       | -7610  | 600    | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 15 | SIS-VPS  | 6000    | 0      | 600    | 0       |         |         | 500     |     |
| 16 | IK2      | 6000    | 0      | 600    | 0       |         |         | 500     |     |
| 17 | kn11_1   | 29150   | 0      | 600    | 810     |         | 108     | 1000    | 20  |
| 18 | kn12_1   | 0       | 7000   | 600    | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 19 | kn13_1   | 10000   | 0      | 600    | 810     |         | 108     | 1000    | 20  |
| 20 | end      | 10516   | 19778  | 600    | 0       |         |         | 1000    |     |
| 21 | m_start  | -279166 | -24993 | -3280  |         | Weak    |         |         |     |
| 22 | mkn8_1   | 0       | 5825   | -3280  | 1323    |         | 108     | 500     | 20  |
| 23 | mred1_s  | 0       | 0      | -5280  | 0       |         |         | 100     |     |
| 24 | mred1_e  | 0       | 0      | -5390  | 0       |         |         | 100     |     |
| 25 | k2mkn8a1 | 0       | 0      | -7400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 26 | k3mkn8a1 | 0       | 0      | -9400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 27 | mkn8a_1  | 0       | 0      | -11400 | 1502    |         | 108     | 100     | 20  |
| 28 | k4mkn8a1 | 2000    | 0      | -11400 | 0       |         |         | 500     |     |
| 29 | mred2_s  | 250     | 0      | -11400 | 0       |         |         | 100     |     |
| 30 | mred2_e  | 1000    | 0      | -11400 | 0       |         |         | 500     |     |
| 31 | mred3_s  | 211000  | 0      | -11400 | 0       |         |         | 3000    |     |
| 32 | mred3_e  | 1000    | 0      | -11400 | 0       |         |         | 500     |     |
| 33 | k3mkn9a1 | 250     | 0      | -11400 | 0       |         |         | 100     |     |
| 34 | mkn9a_1  | 2000    | 0      | -11400 | 1502    |         | 108     | 500     | 20  |
| 35 | k4mkn9a1 | 0       | 0      | -9400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 36 | k5mkn9a1 | 0       | 0      | -7400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 37 | k6mkn9a1 | 0       | 0      | -5400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 38 | mred4_s  | 0       | 0      | -2400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 39 | mred4_e  | 0       | 0      | -1400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 40 | mkn9_1   | 0       | 0      | 600    | 1323    |         | 108     | 100     | 20  |
| 41 | mkn10_1  | 0       | -7610  | 600    | 1323    |         | 108     | 500     | 20  |
| 42 | m_end    | 6000    | 0      | 600    | 0       |         |         | 500     |     |

**SUPPORT - External supports specifications**

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:7

|   | IDENT   | S-AX-L | COSYS | SUPREF | SUPLENG | SUPANGLE | ADDED | DISTANCE |
|---|---------|--------|-------|--------|---------|----------|-------|----------|
|   |         | mm     |       |        | mm      | °        |       | mm       |
| 1 | VPS-SIS | 2912,5 | Local | roller |         |          |       |          |
| 2 | kn8a_1  | 6250   | Local | roller |         |          | 27    | 7500     |
| 3 | kn9_1   | 3800   | Local | roller |         |          |       |          |
| 4 | kn10_1  | 3000   | Local | roller |         |          |       |          |
| 5 | m_start | 2912,5 | Local | dummy  |         |          |       |          |
| 6 | mkn8a_1 | 6250   | Local | dummy  |         |          | 27    | 7500     |
| 7 | mkn9_1  | 3800   | Local | dummy  |         |          |       |          |
| 8 | mkn10_1 | 3000   | Local | dummy  |         |          |       |          |

**ADIDENT - Additional idents**

|    | AX-LP  | NEWIDENT |
|----|--------|----------|
|    | mm     |          |
| 1  | 14000  | k1kn4    |
| 2  | 16000  | k2kn4    |
| 3  | 18000  | k3kn4    |
| 4  | 114950 | k1kn5    |
| 5  | 116950 | k2kn5    |
| 6  | 118950 | k3kn5    |
| 7  | 122950 | k4kn5    |
| 8  | 124950 | k5kn5    |
| 9  | 126950 | k6kn5    |
| 10 | 421060 | k1kn11   |
| 11 | 423060 | k2kn11   |
| 12 | 425060 | k3kn11   |
| 13 | 429060 | k4kn11   |
| 14 | 432060 | k1kn12   |
| 15 | 436060 | k2kn12   |
| 16 | 438060 | k3kn12   |
| 17 | 440060 | k1kn13   |
| 18 | 442060 | k2kn13   |
| 19 | 446060 | k3kn13   |
| 20 | 448060 | k4kn13   |
| 21 | 450060 | k5kn13   |
| 22 | 467685 | OK_s     |
| 23 | 476035 | OK_e     |
| 24 | 681035 | PK_e     |
| 25 | 689285 | PK_s     |
| 26 | 689485 | setls    |
| 27 | 405910 | 3650_e   |
| 28 | 70950  | 3650_s   |
| 29 | 502285 | A10-z1   |
| 30 | 519285 | A10-z2   |
| 31 | 563285 | NS-1     |
| 32 | 603285 | NS-2     |
| 33 | 608285 | Met-1    |
| 34 | 643285 | Met-2    |
| 35 | 648285 | A10-n1   |
| 36 | 668285 | A10-n2   |

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:6

**GROUPS - Element groups**

|   | Start Identifier | End Identifier | NAME   |
|---|------------------|----------------|--------|
|   |                  |                |        |
| 1 | start            | VPS-SIS        | VPS    |
| 2 | VPS-SIS          | SIS-VPS        | medium |
| 3 | SIS-VPS          | end            | VPS    |
| 4 | m_start          | m_end          | mantel |

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:2

**SHAPEP - Polygon point data**

|    | IDENT   | X       | Y      | Z       | BEND  | H_BEND | V_BEND | RADIUS  |
|----|---------|---------|--------|---------|-------|--------|--------|---------|
|    |         | mm      | mm     | mm      | °     | °      | °      | mm      |
| 1  | start   | 0       | 0      | -2.740  |       |        | 90,00  |         |
| 2  | kn3_1   | 3.000   | 0      | -2.740  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 3  | kn4_1   | 3.000   | 9.000  | -2.740  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 4  | eb1_1   | 18.500  | 9.000  | -2.740  | 3,31  | 0,00   | 86,69  | 324.000 |
| 5  | eb2_1   | 37.200  | 9.000  | -1.660  | 3,31  | 0,00   | 90,00  | 324.000 |
| 6  | kn5_1   | 111.950 | 9.000  | -1.660  | 90,00 | 90,00  | 95,21  | 810     |
| 7  | IK1     | 111.950 | 17.875 | -2.470  | 0,00  | 0,00   | 95,21  | 0       |
| 8  | kn6_1   | 111.950 | 26.750 | -3.280  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 9  | kn7_1   | 122.400 | 26.750 | -3.280  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 10 | VPS-SIS | 122.400 | 32.575 | -3.280  | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0       |
| 11 | kn8_1   | 122.400 | 38.400 | -3.280  | 90,00 |        | 180,00 | 810     |
| 12 | kn8a_1  | 122.400 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 90,00  | 810     |
| 13 | kn9a_1  | 339.900 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 0,00   | 810     |
| 14 | kn9_1   | 339.900 | 38.400 | 600     | 90,00 |        | 90,00  | 810     |
| 15 | kn10_1  | 339.900 | 30.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 16 | SIS-VPS | 345.900 | 30.790 | 600     | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0       |
| 17 | IK2     | 351.900 | 30.790 | 600     | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0       |

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:43

## SHAPEP - Polygon point data

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT    | X       | Y      | Z       | BEND  | H_BEND | V_BEND | RADIUS |
|----|----------|---------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|
|    |          | mm      | mm     | mm      | °     | °      | °      | mm     |
| 18 | kn11_1   | 381.050 | 30.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810    |
| 19 | kn12_1   | 381.050 | 37.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810    |
| 20 | kn13_1   | 391.050 | 37.790 | 600     | 62,00 | 62,00  | 90,00  | 810    |
| 21 | end      | 401.566 | 57.568 | 600     |       |        |        |        |
| 22 | m_start  | 122.400 | 32.575 | -3.280  |       |        | 90,00  |        |
| 23 | mkn8_1   | 122.400 | 38.400 | -3.280  | 90,00 |        | 180,00 | 1.323  |
| 24 | mred1_s  | 122.400 | 38.400 | -5.280  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 25 | mred1_e  | 122.400 | 38.400 | -5.390  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 26 | k2mkn8a1 | 122.400 | 38.400 | -7.400  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 27 | k3mkn8a1 | 122.400 | 38.400 | -9.400  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 28 | mkn8a_1  | 122.400 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 90,00  | 1.502  |
| 29 | k4mkn8a1 | 124.400 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 30 | mred2_s  | 124.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 31 | mred2_e  | 125.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 32 | mred3_s  | 336.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 33 | mred3_e  | 337.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 34 | k3mkn9a1 | 337.900 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 35 | mkn9a_1  | 339.900 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 0,00   | 1.502  |
| 36 | k4mkn9a1 | 339.900 | 38.400 | -9.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 37 | k5mkn9a1 | 339.900 | 38.400 | -7.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 38 | k6mkn9a1 | 339.900 | 38.400 | -5.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 39 | mred4_s  | 339.900 | 38.400 | -2.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 40 | mred4_e  | 339.900 | 38.400 | -1.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 41 | mkn9_1   | 339.900 | 38.400 | 600     | 90,00 |        | 90,00  | 1.323  |
| 42 | mkn10_1  | 339.900 | 30.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 1.323  |
| 43 | m_end    | 345.900 | 30.790 | 600     |       |        |        |        |

## SHAPEB - Bend location data

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT    | M-X        | M-Y        | M-Z           | T1-X       | T1-Y      | T1-Z        | T2-X       | T2-Y       | T2-Z        |
|----|----------|------------|------------|---------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
|    |          | mm         | mm         | mm            | mm         | mm        | mm          | mm         | mm         | mm          |
| 1  | start    | 0          | 0          | -2.740,000    | 0          | 0         | -2.740,000  | 0          | 0          | -2.740,000  |
| 2  | kn3_1    | 2.190,00   | 810,000    | -2.740,000    | 2.190,00   | 0         | -2.740,000  | 3.000,00   | 810,000    | -2.740,000  |
| 3  | kn4_1    | 3.810,00   | 8.190,000  | -2.740,000    | 3.000,00   | 8.190,00  | -2.740,000  | 3.810,00   | 9.000,000  | -2.740,000  |
| 4  | eb1_1    | 9.151,64   | 9.000,000  | 321.260,000   | 9.151,64   | 9.000,00  | -2.740,000  | 27.832,81  | 9.000,000  | -2.200,993  |
| 5  | eb2_1    | 46.548,36  | 9.000,000  | -325.660,0... | 27.867,19  | 9.000,00  | -2.199,007  | 46.548,36  | 9.000,000  | -1.660,000  |
| 6  | kn5_1    | 111.140,00 | 9.806,647  | -1.733,621    | 111.140,00 | 9.000,00  | -1.660,000  | 111.950,00 | 9.806,647  | -1.733,621  |
| 7  | IK1      | 111.950,00 | 17.875,000 | -2.470,000    | 111.950,00 | 17.875,00 | -2.470,000  | 111.950,00 | 17.875,000 | -2.470,000  |
| 8  | kn6_1    | 112.760,00 | 25.943,353 | -3.206,379    | 111.950,00 | 25.943,35 | -3.206,379  | 112.760,00 | 26.750,000 | -3.280,000  |
| 9  | kn7_1    | 121.590,00 | 27.560,000 | -3.280,000    | 121.590,00 | 26.750,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 27.560,000 | -3.280,000  |
| 10 | VPS-SIS  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000    | 122.400,00 | 32.575,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000  |
| 11 | kn8_1    | 122.400,00 | 37.590,000 | -4.090,000    | 122.400,00 | 37.590,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -4.090,000  |
| 12 | kn8a_1   | 123.210,00 | 38.400,000 | -10.590,000   | 122.400,00 | 38.400,00 | -10.590,000 | 123.210,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 13 | kn9a_1   | 339.090,00 | 38.400,000 | -10.590,000   | 339.090,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -10.590,000 |
| 14 | kn9_1    | 339.900,00 | 37.590,000 | -210,000      | 339.900,00 | 38.400,00 | -210,000    | 339.900,00 | 37.590,000 | 600,000     |
| 15 | kn10_1   | 340.710,00 | 31.600,000 | 600,000       | 339.900,00 | 31.600,00 | 600,000     | 340.710,00 | 30.790,000 | 600,000     |
| 16 | SIS-VPS  | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000       | 345.900,00 | 30.790,00 | 600,000     | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000     |
| 17 | IK2      | 351.900,00 | 30.790,000 | 600,000       | 351.900,00 | 30.790,00 | 600,000     | 351.900,00 | 30.790,000 | 600,000     |
| 18 | kn11_1   | 380.240,00 | 31.600,000 | 600,000       | 380.240,00 | 30.790,00 | 600,000     | 381.050,00 | 31.600,000 | 600,000     |
| 19 | kn12_1   | 381.860,00 | 36.980,000 | 600,000       | 381.050,00 | 36.980,00 | 600,000     | 381.860,00 | 37.790,000 | 600,000     |
| 20 | kn13_1   | 390.563,30 | 38.600,000 | 600,000       | 390.563,30 | 37.790,00 | 600,000     | 391.278,49 | 38.219,732 | 600,000     |
| 21 | end      | 401.566,00 | 57.568,000 | 600,000       | 401.566,00 | 57.568,00 | 600,000     | 401.566,00 | 57.568,000 | 600,000     |
| 22 | m_start  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000    | 122.400,00 | 32.575,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000  |
| 23 | mkn8_1   | 122.400,00 | 37.077,000 | -4.603,000    | 122.400,00 | 37.077,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -4.603,000  |
| 24 | mred1_s  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.280,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -5.280,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.280,000  |
| 25 | mred1_e  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.390,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -5.390,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.390,000  |
| 26 | k2mkn8a1 | 122.400,00 | 38.400,000 | -7.400,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -7.400,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -7.400,000  |
| 27 | k3mkn8a1 | 122.400,00 | 38.400,000 | -9.400,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -9.400,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -9.400,000  |
| 28 | mkn8a_1  | 123.902,00 | 38.400,000 | -9.898,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -9.898,000  | 123.902,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 29 | k4mkn8a1 | 124.400,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 124.400,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 124.400,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 30 | mred2_s  | 124.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 124.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 124.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 31 | mred2_e  | 125.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 125.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 125.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 32 | mred3_s  | 336.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 336.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 336.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 33 | mred3_e  | 337.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 337.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 337.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 34 | k3mkn9a1 | 337.900,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 337.900,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 337.900,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 35 | mkn9a_1  | 338.398,00 | 38.400,000 | -9.898,000    | 338.398,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -9.898,000  |
| 36 | k4mkn9a1 | 339.900,00 | 38.400,000 | -9.400,000    | 339.900,00 | 38.400,00 | -9.400,000  | 339.900,00 | 38.400,000 | -9.400,000  |

## SHAPEB - Bend location data

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT    | M-X        | M-Y        | M-Z        | T1-X       | T1-Y      | T1-Z       | T2-X       | T2-Y       | T2-Z       |
|----|----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|    |          | mm         | mm         | mm         | mm         | mm        | mm         | mm         | mm         | mm         |
| 37 | k5mkn9a1 | 339.900,00 | 38.400,000 | -7.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -7.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -7.400,000 |
| 38 | k6mkn9a1 | 339.900,00 | 38.400,000 | -5.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -5.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -5.400,000 |
| 39 | mred4_s  | 339.900,00 | 38.400,000 | -2.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -2.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -2.400,000 |
| 40 | mred4_e  | 339.900,00 | 38.400,000 | -1.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -1.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -1.400,000 |
| 41 | mkn9_1   | 339.900,00 | 37.077,000 | -723,000   | 339.900,00 | 38.400,00 | -723,000   | 339.900,00 | 37.077,000 | 600,000    |
| 42 | mkn10_1  | 341.223,00 | 32.113,000 | 600,000    | 339.900,00 | 32.113,00 | 600,000    | 341.223,00 | 30.790,000 | 600,000    |
| 43 | m_end    | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000    | 345.900,00 | 30.790,00 | 600,000    | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000    |

## IDENTS - Identification names

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT   | NODE | X-P        | AX-L       | AX-LP      |
|----|---------|------|------------|------------|------------|
|    |         |      | mm         | mm         | mm         |
| 1  | start   | 1    | 0          | 0          | 0          |
| 2  | kn3_1s  | 22   | 2.190,00   | 2.190,00   | 2.190,00   |
| 3  | kn3_1   | 28   | 2.762,76   | 2.826,17   | 3.000,00   |
| 4  | kn3_1e  | 34   | 3.000,00   | 3.462,35   | 3.810,00   |
| 5  | kn4_1s  | 81   | 3.000,00   | 10.842,35  | 11.190,00  |
| 6  | kn4_1   | 87   | 3.237,24   | 11.478,52  | 12.000,00  |
| 7  | kn4_1e  | 93   | 3.810,00   | 12.114,69  | 12.810,00  |
| 8  | k1kn4   | 104  | 4.976,32   | 13.281,01  | 13.976,32  |
| 9  | eb1_1s  | 115  | 7.003,19   | 15.307,88  | 16.003,19  |
| 10 | k2kn4   | 115  | 7.003,19   | 15.307,88  | 16.003,19  |
| 11 | k3kn4   | 134  | 9.044,22   | 17.348,91  | 18.044,22  |
| 12 | eb1_1   | 222  | 18.496,11  | 26.802,10  | 27.500,00  |
| 13 | eb1_1e  | 309  | 27.832,81  | 36.147,87  | 36.832,81  |
| 14 | eb2_1s  | 310  | 27.867,19  | 36.182,30  | 36.867,19  |
| 15 | eb2_1   | 397  | 37.203,89  | 45.528,07  | 46.200,00  |
| 16 | eb2_1e  | 504  | 48.696,81  | 57.022,29  | 57.696,81  |
| 17 | 3650_s  | 511  | 62.318,05  | 70.643,53  | 71.318,05  |
| 18 | k1kn5   | 533  | 105.127,64 | 113.453,12 | 114.127,64 |
| 19 | k2kn5   | 534  | 107.073,53 | 115.399,01 | 116.073,53 |
| 20 | k3kn5   | 544  | 109.973,68 | 118.299,16 | 118.973,68 |
| 21 | kn5_1s  | 555  | 111.140,00 | 119.465,48 | 120.140,00 |
| 22 | kn5_1   | 561  | 111.712,76 | 120.101,65 | 120.950,00 |
| 23 | kn5_1e  | 567  | 111.950,00 | 120.737,82 | 121.756,65 |
| 24 | k4kn5   | 578  | 111.950,00 | 121.904,14 | 122.918,14 |
| 25 | k5kn5   | 589  | 111.950,00 | 123.855,29 | 124.861,20 |
| 26 | k6kn5   | 593  | 111.950,00 | 125.849,06 | 126.846,72 |
| 27 | IK1     | 599  | 111.950,00 | 128.839,71 | 129.825,00 |
| 28 | kn6_1s  | 631  | 111.950,00 | 136.941,60 | 137.893,35 |
| 29 | kn6_1   | 637  | 112.187,24 | 137.577,77 | 138.700,00 |
| 30 | kn6_1e  | 643  | 112.760,00 | 138.213,94 | 139.510,00 |
| 31 | kn7_1s  | 688  | 121.590,00 | 147.043,94 | 148.340,00 |
| 32 | kn7_1   | 694  | 122.162,76 | 147.680,12 | 149.150,00 |
| 33 | kn7_1e  | 700  | 122.400,00 | 148.316,29 | 149.960,00 |
| 34 | VPS-SIS | 726  | 122.400,00 | 153.331,29 | 154.975,00 |
| 35 | kn8_1s  | 753  | 122.400,00 | 158.346,29 | 159.990,00 |
| 36 | kn8_1   | 759  | 122.400,00 | 158.982,46 | 160.800,00 |
| 37 | kn8_1e  | 765  | 122.400,00 | 159.618,63 | 160.800,00 |
| 38 | kn8a_1s | 828  | 122.400,00 | 166.118,63 | 160.800,00 |
| 39 | kn8a_1  | 834  | 122.637,24 | 166.754,81 | 160.800,00 |
| 40 | kn8a_1e | 840  | 123.210,00 | 167.390,98 | 161.610,00 |
| 41 | kn9a_1s | 979  | 339.090,00 | 383.270,98 | 377.490,00 |
| 42 | kn9a_1  | 985  | 339.662,76 | 383.907,15 | 378.300,00 |
| 43 | kn9a_1e | 991  | 339.900,00 | 384.543,32 | 378.300,00 |
| 44 | kn9_1s  | 1093 | 339.900,00 | 394.923,32 | 378.300,00 |
| 45 | kn9_1   | 1099 | 339.900,00 | 395.559,50 | 378.300,00 |
| 46 | kn9_1e  | 1105 | 339.900,00 | 396.195,67 | 379.110,00 |
| 47 | kn10_1s | 1150 | 339.900,00 | 402.185,67 | 385.100,00 |
| 48 | kn10_1  | 1156 | 340.137,24 | 402.821,84 | 385.910,00 |
| 49 | kn10_1e | 1162 | 340.710,00 | 403.458,01 | 386.720,00 |
| 50 | SIS-VPS | 1190 | 345.900,00 | 408.648,01 | 391.910,00 |
| 51 | IK2     | 1202 | 351.900,00 | 414.648,01 | 397.910,00 |
| 52 | 3650_e  | 1210 | 359.668,72 | 422.416,73 | 405.678,72 |
| 53 | k1kn11  | 1226 | 375.206,16 | 437.954,17 | 421.216,16 |
| 54 | k2kn11  | 1228 | 377.148,34 | 439.896,35 | 423.158,34 |
| 55 | k3kn11  | 1238 | 379.073,68 | 441.821,70 | 425.083,68 |

IDENTS - Identification names

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:43

|     | IDENT    | NODE | X-P        | AX-L       | AX-LP      |
|-----|----------|------|------------|------------|------------|
|     |          |      | mm         | mm         | mm         |
| 56  | kn11_1s  | 1249 | 380.240,00 | 442.988,01 | 426.250,00 |
| 57  | kn11_1   | 1255 | 380.812,76 | 443.624,19 | 427.060,00 |
| 58  | kn11_1e  | 1261 | 381.050,00 | 444.260,36 | 427.870,00 |
| 59  | k4kn11   | 1272 | 381.050,00 | 445.426,67 | 429.036,32 |
| 60  | k1kn12   | 1293 | 381.050,00 | 448.474,04 | 432.083,68 |
| 61  | kn12_1s  | 1304 | 381.050,00 | 449.640,36 | 433.250,00 |
| 62  | kn12_1   | 1310 | 381.287,24 | 450.276,53 | 434.060,00 |
| 63  | kn12_1e  | 1316 | 381.860,00 | 450.912,70 | 434.870,00 |
| 64  | k2kn12   | 1327 | 383.026,32 | 452.079,02 | 436.036,32 |
| 65  | k3kn12   | 1337 | 384.946,52 | 453.999,22 | 437.956,52 |
| 66  | k1kn13   | 1339 | 386.878,40 | 455.931,10 | 439.888,40 |
| 67  | k2kn13   | 1344 | 389.073,23 | 458.125,94 | 442.083,23 |
| 68  | kn13_1s  | 1361 | 390.563,30 | 459.616,00 | 443.573,30 |
| 69  | kn13_1   | 1366 | 390.980,48 | 460.054,26 | 444.060,00 |
| 70  | kn13_1e  | 1371 | 391.278,49 | 460.492,51 | 444.546,70 |
| 71  | k3kn13   | 1388 | 391.978,03 | 461.982,58 | 446.036,77 |
| 72  | k4kn13   | 1393 | 393.002,86 | 464.165,55 | 448.219,74 |
| 73  | k5kn13   | 1395 | 393.904,24 | 466.085,57 | 450.139,75 |
| 74  | end      | 1412 | 401.566,00 | 482.405,71 | 466.459,90 |
| 75  | m_start  | 1413 | 122.400,00 | 482.405,71 | 466.459,90 |
| 76  | OK_s     | 1416 | 122.400,00 | 483.860,01 | 467.914,20 |
| 77  | mkn8_1s  | 1439 | 122.400,00 | 486.907,71 | 470.961,90 |
| 78  | mkn8_1   | 1449 | 122.400,00 | 487.946,79 | 472.284,90 |
| 79  | mkn8_1e  | 1459 | 122.400,00 | 488.985,88 | 472.284,90 |
| 80  | mred1_s  | 1466 | 122.400,00 | 489.662,88 | 472.284,90 |
| 81  | mred1_e  | 1468 | 122.400,00 | 489.772,88 | 472.284,90 |
| 82  | k2mkn8a1 | 1489 | 122.400,00 | 491.782,88 | 472.284,90 |
| 83  | k3mkn8a1 | 1509 | 122.400,00 | 493.782,88 | 472.284,90 |
| 84  | mkn8a_1s | 1514 | 122.400,00 | 494.280,88 | 472.284,90 |
| 85  | mkn8a_1  | 1525 | 122.839,93 | 495.460,54 | 472.284,90 |
| 86  | mkn8a_1e | 1536 | 123.902,00 | 496.640,21 | 473.786,90 |
| 87  | k4mkn8a1 | 1541 | 124.400,00 | 497.138,21 | 474.284,90 |
| 88  | mred2_s  | 1544 | 124.650,00 | 497.388,21 | 474.534,90 |
| 89  | mred2_e  | 1546 | 125.650,00 | 498.388,21 | 475.534,90 |
| 90  | OK_e     | 1546 | 125.650,00 | 498.388,21 | 475.534,90 |
| 91  | A10-z1   | 1558 | 151.472,33 | 524.210,54 | 501.357,23 |
| 92  | A10-z2   | 1567 | 170.227,46 | 542.965,68 | 520.112,37 |
| 93  | NS-1     | 1587 | 213.138,63 | 585.876,84 | 563.023,53 |
| 94  | NS-2     | 1606 | 253.438,73 | 626.176,94 | 603.323,63 |
| 95  | Met-1    | 1609 | 258.972,33 | 631.710,54 | 608.857,23 |
| 96  | Met-2    | 1625 | 293.972,33 | 666.710,54 | 643.857,23 |
| 97  | A10-n1   | 1627 | 298.016,20 | 670.754,41 | 647.901,10 |
| 98  | A10-n2   | 1637 | 318.972,33 | 691.710,54 | 668.857,23 |
| 99  | PK_e     | 1643 | 331.472,33 | 704.210,54 | 681.357,23 |
| 100 | mred3_s  | 1645 | 336.650,00 | 709.388,21 | 686.534,90 |
| 101 | mred3_e  | 1647 | 337.650,00 | 710.388,21 | 687.534,90 |
| 102 | k3mkn9a1 | 1650 | 337.900,00 | 710.638,21 | 687.784,90 |
| 103 | mkn9a_1s | 1655 | 338.398,00 | 711.136,21 | 688.282,90 |
| 104 | PK_s     | 1663 | 339.210,04 | 711.994,15 | 689.248,18 |
| 105 | setls    | 1664 | 339.298,12 | 712.101,39 | 689.407,28 |
| 106 | mkn9a_1  | 1666 | 339.460,07 | 712.315,88 | 689.784,90 |
| 107 | mkn9a_1e | 1677 | 339.900,00 | 713.495,55 | 689.784,90 |
| 108 | k4mkn9a1 | 1682 | 339.900,00 | 713.993,55 | 689.784,90 |
| 109 | k5mkn9a1 | 1702 | 339.900,00 | 715.993,55 | 689.784,90 |
| 110 | k6mkn9a1 | 1722 | 339.900,00 | 717.993,55 | 689.784,90 |
| 111 | mred4_s  | 1752 | 339.900,00 | 720.993,55 | 689.784,90 |
| 112 | mred4_e  | 1762 | 339.900,00 | 721.993,55 | 689.784,90 |
| 113 | mkn9_1s  | 1769 | 339.900,00 | 722.670,55 | 689.784,90 |
| 114 | mkn9_1   | 1779 | 339.900,00 | 723.709,63 | 689.784,90 |
| 115 | mkn9_1e  | 1789 | 339.900,00 | 724.748,71 | 691.107,90 |
| 116 | mkn10_1s | 1832 | 339.900,00 | 729.712,71 | 696.071,90 |
| 117 | mkn10_1  | 1842 | 340.287,50 | 730.751,79 | 697.394,90 |
| 118 | mkn10_1e | 1852 | 341.223,00 | 731.790,88 | 698.717,90 |
| 119 | m_end    | 1879 | 345.900,00 | 736.467,88 | 703.394,90 |

**MATL - Material location**

|    | Identifier | MATREF |
|----|------------|--------|
| 1  | start      | P235   |
| 2  | kn3_1s     | X52    |
| 3  | kn3_1e     | P235   |
| 4  | kn4_1s     | X52    |
| 5  | kn4_1e     | P235   |
| 6  | kn5_1s     | X52    |
| 7  | kn5_1e     | P235   |
| 8  | kn6_1s     | X52    |
| 9  | kn6_1e     | P235   |
| 10 | kn7_1s     | X52    |
| 11 | kn7_1e     | P235   |
| 12 | kn8_1s     | X52    |
| 13 | kn8_1e     | P235   |
| 14 | kn8a_1s    | X52    |
| 15 | kn8a_1e    | P235   |
| 16 | kn9a_1s    | X52    |
| 17 | kn9a_1e    | P235   |
| 18 | kn9_1s     | X52    |
| 19 | kn9_1e     | P235   |
| 20 | kn10_1s    | X52    |
| 21 | kn10_1e    | P235   |
| 22 | kn11_1s    | X52    |
| 23 | kn11_1e    | P235   |
| 24 | kn12_1s    | X52    |
| 25 | kn12_1e    | P235   |
| 26 | kn13_1s    | X52    |
| 27 | kn13_1e    | P235   |
| 28 | m_start    | P355m  |

**ISTROP - Isotropic materials**

|   | MATREF | Emod              | Gmod              | Nu  | ALPHA    | Re                | ReT               |
|---|--------|-------------------|-------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|
|   |        | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |     | 1/°C     | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |
| 1 | P235   | 207000            |                   | 0,3 | 1,24E-05 | 225               | 191,4             |
| 2 | X52    | 210000            |                   | 0,3 | 1,24E-05 | 355               | 292               |
| 3 | P355m  | 211700            |                   | 0,3 | 1,17E-05 | 355               | 292               |
| 4 | P355   | 207000            |                   | 0,3 | 1,24E-05 | 355               | 292               |

**DIAM - Outer diameter**

|   | Identifier | DOU1  | DOU2  |
|---|------------|-------|-------|
|   |            | mm    | mm    |
| 1 | end        | 323,9 | 609,6 |
| 2 | mred1_s    | 609,6 |       |
| 3 | mred1_e    | 812,8 |       |
| 4 | mred2_s    | 812,8 |       |
| 5 | mred2_e    | 609,6 |       |
| 6 | mred3_s    | 609,6 |       |
| 7 | mred3_e    | 812,8 |       |
| 8 | mred4_s    | 812,8 |       |
| 9 | mred4_e    | 609,6 |       |

**WALL - Wall thicknesses**

|    | Identifier | T-NOM1 | COR-AL1 | RTOL1 | ATOL1 | T-NOM2 | COR-AL2 | RTOL2 | ATOL2 |
|----|------------|--------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|
|    |            | mm     | mm      | %     | mm    | mm     | mm      | %     | mm    |
| 1  | kn3_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 2  | kn3_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 3  | kn4_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 4  | kn4_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 5  | kn5_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 6  | kn5_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 7  | kn6_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 8  | kn6_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 9  | kn7_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 10 | kn7_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 11 | VPS-SIS    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |

**WALL - Wall thicknesses**

Ple4Win: 2a. BC3 [22-Sep-14] Occ.:21

|    | Identifier | T-NOM1 | COR-AL1 | RTOL1 | ATOL1 | T-NOM2 | COR-AL2 | RTOL2 | ATOL2 |
|----|------------|--------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|
|    |            | mm     | mm      | %     | mm    | mm     | mm      | %     | mm    |
| 12 | SIS-VPS    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 13 | kn11_1s    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 14 | kn11_1e    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 15 | kn12_1s    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 16 | kn12_1e    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 17 | kn13_1s    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 18 | kn13_1e    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 19 | end        | 5,6    |         | 8     |       | 9,5    |         | 8     |       |
| 20 | mred1_s    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 21 | mred1_e    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 22 | mred2_s    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 23 | mred2_e    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 24 | mred3_s    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 25 | mred3_e    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 26 | mred4_s    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 27 | mred4_e    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |

**DEADW - Deadweight**

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:3

|    | Identifier | DEADW1 | DEADW2 | WLEVEL |
|----|------------|--------|--------|--------|
|    |            | N/mm   | N/mm   |        |
| 1  | VPS-SIS    | -0,24  | 1,28   |        |
| 2  | SIS-VPS    | 1,28   | -0,24  |        |
| 3  | end        | -0,24  | 1,52   |        |
| 4  | mred1_s    | 1,52   |        |        |
| 5  | mred1_e    | 1,74   |        |        |
| 6  | mred2_s    | 1,74   |        |        |
| 7  | mred2_e    | 1,52   |        |        |
| 8  | mred3_s    | 1,52   |        |        |
| 9  | mred3_e    | 1,74   |        |        |
| 10 | mred4_s    | 1,74   |        |        |
| 11 | mred4_e    | 1,52   |        |        |

**KLH - Horizontal soil stiffness**

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:29

|    | Identifier | KLH1             | KLH2             | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|------------------|------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm³            | N/mm³            |        |        | %     |
| 1  | k1kn4      | 0,00172193165... | 0,00236575131... |        | 1      | 5     |
| 2  | k2kn4      | 0,00236575131... | 0,00377851476... |        | 1      | 5     |
| 3  | k3kn4      | 0,00377851476... | 0,00938          |        | 1      | 5     |
| 4  | eb1_1      | 0,00938          |                  |        | 1      | 5     |
| 5  | eb2_1      | 0,0183           |                  |        | 1      | 5     |
| 6  | k1kn5      | 0,0183           | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 7  | k2kn5      | 0,00470169500... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 8  | k3kn5      | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 9  | k4kn5      | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 10 | k5kn5      | 0,00269735394    | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 11 | k6kn5      | 0,00470169500... |                  |        | 1      | 5     |
| 12 | kn6_1      | 0,00343          |                  |        | 1      | 5     |
| 13 | kn7_1      | 0,00377          |                  |        | 1      | 5     |
| 14 | VPS-SIS    | 0,0038           | 0                |        | 1      | 5     |
| 15 | SIS-VPS    | 0                | 0,0183           |        | 1      | 5     |
| 16 | k1kn11     | 0,0183           | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 17 | k2kn11     | 0,00470169500... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 18 | k3kn11     | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 19 | k4kn11     | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 20 | k1kn12     | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 21 | k2kn12     | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 22 | k3kn12     | 0,00269735394    | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 23 | k1kn13     | 0,00470169500... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 24 | k2kn13     | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 25 | k3kn13     | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 26 | k4kn13     | 0,00269735394    | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 27 | k5kn13     | 0,00470169500... | 0,0183           |        | 1      | 5     |
| 28 | end        | 0,0183           | 0,0024           |        | 1      | 5     |
| 29 | m_start    | 0,00243          |                  |        | 1      | 5     |
| 30 | mkn8_1     | 0,00243          |                  |        | 1      | 5     |

**KLH - Horizontal soil stiffness**

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:29

|    | Identifier | KLH1              | KLH2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 31 | mred1_e    | 0,00594           | 0,0047            |        | 1      | 5     |
| 32 | k2mkn8a1   | 0,0047            | 0,0024            |        | 1      | 5     |
| 33 | k3mkn8a1   | 0,0024            | 0,0016            |        | 1      | 5     |
| 34 | k4mkn8a1   | 0,0016            | 0,00594           |        | 1      | 5     |
| 35 | OK_e       | 0,00594           | 0,09083           |        | 1      | 5     |
| 36 | A10-z1     | 0,0908            |                   |        | 1      | 5     |
| 37 | A10-z2     | 0,0908            |                   |        | 1      | 5     |
| 38 | NS-1       | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 39 | NS-2       | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 40 | Met-1      | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 41 | Met-2      | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 42 | A10-n1     | 0,0313            |                   |        | 1      | 5     |
| 43 | A10-n2     | 0,0313            |                   |        | 1      | 5     |
| 44 | k3mkn9a1   | 0,03133           | 0,0016            |        | 1      | 5     |
| 45 | k4mkn9a1   | 0,0016            | 0,0024            |        | 1      | 5     |
| 46 | k5mkn9a1   | 0,0024            | 0,0047            |        | 1      | 5     |
| 47 | k6mkn9a1   | 0,0047            | 0,00639           |        | 1      | 5     |
| 48 | mkn9_1     | 0,0109            |                   |        | 1      | 5     |

**KLS - Downward vertical soil stiffness**

Ple4Win: 2a. BC3 [24-Sep-14] Occ.:11

|    | Identifier | KLS1              | KLS2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,00217           |                   |        | 1      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,00217           |                   |        | 1      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,00217           |                   |        | 1      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,0129            |                   |        | 1      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,0129            |                   |        | 1      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,00235           |                   |        | 1      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,00246           |                   |        | 1      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0025            | 0                 |        | 1      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,0217            |        | 1      | 5     |
| 10 | end        | 0,0217            | 0,0012            |        | 1      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,0012            |                   |        | 1      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,0012            |                   |        | 1      | 5     |
| 13 | mkn8a_1s   | 0,0365            | 0,0024            |        | 1      | 5     |
| 14 | mkn8a_1e   | 0,0024            | 0,0365            |        | 1      | 5     |
| 15 | OK_e       | 0,0365            | 0,1526            |        | 1      | 5     |
| 16 | A10-z1     | 0,153             |                   |        | 1      | 5     |
| 17 | A10-z2     | 0,153             |                   |        | 1      | 5     |
| 18 | NS-1       | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 19 | NS-2       | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 20 | Met-1      | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 21 | Met-2      | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 22 | A10-n1     | 0,0476            |                   |        | 1      | 5     |
| 23 | A10-n2     | 0,0476            |                   |        | 1      | 5     |
| 24 | PK_e       | 0,0476            | 0,0471            |        | 1      | 5     |
| 25 | mkn9a_1s   | 0,0471            | 0,0047            |        | 1      | 5     |
| 26 | mkn9a_1e   | 0,0047            | 0,0771            |        | 1      | 5     |
| 27 | mkn9_1     | 0,0128            |                   |        | 1      | 5     |

**KLT - Upward vertical soil stiffness**

Ple4Win: 2a. BC3 [24-Sep-14] Occ.:9

|    | Identifier | KLT1              | KLT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,00727           |                   | 1      |        | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,00727           |                   | 1      |        | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,00727           |                   | 1      |        | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,00094           |                   | 1      |        | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,00094           |                   | 1      |        | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,0527            |                   | 1      |        | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,065             |                   | 1      |        | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,065             | 0                 | 1      |        | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,0016            | 1      |        | 5     |
| 10 | end        | 0,00163           | 0,00602           | 1      |        | 5     |
| 11 | m_start    | 0,00602           |                   | 1      |        | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,00602           |                   | 1      |        | 5     |

**KLT - Upward vertical soil stiffness**

Ple4Win: 2a. BC3 [24-Sep-14] Occ.:9

|    | Identifier | KLT1              | KLT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 13 | mkn8a_1s   | 0,0197            | 0,0016            | 1      |        | 5     |
| 14 | mkn8a_1e   | 0,0016            | 0,0197            | 1      |        | 5     |
| 15 | OK_e       | 0,0197            | 0,0197            | 1      |        | 5     |
| 16 | A10-z1     | 0,0197            |                   | 1      |        | 5     |
| 17 | A10-z2     | 0,0197            |                   | 1      |        | 5     |
| 18 | NS-1       | 0,0107            |                   | 1      |        | 5     |
| 19 | NS-2       | 0,0107            |                   | 1      |        | 5     |
| 20 | Met-1      | 0,00753           |                   | 1      |        | 5     |
| 21 | Met-2      | 0,00753           |                   | 1      |        | 5     |
| 22 | A10-n1     | 0,00252           |                   | 1      |        | 5     |
| 23 | A10-n2     | 0,00252           |                   | 1      |        | 5     |
| 24 | PK_e       | 0,0025            | 0,0231            | 1      |        | 5     |
| 25 | mkn9a_1s   | 0,0231            | 0,0047            | 1      |        | 5     |
| 26 | mkn9a_1e   | 0,0047            | 0,0231            | 1      |        | 5     |
| 27 | mkn9_1     | 0,00020           |                   | 1      |        | 5     |

**F - Pipe-soil friction**

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | F1                | F2                | UNCF-L | UNCF-H | CFA1 | CFA2 | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|------|------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        |      |      | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,00881           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,00881           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,00881           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,00589           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,00589           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,00424           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,00089           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0009            | 0                 | 1      |        |      |      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,006             | 1      |        |      |      | 5     |
| 10 | end        | 0,00598           | 0,00034           | 1      |        |      |      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,00033           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,00033           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 0,0199            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 14 | OK_e       | 0,0199            | 0,0192            | 1      |        |      |      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 0,0192            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 0,0192            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 17 | NS-1       | 0,0238            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 18 | NS-2       | 0,0238            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 19 | Met-1      | 0,0237            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 20 | Met-2      | 0,0237            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 0,00927           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 0,00927           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 23 | PK_e       | 0,0093            | 0,0167            | 1      |        |      |      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 0,0167            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 25 | mkn9_1     | 0,00438           |                   | 1      |        |      |      | 5     |

**UF - Displacement at max. soil friction**

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | UF1   | UF2     | UNCF-L | UNCF-H |
|----|------------|-------|---------|--------|--------|
|    |            | mm    | mm      |        |        |
| 1  | kn3_1      | 9,6   |         |        | 1      |
| 2  | kn4_1      | 9,6   |         |        | 1      |
| 3  | eb1_1s     | 9,6   |         |        | 1      |
| 4  | eb2_1s     | 9,6   |         |        | 1      |
| 5  | kn5_1      | 9,6   |         |        | 1      |
| 6  | kn6_1      | 18    |         |        | 1      |
| 7  | kn7_1      | 18    |         |        | 1      |
| 8  | VPS-SIS    | 18    | 0       |        | 1      |
| 9  | SIS-VPS    | 0     | 14,4489 |        | 1      |
| 10 | end        | 14,45 | 18      |        | 1      |
| 11 | m_start    | 18    |         |        | 1      |
| 12 | mkn8_1     | 18    |         |        | 1      |
| 13 | mkn8a_1    | 9,6   |         |        | 1      |
| 14 | OK_e       | 12,8  | 12,8    |        | 1      |
| 15 | A10-z1     | 12,8  |         |        | 1      |
| 16 | A10-z2     | 12,8  |         |        | 1      |
| 17 | NS-1       | 12,8  |         |        | 1      |

**UF - Displacement at max. soil friction**

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | UF1  | UF2 | UNCF-L | UNCF-H |
|----|------------|------|-----|--------|--------|
|    |            | mm   | mm  |        |        |
| 18 | NS-2       | 12,8 |     |        | 1      |
| 19 | Met-1      | 12,8 |     |        | 1      |
| 20 | Met-2      | 12,8 |     |        | 1      |
| 21 | A10-n1     | 12   |     |        | 1      |
| 22 | A10-n2     | 12   |     |        | 1      |
| 23 | PK_e       | 12   | 9,6 |        | 1      |
| 24 | mkn9a_1    | 9,6  |     |        | 1      |
| 25 | mkn9_1     | 9,6  |     |        | 1      |

**RVS - Sub-soil bearing capacity**

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:4

|    | Identifier | RVS1              | RVS2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,856             |                   |        | 1      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,856             |                   |        | 1      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,856             |                   |        | 1      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,775             |                   |        | 1      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,775             |                   |        | 1      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,211             |                   |        | 1      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,22              |                   |        | 1      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,2204            | 0                 |        | 1      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 1,3008            |        | 1      | 5     |
| 10 | end        | 1,3               | 0,15              |        | 1      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,145             |                   |        | 1      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,145             |                   |        | 1      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 5,41              |                   |        | 1      | 5     |
| 14 | OK_e       | 5,41              | 16,81             |        | 1      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 16,81             |                   |        | 1      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 16,81             |                   |        | 1      | 5     |
| 17 | NS-1       | 20,82             |                   |        | 1      | 5     |
| 18 | NS-2       | 20,82             |                   |        | 1      | 5     |
| 19 | Met-1      | 21,03             |                   |        | 1      | 5     |
| 20 | Met-2      | 21,03             |                   |        | 1      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 4,62              |                   |        | 1      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 4,62              |                   |        | 1      | 5     |
| 23 | PK_e       | 4,62              | 6,27              |        | 1      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 6,27              |                   |        | 1      | 5     |
| 25 | mkn9_1     | 1,04              |                   |        | 1      | 5     |

**RVT - Ultimate top-soil reaction**

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | RVT1              | RVT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,147             |                   |        | 1      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,147             |                   |        | 1      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,147             |                   |        | 1      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,0644            |                   |        | 1      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,0644            |                   |        | 1      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,194             |                   |        | 1      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,235             |                   |        | 1      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,2354            | 0                 |        | 1      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,0644            |        | 1      | 5     |
| 10 | end        | 0,0644            | 0,074             |        | 1      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,074             |                   |        | 1      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,074             |                   |        | 1      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 0,335             |                   |        | 1      | 5     |
| 14 | OK_e       | 0,335             | 2,149             |        | 1      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 2,15              |                   |        | 1      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 2,15              |                   |        | 1      | 5     |
| 17 | NS-1       | 2,84              |                   |        | 1      | 5     |
| 18 | NS-2       | 2,84              |                   |        | 1      | 5     |
| 19 | Met-1      | 2,83              |                   |        | 1      | 5     |
| 20 | Met-2      | 2,83              |                   |        | 1      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 0,375             |                   |        | 1      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 0,375             |                   |        | 1      | 5     |
| 23 | PK_e       | 0,375             | 0,441             |        | 1      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 0,441             |                   |        | 1      | 5     |

**RVT - Ultimate top-soil reaction**

|    | Identifier | RVT1              | RVT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        | %     |
| 25 | mkn9_1     | 0,0327            |                   |        | 1      | 5     |

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:5

**RH - Ultimate hor. soil reaction**

|    | Identifier | RH1               | RH2               | UNCF-L | UNCF-H | CFH1 | CFH2 | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|------|------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        |      |      | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,165             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,165             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,165             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,222             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,222             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,0629            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,0786            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0786            | 0                 |        | 1      |      |      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,2217            |        | 1      |      |      | 5     |
| 10 | end        | 0,222             | 0,05              |        | 1      |      |      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,0496            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,0496            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 0,403             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 14 | OK_e       | 0,403             | 0,818             |        | 1      |      |      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 0,818             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 0,818             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 17 | NS-1       | 1,13              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 18 | NS-2       | 1,13              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 19 | Met-1      | 1,02              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 20 | Met-2      | 1,02              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 0,263             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 0,263             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 23 | PK_e       | 0,263             | 0,497             |        | 1      |      |      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 0,497             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 25 | mkn9_1     | 0,158             |                   |        | 1      |      |      | 5     |

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:5

**UNCER - Uncertainty factors**

|   | U-KLH | U-KLS | U-KLT | U-F  | U-UF | U-RVS | U-RVT | U-RH |
|---|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|
|   |       |       |       |      |      |       |       |      |
| 1 | Mean  | Mean  | Mean  | Mean | Mean | Mean  | Mean  | Mean |

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:6

**ENDPTS - Start/end nodes boundary conditions**

|   | IDENT   | COND  | STATE  |
|---|---------|-------|--------|
|   |         |       |        |
| 1 | start   | Fixed | Closed |
| 2 | end     | Fixed | Closed |
| 3 | m_start | Free  | Closed |
| 4 | m_end   | Free  | Closed |

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:1

**ELSPRS - Linear elastic support properties**

|   | 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 | roller | 0    | 10000 | 10000 | 0        | 0        | 0        |
| 2 | dummy  | 0    | 0     | 0     | 0        | 0        | 0        |

Ple4Win: 2a. BC3 [25-Sep-14] Occ.:7

**CONDI - Conditions along pipe axis**

|   | NODE | IDENT | ENDCOND | STATE  | SUPPORT | TYPE           | COSYS | SUPPLENG | SUPANGLE |
|---|------|-------|---------|--------|---------|----------------|-------|----------|----------|
|   |      |       |         |        |         |                |       | mm       | °        |
| 1 | 1    | start | Fixed   | Closed |         |                |       |          |          |
| 2 | 733  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 3 | 862  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 4 | 865  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 5 | 869  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 6 | 872  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 7 | 876  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 8 | 879  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 9 | 883  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:73

|    | NODE | IDENT   | ENDCOND | STATE  | SUPPORT | TYPE           | COSYS | SUPLENG | SUPANGLE |
|----|------|---------|---------|--------|---------|----------------|-------|---------|----------|
|    |      |         |         |        |         |                |       | mm      | °        |
| 10 | 886  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 11 | 890  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 12 | 893  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 13 | 897  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 14 | 900  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 15 | 904  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 16 | 907  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 17 | 911  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 18 | 914  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 19 | 918  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 20 | 921  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 21 | 925  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 22 | 928  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 23 | 932  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 24 | 936  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 25 | 939  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 26 | 943  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 27 | 946  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 28 | 950  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 29 | 953  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 30 | 957  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 31 | 1128 |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 32 | 1183 |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 33 | 1412 | end     | Fixed   | Closed |         |                |       |         |          |
| 34 | 1413 | m_start | Free    | Closed |         |                |       |         |          |
| 35 | 1423 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 36 | 1548 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 37 | 1551 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 38 | 1555 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 39 | 1558 | A10-z1  |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 40 | 1562 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 41 | 1565 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 42 | 1569 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 43 | 1572 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 44 | 1576 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 45 | 1579 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 46 | 1583 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 47 | 1586 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 48 | 1590 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 49 | 1593 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 50 | 1597 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 51 | 1600 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 52 | 1604 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 53 | 1608 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 54 | 1611 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 55 | 1615 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 56 | 1618 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 57 | 1622 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 58 | 1625 | Met-2   |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 59 | 1629 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 60 | 1632 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 61 | 1636 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 62 | 1639 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 63 | 1643 | PK_e    |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 64 | 1811 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 65 | 1871 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 66 | 1879 | m_end   | Free    | Closed |         |                |       |         |          |

## PRESS - Internal overpressure

|   | Identifier | PRESS1            | PRESS2            |
|---|------------|-------------------|-------------------|
|   |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |
| 1 | end        | 3,6               | -0,1              |

#### TEMP - Temperature differences

|   | Identifier | T-ABS1 | T-REF1 | T-ABS2 | T-REF2 |
|---|------------|--------|--------|--------|--------|
|   |            | °C     | °C     | °C     | °C     |
| 1 | end        | 130    | 10     | 40     | 10     |

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:3

#### SETZ - Soil displacement in Z-direction

|   | Identifier | SETZ1 | UNCF1 | SETZ2 | UNCF2 |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|
|   |            | mm    |       | mm    |       |
| 1 | OK_s       | 0     | 1,5   | -15   | 1,5   |
| 2 | OK_e       | 0     | 1,5   | 0     | 1,5   |
| 3 | PK_e       | 0     | 1,5   | 0     | 1,5   |
| 4 | PK_s       | -15   | 1,5   | 0     | 1,5   |

Ple4Win: 2a. BC3 [24-Sep-14] Occ.:4

#### SUBSIDE - Vertical soil subsidence

|   | Identifier | SUBZMAX | UNCF | LENGTH | SINESHape |
|---|------------|---------|------|--------|-----------|
|   |            | mm      |      | mm     |           |
| 1 | SIS-VPS    | -9,46   | 1,5  | 3330   | Right     |
| 2 | OK_s       | -15     | 1,5  | 20000  | Left      |
| 3 | setls      | -15     | 1,5  | 20000  | Right     |

Ple4Win: 2a. BC3 [24-Sep-14] Occ.:19

#### NODALL - Locations of nodal point loads

|    | Start Node | End Node | LOADSYS | LOADREF |
|----|------------|----------|---------|---------|
|    |            |          |         |         |
| 1  | 862        |          | Local   | f1      |
| 2  | 865        |          | Local   | f2      |
| 3  | 869        |          | Local   | f3      |
| 4  | 872        |          | Local   | f4      |
| 5  | 876        |          | Local   | f5      |
| 6  | 879        |          | Local   | f6      |
| 7  | 883        |          | Local   | f7      |
| 8  | 886        |          | Local   | f8      |
| 9  | 890        |          | Local   | f9      |
| 10 | 893        |          | Local   | f10     |
| 11 | 897        |          | Local   | f11     |
| 12 | 900        |          | Local   | f12     |
| 13 | 904        |          | Local   | f13     |
| 14 | 907        |          | Local   | f14     |
| 15 | 911        |          | Local   | f15     |
| 16 | 914        |          | Local   | f16     |
| 17 | 918        |          | Local   | f17     |
| 18 | 921        |          | Local   | f18     |
| 19 | 925        |          | Local   | f19     |
| 20 | 928        |          | Local   | f20     |
| 21 | 932        |          | Local   | f21     |
| 22 | 936        |          | Local   | f22     |
| 23 | 939        |          | Local   | f23     |
| 24 | 943        |          | Local   | f24     |
| 25 | 946        |          | Local   | f25     |
| 26 | 950        |          | Local   | f26     |
| 27 | 953        |          | Local   | f27     |
| 28 | 957        |          | Local   | f28     |

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:2

#### NODALS - Load-components of nodal point loads

|    | LOADREF | FX | FY | FZ           | MX   | MY   | MZ   |
|----|---------|----|----|--------------|------|------|------|
|    |         | N  | N  | N            | N•mm | N•mm | N•mm |
| 1  | f1      | 0  | 0  | 19225,064108 | 0    | 0    | 0    |
| 2  | f2      | 0  | 0  | 8213,1515331 | 0    | 0    | 0    |
| 3  | f3      | 0  | 0  | 10810,712132 | 0    | 0    | 0    |
| 4  | f4      | 0  | 0  | 10295,961583 | 0    | 0    | 0    |
| 5  | f5      | 0  | 0  | 10396,551025 | 0    | 0    | 0    |
| 6  | f6      | 0  | 0  | 10380,150908 | 0    | 0    | 0    |
| 7  | f7      | 0  | 0  | 10376,312625 | 0    | 0    | 0    |
| 8  | f8      | 0  | 0  | 10390,541309 | 0    | 0    | 0    |
| 9  | f9      | 0  | 0  | 10370,468946 | 0    | 0    | 0    |
| 10 | f10     | 0  | 0  | 10398,569807 | 0    | 0    | 0    |
| 11 | f11     | 0  | 0  | 10365,098588 | 0    | 0    | 0    |

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:3

**NODALS - Load-components of nodal point loads**

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:3

|    | LOADREF | FX | FY | FZ           | MX   | MY   | MZ   |
|----|---------|----|----|--------------|------|------|------|
|    |         | N  | N  | N            | N•mm | N•mm | N•mm |
| 12 | f12     | 0  | 0  | 10406,485824 | 0    | 0    | 0    |
| 13 | f13     | 0  | 0  | 10359,465982 | 0    | 0    | 0    |
| 14 | f14     | 0  | 0  | 10413,627387 | 0    | 0    | 0    |
| 15 | f15     | 0  | 0  | 10353,417375 | 0    | 0    | 0    |
| 16 | f16     | 0  | 0  | 10420,568627 | 0    | 0    | 0    |
| 17 | f17     | 0  | 0  | 10347,676818 | 0    | 0    | 0    |
| 18 | f18     | 0  | 0  | 10426,273189 | 0    | 0    | 0    |
| 19 | f19     | 0  | 0  | 10347,91963  | 0    | 0    | 0    |
| 20 | f20     | 0  | 0  | 10404,471567 | 0    | 0    | 0    |
| 21 | f21     | 0  | 0  | 10385,495739 | 0    | 0    | 0    |
| 22 | f22     | 0  | 0  | 10392,888934 | 0    | 0    | 0    |
| 23 | f23     | 0  | 0  | 10326,267545 | 0    | 0    | 0    |
| 24 | f24     | 0  | 0  | 10048,318656 | 0    | 0    | 0    |
| 25 | f25     | 0  | 0  | 9729,1745545 | 0    | 0    | 0    |
| 26 | f26     | 0  | 0  | 10939,177628 | 0    | 0    | 0    |
| 27 | f27     | 0  | 0  | 12198,142076 | 0    | 0    | 0    |
| 28 | f28     | 0  | 0  | 7567,9855252 | 0    | 0    | 0    |

**LOCASE - Loading combinations**

Ple4Win: 2a. BC3 [05-Dec-14] Occ.:18

|   | IDENT | GLOADF | PRESS-F | T-DIF-F | DEADW-F | SETL-F | NODAL-F | ELBND-F | WAVC-F |
|---|-------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
|   |       |        |         |         |         |        |         |         |        |
| 1 | BC3   | 1      | 0       | 1,1     | 1,1     | 1,1    | 0       | 1,1     | 0      |

**SOILCTL - Non-linear elastic soil iteration control**

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:1

|   | MAXSIT | MERPTS | MERFLDS |
|---|--------|--------|---------|
|   |        |        |         |
| 1 | 20     | 0      | 0       |

**GEOMCTL - Geometrically non-linear iteration control**

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:1

|   | MAXGIT | RELDISEQ | ABSDISEQ | ROTINCR |
|---|--------|----------|----------|---------|
|   |        |          |          |         |
| 1 | 50     | 1E-05    | 1E-07    | 0,1     |

**SOILNB - Neutral or real top-soil load**

Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:4

|    | Identifier | NB1    | UNCF1 | LOADF1 | NB2    | UNCF2 | LOADF2 |
|----|------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
|    |            | N/mm²  |       |        | N/mm²  |       |        |
| 1  | kn3_1      | 0,0455 | 1     | 1      |        |       |        |
| 2  | kn4_1      | 0,0455 | 1     | 1      |        |       |        |
| 3  | eb1_1s     | 0,0455 | 1     | 1      |        |       |        |
| 4  | eb2_1s     | 0,0278 | 1     | 1      |        |       |        |
| 5  | kn5_1      | 0,0278 | 1     | 1      |        |       |        |
| 6  | kn6_1      | 0,0528 | 1     | 1      |        |       |        |
| 7  | kn7_1      | 0,0569 | 1     | 1      |        |       |        |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0569 | 1     | 1      | 0      | 1     | 1      |
| 9  | SIS-VPS    | 0      | 1     | 1      | 0,0278 | 1     | 1      |
| 10 | end        | 0,0278 | 1     | 1      | 0,0382 | 1     | 1      |
| 11 | m_start    | 0,0382 | 1     | 1      |        |       |        |
| 12 | mkn8_1     | 0,0382 | 1     | 1      |        |       |        |
| 13 | mkn8a_1    | 0,0887 | 1     | 1      |        |       |        |
| 14 | OK_e       | 0,0887 | 1     | 1      | 0,182  | 1     | 1      |
| 15 | A10-z1     | 0,182  | 1     | 1      |        |       |        |
| 16 | A10-z2     | 0,182  | 1     | 1      |        |       |        |
| 17 | NS-1       | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 18 | NS-2       | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 19 | Met-1      | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 20 | Met-2      | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 21 | A10-n1     | 0,179  | 1     | 1      |        |       |        |
| 22 | A10-n2     | 0,179  | 1     | 1      |        |       |        |
| 23 | PK_e       | 0,179  | 1     | 1      | 0,105  | 1     | 1      |
| 24 | mkn9a_1    | 0,105  | 1     | 1      |        |       |        |
| 25 | mkn9_1     | 0,0204 | 1     | 1      |        |       |        |

**TOPLOAD - Extra loads on top-soil**

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:3

| Identifier | TOPLOAD1          | LOADF1 | TOPLOAD2          | LOADF2 |
|------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
|            | N/mm <sup>2</sup> |        | N/mm <sup>2</sup> |        |
| 1 kn3_1s   | 0                 | 1,35   | 0,0207            | 1,35   |
| 2 VPS-SIS  | 0,0207            | 1,35   | 0                 | 1,35   |
| 3 SIS-VPS  | 0                 | 1,35   | 0,0103            | 1,35   |
| 4 end      | 0,0103            | 1,35   | 0,0302            | 1,35   |
| 5 mkn8_1   | 0,0302            | 1,35   |                   |        |
| 6 mkn8a_1  | 0,0042            | 1,35   |                   |        |
| 7 mkn9a_1  | 0,0042            | 1,35   |                   |        |
| 8 mkn9_1   | 0,0151            | 1,35   |                   |        |

**SUPANG - Soil support angle functions**

Ple4Win: 2a. BC3 [19-Sep-14] Occ.:1

| Identifier | ANGMIN | ANGMAX | RVSL | RVSH | CURVE |
|------------|--------|--------|------|------|-------|
|            | °      | °      | %    | %    |       |
| 1 start    | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 2 VPS-SIS  | 70     | 70     | 0    | 0    | Sinus |
| 3 SIS-VPS  | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 4 m_start  | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 5 OK_e     | 120    | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 6 PK_e     | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |

**SECTION - Cross-sections to be calculated**

Ple4Win: 2a. BC3 [22-Sep-14] Occ.:5

| Start Identifier | End Identifier | TOPLOAD | S-ALLOW           |
|------------------|----------------|---------|-------------------|
|                  |                |         | N/mm <sup>2</sup> |
| 1 m_start        | m_end          | Yes     |                   |
| 2 3650_s         | 3650_e         | Yes     |                   |

**SWEIGH - Weighing factors stress components**

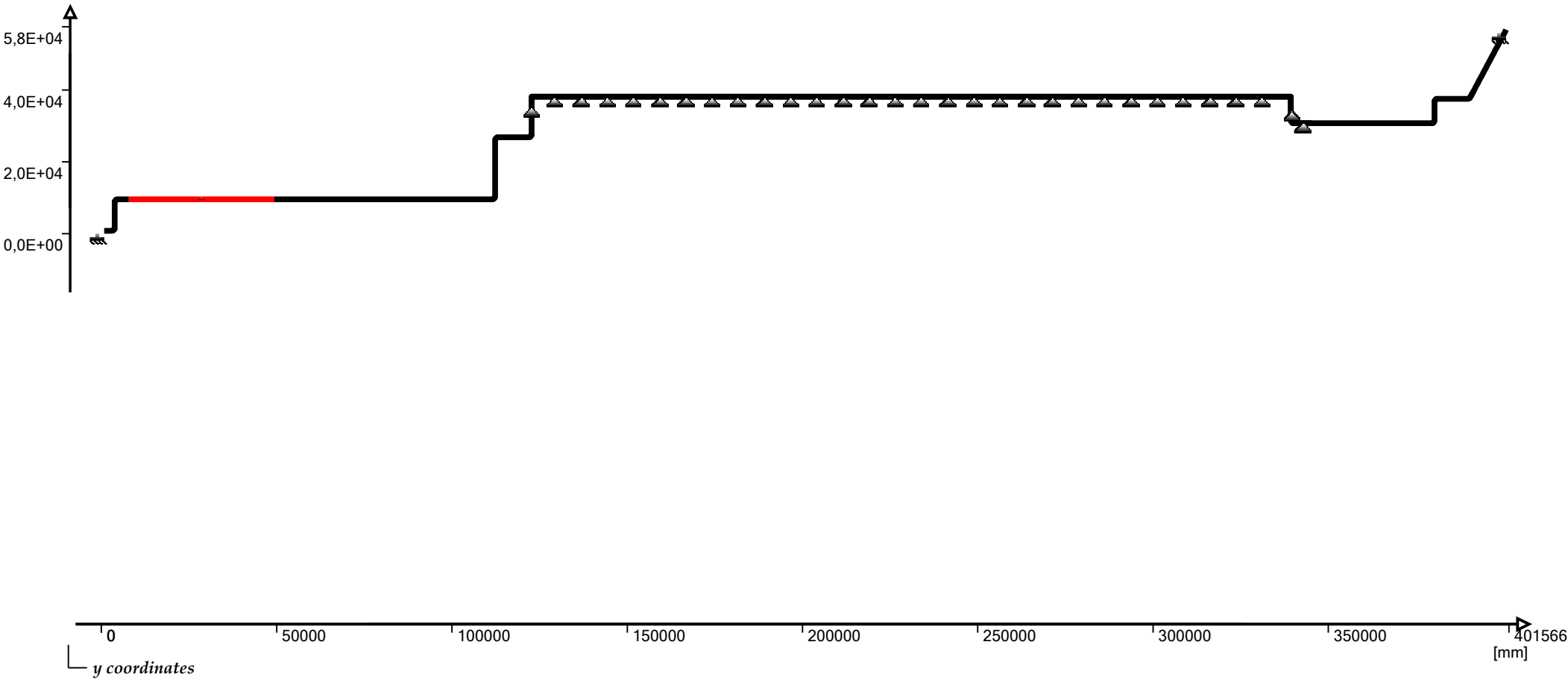
Ple4Win: 2a. BC3 [23-Sep-14] Occ.:3

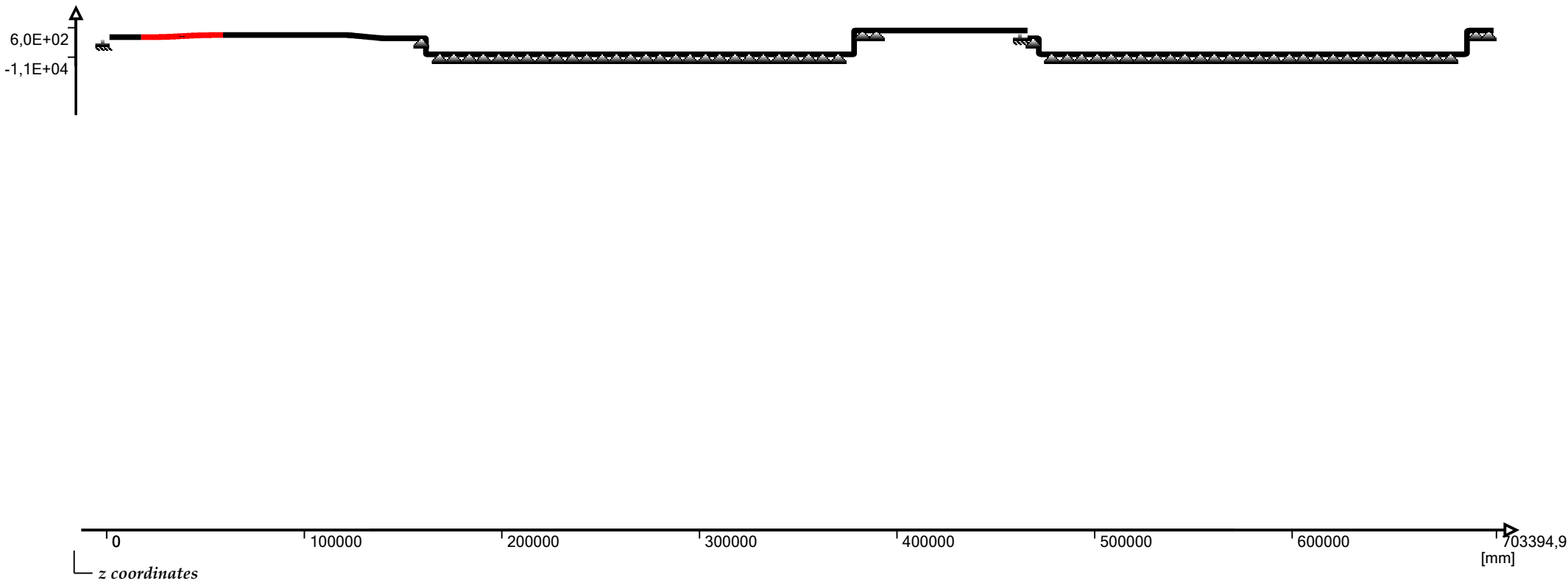
| Identifier  | SXUB0 | SXUB1 | SXUBH | SXIOSH | SFIOH | SFUBA | SFURA | SXIORA | SFIORA |
|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 mkn8_1s   | 1     | 1     | 1,55  | 1,32   | 1,39  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 2 mkn8_1e   | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 3 mkn8a_1s  | 1     | 1     | 1,64  | 1,51   | 1,51  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 4 mkn8a_1e  | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 5 mkn9a_1s  | 1     | 1     | 1,64  | 1,51   | 1,51  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 6 mkn9a_1e  | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 7 mkn9_1s   | 1     | 1     | 1,55  | 1,39   | 1,39  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 8 mkn9_1e   | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 9 mkn10_1s  | 1     | 1     | 1,55  | 1,39   | 1,39  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 10 mkn10_1e | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |

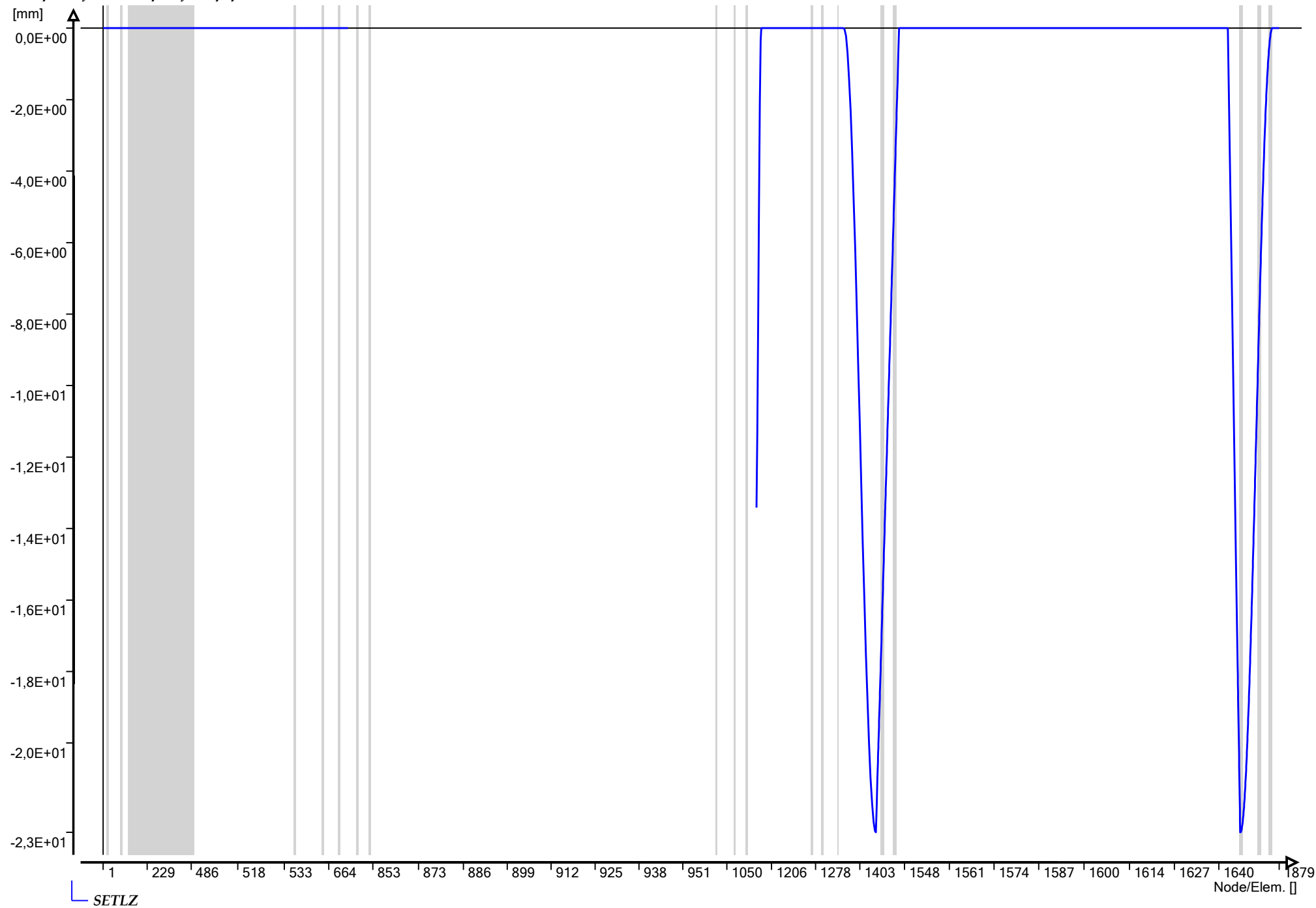
**WARNING - Warnings**

Ple4Win: 2a. BC3 Occ.:0

| SESSION | FUNCTION    | IDENT   | MESSAGE                                |
|---------|-------------|---------|----------------------------------------|
| 1       | 26 FUNCT200 | W200/1  | Large element length ratio             |
| 2       | 26 FUNCT200 | W200/6  | Vertical element or node axis          |
| 3       | 26 FUNCT310 | W310/2  | Bendpar in table pipedim less than 0.2 |
| 4       | 26 FUNCT320 | W320/3  | Extreme klh/(klt, kls) ratio           |
| 5       | 26 FUNCT320 | W320/4  | Extreme rh/(rvt, rvs) ratio            |
| 6       | 26 FUNCT320 | W320/6  | Sub > hor > top not satisfied          |
| 7       | 26 FUNCT320 | W320/9  | Kls_max > 100*kls_min                  |
| 8       | 26 FUNCT330 | W330/1  | Support without stiffness              |
| 9       | 30 FUNCT500 | W500/35 | Bend parameter less than 0.15          |
| 10      | 30 FUNCT500 | W500/24 | Elem-l/adv-l 6.17, 1609 (504 - 1644)   |

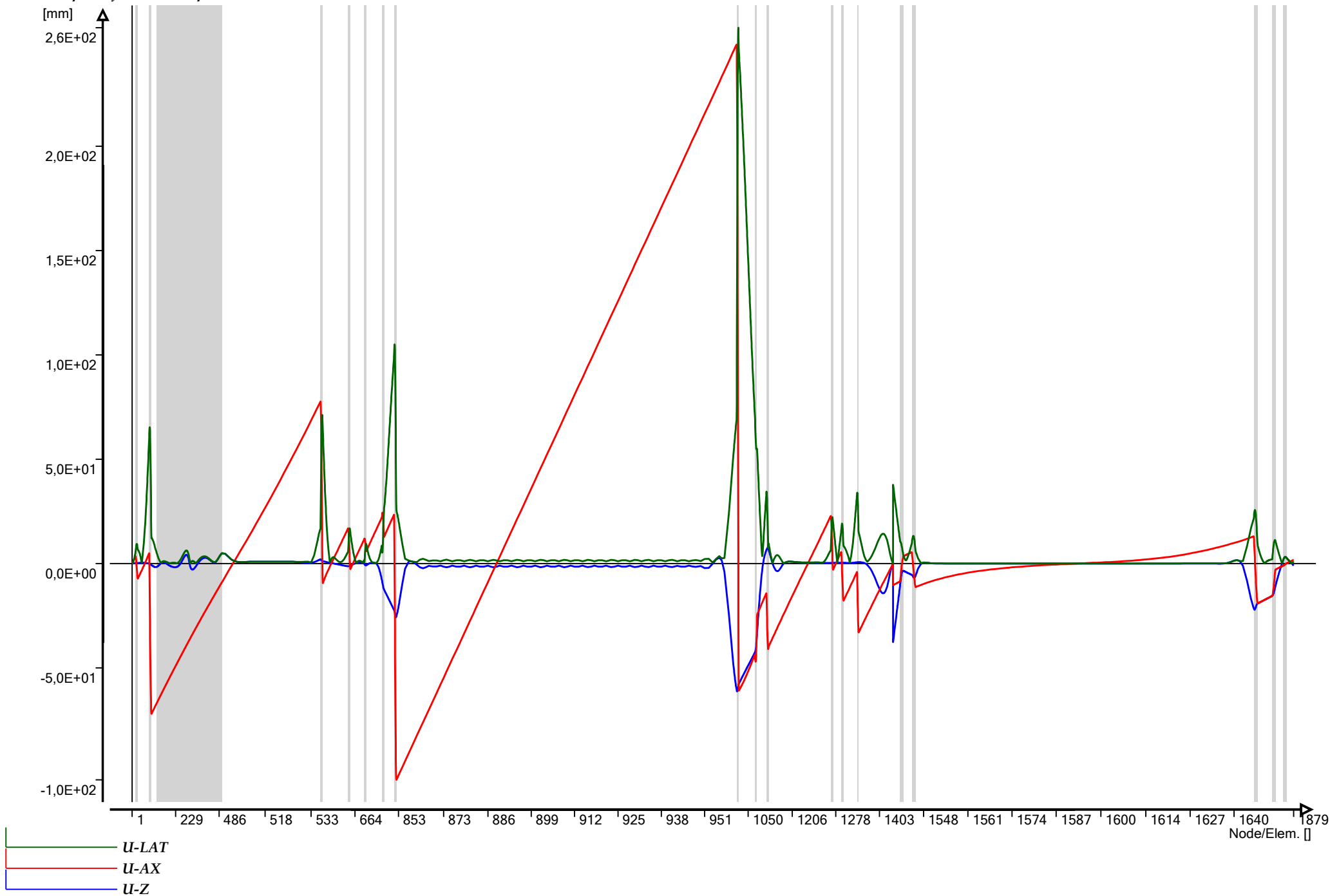






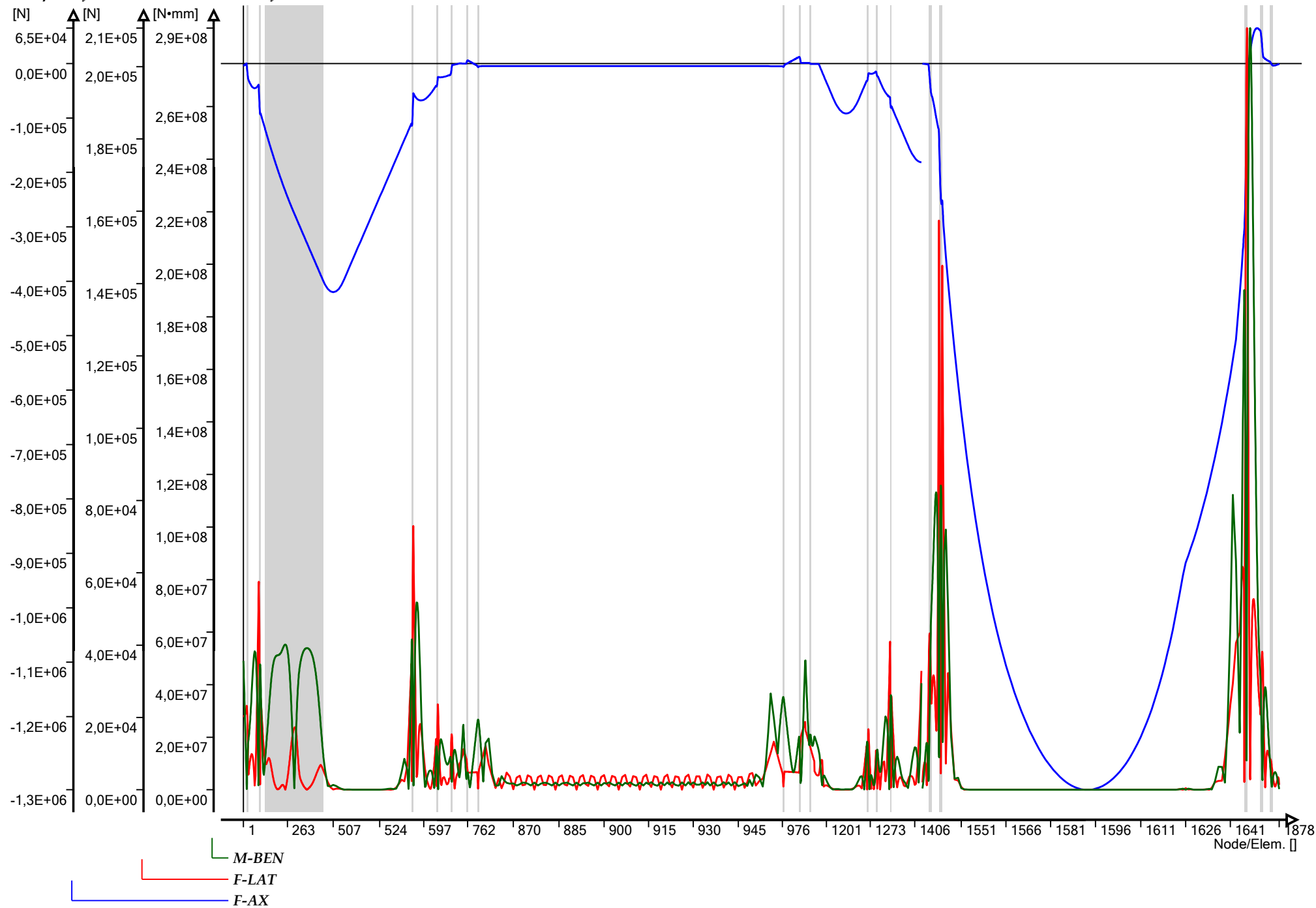
Graphs of table 'Displacements'

Ple4Win: 2a. BC3



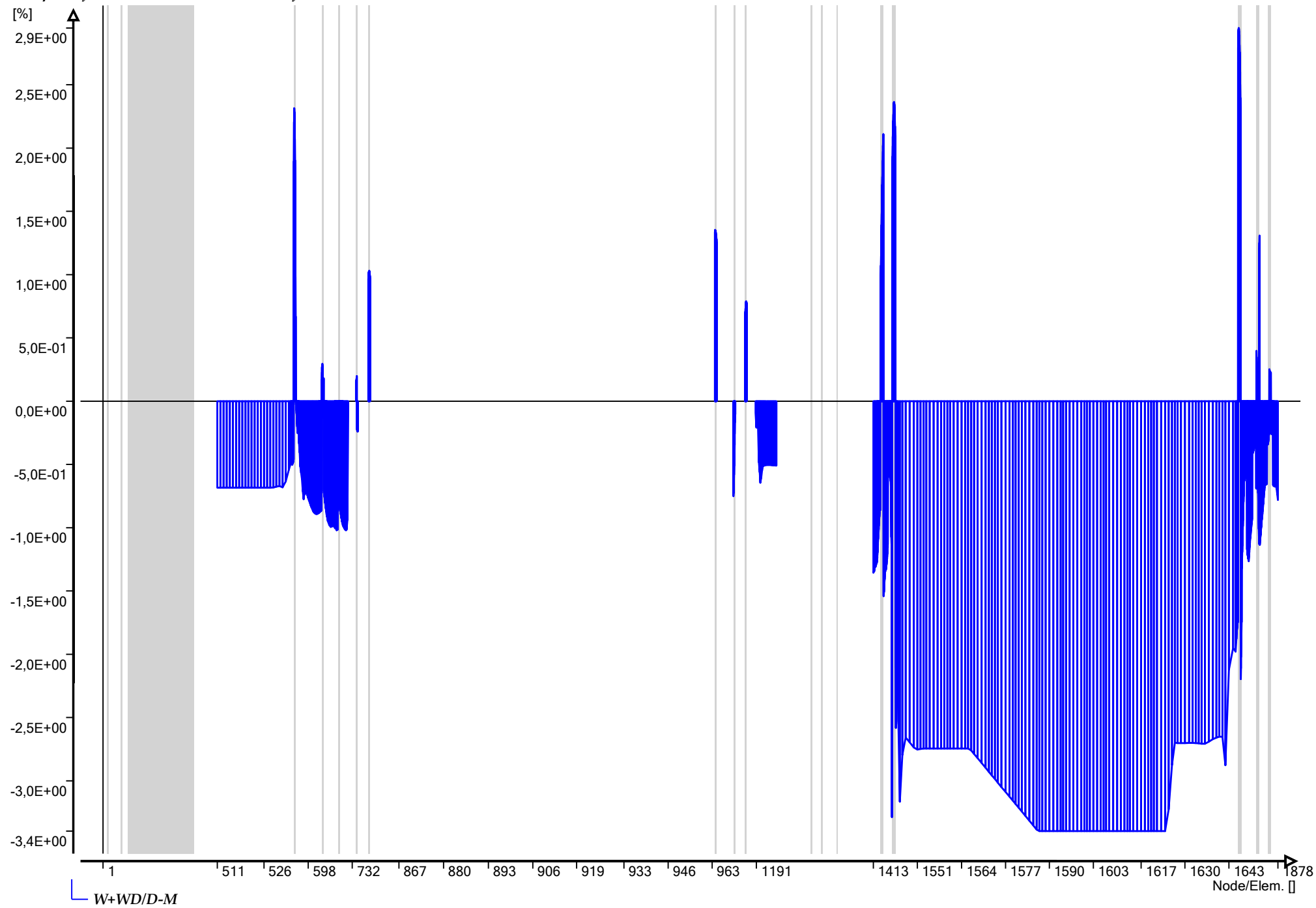
Graphs of table 'Overall internal forces'

Ple4Win: 2a. BC3



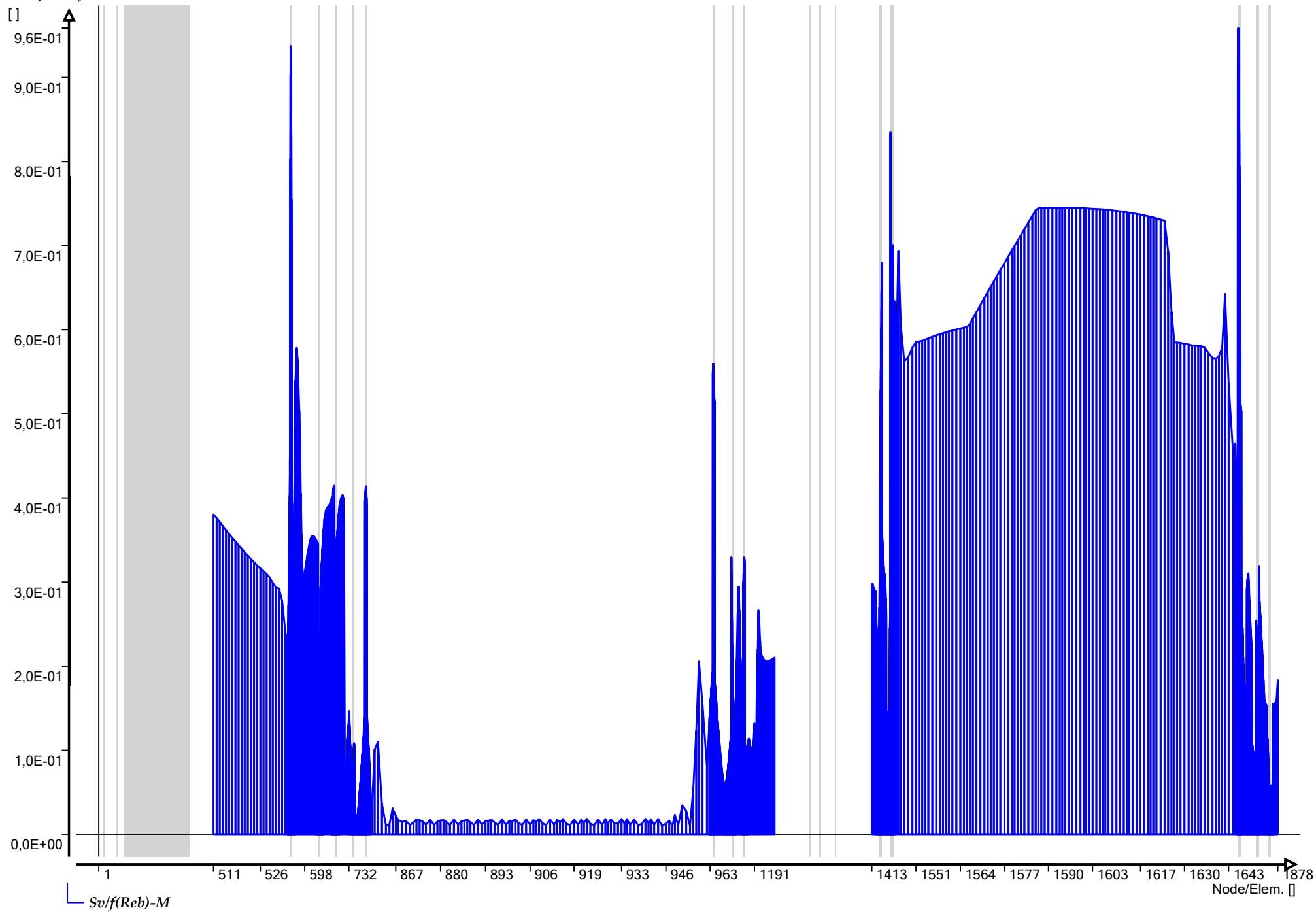
Graphs of table 'Maximum radial deformations (NEN 3650)'

Ple4Win: 2a. BC3



Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

Ple4Win: 2a. BC3



**ORIGIN - Pipeline origin**

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:2

|   | IDENT | X-S | Y-S | Z-S   | SNODE | SAX-L | SAX-LP |
|---|-------|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
|   |       | mm  | mm  | mm    |       | mm    | mm     |
| 1 | start | 0   | 0   | -2740 |       |       |        |

**POLYDIF - Pipeline polygon points**

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:37

|    | IDENT    | DX-N    | DY-N   | Z-N    | BENDRAD | ETYP    | BEND_EL | PIPE_EL | EXT |
|----|----------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|
|    |          | mm      | mm     | mm     | mm      |         | mm      | mm      |     |
| 1  | kn3_1    | 3000    | 0      | -2740  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 2  | kn4_1    | 0       | 9000   | -2740  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 3  | eb1_1    | 15500   | 0      | -2740  | 324000  | Elastic | 108     | 1000    | 20  |
| 4  | eb2_1    | 18700   | 0      | -1660  | 324000  | Elastic | 108     | 1000    | 20  |
| 5  | kn5_1    | 74750   | 0      | -1660  | 810     |         | 108     | 2000    | 20  |
| 6  | IK1      | 0       | 8875   | -2470  | 0       |         |         | 500     |     |
| 7  | kn6_1    | 0       | 8875   | -3280  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 8  | kn7_1    | 10450   | 0      | -3280  | 810     |         | 108     | 1000    | 20  |
| 9  | VPS-SIS  | 0       | 5825   | -3280  | 0       |         |         | 500     |     |
| 10 | kn8_1    | 0       | 5825   | -3280  | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 11 | kn8a_1   | 0       | 0      | -11400 | 810     |         | 108     | 100     | 20  |
| 12 | kn9a_1   | 217500  | 0      | -11400 | 810     |         | 108     | 3000    | 20  |
| 13 | kn9_1    | 0       | 0      | 600    | 810     |         | 108     | 100     | 20  |
| 14 | kn10_1   | 0       | -7610  | 600    | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 15 | SIS-VPS  | 6000    | 0      | 600    | 0       |         |         | 500     |     |
| 16 | IK2      | 6000    | 0      | 600    | 0       |         |         | 500     |     |
| 17 | kn11_1   | 29150   | 0      | 600    | 810     |         | 108     | 1000    | 20  |
| 18 | kn12_1   | 0       | 7000   | 600    | 810     |         | 108     | 500     | 20  |
| 19 | kn13_1   | 10000   | 0      | 600    | 810     |         | 108     | 1000    | 20  |
| 20 | end      | 10516   | 19778  | 600    | 0       |         |         | 1000    |     |
| 21 | m_start  | -279166 | -24993 | -3280  |         | Weak    |         |         |     |
| 22 | mkn8_1   | 0       | 5825   | -3280  | 1323    |         | 108     | 500     | 20  |
| 23 | mred1_s  | 0       | 0      | -5280  | 0       |         |         | 100     |     |
| 24 | mred1_e  | 0       | 0      | -5390  | 0       |         |         | 100     |     |
| 25 | k2mkn8a1 | 0       | 0      | -7400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 26 | k3mkn8a1 | 0       | 0      | -9400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 27 | mkn8a_1  | 0       | 0      | -11400 | 1502    |         | 108     | 100     | 20  |
| 28 | k4mkn8a1 | 2000    | 0      | -11400 | 0       |         |         | 500     |     |
| 29 | mred2_s  | 250     | 0      | -11400 | 0       |         |         | 100     |     |
| 30 | mred2_e  | 1000    | 0      | -11400 | 0       |         |         | 500     |     |
| 31 | mred3_s  | 211000  | 0      | -11400 | 0       |         |         | 3000    |     |
| 32 | mred3_e  | 1000    | 0      | -11400 | 0       |         |         | 500     |     |
| 33 | k3mkn9a1 | 250     | 0      | -11400 | 0       |         |         | 100     |     |
| 34 | mkn9a_1  | 2000    | 0      | -11400 | 1502    |         | 108     | 500     | 20  |
| 35 | k4mkn9a1 | 0       | 0      | -9400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 36 | k5mkn9a1 | 0       | 0      | -7400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 37 | k6mkn9a1 | 0       | 0      | -5400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 38 | mred4_s  | 0       | 0      | -2400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 39 | mred4_e  | 0       | 0      | -1400  | 0       |         |         | 100     |     |
| 40 | mkn9_1   | 0       | 0      | 600    | 1323    |         | 108     | 100     | 20  |
| 41 | mkn10_1  | 0       | -7610  | 600    | 1323    |         | 108     | 500     | 20  |
| 42 | m_end    | 6000    | 0      | 600    | 0       |         |         | 500     |     |

**SUPPORT - External supports specifications**

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:7

|   | IDENT   | S-AX-L | COSYS | SUPREF | SUPPLENG | SUPANGLE | ADDED | DISTANCE |
|---|---------|--------|-------|--------|----------|----------|-------|----------|
|   |         | mm     |       |        | mm       | °        |       | mm       |
| 1 | VPS-SIS | 2912,5 | Local | roller |          |          |       |          |
| 2 | kn8a_1  | 6250   | Local | roller |          |          | 27    | 7500     |
| 3 | kn9_1   | 3800   | Local | roller |          |          |       |          |
| 4 | kn10_1  | 3000   | Local | roller |          |          |       |          |
| 5 | m_start | 2912,5 | Local | dummy  |          |          |       |          |
| 6 | mkn8a_1 | 6250   | Local | dummy  |          |          | 27    | 7500     |
| 7 | mkn9_1  | 3800   | Local | dummy  |          |          |       |          |
| 8 | mkn10_1 | 3000   | Local | dummy  |          |          |       |          |

**ADIDENT - Additional idents**

|    | AX-LP  | NEWIDENT |
|----|--------|----------|
|    | mm     |          |
| 1  | 14000  | k1kn4    |
| 2  | 16000  | k2kn4    |
| 3  | 18000  | k3kn4    |
| 4  | 114950 | k1kn5    |
| 5  | 116950 | k2kn5    |
| 6  | 118950 | k3kn5    |
| 7  | 122950 | k4kn5    |
| 8  | 124950 | k5kn5    |
| 9  | 126950 | k6kn5    |
| 10 | 421060 | k1kn11   |
| 11 | 423060 | k2kn11   |
| 12 | 425060 | k3kn11   |
| 13 | 429060 | k4kn11   |
| 14 | 432060 | k1kn12   |
| 15 | 436060 | k2kn12   |
| 16 | 438060 | k3kn12   |
| 17 | 440060 | k1kn13   |
| 18 | 442060 | k2kn13   |
| 19 | 446060 | k3kn13   |
| 20 | 448060 | k4kn13   |
| 21 | 450060 | k5kn13   |
| 22 | 467685 | OK_s     |
| 23 | 476035 | OK_e     |
| 24 | 681035 | PK_e     |
| 25 | 689285 | PK_s     |
| 26 | 689485 | setls    |
| 27 | 405910 | 3650_e   |
| 28 | 70950  | 3650_s   |
| 29 | 502285 | A10-z1   |
| 30 | 519285 | A10-z2   |
| 31 | 563285 | NS-1     |
| 32 | 603285 | NS-2     |
| 33 | 608285 | Met-1    |
| 34 | 643285 | Met-2    |
| 35 | 648285 | A10-n1   |
| 36 | 668285 | A10-n2   |

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:6

**GROUPS - Element groups**

|   | Start Identifier | End Identifier | NAME   |
|---|------------------|----------------|--------|
|   |                  |                |        |
| 1 | start            | VPS-SIS        | VPS    |
| 2 | VPS-SIS          | SIS-VPS        | medium |
| 3 | SIS-VPS          | end            | VPS    |
| 4 | m_start          | m_end          | mantel |

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:2

**SHAPEP - Polygon point data**

|    | IDENT   | X       | Y      | Z       | BEND  | H_BEND | V_BEND | RADIUS  |
|----|---------|---------|--------|---------|-------|--------|--------|---------|
|    |         | mm      | mm     | mm      | °     | °      | °      | mm      |
| 1  | start   | 0       | 0      | -2.740  |       |        | 90,00  |         |
| 2  | kn3_1   | 3.000   | 0      | -2.740  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 3  | kn4_1   | 3.000   | 9.000  | -2.740  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 4  | eb1_1   | 18.500  | 9.000  | -2.740  | 3,31  | 0,00   | 86,69  | 324.000 |
| 5  | eb2_1   | 37.200  | 9.000  | -1.660  | 3,31  | 0,00   | 90,00  | 324.000 |
| 6  | kn5_1   | 111.950 | 9.000  | -1.660  | 90,00 | 90,00  | 95,21  | 810     |
| 7  | IK1     | 111.950 | 17.875 | -2.470  | 0,00  | 0,00   | 95,21  | 0       |
| 8  | kn6_1   | 111.950 | 26.750 | -3.280  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 9  | kn7_1   | 122.400 | 26.750 | -3.280  | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 10 | VPS-SIS | 122.400 | 32.575 | -3.280  | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0       |
| 11 | kn8_1   | 122.400 | 38.400 | -3.280  | 90,00 |        | 180,00 | 810     |
| 12 | kn8a_1  | 122.400 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 90,00  | 810     |
| 13 | kn9a_1  | 339.900 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 0,00   | 810     |
| 14 | kn9_1   | 339.900 | 38.400 | 600     | 90,00 |        | 90,00  | 810     |
| 15 | kn10_1  | 339.900 | 30.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810     |
| 16 | SIS-VPS | 345.900 | 30.790 | 600     | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0       |
| 17 | IK2     | 351.900 | 30.790 | 600     | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0       |

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:43

## SHAPEP - Polygon point data

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT    | X       | Y      | Z       | BEND  | H_BEND | V_BEND | RADIUS |
|----|----------|---------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|
|    |          | mm      | mm     | mm      | °     | °      | °      | mm     |
| 18 | kn11_1   | 381.050 | 30.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810    |
| 19 | kn12_1   | 381.050 | 37.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 810    |
| 20 | kn13_1   | 391.050 | 37.790 | 600     | 62,00 | 62,00  | 90,00  | 810    |
| 21 | end      | 401.566 | 57.568 | 600     |       |        |        |        |
| 22 | m_start  | 122.400 | 32.575 | -3.280  |       |        | 90,00  |        |
| 23 | mkn8_1   | 122.400 | 38.400 | -3.280  | 90,00 |        | 180,00 | 1.323  |
| 24 | mred1_s  | 122.400 | 38.400 | -5.280  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 25 | mred1_e  | 122.400 | 38.400 | -5.390  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 26 | k2mkn8a1 | 122.400 | 38.400 | -7.400  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 27 | k3mkn8a1 | 122.400 | 38.400 | -9.400  | 0,00  |        | 180,00 | 0      |
| 28 | mkn8a_1  | 122.400 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 90,00  | 1.502  |
| 29 | k4mkn8a1 | 124.400 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 30 | mred2_s  | 124.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 31 | mred2_e  | 125.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 32 | mred3_s  | 336.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 33 | mred3_e  | 337.650 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 34 | k3mkn9a1 | 337.900 | 38.400 | -11.400 | 0,00  | 0,00   | 90,00  | 0      |
| 35 | mkn9a_1  | 339.900 | 38.400 | -11.400 | 90,00 |        | 0,00   | 1.502  |
| 36 | k4mkn9a1 | 339.900 | 38.400 | -9.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 37 | k5mkn9a1 | 339.900 | 38.400 | -7.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 38 | k6mkn9a1 | 339.900 | 38.400 | -5.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 39 | mred4_s  | 339.900 | 38.400 | -2.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 40 | mred4_e  | 339.900 | 38.400 | -1.400  | 0,00  |        | 0,00   | 0      |
| 41 | mkn9_1   | 339.900 | 38.400 | 600     | 90,00 |        | 90,00  | 1.323  |
| 42 | mkn10_1  | 339.900 | 30.790 | 600     | 90,00 | 90,00  | 90,00  | 1.323  |
| 43 | m_end    | 345.900 | 30.790 | 600     |       |        |        |        |

## SHAPEB - Bend location data

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT    | M-X        | M-Y        | M-Z           | T1-X       | T1-Y      | T1-Z        | T2-X       | T2-Y       | T2-Z        |
|----|----------|------------|------------|---------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|-------------|
|    |          | mm         | mm         | mm            | mm         | mm        | mm          | mm         | mm         | mm          |
| 1  | start    | 0          | 0          | -2.740,000    | 0          | 0         | -2.740,000  | 0          | 0          | -2.740,000  |
| 2  | kn3_1    | 2.190,00   | 810,000    | -2.740,000    | 2.190,00   | 0         | -2.740,000  | 3.000,00   | 810,000    | -2.740,000  |
| 3  | kn4_1    | 3.810,00   | 8.190,000  | -2.740,000    | 3.000,00   | 8.190,00  | -2.740,000  | 3.810,00   | 9.000,000  | -2.740,000  |
| 4  | eb1_1    | 9.151,64   | 9.000,000  | 321.260,000   | 9.151,64   | 9.000,00  | -2.740,000  | 27.832,81  | 9.000,000  | -2.200,993  |
| 5  | eb2_1    | 46.548,36  | 9.000,000  | -325.660,0... | 27.867,19  | 9.000,00  | -2.199,007  | 46.548,36  | 9.000,000  | -1.660,000  |
| 6  | kn5_1    | 111.140,00 | 9.806,647  | -1.733,621    | 111.140,00 | 9.000,00  | -1.660,000  | 111.950,00 | 9.806,647  | -1.733,621  |
| 7  | IK1      | 111.950,00 | 17.875,000 | -2.470,000    | 111.950,00 | 17.875,00 | -2.470,000  | 111.950,00 | 17.875,000 | -2.470,000  |
| 8  | kn6_1    | 112.760,00 | 25.943,353 | -3.206,379    | 111.950,00 | 25.943,35 | -3.206,379  | 112.760,00 | 26.750,000 | -3.280,000  |
| 9  | kn7_1    | 121.590,00 | 27.560,000 | -3.280,000    | 121.590,00 | 26.750,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 27.560,000 | -3.280,000  |
| 10 | VPS-SIS  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000    | 122.400,00 | 32.575,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000  |
| 11 | kn8_1    | 122.400,00 | 37.590,000 | -4.090,000    | 122.400,00 | 37.590,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -4.090,000  |
| 12 | kn8a_1   | 123.210,00 | 38.400,000 | -10.590,000   | 122.400,00 | 38.400,00 | -10.590,000 | 123.210,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 13 | kn9a_1   | 339.090,00 | 38.400,000 | -10.590,000   | 339.090,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -10.590,000 |
| 14 | kn9_1    | 339.900,00 | 37.590,000 | -210,000      | 339.900,00 | 38.400,00 | -210,000    | 339.900,00 | 37.590,000 | 600,000     |
| 15 | kn10_1   | 340.710,00 | 31.600,000 | 600,000       | 339.900,00 | 31.600,00 | 600,000     | 340.710,00 | 30.790,000 | 600,000     |
| 16 | SIS-VPS  | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000       | 345.900,00 | 30.790,00 | 600,000     | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000     |
| 17 | IK2      | 351.900,00 | 30.790,000 | 600,000       | 351.900,00 | 30.790,00 | 600,000     | 351.900,00 | 30.790,000 | 600,000     |
| 18 | kn11_1   | 380.240,00 | 31.600,000 | 600,000       | 380.240,00 | 30.790,00 | 600,000     | 381.050,00 | 31.600,000 | 600,000     |
| 19 | kn12_1   | 381.860,00 | 36.980,000 | 600,000       | 381.050,00 | 36.980,00 | 600,000     | 381.860,00 | 37.790,000 | 600,000     |
| 20 | kn13_1   | 390.563,30 | 38.600,000 | 600,000       | 390.563,30 | 37.790,00 | 600,000     | 391.278,49 | 38.219,732 | 600,000     |
| 21 | end      | 401.566,00 | 57.568,000 | 600,000       | 401.566,00 | 57.568,00 | 600,000     | 401.566,00 | 57.568,000 | 600,000     |
| 22 | m_start  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000    | 122.400,00 | 32.575,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 32.575,000 | -3.280,000  |
| 23 | mkn8_1   | 122.400,00 | 37.077,000 | -4.603,000    | 122.400,00 | 37.077,00 | -3.280,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -4.603,000  |
| 24 | mred1_s  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.280,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -5.280,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.280,000  |
| 25 | mred1_e  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.390,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -5.390,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -5.390,000  |
| 26 | k2mkn8a1 | 122.400,00 | 38.400,000 | -7.400,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -7.400,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -7.400,000  |
| 27 | k3mkn8a1 | 122.400,00 | 38.400,000 | -9.400,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -9.400,000  | 122.400,00 | 38.400,000 | -9.400,000  |
| 28 | mkn8a_1  | 123.902,00 | 38.400,000 | -9.898,000    | 122.400,00 | 38.400,00 | -9.898,000  | 123.902,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 29 | k4mkn8a1 | 124.400,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 124.400,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 124.400,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 30 | mred2_s  | 124.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 124.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 124.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 31 | mred2_e  | 125.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 125.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 125.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 32 | mred3_s  | 336.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 336.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 336.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 33 | mred3_e  | 337.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 337.650,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 337.650,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 34 | k3mkn9a1 | 337.900,00 | 38.400,000 | -11.400,000   | 337.900,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 337.900,00 | 38.400,000 | -11.400,000 |
| 35 | mkn9a_1  | 338.398,00 | 38.400,000 | -9.898,000    | 338.398,00 | 38.400,00 | -11.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -9.898,000  |
| 36 | k4mkn9a1 | 339.900,00 | 38.400,000 | -9.400,000    | 339.900,00 | 38.400,00 | -9.400,000  | 339.900,00 | 38.400,000 | -9.400,000  |

## SHAPEB - Bend location data

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT    | M-X        | M-Y        | M-Z        | T1-X       | T1-Y      | T1-Z       | T2-X       | T2-Y       | T2-Z       |
|----|----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|    |          | mm         | mm         | mm         | mm         | mm        | mm         | mm         | mm         | mm         |
| 37 | k5mkn9a1 | 339.900,00 | 38.400,000 | -7.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -7.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -7.400,000 |
| 38 | k6mkn9a1 | 339.900,00 | 38.400,000 | -5.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -5.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -5.400,000 |
| 39 | mred4_s  | 339.900,00 | 38.400,000 | -2.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -2.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -2.400,000 |
| 40 | mred4_e  | 339.900,00 | 38.400,000 | -1.400,000 | 339.900,00 | 38.400,00 | -1.400,000 | 339.900,00 | 38.400,000 | -1.400,000 |
| 41 | mkn9_1   | 339.900,00 | 37.077,000 | -723,000   | 339.900,00 | 38.400,00 | -723,000   | 339.900,00 | 37.077,000 | 600,000    |
| 42 | mkn10_1  | 341.223,00 | 32.113,000 | 600,000    | 339.900,00 | 32.113,00 | 600,000    | 341.223,00 | 30.790,000 | 600,000    |
| 43 | m_end    | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000    | 345.900,00 | 30.790,00 | 600,000    | 345.900,00 | 30.790,000 | 600,000    |

## IDENTS - Identification names

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:43

|    | IDENT   | NODE | X-P        | AX-L       | AX-LP      |
|----|---------|------|------------|------------|------------|
|    |         |      | mm         | mm         | mm         |
| 1  | start   | 1    | 0          | 0          | 0          |
| 2  | kn3_1s  | 22   | 2.190,00   | 2.190,00   | 2.190,00   |
| 3  | kn3_1   | 28   | 2.762,76   | 2.826,17   | 3.000,00   |
| 4  | kn3_1e  | 34   | 3.000,00   | 3.462,35   | 3.810,00   |
| 5  | kn4_1s  | 81   | 3.000,00   | 10.842,35  | 11.190,00  |
| 6  | kn4_1   | 87   | 3.237,24   | 11.478,52  | 12.000,00  |
| 7  | kn4_1e  | 93   | 3.810,00   | 12.114,69  | 12.810,00  |
| 8  | k1kn4   | 104  | 4.976,32   | 13.281,01  | 13.976,32  |
| 9  | eb1_1s  | 115  | 7.003,19   | 15.307,88  | 16.003,19  |
| 10 | k2kn4   | 115  | 7.003,19   | 15.307,88  | 16.003,19  |
| 11 | k3kn4   | 134  | 9.044,22   | 17.348,91  | 18.044,22  |
| 12 | eb1_1   | 222  | 18.496,11  | 26.802,10  | 27.500,00  |
| 13 | eb1_1e  | 309  | 27.832,81  | 36.147,87  | 36.832,81  |
| 14 | eb2_1s  | 310  | 27.867,19  | 36.182,30  | 36.867,19  |
| 15 | eb2_1   | 397  | 37.203,89  | 45.528,07  | 46.200,00  |
| 16 | eb2_1e  | 504  | 48.696,81  | 57.022,29  | 57.696,81  |
| 17 | 3650_s  | 511  | 62.318,05  | 70.643,53  | 71.318,05  |
| 18 | k1kn5   | 533  | 105.127,64 | 113.453,12 | 114.127,64 |
| 19 | k2kn5   | 534  | 107.073,53 | 115.399,01 | 116.073,53 |
| 20 | k3kn5   | 544  | 109.973,68 | 118.299,16 | 118.973,68 |
| 21 | kn5_1s  | 555  | 111.140,00 | 119.465,48 | 120.140,00 |
| 22 | kn5_1   | 561  | 111.712,76 | 120.101,65 | 120.950,00 |
| 23 | kn5_1e  | 567  | 111.950,00 | 120.737,82 | 121.756,65 |
| 24 | k4kn5   | 578  | 111.950,00 | 121.904,14 | 122.918,14 |
| 25 | k5kn5   | 589  | 111.950,00 | 123.855,29 | 124.861,20 |
| 26 | k6kn5   | 593  | 111.950,00 | 125.849,06 | 126.846,72 |
| 27 | IK1     | 599  | 111.950,00 | 128.839,71 | 129.825,00 |
| 28 | kn6_1s  | 631  | 111.950,00 | 136.941,60 | 137.893,35 |
| 29 | kn6_1   | 637  | 112.187,24 | 137.577,77 | 138.700,00 |
| 30 | kn6_1e  | 643  | 112.760,00 | 138.213,94 | 139.510,00 |
| 31 | kn7_1s  | 688  | 121.590,00 | 147.043,94 | 148.340,00 |
| 32 | kn7_1   | 694  | 122.162,76 | 147.680,12 | 149.150,00 |
| 33 | kn7_1e  | 700  | 122.400,00 | 148.316,29 | 149.960,00 |
| 34 | VPS-SIS | 726  | 122.400,00 | 153.331,29 | 154.975,00 |
| 35 | kn8_1s  | 753  | 122.400,00 | 158.346,29 | 159.990,00 |
| 36 | kn8_1   | 759  | 122.400,00 | 158.982,46 | 160.800,00 |
| 37 | kn8_1e  | 765  | 122.400,00 | 159.618,63 | 160.800,00 |
| 38 | kn8a_1s | 828  | 122.400,00 | 166.118,63 | 160.800,00 |
| 39 | kn8a_1  | 834  | 122.637,24 | 166.754,81 | 160.800,00 |
| 40 | kn8a_1e | 840  | 123.210,00 | 167.390,98 | 161.610,00 |
| 41 | kn9a_1s | 979  | 339.090,00 | 383.270,98 | 377.490,00 |
| 42 | kn9a_1  | 985  | 339.662,76 | 383.907,15 | 378.300,00 |
| 43 | kn9a_1e | 991  | 339.900,00 | 384.543,32 | 378.300,00 |
| 44 | kn9_1s  | 1093 | 339.900,00 | 394.923,32 | 378.300,00 |
| 45 | kn9_1   | 1099 | 339.900,00 | 395.559,50 | 378.300,00 |
| 46 | kn9_1e  | 1105 | 339.900,00 | 396.195,67 | 379.110,00 |
| 47 | kn10_1s | 1150 | 339.900,00 | 402.185,67 | 385.100,00 |
| 48 | kn10_1  | 1156 | 340.137,24 | 402.821,84 | 385.910,00 |
| 49 | kn10_1e | 1162 | 340.710,00 | 403.458,01 | 386.720,00 |
| 50 | SIS-VPS | 1190 | 345.900,00 | 408.648,01 | 391.910,00 |
| 51 | IK2     | 1202 | 351.900,00 | 414.648,01 | 397.910,00 |
| 52 | 3650_e  | 1210 | 359.668,72 | 422.416,73 | 405.678,72 |
| 53 | k1kn11  | 1226 | 375.206,16 | 437.954,17 | 421.216,16 |
| 54 | k2kn11  | 1228 | 377.148,34 | 439.896,35 | 423.158,34 |
| 55 | k3kn11  | 1238 | 379.073,68 | 441.821,70 | 425.083,68 |

## IDENTS - Identification names

|     | IDENT    | NODE | X-P        | AX-L       | AX-LP      |
|-----|----------|------|------------|------------|------------|
|     |          |      | mm         | mm         | mm         |
| 56  | kn11_1s  | 1249 | 380.240,00 | 442.988,01 | 426.250,00 |
| 57  | kn11_1   | 1255 | 380.812,76 | 443.624,19 | 427.060,00 |
| 58  | kn11_1e  | 1261 | 381.050,00 | 444.260,36 | 427.870,00 |
| 59  | k4kn11   | 1272 | 381.050,00 | 445.426,67 | 429.036,32 |
| 60  | k1kn12   | 1293 | 381.050,00 | 448.474,04 | 432.083,68 |
| 61  | kn12_1s  | 1304 | 381.050,00 | 449.640,36 | 433.250,00 |
| 62  | kn12_1   | 1310 | 381.287,24 | 450.276,53 | 434.060,00 |
| 63  | kn12_1e  | 1316 | 381.860,00 | 450.912,70 | 434.870,00 |
| 64  | k2kn12   | 1327 | 383.026,32 | 452.079,02 | 436.036,32 |
| 65  | k3kn12   | 1337 | 384.946,52 | 453.999,22 | 437.956,52 |
| 66  | k1kn13   | 1339 | 386.878,40 | 455.931,10 | 439.888,40 |
| 67  | k2kn13   | 1344 | 389.073,23 | 458.125,94 | 442.083,23 |
| 68  | kn13_1s  | 1361 | 390.563,30 | 459.616,00 | 443.573,30 |
| 69  | kn13_1   | 1366 | 390.980,48 | 460.054,26 | 444.060,00 |
| 70  | kn13_1e  | 1371 | 391.278,49 | 460.492,51 | 444.546,70 |
| 71  | k3kn13   | 1388 | 391.978,03 | 461.982,58 | 446.036,77 |
| 72  | k4kn13   | 1393 | 393.002,86 | 464.165,55 | 448.219,74 |
| 73  | k5kn13   | 1395 | 393.904,24 | 466.085,57 | 450.139,75 |
| 74  | end      | 1412 | 401.566,00 | 482.405,71 | 466.459,90 |
| 75  | m_start  | 1413 | 122.400,00 | 482.405,71 | 466.459,90 |
| 76  | OK_s     | 1416 | 122.400,00 | 483.860,01 | 467.914,20 |
| 77  | mkn8_1s  | 1439 | 122.400,00 | 486.907,71 | 470.961,90 |
| 78  | mkn8_1   | 1449 | 122.400,00 | 487.946,79 | 472.284,90 |
| 79  | mkn8_1e  | 1459 | 122.400,00 | 488.985,88 | 472.284,90 |
| 80  | mred1_s  | 1466 | 122.400,00 | 489.662,88 | 472.284,90 |
| 81  | mred1_e  | 1468 | 122.400,00 | 489.772,88 | 472.284,90 |
| 82  | k2mkn8a1 | 1489 | 122.400,00 | 491.782,88 | 472.284,90 |
| 83  | k3mkn8a1 | 1509 | 122.400,00 | 493.782,88 | 472.284,90 |
| 84  | mkn8a_1s | 1514 | 122.400,00 | 494.280,88 | 472.284,90 |
| 85  | mkn8a_1  | 1525 | 122.839,93 | 495.460,54 | 472.284,90 |
| 86  | mkn8a_1e | 1536 | 123.902,00 | 496.640,21 | 473.786,90 |
| 87  | k4mkn8a1 | 1541 | 124.400,00 | 497.138,21 | 474.284,90 |
| 88  | mred2_s  | 1544 | 124.650,00 | 497.388,21 | 474.534,90 |
| 89  | mred2_e  | 1546 | 125.650,00 | 498.388,21 | 475.534,90 |
| 90  | OK_e     | 1546 | 125.650,00 | 498.388,21 | 475.534,90 |
| 91  | A10-z1   | 1558 | 151.472,33 | 524.210,54 | 501.357,23 |
| 92  | A10-z2   | 1567 | 170.227,46 | 542.965,68 | 520.112,37 |
| 93  | NS-1     | 1587 | 213.138,63 | 585.876,84 | 563.023,53 |
| 94  | NS-2     | 1606 | 253.438,73 | 626.176,94 | 603.323,63 |
| 95  | Met-1    | 1609 | 258.972,33 | 631.710,54 | 608.857,23 |
| 96  | Met-2    | 1625 | 293.972,33 | 666.710,54 | 643.857,23 |
| 97  | A10-n1   | 1627 | 298.016,20 | 670.754,41 | 647.901,10 |
| 98  | A10-n2   | 1637 | 318.972,33 | 691.710,54 | 668.857,23 |
| 99  | PK_e     | 1643 | 331.472,33 | 704.210,54 | 681.357,23 |
| 100 | mred3_s  | 1645 | 336.650,00 | 709.388,21 | 686.534,90 |
| 101 | mred3_e  | 1647 | 337.650,00 | 710.388,21 | 687.534,90 |
| 102 | k3mkn9a1 | 1650 | 337.900,00 | 710.638,21 | 687.784,90 |
| 103 | mkn9a_1s | 1655 | 338.398,00 | 711.136,21 | 688.282,90 |
| 104 | PK_s     | 1663 | 339.210,04 | 711.994,15 | 689.248,18 |
| 105 | setls    | 1664 | 339.298,12 | 712.101,39 | 689.407,28 |
| 106 | mkn9a_1  | 1666 | 339.460,07 | 712.315,88 | 689.784,90 |
| 107 | mkn9a_1e | 1677 | 339.900,00 | 713.495,55 | 689.784,90 |
| 108 | k4mkn9a1 | 1682 | 339.900,00 | 713.993,55 | 689.784,90 |
| 109 | k5mkn9a1 | 1702 | 339.900,00 | 715.993,55 | 689.784,90 |
| 110 | k6mkn9a1 | 1722 | 339.900,00 | 717.993,55 | 689.784,90 |
| 111 | mred4_s  | 1752 | 339.900,00 | 720.993,55 | 689.784,90 |
| 112 | mred4_e  | 1762 | 339.900,00 | 721.993,55 | 689.784,90 |
| 113 | mkn9_1s  | 1769 | 339.900,00 | 722.670,55 | 689.784,90 |
| 114 | mkn9_1   | 1779 | 339.900,00 | 723.709,63 | 689.784,90 |
| 115 | mkn9_1e  | 1789 | 339.900,00 | 724.748,71 | 691.107,90 |
| 116 | mkn10_1s | 1832 | 339.900,00 | 729.712,71 | 696.071,90 |
| 117 | mkn10_1  | 1842 | 340.287,50 | 730.751,79 | 697.394,90 |
| 118 | mkn10_1e | 1852 | 341.223,00 | 731.790,88 | 698.717,90 |
| 119 | m_end    | 1879 | 345.900,00 | 736.467,88 | 703.394,90 |

**MATL - Material location**

|    | Identifier | MATREF |
|----|------------|--------|
| 1  | start      | P235   |
| 2  | kn3_1s     | X52    |
| 3  | kn3_1e     | P235   |
| 4  | kn4_1s     | X52    |
| 5  | kn4_1e     | P235   |
| 6  | kn5_1s     | X52    |
| 7  | kn5_1e     | P235   |
| 8  | kn6_1s     | X52    |
| 9  | kn6_1e     | P235   |
| 10 | kn7_1s     | X52    |
| 11 | kn7_1e     | P235   |
| 12 | kn8_1s     | X52    |
| 13 | kn8_1e     | P235   |
| 14 | kn8a_1s    | X52    |
| 15 | kn8a_1e    | P235   |
| 16 | kn9a_1s    | X52    |
| 17 | kn9a_1e    | P235   |
| 18 | kn9_1s     | X52    |
| 19 | kn9_1e     | P235   |
| 20 | kn10_1s    | X52    |
| 21 | kn10_1e    | P235   |
| 22 | kn11_1s    | X52    |
| 23 | kn11_1e    | P235   |
| 24 | kn12_1s    | X52    |
| 25 | kn12_1e    | P235   |
| 26 | kn13_1s    | X52    |
| 27 | kn13_1e    | P235   |
| 28 | m_start    | P355m  |

**ISTROP - Isotropic materials**

|   | MATREF | Emod              | Gmod              | Nu  | ALPHA    | Re                | ReT               |
|---|--------|-------------------|-------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|
|   |        | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |     | 1/°C     | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |
| 1 | P235   | 207000            |                   | 0,3 | 1,24E-05 | 225               | 191,4             |
| 2 | X52    | 210000            |                   | 0,3 | 1,24E-05 | 355               | 292               |
| 3 | P355m  | 211700            |                   | 0,3 | 1,17E-05 | 355               | 292               |
| 4 | P355   | 207000            |                   | 0,3 | 1,24E-05 | 355               | 292               |

**DIAM - Outer diameter**

|   | Identifier | DOU1  | DOU2  |
|---|------------|-------|-------|
|   |            | mm    | mm    |
| 1 | end        | 323,9 | 609,6 |
| 2 | mred1_s    | 609,6 |       |
| 3 | mred1_e    | 812,8 |       |
| 4 | mred2_s    | 812,8 |       |
| 5 | mred2_e    | 609,6 |       |
| 6 | mred3_s    | 609,6 |       |
| 7 | mred3_e    | 812,8 |       |
| 8 | mred4_s    | 812,8 |       |
| 9 | mred4_e    | 609,6 |       |

**WALL - Wall thicknesses**

|    | Identifier | T-NOM1 | COR-AL1 | RTOL1 | ATOL1 | T-NOM2 | COR-AL2 | RTOL2 | ATOL2 |
|----|------------|--------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|
|    |            | mm     | mm      | %     | mm    | mm     | mm      | %     | mm    |
| 1  | kn3_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 2  | kn3_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 3  | kn4_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 4  | kn4_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 5  | kn5_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 6  | kn5_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 7  | kn6_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 8  | kn6_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 9  | kn7_1s     | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 10 | kn7_1e     | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 11 | VPS-SIS    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |

**WALL - Wall thicknesses**

Ple4Win: 2b. BC4 [22-Sep-14] Occ.:21

|    | Identifier | T-NOM1 | COR-AL1 | RTOL1 | ATOL1 | T-NOM2 | COR-AL2 | RTOL2 | ATOL2 |
|----|------------|--------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|
|    |            | mm     | mm      | %     | mm    | mm     | mm      | %     | mm    |
| 12 | SIS-VPS    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 13 | kn11_1s    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 14 | kn11_1e    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 15 | kn12_1s    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 16 | kn12_1e    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 17 | kn13_1s    | 5,6    |         | 8     |       | 7,1    |         | 8     |       |
| 18 | kn13_1e    | 7,1    |         | 8     |       | 5,6    |         | 8     |       |
| 19 | end        | 5,6    |         | 8     |       | 9,5    |         | 8     |       |
| 20 | mred1_s    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 21 | mred1_e    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 22 | mred2_s    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 23 | mred2_e    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 24 | mred3_s    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 25 | mred3_e    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 26 | mred4_s    | 12,7   |         | 8     |       |        |         |       |       |
| 27 | mred4_e    | 9,5    |         | 8     |       |        |         |       |       |

**DEADW - Deadweight**

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:3

|    | Identifier | DEADW1 | DEADW2 | WLEVEL |
|----|------------|--------|--------|--------|
|    |            | N/mm   | N/mm   |        |
| 1  | VPS-SIS    | -0,24  | 1,28   |        |
| 2  | SIS-VPS    | 1,28   | -0,24  |        |
| 3  | end        | -0,24  | 1,52   |        |
| 4  | mred1_s    | 1,52   |        |        |
| 5  | mred1_e    | 1,74   |        |        |
| 6  | mred2_s    | 1,74   |        |        |
| 7  | mred2_e    | 1,52   |        |        |
| 8  | mred3_s    | 1,52   |        |        |
| 9  | mred3_e    | 1,74   |        |        |
| 10 | mred4_s    | 1,74   |        |        |
| 11 | mred4_e    | 1,52   |        |        |

**KLH - Horizontal soil stiffness**

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:29

|    | Identifier | KLH1             | KLH2             | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|------------------|------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm³            | N/mm³            |        |        | %     |
| 1  | k1kn4      | 0,00172193165... | 0,00236575131... |        | 1      | 5     |
| 2  | k2kn4      | 0,00236575131... | 0,00377851476... |        | 1      | 5     |
| 3  | k3kn4      | 0,00377851476... | 0,00938          |        | 1      | 5     |
| 4  | eb1_1      | 0,00938          |                  |        | 1      | 5     |
| 5  | eb2_1      | 0,0183           |                  |        | 1      | 5     |
| 6  | k1kn5      | 0,0183           | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 7  | k2kn5      | 0,00470169500... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 8  | k3kn5      | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 9  | k4kn5      | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 10 | k5kn5      | 0,00269735394    | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 11 | k6kn5      | 0,00470169500... |                  |        | 1      | 5     |
| 12 | kn6_1      | 0,00343          |                  |        | 1      | 5     |
| 13 | kn7_1      | 0,00377          |                  |        | 1      | 5     |
| 14 | VPS-SIS    | 0,0038           | 0                |        | 1      | 5     |
| 15 | SIS-VPS    | 0                | 0,0183           |        | 1      | 5     |
| 16 | k1kn11     | 0,0183           | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 17 | k2kn11     | 0,00470169500... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 18 | k3kn11     | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 19 | k4kn11     | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 20 | k1kn12     | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 21 | k2kn12     | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 22 | k3kn12     | 0,00269735394    | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 23 | k1kn13     | 0,00470169500... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 24 | k2kn13     | 0,00269735394    | 0,00189115230... |        | 1      | 5     |
| 25 | k3kn13     | 0,00189115230... | 0,00269735394    |        | 1      | 5     |
| 26 | k4kn13     | 0,00269735394    | 0,00470169500... |        | 1      | 5     |
| 27 | k5kn13     | 0,00470169500... | 0,0183           |        | 1      | 5     |
| 28 | end        | 0,0183           | 0,0024           |        | 1      | 5     |
| 29 | m_start    | 0,00243          |                  |        | 1      | 5     |
| 30 | mkn8_1     | 0,00243          |                  |        | 1      | 5     |

**KLH - Horizontal soil stiffness**

|    | Identifier | KLH1              | KLH2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 31 | mred1_e    | 0,00594           | 0,0047            |        | 1      | 5     |
| 32 | k2mkn8a1   | 0,0047            | 0,0024            |        | 1      | 5     |
| 33 | k3mkn8a1   | 0,0024            | 0,0016            |        | 1      | 5     |
| 34 | k4mkn8a1   | 0,0016            | 0,00594           |        | 1      | 5     |
| 35 | OK_e       | 0,00594           | 0,09083           |        | 1      | 5     |
| 36 | A10-z1     | 0,0908            |                   |        | 1      | 5     |
| 37 | A10-z2     | 0,0908            |                   |        | 1      | 5     |
| 38 | NS-1       | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 39 | NS-2       | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 40 | Met-1      | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 41 | Met-2      | 0,0923            |                   |        | 1      | 5     |
| 42 | A10-n1     | 0,0313            |                   |        | 1      | 5     |
| 43 | A10-n2     | 0,0313            |                   |        | 1      | 5     |
| 44 | k3mkn9a1   | 0,03133           | 0,0016            |        | 1      | 5     |
| 45 | k4mkn9a1   | 0,0016            | 0,0024            |        | 1      | 5     |
| 46 | k5mkn9a1   | 0,0024            | 0,0047            |        | 1      | 5     |
| 47 | k6mkn9a1   | 0,0047            | 0,00639           |        | 1      | 5     |
| 48 | mkn9_1     | 0,0109            |                   |        | 1      | 5     |

**KLS - Downward vertical soil stiffness**

|    | Identifier | KLS1              | KLS2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,00217           |                   |        | 1      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,00217           |                   |        | 1      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,00217           |                   |        | 1      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,0129            |                   |        | 1      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,0129            |                   |        | 1      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,00235           |                   |        | 1      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,00246           |                   |        | 1      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0025            | 0                 |        | 1      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,0217            |        | 1      | 5     |
| 10 | end        | 0,0217            | 0,0012            |        | 1      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,0012            |                   |        | 1      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,0012            |                   |        | 1      | 5     |
| 13 | mkn8a_1s   | 0,0365            | 0,0024            |        | 1      | 5     |
| 14 | mkn8a_1e   | 0,0024            | 0,0365            |        | 1      | 5     |
| 15 | OK_e       | 0,0365            | 0,1526            |        | 1      | 5     |
| 16 | A10-z1     | 0,153             |                   |        | 1      | 5     |
| 17 | A10-z2     | 0,153             |                   |        | 1      | 5     |
| 18 | NS-1       | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 19 | NS-2       | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 20 | Met-1      | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 21 | Met-2      | 0,155             |                   |        | 1      | 5     |
| 22 | A10-n1     | 0,0476            |                   |        | 1      | 5     |
| 23 | A10-n2     | 0,0476            |                   |        | 1      | 5     |
| 24 | PK_e       | 0,0476            | 0,0471            |        | 1      | 5     |
| 25 | mkn9a_1s   | 0,0471            | 0,0047            |        | 1      | 5     |
| 26 | mkn9a_1e   | 0,0047            | 0,0771            |        | 1      | 5     |
| 27 | mkn9_1     | 0,0128            |                   |        | 1      | 5     |

**KLT - Upward vertical soil stiffness**

|    | Identifier | KLT1              | KLT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,00727           |                   | 1      |        | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,00727           |                   | 1      |        | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,00727           |                   | 1      |        | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,00094           |                   | 1      |        | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,00094           |                   | 1      |        | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,0527            |                   | 1      |        | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,065             |                   | 1      |        | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,065             | 0                 | 1      |        | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,0016            | 1      |        | 5     |
| 10 | end        | 0,00163           | 0,00602           | 1      |        | 5     |
| 11 | m_start    | 0,00602           |                   | 1      |        | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,00602           |                   | 1      |        | 5     |

**KLT - Upward vertical soil stiffness**

Ple4Win: 2b. BC4 [24-Sep-14] Occ.:9

|    | Identifier | KLT1              | KLT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>3</sup> | N/mm <sup>3</sup> |        |        | %     |
| 13 | mkn8a_1s   | 0,0197            | 0,0016            | 1      |        | 5     |
| 14 | mkn8a_1e   | 0,0016            | 0,0197            | 1      |        | 5     |
| 15 | OK_e       | 0,0197            | 0,0197            | 1      |        | 5     |
| 16 | A10-z1     | 0,0197            |                   | 1      |        | 5     |
| 17 | A10-z2     | 0,0197            |                   | 1      |        | 5     |
| 18 | NS-1       | 0,0107            |                   | 1      |        | 5     |
| 19 | NS-2       | 0,0107            |                   | 1      |        | 5     |
| 20 | Met-1      | 0,00753           |                   | 1      |        | 5     |
| 21 | Met-2      | 0,00753           |                   | 1      |        | 5     |
| 22 | A10-n1     | 0,00252           |                   | 1      |        | 5     |
| 23 | A10-n2     | 0,00252           |                   | 1      |        | 5     |
| 24 | PK_e       | 0,0025            | 0,0231            | 1      |        | 5     |
| 25 | mkn9a_1s   | 0,0231            | 0,0047            | 1      |        | 5     |
| 26 | mkn9a_1e   | 0,0047            | 0,0231            | 1      |        | 5     |
| 27 | mkn9_1     | 0,00020           |                   | 1      |        | 5     |

**F - Pipe-soil friction**

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | F1                | F2                | UNCF-L | UNCF-H | CFA1 | CFA2 | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|------|------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        |      |      | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,00881           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,00881           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,00881           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,00589           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,00589           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,00424           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,00089           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0009            | 0                 | 1      |        |      |      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,006             | 1      |        |      |      | 5     |
| 10 | end        | 0,00598           | 0,00034           | 1      |        |      |      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,00033           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,00033           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 0,0199            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 14 | OK_e       | 0,0199            | 0,0192            | 1      |        |      |      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 0,0192            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 0,0192            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 17 | NS-1       | 0,0238            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 18 | NS-2       | 0,0238            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 19 | Met-1      | 0,0237            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 20 | Met-2      | 0,0237            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 0,00927           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 0,00927           |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 23 | PK_e       | 0,0093            | 0,0167            | 1      |        |      |      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 0,0167            |                   | 1      |        |      |      | 5     |
| 25 | mkn9_1     | 0,00438           |                   | 1      |        |      |      | 5     |

**UF - Displacement at max. soil friction**

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | UF1   | UF2     | UNCF-L | UNCF-H |
|----|------------|-------|---------|--------|--------|
|    |            | mm    | mm      |        |        |
| 1  | kn3_1      | 9,6   |         |        | 1      |
| 2  | kn4_1      | 9,6   |         |        | 1      |
| 3  | eb1_1s     | 9,6   |         |        | 1      |
| 4  | eb2_1s     | 9,6   |         |        | 1      |
| 5  | kn5_1      | 9,6   |         |        | 1      |
| 6  | kn6_1      | 18    |         |        | 1      |
| 7  | kn7_1      | 18    |         |        | 1      |
| 8  | VPS-SIS    | 18    | 0       |        | 1      |
| 9  | SIS-VPS    | 0     | 14,4489 |        | 1      |
| 10 | end        | 14,45 | 18      |        | 1      |
| 11 | m_start    | 18    |         |        | 1      |
| 12 | mkn8_1     | 18    |         |        | 1      |
| 13 | mkn8a_1    | 9,6   |         |        | 1      |
| 14 | OK_e       | 12,8  | 12,8    |        | 1      |
| 15 | A10-z1     | 12,8  |         |        | 1      |
| 16 | A10-z2     | 12,8  |         |        | 1      |
| 17 | NS-1       | 12,8  |         |        | 1      |

**UF - Displacement at max. soil friction**

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | UF1  | UF2 | UNCF-L | UNCF-H |
|----|------------|------|-----|--------|--------|
|    |            | mm   | mm  |        |        |
| 18 | NS-2       | 12,8 |     |        | 1      |
| 19 | Met-1      | 12,8 |     |        | 1      |
| 20 | Met-2      | 12,8 |     |        | 1      |
| 21 | A10-n1     | 12   |     |        | 1      |
| 22 | A10-n2     | 12   |     |        | 1      |
| 23 | PK_e       | 12   | 9,6 |        | 1      |
| 24 | mkn9a_1    | 9,6  |     |        | 1      |
| 25 | mkn9_1     | 9,6  |     |        | 1      |

**RVS - Sub-soil bearing capacity**

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:4

|    | Identifier | RVS1              | RVS2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,856             |                   |        | 1      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,856             |                   |        | 1      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,856             |                   |        | 1      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,775             |                   |        | 1      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,775             |                   |        | 1      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,211             |                   |        | 1      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,22              |                   |        | 1      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,2204            | 0                 |        | 1      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 1,3008            |        | 1      | 5     |
| 10 | end        | 1,3               | 0,15              |        | 1      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,145             |                   |        | 1      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,145             |                   |        | 1      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 5,41              |                   |        | 1      | 5     |
| 14 | OK_e       | 5,41              | 16,81             |        | 1      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 16,81             |                   |        | 1      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 16,81             |                   |        | 1      | 5     |
| 17 | NS-1       | 20,82             |                   |        | 1      | 5     |
| 18 | NS-2       | 20,82             |                   |        | 1      | 5     |
| 19 | Met-1      | 21,03             |                   |        | 1      | 5     |
| 20 | Met-2      | 21,03             |                   |        | 1      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 4,62              |                   |        | 1      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 4,62              |                   |        | 1      | 5     |
| 23 | PK_e       | 4,62              | 6,27              |        | 1      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 6,27              |                   |        | 1      | 5     |
| 25 | mkn9_1     | 1,04              |                   |        | 1      | 5     |

**RVT - Ultimate top-soil reaction**

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:5

|    | Identifier | RVT1              | RVT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,147             |                   |        | 1      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,147             |                   |        | 1      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,147             |                   |        | 1      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,0644            |                   |        | 1      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,0644            |                   |        | 1      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,194             |                   |        | 1      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,235             |                   |        | 1      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,2354            | 0                 |        | 1      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,0644            |        | 1      | 5     |
| 10 | end        | 0,0644            | 0,074             |        | 1      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,074             |                   |        | 1      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,074             |                   |        | 1      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 0,335             |                   |        | 1      | 5     |
| 14 | OK_e       | 0,335             | 2,149             |        | 1      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 2,15              |                   |        | 1      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 2,15              |                   |        | 1      | 5     |
| 17 | NS-1       | 2,84              |                   |        | 1      | 5     |
| 18 | NS-2       | 2,84              |                   |        | 1      | 5     |
| 19 | Met-1      | 2,83              |                   |        | 1      | 5     |
| 20 | Met-2      | 2,83              |                   |        | 1      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 0,375             |                   |        | 1      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 0,375             |                   |        | 1      | 5     |
| 23 | PK_e       | 0,375             | 0,441             |        | 1      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 0,441             |                   |        | 1      | 5     |

**RVT - Ultimate top-soil reaction**

|    | Identifier | RVT1              | RVT2              | UNCF-L | UNCF-H | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        | %     |
| 25 | mkn9_1     | 0,0327            |                   |        | 1      | 5     |

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:5

**RH - Ultimate hor. soil reaction**

|    | Identifier | RH1               | RH2               | UNCF-L | UNCF-H | CFH1 | CFH2 | VARAR |
|----|------------|-------------------|-------------------|--------|--------|------|------|-------|
|    |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |        |        |      |      | %     |
| 1  | kn3_1      | 0,165             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 2  | kn4_1      | 0,165             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 3  | eb1_1s     | 0,165             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 4  | eb2_1s     | 0,222             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 5  | kn5_1      | 0,222             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 6  | kn6_1      | 0,0629            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 7  | kn7_1      | 0,0786            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0786            | 0                 |        | 1      |      |      | 5     |
| 9  | SIS-VPS    | 0                 | 0,2217            |        | 1      |      |      | 5     |
| 10 | end        | 0,222             | 0,05              |        | 1      |      |      | 5     |
| 11 | m_start    | 0,0496            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 12 | mkn8_1     | 0,0496            |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 13 | mkn8a_1    | 0,403             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 14 | OK_e       | 0,403             | 0,818             |        | 1      |      |      | 5     |
| 15 | A10-z1     | 0,818             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 16 | A10-z2     | 0,818             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 17 | NS-1       | 1,13              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 18 | NS-2       | 1,13              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 19 | Met-1      | 1,02              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 20 | Met-2      | 1,02              |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 21 | A10-n1     | 0,263             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 22 | A10-n2     | 0,263             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 23 | PK_e       | 0,263             | 0,497             |        | 1      |      |      | 5     |
| 24 | mkn9a_1    | 0,497             |                   |        | 1      |      |      | 5     |
| 25 | mkn9_1     | 0,158             |                   |        | 1      |      |      | 5     |

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:5

**UNCER - Uncertainty factors**

|   | U-KLH | U-KLS | U-KLT | U-F  | U-UF | U-RVS | U-RVT | U-RH |
|---|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|
|   |       |       |       |      |      |       |       |      |
| 1 | Mean  | Mean  | Mean  | Mean | Mean | Mean  | Mean  | Mean |

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:6

**ENDPTS - Start/end nodes boundary conditions**

|   | IDENT   | COND  | STATE  |
|---|---------|-------|--------|
|   |         |       |        |
| 1 | start   | Fixed | Closed |
| 2 | end     | Fixed | Closed |
| 3 | m_start | Free  | Closed |
| 4 | m_end   | Free  | Closed |

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:1

**ELSPRS - Linear elastic support properties**

|   | 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 | roller | 0    | 10000 | 10000 | 0        | 0        | 0        |
| 2 | dummy  | 0    | 0     | 0     | 0        | 0        | 0        |

Ple4Win: 2b. BC4 [25-Sep-14] Occ.:7

**CONDI - Conditions along pipe axis**

|   | NODE | IDENT | ENDCOND | STATE  | SUPPORT | TYPE           | COSYS | SUPPLENG | SUPANGLE |
|---|------|-------|---------|--------|---------|----------------|-------|----------|----------|
|   |      |       |         |        |         |                |       | mm       | °        |
| 1 | 1    | start | Fixed   | Closed |         |                |       |          |          |
| 2 | 733  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 3 | 862  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 4 | 865  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 5 | 869  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 6 | 872  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 7 | 876  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 8 | 879  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |
| 9 | 883  |       |         |        | roller  | Linear elastic | Local |          |          |

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:73

|    | NODE | IDENT   | ENDCOND | STATE  | SUPPORT | TYPE           | COSYS | SUPLENG | SUPANGLE |
|----|------|---------|---------|--------|---------|----------------|-------|---------|----------|
|    |      |         |         |        |         |                |       | mm      | °        |
| 10 | 886  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 11 | 890  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 12 | 893  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 13 | 897  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 14 | 900  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 15 | 904  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 16 | 907  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 17 | 911  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 18 | 914  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 19 | 918  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 20 | 921  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 21 | 925  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 22 | 928  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 23 | 932  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 24 | 936  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 25 | 939  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 26 | 943  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 27 | 946  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 28 | 950  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 29 | 953  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 30 | 957  |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 31 | 1128 |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 32 | 1183 |         |         |        | roller  | Linear elastic | Local |         |          |
| 33 | 1412 | end     | Fixed   | Closed |         |                |       |         |          |
| 34 | 1413 | m_start | Free    | Closed |         |                |       |         |          |
| 35 | 1423 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 36 | 1548 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 37 | 1551 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 38 | 1555 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 39 | 1558 | A10-z1  |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 40 | 1562 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 41 | 1565 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 42 | 1569 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 43 | 1572 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 44 | 1576 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 45 | 1579 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 46 | 1583 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 47 | 1586 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 48 | 1590 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 49 | 1593 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 50 | 1597 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 51 | 1600 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 52 | 1604 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 53 | 1608 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 54 | 1611 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 55 | 1615 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 56 | 1618 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 57 | 1622 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 58 | 1625 | Met-2   |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 59 | 1629 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 60 | 1632 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 61 | 1636 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 62 | 1639 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 63 | 1643 | PK_e    |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 64 | 1811 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 65 | 1871 |         |         |        | dummy   | Linear elastic | Local |         |          |
| 66 | 1879 | m_end   | Free    | Closed |         |                |       |         |          |

## PRESS - Internal overpressure

|   | Identifier | PRESS1            | PRESS2            |
|---|------------|-------------------|-------------------|
|   |            | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |
| 1 | end        | 3,6               | -0,1              |

# **TEMP - Temperature differences**

|   | Identifier | T-ABS1 | T-REF1 | T-ABS2 | T-REF2 |
|---|------------|--------|--------|--------|--------|
|   |            | °C     | °C     | °C     | °C     |
| 1 | end        | 130    | 10     | 40     | 10     |

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:3

# **SETZ - Soil displacement in Z-direction**

|   | Identifier | SETZ1 | UNCF1 | SETZ2 | UNCF2 |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|
|   |            | mm    |       | mm    |       |
| 1 | OK_s       | 0     | 1,5   | -15   | 1,5   |
| 2 | OK_e       | 0     | 1,5   | 0     | 1,5   |
| 3 | PK_e       | 0     | 1,5   | 0     | 1,5   |
| 4 | PK_s       | -15   | 1,5   | 0     | 1,5   |

Ple4Win: 2b. BC4 [24-Sep-14] Occ.:4

# **SUBSIDE - Vertical soil subsidence**

|   | Identifier | SUBZMAX | UNCF | LENGTH | SINESHape |
|---|------------|---------|------|--------|-----------|
|   |            | mm      |      | mm     |           |
| 1 | SIS-VPS    | -9,46   | 1,5  | 3330   | Right     |
| 2 | OK_s       | -15     | 1,5  | 20000  | Left      |
| 3 | setls      | -15     | 1,5  | 20000  | Right     |

Ple4Win: 2b. BC4 [24-Sep-14] Occ.:19

# **NODALL - Locations of nodal point loads**

|    | Start Node | End Node | LOADSYS | LOADREF |
|----|------------|----------|---------|---------|
|    |            |          |         |         |
| 1  | 862        |          | Local   | f1      |
| 2  | 865        |          | Local   | f2      |
| 3  | 869        |          | Local   | f3      |
| 4  | 872        |          | Local   | f4      |
| 5  | 876        |          | Local   | f5      |
| 6  | 879        |          | Local   | f6      |
| 7  | 883        |          | Local   | f7      |
| 8  | 886        |          | Local   | f8      |
| 9  | 890        |          | Local   | f9      |
| 10 | 893        |          | Local   | f10     |
| 11 | 897        |          | Local   | f11     |
| 12 | 900        |          | Local   | f12     |
| 13 | 904        |          | Local   | f13     |
| 14 | 907        |          | Local   | f14     |
| 15 | 911        |          | Local   | f15     |
| 16 | 914        |          | Local   | f16     |
| 17 | 918        |          | Local   | f17     |
| 18 | 921        |          | Local   | f18     |
| 19 | 925        |          | Local   | f19     |
| 20 | 928        |          | Local   | f20     |
| 21 | 932        |          | Local   | f21     |
| 22 | 936        |          | Local   | f22     |
| 23 | 939        |          | Local   | f23     |
| 24 | 943        |          | Local   | f24     |
| 25 | 946        |          | Local   | f25     |
| 26 | 950        |          | Local   | f26     |
| 27 | 953        |          | Local   | f27     |
| 28 | 957        |          | Local   | f28     |

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:2

# **NODALS - Load-components of nodal point loads**

|    | LOADREF | FX | FY | FZ           | MX   | MY   | MZ   |
|----|---------|----|----|--------------|------|------|------|
|    |         | N  | N  | N            | N•mm | N•mm | N•mm |
| 1  | f1      | 0  | 0  | 19225,064108 | 0    | 0    | 0    |
| 2  | f2      | 0  | 0  | 8213,1515331 | 0    | 0    | 0    |
| 3  | f3      | 0  | 0  | 10810,712132 | 0    | 0    | 0    |
| 4  | f4      | 0  | 0  | 10295,961583 | 0    | 0    | 0    |
| 5  | f5      | 0  | 0  | 10396,551025 | 0    | 0    | 0    |
| 6  | f6      | 0  | 0  | 10380,150908 | 0    | 0    | 0    |
| 7  | f7      | 0  | 0  | 10376,312625 | 0    | 0    | 0    |
| 8  | f8      | 0  | 0  | 10390,541309 | 0    | 0    | 0    |
| 9  | f9      | 0  | 0  | 10370,468946 | 0    | 0    | 0    |
| 10 | f10     | 0  | 0  | 10398,569807 | 0    | 0    | 0    |
| 11 | f11     | 0  | 0  | 10365,098588 | 0    | 0    | 0    |

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:3

**NODALS - Load-components of nodal point loads**

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:3

|    | LOADREF | FX | FY | FZ           | MX   | MY   | MZ   |
|----|---------|----|----|--------------|------|------|------|
|    |         | N  | N  | N            | N•mm | N•mm | N•mm |
| 12 | f12     | 0  | 0  | 10406,485824 | 0    | 0    | 0    |
| 13 | f13     | 0  | 0  | 10359,465982 | 0    | 0    | 0    |
| 14 | f14     | 0  | 0  | 10413,627387 | 0    | 0    | 0    |
| 15 | f15     | 0  | 0  | 10353,417375 | 0    | 0    | 0    |
| 16 | f16     | 0  | 0  | 10420,568627 | 0    | 0    | 0    |
| 17 | f17     | 0  | 0  | 10347,676818 | 0    | 0    | 0    |
| 18 | f18     | 0  | 0  | 10426,273189 | 0    | 0    | 0    |
| 19 | f19     | 0  | 0  | 10347,91963  | 0    | 0    | 0    |
| 20 | f20     | 0  | 0  | 10404,471567 | 0    | 0    | 0    |
| 21 | f21     | 0  | 0  | 10385,495739 | 0    | 0    | 0    |
| 22 | f22     | 0  | 0  | 10392,888934 | 0    | 0    | 0    |
| 23 | f23     | 0  | 0  | 10326,267545 | 0    | 0    | 0    |
| 24 | f24     | 0  | 0  | 10048,318656 | 0    | 0    | 0    |
| 25 | f25     | 0  | 0  | 9729,1745545 | 0    | 0    | 0    |
| 26 | f26     | 0  | 0  | 10939,177628 | 0    | 0    | 0    |
| 27 | f27     | 0  | 0  | 12198,142076 | 0    | 0    | 0    |
| 28 | f28     | 0  | 0  | 7567,9855252 | 0    | 0    | 0    |

**LOCASE - Loading combinations**

Ple4Win: 2b. BC4 [05-Dec-14] Occ.:19

|   | IDENT | GLOADF | PRESS-F | T-DIF-F | DEADW-F | SETL-F | NODAL-F | ELBND-F | WAVC-F |
|---|-------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
|   |       |        |         |         |         |        |         |         |        |
| 1 | BC4   | 1      | 1,15    | 1,1     | 1,1     | 1,1    | 0       | 1,1     | 0      |

**SOILCTL - Non-linear elastic soil iteration control**

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:1

|   | MAXSIT | MERPTS | MERFLDS |
|---|--------|--------|---------|
|   |        |        |         |
| 1 | 20     | 0      | 0       |

**GEOMCTL - Geometrically non-linear iteration control**

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:1

|   | MAXGIT | RELDISEQ | ABSDISEQ | ROTINCR |
|---|--------|----------|----------|---------|
|   |        |          |          |         |
| 1 | 50     | 1E-05    | 1E-07    | 0,1     |

**SOILNB - Neutral or real top-soil load**

Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:4

|    | Identifier | NB1    | UNCF1 | LOADF1 | NB2    | UNCF2 | LOADF2 |
|----|------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
|    |            | N/mm²  |       |        | N/mm²  |       |        |
| 1  | kn3_1      | 0,0455 | 1     | 1      |        |       |        |
| 2  | kn4_1      | 0,0455 | 1     | 1      |        |       |        |
| 3  | eb1_1s     | 0,0455 | 1     | 1      |        |       |        |
| 4  | eb2_1s     | 0,0278 | 1     | 1      |        |       |        |
| 5  | kn5_1      | 0,0278 | 1     | 1      |        |       |        |
| 6  | kn6_1      | 0,0528 | 1     | 1      |        |       |        |
| 7  | kn7_1      | 0,0569 | 1     | 1      |        |       |        |
| 8  | VPS-SIS    | 0,0569 | 1     | 1      | 0      | 1     | 1      |
| 9  | SIS-VPS    | 0      | 1     | 1      | 0,0278 | 1     | 1      |
| 10 | end        | 0,0278 | 1     | 1      | 0,0382 | 1     | 1      |
| 11 | m_start    | 0,0382 | 1     | 1      |        |       |        |
| 12 | mkn8_1     | 0,0382 | 1     | 1      |        |       |        |
| 13 | mkn8a_1    | 0,0887 | 1     | 1      |        |       |        |
| 14 | OK_e       | 0,0887 | 1     | 1      | 0,182  | 1     | 1      |
| 15 | A10-z1     | 0,182  | 1     | 1      |        |       |        |
| 16 | A10-z2     | 0,182  | 1     | 1      |        |       |        |
| 17 | NS-1       | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 18 | NS-2       | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 19 | Met-1      | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 20 | Met-2      | 0,227  | 1     | 1      |        |       |        |
| 21 | A10-n1     | 0,179  | 1     | 1      |        |       |        |
| 22 | A10-n2     | 0,179  | 1     | 1      |        |       |        |
| 23 | PK_e       | 0,179  | 1     | 1      | 0,105  | 1     | 1      |
| 24 | mkn9a_1    | 0,105  | 1     | 1      |        |       |        |
| 25 | mkn9_1     | 0,0204 | 1     | 1      |        |       |        |

**TOPLOAD - Extra loads on top-soil**

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:3

| Identifier | TOPLOAD1          | LOADF1 | TOPLOAD2          | LOADF2 |
|------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
|            | N/mm <sup>2</sup> |        | N/mm <sup>2</sup> |        |
| 1 kn3_1s   | 0                 | 1,35   | 0,0207            | 1,35   |
| 2 VPS-SIS  | 0,0207            | 1,35   | 0                 | 1,35   |
| 3 SIS-VPS  | 0                 | 1,35   | 0,0103            | 1,35   |
| 4 end      | 0,0103            | 1,35   | 0,0302            | 1,35   |
| 5 mkn8_1   | 0,0302            | 1,35   |                   |        |
| 6 mkn8a_1  | 0,0042            | 1,35   |                   |        |
| 7 mkn9a_1  | 0,0042            | 1,35   |                   |        |
| 8 mkn9_1   | 0,0151            | 1,35   |                   |        |

**SUPANG - Soil support angle functions**

Ple4Win: 2b. BC4 [19-Sep-14] Occ.:1

| Identifier | ANGMIN | ANGMAX | RVSL | RVSH | CURVE |
|------------|--------|--------|------|------|-------|
|            | °      | °      | %    | %    |       |
| 1 start    | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 2 VPS-SIS  | 70     | 70     | 0    | 0    | Sinus |
| 3 SIS-VPS  | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 4 m_start  | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 5 OK_e     | 120    | 180    | 50   | 100  | Sinus |
| 6 PK_e     | 70     | 180    | 50   | 100  | Sinus |

**SECTION - Cross-sections to be calculated**

Ple4Win: 2b. BC4 [22-Sep-14] Occ.:5

| Start Identifier | End Identifier | TOPLOAD | S-ALLOW           |
|------------------|----------------|---------|-------------------|
|                  |                |         | N/mm <sup>2</sup> |
| 1 m_start        | m_end          | Yes     |                   |
| 2 3650_s         | 3650_e         | Yes     |                   |

**SWEIGH - Weighing factors stress components**

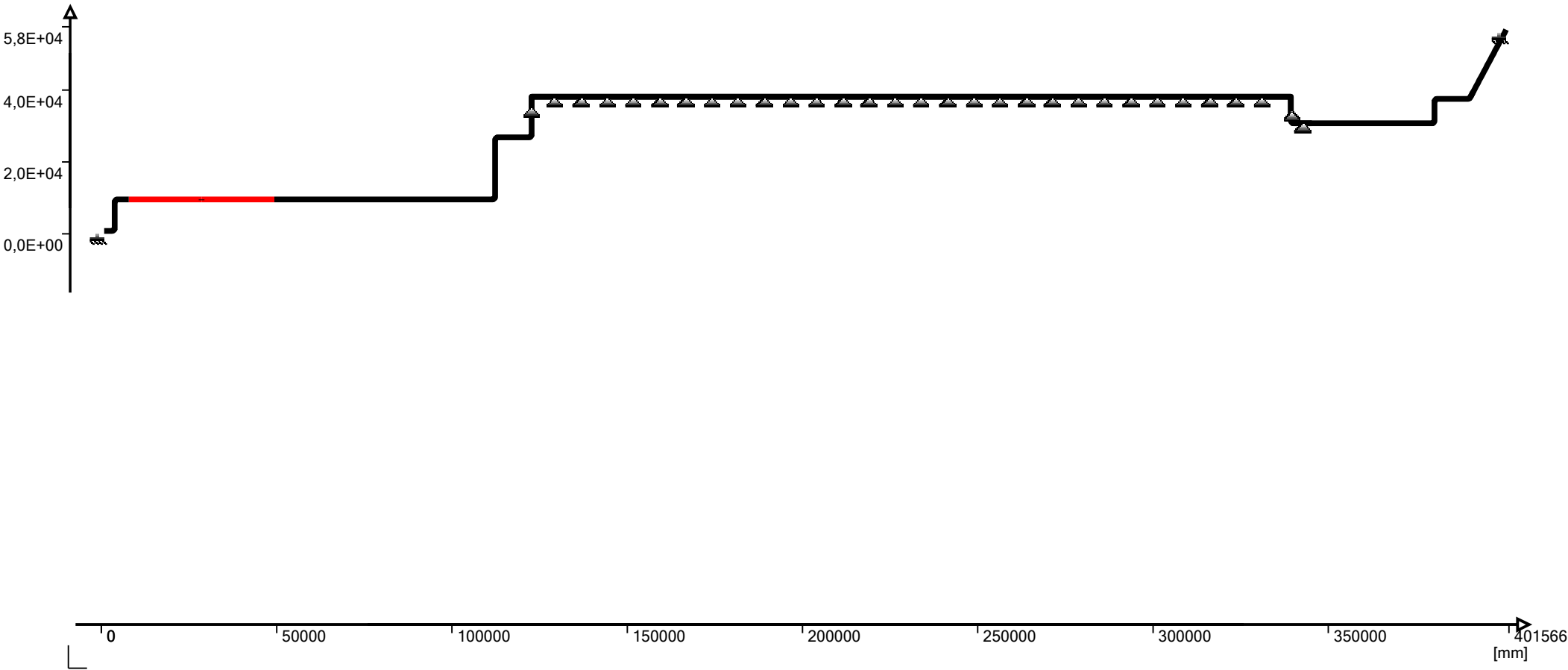
Ple4Win: 2b. BC4 [23-Sep-14] Occ.:3

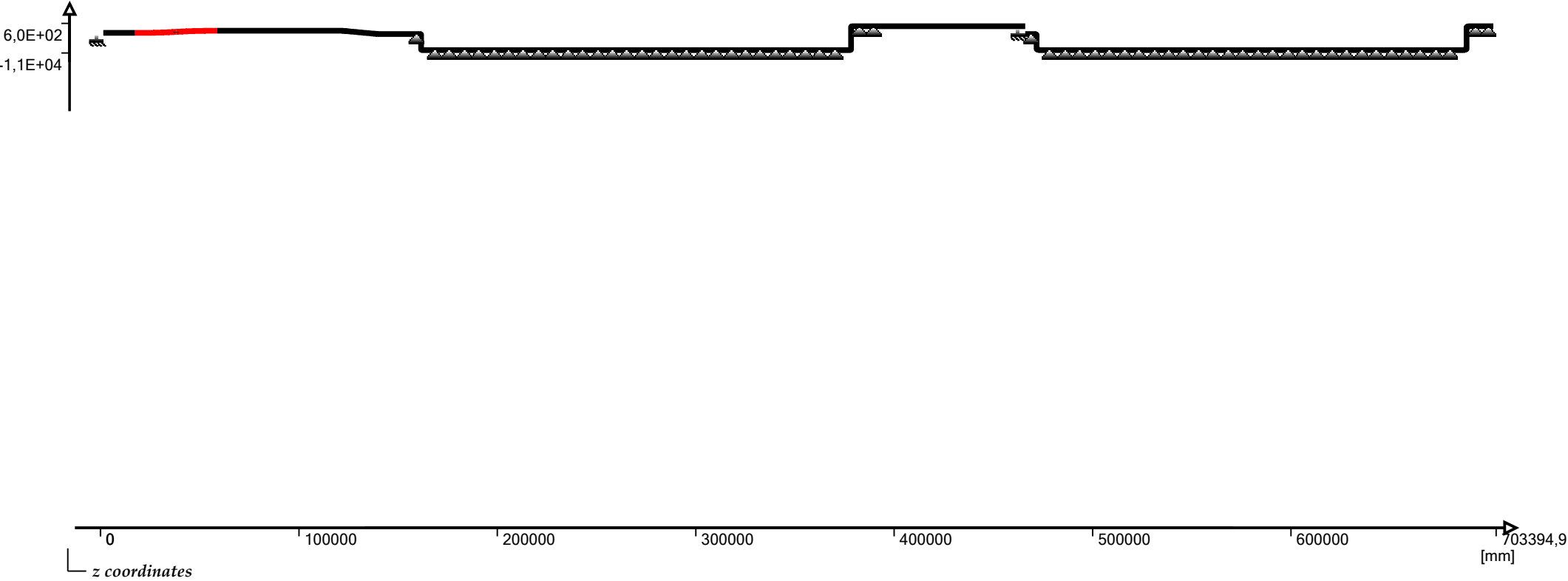
| Identifier  | SXUB0 | SXUB1 | SXUBH | SXIOSH | SFIOH | SFUBA | SFURA | SXIORA | SFIORA |
|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
|             |       |       |       |        |       |       |       |        |        |
| 1 mkn8_1s   | 1     | 1     | 1,55  | 1,32   | 1,39  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 2 mkn8_1e   | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 3 mkn8a_1s  | 1     | 1     | 1,64  | 1,51   | 1,51  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 4 mkn8a_1e  | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 5 mkn9a_1s  | 1     | 1     | 1,64  | 1,51   | 1,51  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 6 mkn9a_1e  | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 7 mkn9_1s   | 1     | 1     | 1,55  | 1,39   | 1,39  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 8 mkn9_1e   | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 9 mkn10_1s  | 1     | 1     | 1,55  | 1,39   | 1,39  | 1     | 1     | 1      | 1      |
| 10 mkn10_1e | 1     | 1     | 1     | 1      | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      |

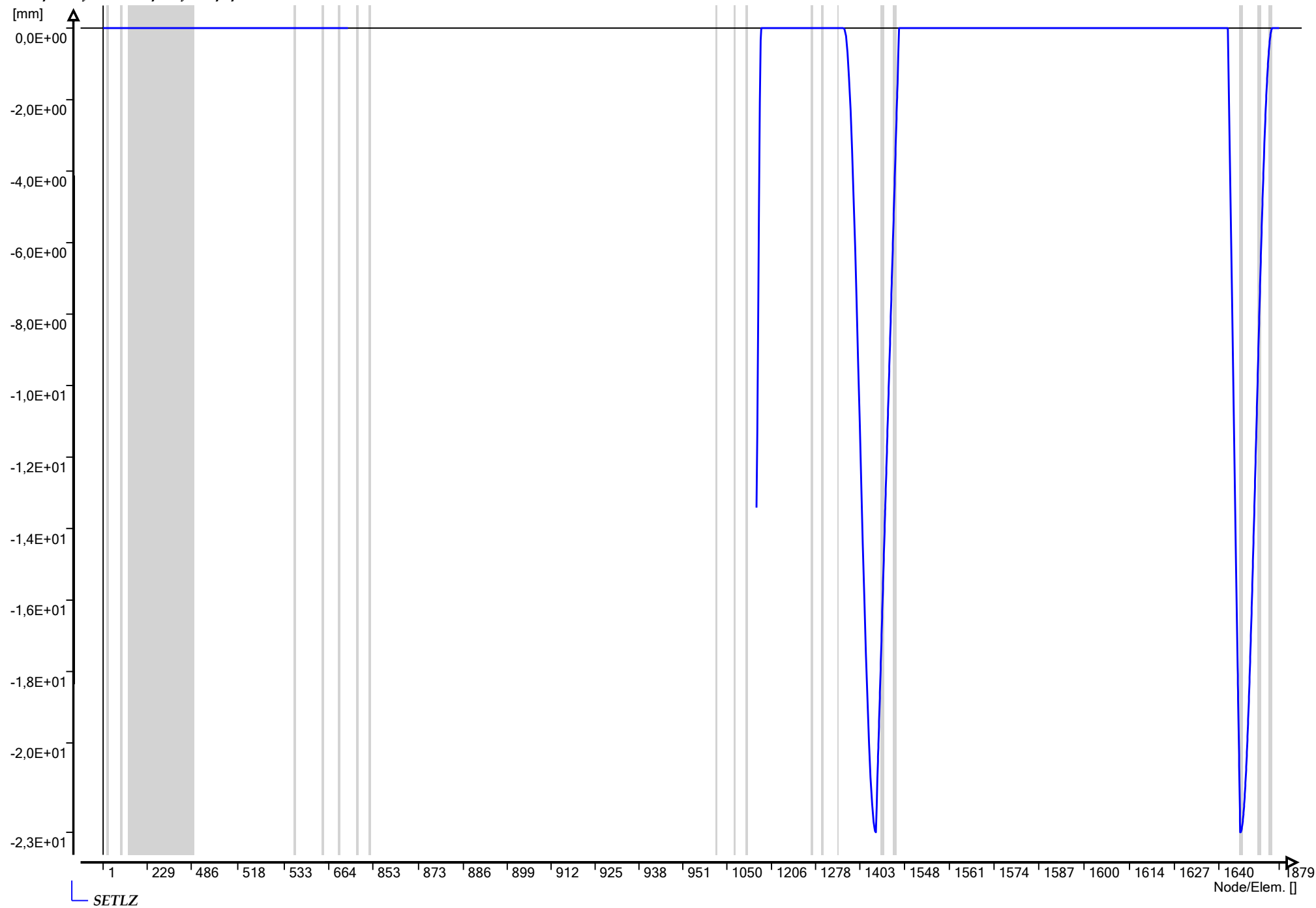
**WARNING - Warnings**

Ple4Win: 2b. BC4 Occ.:0

| SESSION | FUNCTION    | IDENT   | MESSAGE                                |
|---------|-------------|---------|----------------------------------------|
|         |             |         |                                        |
| 1       | 26 FUNCT200 | W200/1  | Large element length ratio             |
| 2       | 26 FUNCT200 | W200/6  | Vertical element or node axis          |
| 3       | 26 FUNCT310 | W310/2  | Bendpar in table pipedim less than 0.2 |
| 4       | 26 FUNCT320 | W320/3  | Extreme klh/(klt, kls) ratio           |
| 5       | 26 FUNCT320 | W320/4  | Extreme rh/(rvt, rvs) ratio            |
| 6       | 26 FUNCT320 | W320/6  | Sub > hor > top not satisfied          |
| 7       | 26 FUNCT320 | W320/9  | Kls_max > 100*kls_min                  |
| 8       | 26 FUNCT330 | W330/1  | Support without stiffness              |
| 9       | 33 FUNCT500 | W500/35 | Bend parameter less than 0.15          |
| 10      | 33 FUNCT500 | W500/24 | Elem-l/adv-l 6.17, 1609 (504 - 1644)   |

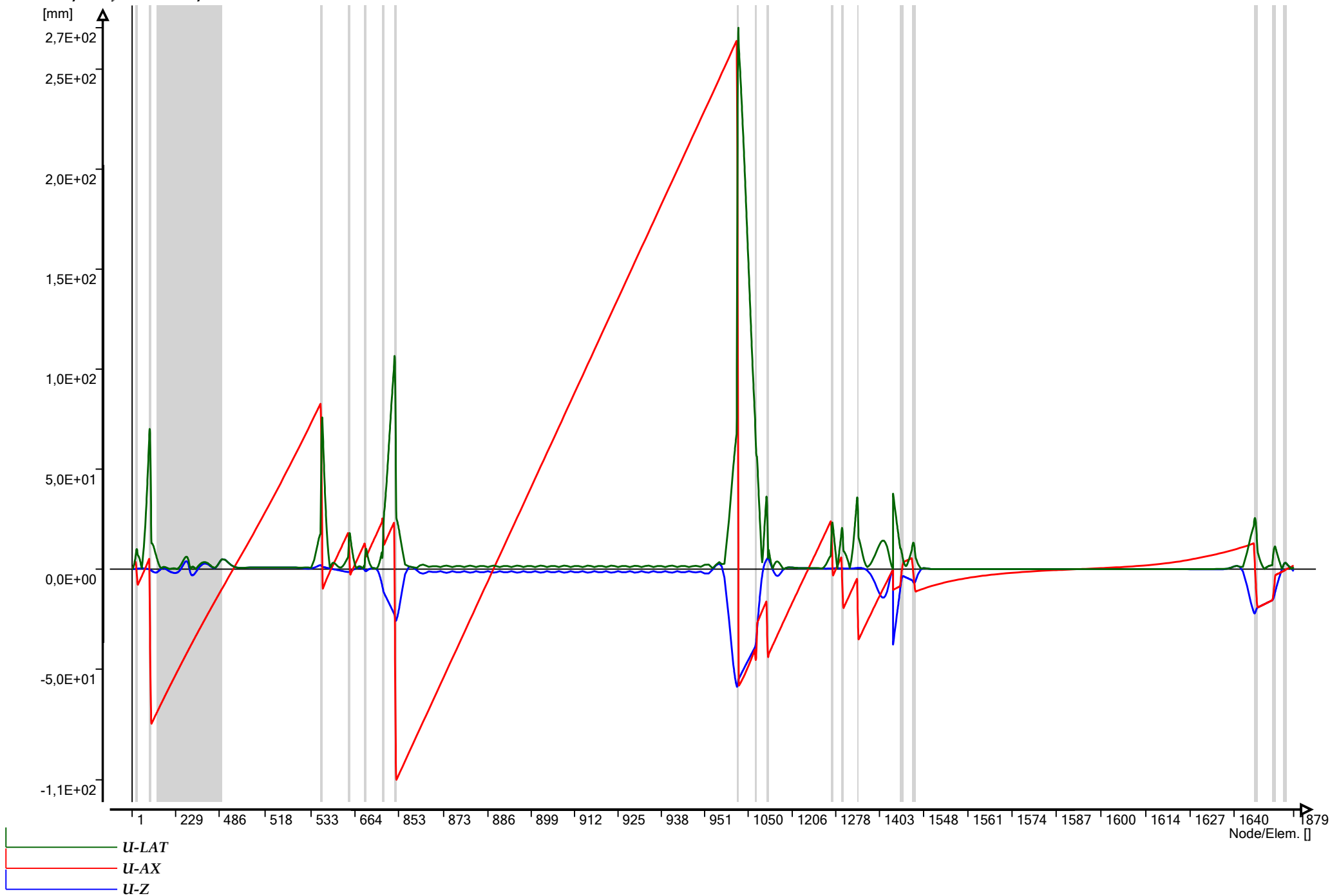






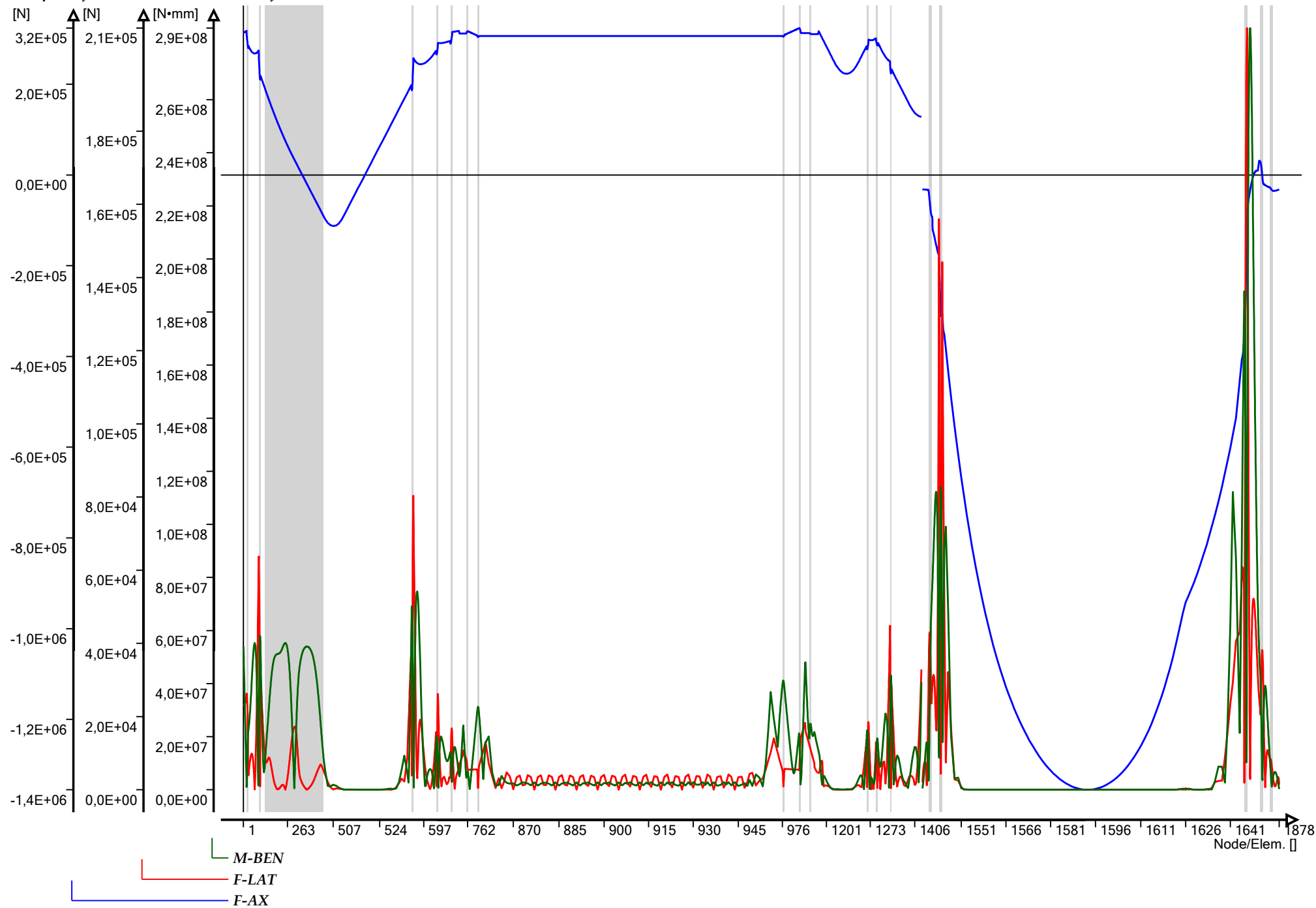
Graphs of table 'Displacements'

Ple4Win: 2b. BC4



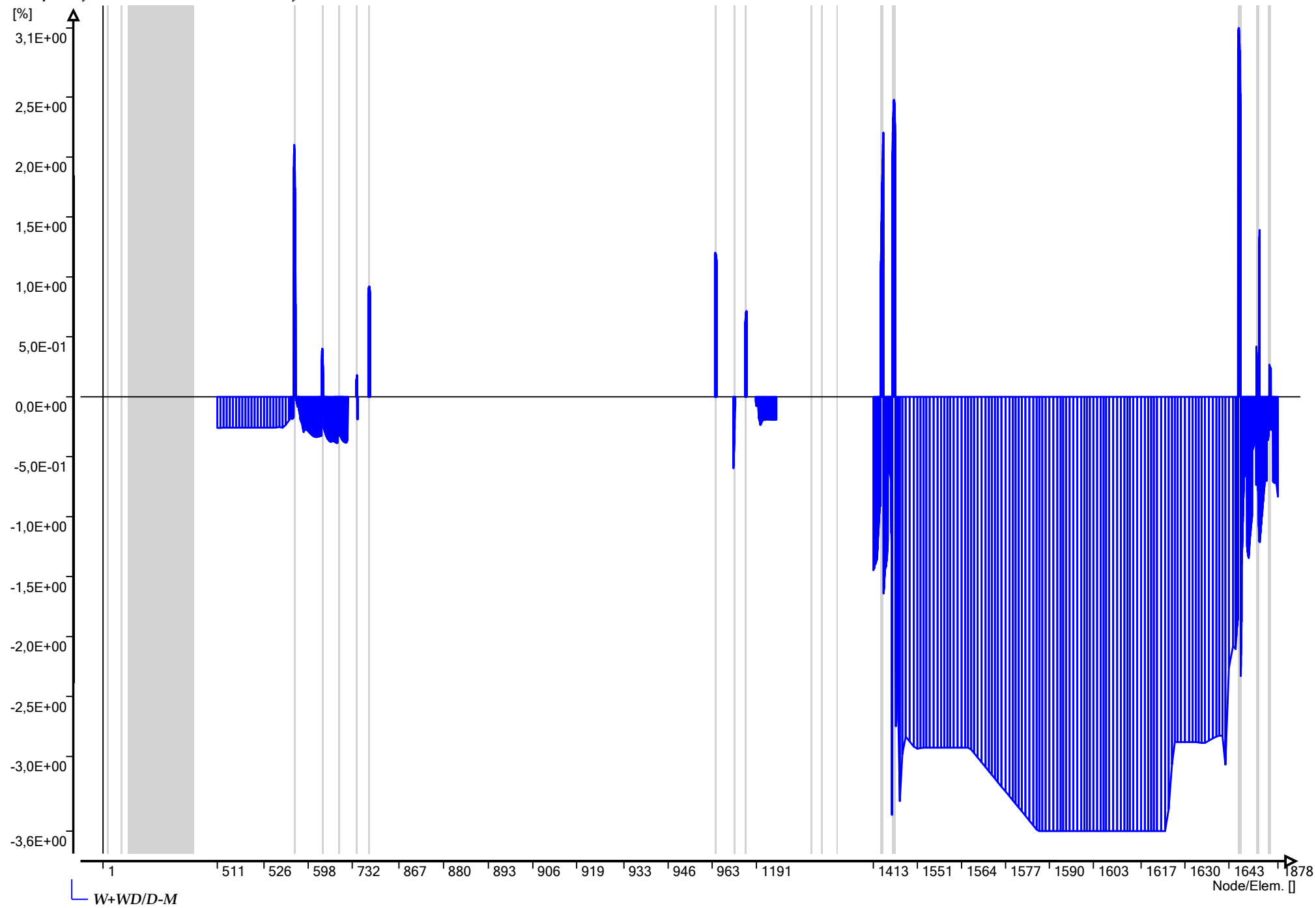
Graphs of table 'Overall internal forces'

Ple4Win: 2b. BC4



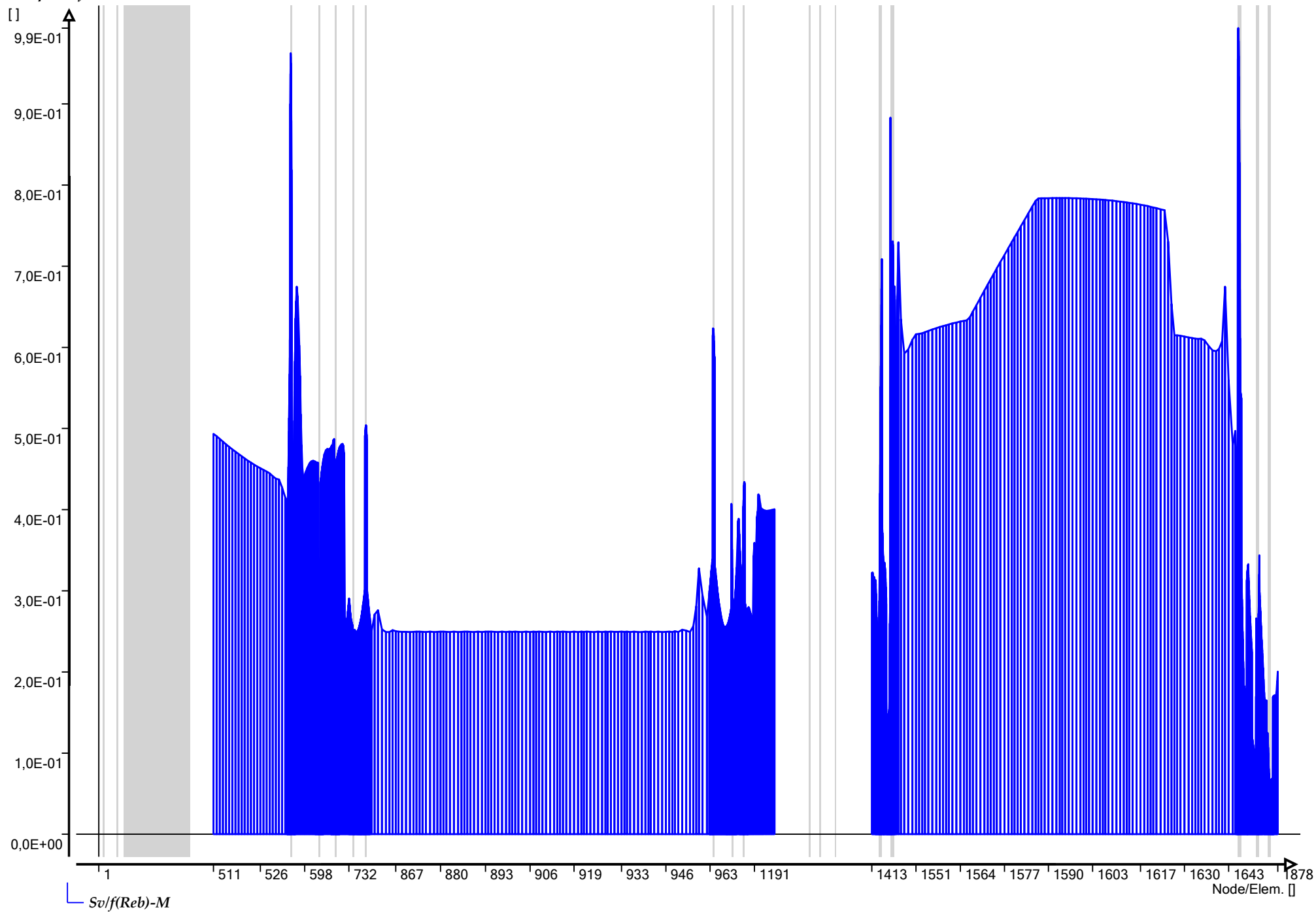
Graphs of table 'Maximum radial deformations (NEN 3650)'

Ple4Win: 2b. BC4



Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

Ple4Win: 2b. BC4



## **Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3**

Model : Micro Tunneling  
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 10-Sep-14  
Tijd van rapport: 11:45:54

Bestandsnaam: P:\..\1931 Strength calc\D-Geo Pipeline\T47216 - Persing A10 SIS

Projectbeschrijving: Detailontwerp Oostelijke Kruising  
A10 Amsterdam Zuid  
DN300/600 Staal-in-Staal

# 1 Inhoudsopgave

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1 Inhoudsopgave                             | 2  |
| 2 Invoergegevens                            | 4  |
| 2.1 Gebruikt model                          | 4  |
| 2.2 Laagscheidingen                         | 4  |
| 2.3 PN-Lijnen                               | 5  |
| 2.4 Freatische Lijn                         | 6  |
| 2.5 Grondprofielen                          | 6  |
| 2.6 Grenslagen                              | 6  |
| 2.7 Configuratie van de Pijpleiding         | 6  |
| 2.8 Berekenings Verticalen                  | 6  |
| 2.9 Materiaaltypen                          | 7  |
| 2.10 Materiaalgegevens van de Leiding       | 7  |
| 2.11 Gegevens voor Leidingberekening        | 7  |
| 2.12 Geometrie                              | 8  |
| 2.12.1 Geometrie Sectie, Detail             | 8  |
| 2.12.2 Geometrie Bovenanzicht               | 9  |
| 2.13 Factoren                               | 9  |
| 3 Grondmechanische Data                     | 10 |
| 3.1 Grondmechanische Parameters             | 10 |
| 4 Uitvoeringsparameters                     | 12 |
| 4.1 Schilddruk en Drukrachten               | 12 |
| 4.1.1 Resultaten tabel                      | 12 |
| 4.1.2 Schilddruk                            | 13 |
| 4.1.3 Drukrachten                           | 13 |
| 4.2 Verificatie Opdrijven                   | 14 |
| 4.2.1 Opdrijf Factoren                      | 14 |
| 4.2.2 Opdrijven                             | 15 |
| 5 Deformaties                               | 16 |
| 5.1 Zakking                                 | 16 |
| 5.1.1 Zakkingswaardentabel                  | 16 |
| 5.1.2 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 1   | 17 |
| 5.1.3 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 2   | 17 |
| 5.1.4 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 3   | 18 |
| 5.1.5 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 4   | 18 |
| 5.1.6 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 5   | 19 |
| 5.1.7 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 6   | 19 |
| 5.1.8 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 7   | 20 |
| 5.1.9 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 8   | 20 |
| 5.1.10 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 9  | 21 |
| 5.1.11 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 10 | 21 |
| 5.1.12 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 11 | 22 |
| 5.1.13 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 12 | 22 |
| 5.1.14 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 13 | 23 |
| 5.1.15 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 14 | 23 |
| 5.1.16 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 15 | 24 |
| 5.1.17 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 16 | 24 |
| 5.1.18 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 17 | 25 |
| 5.1.19 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 18 | 25 |
| 5.1.20 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 19 | 26 |
| 5.1.21 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 20 | 26 |
| 5.1.22 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 21 | 27 |
| 5.1.23 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 22 | 27 |
| 5.1.24 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 23 | 28 |
| 5.1.25 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 24 | 28 |
| 5.1.26 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 25 | 29 |
| 5.1.27 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 26 | 29 |
| 5.1.28 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 27 | 30 |
| 5.1.29 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 28 | 30 |
| 5.1.30 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 29 | 31 |
| 5.1.31 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 30 | 31 |
| 5.1.32 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 31 | 32 |
| 5.1.33 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 32 | 32 |
| 5.1.34 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 33 | 33 |
| 5.1.35 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 34 | 33 |

---

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 5.1.36 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 35 | 34 |
| 5.1.37 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 36 | 34 |
| 5.1.38 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 37 | 35 |
| 5.1.39 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 38 | 35 |
| 5.1.40 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 39 | 36 |
| 5.1.41 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 40 | 36 |
| 5.1.42 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 41 | 37 |
| 5.1.43 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 42 | 37 |
| 5.1.44 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 43 | 38 |

## 2 Invoergegevens

### 2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Micro Tunneling

### 2.2 Laagscheidingen

| Laagscheidingnummer | Coördinaten [m] |         |         |         |         |
|---------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 13 - X -            | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 5,000   | 5,000   |
| 13 - Y -            | -0,700          | -0,700  | -4,000  | -6,000  | -10,500 |
| 13 - X -            | 5,000           | 5,000   | 12,500  | 12,500  | 12,500  |
| 13 - Y -            | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -10,500 |
| 13 - X -            | 12,500          | 12,500  | 12,500  | 22,500  | 37,500  |
| 13 - Y -            | -6,000          | -4,000  | -0,700  | -0,700  | 6,500   |
| 13 - X -            | 187,500         | 202,500 | 217,490 | 217,494 | 217,495 |
| 13 - Y -            | 6,600           | 1,750   | 1,750   | -3,939  | -5,924  |
| 13 - X -            | 217,498         | 217,499 | 217,500 | 240,000 | 240,000 |
| 13 - Y -            | -10,384         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 13 - X -            | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 250,000 |
| 13 - Y -            | -10,500         | -6,000  | -4,000  | 1,750   | 1,750   |
| 12 - X -            | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 5,000   | 5,000   |
| 12 - Y -            | -4,000          | -4,000  | -6,000  | -10,500 | -11,300 |
| 12 - X -            | 5,000           | 12,500  | 12,500  | 12,500  | 12,500  |
| 12 - Y -            | -14,000         | -14,000 | -11,300 | -10,500 | -6,000  |
| 12 - X -            | 12,500          | 12,500  | 22,500  | 37,500  | 187,500 |
| 12 - Y -            | -4,000          | -0,700  | -0,700  | 6,500   | 6,600   |
| 12 - X -            | 202,500         | 217,490 | 217,494 | 217,495 | 217,498 |
| 12 - Y -            | 1,750           | 1,750   | -3,939  | -5,924  | -10,384 |
| 12 - X -            | 217,499         | 217,500 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 12 - Y -            | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -10,500 |
| 12 - X -            | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 250,000 |         |
| 12 - Y -            | -6,000          | -4,000  | 1,750   | 1,750   |         |
| 11 - X -            | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 5,000   | 5,000   |
| 11 - Y -            | -6,000          | -6,000  | -10,500 | -11,300 | -14,000 |
| 11 - X -            | 12,500          | 12,500  | 12,500  | 12,500  | 12,500  |
| 11 - Y -            | -14,000         | -11,300 | -10,500 | -6,000  | -4,000  |
| 11 - X -            | 12,500          | 22,500  | 37,500  | 187,500 | 202,500 |
| 11 - Y -            | -0,700          | -0,700  | 6,500   | 6,600   | 1,750   |
| 11 - X -            | 217,490         | 217,494 | 217,495 | 217,498 | 217,499 |
| 11 - Y -            | 1,750           | -3,939  | -5,924  | -10,384 | -11,300 |
| 11 - X -            | 217,500         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 11 - Y -            | -14,000         | -14,000 | -11,300 | -10,500 | -6,000  |
| 11 - X -            | 240,000         | 240,000 | 250,000 |         |         |
| 11 - Y -            | -4,000          | 1,750   | 1,750   |         |         |
| 10 - X -            | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 5,000   | 12,500  |
| 10 - Y -            | -10,500         | -10,500 | -11,300 | -14,000 | -14,000 |
| 10 - X -            | 12,500          | 12,500  | 12,500  | 12,500  | 12,500  |
| 10 - Y -            | -11,300         | -10,500 | -6,000  | -4,000  | -0,700  |
| 10 - X -            | 22,500          | 37,500  | 187,500 | 202,500 | 217,490 |
| 10 - Y -            | -0,700          | 6,500   | 6,600   | 1,750   | 1,750   |
| 10 - X -            | 217,494         | 217,495 | 217,498 | 217,499 | 217,500 |
| 10 - Y -            | -3,939          | -5,924  | -10,384 | -11,300 | -14,000 |
| 10 - X -            | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 10 - Y -            | -14,000         | -11,300 | -10,500 | -6,000  | -4,000  |
| 10 - X -            | 240,000         | 250,000 |         |         |         |
| 10 - Y -            | 1,750           | 1,750   |         |         |         |
| 9 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 9 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 9 - X -             | 12,500          | 12,500  | 12,500  | 12,500  | 22,500  |
| 9 - Y -             | -10,500         | -6,000  | -4,000  | -0,700  | -0,700  |
| 9 - X -             | 37,500          | 187,500 | 202,500 | 217,490 | 217,494 |
| 9 - Y -             | 6,500           | 6,600   | 1,750   | 1,750   | -3,939  |
| 9 - X -             | 217,495         | 217,498 | 217,499 | 217,500 | 240,000 |

| Laagscheidingnummer | Coördinaten [m] |         |         |         |         |
|---------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 9 - Y -             | -5,924          | -10,384 | -11,300 | -14,000 | -14,000 |
| 9 - X -             | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 9 - Y -             | -11,300         | -10,500 | -6,000  | -4,000  | 1,750   |
| 9 - X -             | 250,000         |         |         |         |         |
| 9 - Y -             | 1,750           |         |         |         |         |
| 8 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 8 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 8 - X -             | 12,500          | 12,500  | 12,500  | 217,494 | 217,495 |
| 8 - Y -             | -10,500         | -6,000  | -4,000  | -3,939  | -5,924  |
| 8 - X -             | 217,498         | 217,499 | 217,500 | 240,000 | 240,000 |
| 8 - Y -             | -10,384         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 8 - X -             | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 250,000 |
| 8 - Y -             | -10,500         | -6,000  | -4,000  | 1,750   | 1,750   |
| 7 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 7 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 7 - X -             | 12,500          | 12,500  | 217,495 | 217,498 | 217,499 |
| 7 - Y -             | -10,500         | -6,000  | -5,924  | -10,384 | -11,300 |
| 7 - X -             | 217,500         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 7 - Y -             | -14,000         | -14,000 | -11,300 | -10,500 | -6,000  |
| 7 - X -             | 240,000         | 240,000 | 250,000 |         |         |
| 7 - Y -             | -4,000          | 1,750   | 1,750   |         |         |
| 6 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 6 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 6 - X -             | 12,500          | 217,498 | 217,499 | 217,500 | 240,000 |
| 6 - Y -             | -10,500         | -10,384 | -11,300 | -14,000 | -14,000 |
| 6 - X -             | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 6 - Y -             | -11,300         | -10,500 | -6,000  | -4,000  | 1,750   |
| 6 - X -             | 250,000         |         |         |         |         |
| 6 - Y -             | 1,750           |         |         |         |         |
| 5 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 5 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 5 - X -             | 217,499         | 217,500 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 5 - Y -             | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -10,500 |
| 5 - X -             | 240,000         | 240,000 | 240,000 | 250,000 |         |
| 5 - Y -             | -6,000          | -4,000  | 1,750   | 1,750   |         |
| 4 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 4 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 4 - X -             | 217,499         | 217,500 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 4 - Y -             | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -10,500 |
| 4 - X -             | 240,000         | 240,000 | 250,000 |         |         |
| 4 - Y -             | -6,000          | -4,000  | -4,000  |         |         |
| 3 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 3 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 3 - X -             | 217,499         | 217,500 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 3 - Y -             | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -10,500 |
| 3 - X -             | 240,000         | 250,000 |         |         |         |
| 3 - Y -             | -6,000          | -6,000  |         |         |         |
| 2 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 2 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 2 - X -             | 217,499         | 217,500 | 240,000 | 240,000 | 240,000 |
| 2 - Y -             | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -10,500 |
| 2 - X -             | 250,000         |         |         |         |         |
| 2 - Y -             | -10,500         |         |         |         |         |
| 1 - X -             | 0,000           | 5,000   | 5,000   | 12,500  | 12,500  |
| 1 - Y -             | -11,300         | -11,300 | -14,000 | -14,000 | -11,300 |
| 1 - X -             | 217,499         | 217,500 | 240,000 | 240,000 | 250,000 |
| 1 - Y -             | -11,300         | -14,000 | -14,000 | -11,300 | -11,300 |
| 0 - X -             | 0,000           | 250,000 |         |         |         |
| 0 - Y -             | -25,000         | -25,000 |         |         |         |

## 2.3 PN-Lijnen

| PN-lijnnummer | Coördinaten [m] |         |  |  |  |
|---------------|-----------------|---------|--|--|--|
| 1 - X -       | 0,000           | 250,000 |  |  |  |
| 1 - Y -       | -2,000          | 0,000   |  |  |  |

## 2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

## 2.5 Grondprofielen

| Laag nummer | Materiaalnaam | PN-Lijnen boven | PN-Lijnen onder |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 13          | Zand, siltig  | 1               | 0               |
| 12          | Veen          | 1               | 0               |
| 11          | Klei, zandig  | 1               | 0               |
| 10          | Veen          | 1               | 0               |
| 9           | Zand, siltig  | 1               | 0               |
| 8           | Veen          | 1               | 0               |
| 7           | Klei, zandig  | 1               | 0               |
| 6           | Veen          | 1               | 0               |
| 5           | Zand, siltig  | 1               | 0               |
| 4           | Veen          | 1               | 0               |
| 3           | Klei, zandig  | 1               | 0               |
| 2           | Veen          | 1               | 0               |
| 1           | Zand, siltig  | 1               | 0               |

## 2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand, siltig

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand, siltig

## 2.7 Configuratie van de Pijpleiding

|                                                  |        |          |
|--------------------------------------------------|--------|----------|
| X-coördinaat linker punt                         | 12,50  | [m]      |
| Y-coördinaat linker punt                         | 0,00   | [m]      |
| Z-coördinaat linker punt                         | -11,40 | [m]      |
| X-coördinaat rechter punt                        | 217,50 | [m]      |
| Y-coördinaat rechter punt                        | 0,00   | [m]      |
| Z-coördinaat rechter punt                        | -11,40 | [m]      |
| Hoek links                                       | 15,00  | [graden] |
| Hoek rechts                                      | 15,00  | [graden] |
| Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé) | -11,40 | [m]      |
| Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)      | 0,00   | [graden] |
| Kromtestraal links, vertikaal in/uit             | 0,00   | [m]      |
| Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit            | 0,00   | [m]      |
| Aantal horizontale bochten:                      | 0      | [-]      |

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingeduwd

## 2.8 Berekenings Verticalen

| Verticaal nr | L-coord [m] | Z-coord [m] | Additionele Zetting [mm] |
|--------------|-------------|-------------|--------------------------|
| 1            | 12,52       | -11,40      | 0,00                     |
| 2            | 15,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 3            | 20,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 4            | 25,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 5            | 30,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 6            | 35,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 7            | 40,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 8            | 45,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 9            | 50,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 10           | 55,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 11           | 60,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 12           | 65,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 13           | 70,00       | -11,40      | 0,00                     |

| Verticaal nr | L-coord [m] | Z-coord [m] | Additionele Zetting [mm] |
|--------------|-------------|-------------|--------------------------|
| 14           | 75,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 15           | 80,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 16           | 85,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 17           | 90,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 18           | 95,00       | -11,40      | 0,00                     |
| 19           | 100,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 20           | 105,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 21           | 110,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 22           | 115,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 23           | 120,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 24           | 125,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 25           | 130,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 26           | 135,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 27           | 140,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 28           | 145,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 29           | 150,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 30           | 155,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 31           | 160,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 32           | 165,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 33           | 170,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 34           | 175,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 35           | 180,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 36           | 185,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 37           | 190,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 38           | 195,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 39           | 200,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 40           | 205,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 41           | 210,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 42           | 215,00      | -11,40      | 0,00                     |
| 43           | 217,48      | -11,40      | 0,00                     |

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

## 2.9 Materiaaltypen

| Naam         | Gamma onverz [kN/m³] | Gamma verz [kN/m³] | Cohesie [kN/m²] | Phi [graden] | Cu top [kN/m²] | Cu onder [kN/m²] | Emod top [kN/m²] | Emod onder [kN/m²] |
|--------------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|
| Zand, siltig | 19,00                | 21,00              | 0,00            | 30,00        | 0,00           | 0,00             | 30000            | 30000              |
| Klei, zandig | 21,00                | 21,00              | 28,00           | 25,00        | 145,00         | 145,00           | 7500             | 7500               |
| Veen         | 11,00                | 11,00              | 2,00            | 15,00        | 15,00          | 15,00            | 400              | 400                |

| Naam         | Adhesie A [kN/m²] | Delta D [graden] | Nu [-] |
|--------------|-------------------|------------------|--------|
| Zand, siltig | 0,00              | 0,00             | 0,35   |
| Klei, zandig | 28,00             | 17,00            | 0,35   |
| Veen         | 2,00              | 10,00            | 0,35   |

## 2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Materiaal                      | Staal          |
| Kwaliteit                      | P355           |
| Elasticiteitsmodulus           | 210000 [N/mm²] |
| Uitwendige diameter leiding    | 609,60 [mm]    |
| Oversnijding op de straal      | 10,00 [mm]     |
| Wanddikte (Nominaal)           | 9,53 [mm]      |
| Volumegewicht leidingmateriaal | 78,50 [kN/m³]  |

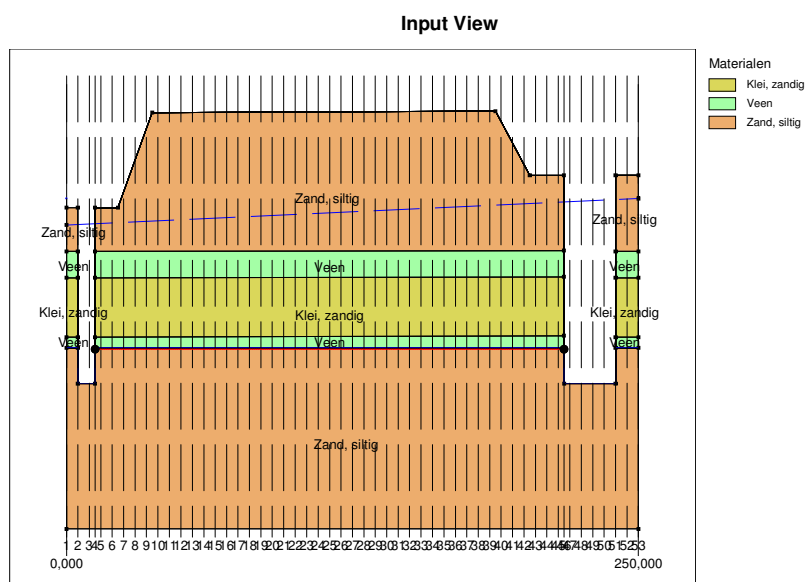
## 2.11 Gegevens voor Leidingberekening

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| Relatieve verplaatsing  | 10,00 [mm] |
| Samendrukkingsconstante | 6,00 [-]   |

|                                                               |         |                      |
|---------------------------------------------------------------|---------|----------------------|
| Beddingsconstante smeervloeistof (Kv)                         | 500,00  | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| Hoek van inwendige wrijving smeervloeistof                    | 15,00   | [graden]             |
| Adhesie smeervloeistof                                        | 5,00    | kN/m <sup>2</sup>    |
| Delta smeervloeistof                                          | 7,50    | [graden]             |
| Factor op phi voor gereduceerde grond belasting               | 0,50    | [-]                  |
| Wrijving met injectie                                         | 10,00   | [kPa]                |
| Wrijving zonder injectie                                      | 21,00   | [kPa]                |
| Toegestane druk kracht                                        | 5800,00 | [kN]                 |
| Volume verlies als percentage van het oversnijdings oppervlak | 100,00  | [%]                  |

## 2.12 Geometrie

### 2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



### 2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View



### 2.13 Factoren

|                                             |       |         |
|---------------------------------------------|-------|---------|
| Onzekerheidsfactor Cu/cohesie               | 1,40  | [-]     |
| Onzekerheidsfactor Phi                      | 1,10  | [-]     |
| Volumegewicht water                         | 10,00 | [kN/m³] |
| Veiligheidsfactor effectieve druk           | 1,50  | [-]     |
| Veiligheidsfactor waterdruk                 | 1,05  | [-]     |
| Onzekerheidsfactor gronddruk                | 1,10  | [-]     |
| Factor silo effect bovenliggende laagpakket | 2,00  | [-]     |
| Sabiliteits verhouding (N)                  | 3,00  | [-]     |
| Veiligheidsfactor opdrijven                 | 1,00  | -       |

### 3 Grondmechanische Data

#### 3.1 Grondmechanische Parameters

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

|         |                                                                 |                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|
| Pv;p    | Passieve grondbelasting                                         | kN/m <sup>2</sup> |
| Pv;n    | Neutrale grondbelasting                                         | kN/m <sup>2</sup> |
| Ph;n    | Neutrale horizontale grondbelasting                             | kN/m <sup>2</sup> |
| Pv,r;n  | Gereduceerde neutrale grondbelasting                            | kN/m <sup>2</sup> |
| kv,top1 | Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog                      | kN/m <sup>3</sup> |
| kv,top2 | Verticaal beddingsgetal omhoog                                  | kN/m <sup>3</sup> |
| dv      | Verticale verplaatsing                                          | mm                |
| kv      | Verticaal beddingsgetal omlaag                                  | kN/m <sup>3</sup> |
| Pv,e    | Verticaal evenwichtsdraagvermogen                               | kN/m <sup>2</sup> |
| kh      | Horizontaal beddinggetal                                        | kN/m <sup>3</sup> |
| Ph,e    | Horizontaal evenwichtsdraagvermogen                             | kN/m <sup>2</sup> |
| tmax    | Maximale wrijving leiding                                       | kN/m <sup>2</sup> |
| dmax    | Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving | mm                |

| Verticaal nr. | Pv;p<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pv;n<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Ph;n<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pv,r;n<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | kv,top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1             | 703                          | 176                          | 102                          | 45                             | 4352                           |
| 2             | 702                          | 176                          | 102                          | 45                             | 4349                           |
| 3             | 700                          | 176                          | 102                          | 45                             | 4344                           |
| 4             | 820                          | 199                          | 115                          | 52                             | 4339                           |
| 5             | 1034                         | 244                          | 141                          | 63                             | 4334                           |
| 6             | 1225                         | 290                          | 168                          | 78                             | 4330                           |
| 7             | 1313                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4325                           |
| 8             | 1312                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4320                           |
| 9             | 1311                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4315                           |
| 10            | 1310                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4310                           |
| 11            | 1309                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4305                           |
| 12            | 1308                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4300                           |
| 13            | 1307                         | 313                          | 181                          | 86                             | 4295                           |
| 14            | 1306                         | 314                          | 181                          | 86                             | 4290                           |
| 15            | 1305                         | 314                          | 181                          | 86                             | 4285                           |
| 16            | 1304                         | 314                          | 181                          | 86                             | 4280                           |
| 17            | 1303                         | 314                          | 181                          | 86                             | 4275                           |
| 18            | 1302                         | 314                          | 181                          | 85                             | 4270                           |
| 19            | 1301                         | 314                          | 182                          | 85                             | 4265                           |
| 20            | 1300                         | 314                          | 182                          | 85                             | 4261                           |
| 21            | 1299                         | 314                          | 182                          | 85                             | 4256                           |
| 22            | 1298                         | 314                          | 182                          | 85                             | 4251                           |
| 23            | 1297                         | 314                          | 182                          | 85                             | 4246                           |
| 24            | 1296                         | 315                          | 182                          | 85                             | 4241                           |
| 25            | 1295                         | 315                          | 182                          | 85                             | 4236                           |
| 26            | 1294                         | 315                          | 182                          | 85                             | 4231                           |
| 27            | 1292                         | 315                          | 182                          | 85                             | 4226                           |
| 28            | 1291                         | 315                          | 182                          | 85                             | 4221                           |
| 29            | 1290                         | 315                          | 182                          | 84                             | 4216                           |
| 30            | 1289                         | 315                          | 182                          | 84                             | 4211                           |
| 31            | 1288                         | 315                          | 182                          | 84                             | 4206                           |
| 32            | 1287                         | 315                          | 182                          | 84                             | 4201                           |
| 33            | 1286                         | 316                          | 182                          | 84                             | 4197                           |
| 34            | 1285                         | 316                          | 182                          | 84                             | 4192                           |
| 35            | 1284                         | 316                          | 183                          | 84                             | 4187                           |
| 36            | 1283                         | 316                          | 183                          | 84                             | 4182                           |
| 37            | 1221                         | 301                          | 174                          | 78                             | 4177                           |
| 38            | 1092                         | 270                          | 156                          | 67                             | 4172                           |
| 39            | 954                          | 239                          | 138                          | 59                             | 4167                           |
| 40            | 880                          | 224                          | 129                          | 55                             | 4162                           |
| 41            | 878                          | 224                          | 129                          | 55                             | 4157                           |
| 42            | 877                          | 224                          | 130                          | 55                             | 4152                           |

| Verticaal nr. | Pv;p<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pv;n<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Ph;n<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pv,r;n<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | kv,top<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 43            | 876                          | 224                          | 130                          | 55                             | 4150                           |

| Verticaal nr. | dv<br>[mm] | kv<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Pv,e<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | kh<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Ph,e<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | tmax<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | dmax<br>[mm] | mat<br>[-] |
|---------------|------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|------------|
| 1             | 0          | 23281                      | 2711                         | 16296                      | 700                          | 10,15                        | 7            | Zand       |
| 2             | 0          | 23281                      | 2706                         | 16296                      | 699                          | 10,14                        | 7            | Zand       |
| 3             | 0          | 23281                      | 2697                         | 16296                      | 695                          | 10,13                        | 7            | Zand       |
| 4             | 0          | 23281                      | 3293                         | 16296                      | 816                          | 11,05                        | 7            | Zand       |
| 5             | 0          | 23281                      | 4496                         | 16296                      | 1064                         | 12,81                        | 7            | Zand       |
| 6             | 0          | 23281                      | 5700                         | 16296                      | 1315                         | 14,76                        | 7            | Zand       |
| 7             | 0          | 23281                      | 6299                         | 16296                      | 1439                         | 15,82                        | 7            | Zand       |
| 8             | 0          | 23281                      | 6291                         | 16296                      | 1434                         | 15,81                        | 7            | Zand       |
| 9             | 0          | 23281                      | 6284                         | 16296                      | 1430                         | 15,79                        | 7            | Zand       |
| 10            | 0          | 23281                      | 6277                         | 16296                      | 1425                         | 15,78                        | 7            | Zand       |
| 11            | 0          | 23281                      | 6269                         | 16296                      | 1420                         | 15,77                        | 7            | Zand       |
| 12            | 0          | 23281                      | 6262                         | 16296                      | 1416                         | 15,76                        | 7            | Zand       |
| 13            | 0          | 23281                      | 6254                         | 16296                      | 1411                         | 15,75                        | 7            | Zand       |
| 14            | 0          | 23281                      | 6247                         | 16296                      | 1406                         | 15,73                        | 7            | Zand       |
| 15            | 0          | 23281                      | 6240                         | 16296                      | 1402                         | 15,72                        | 7            | Zand       |
| 16            | 0          | 23281                      | 6232                         | 16296                      | 1397                         | 15,71                        | 7            | Zand       |
| 17            | 0          | 23281                      | 6225                         | 16296                      | 1393                         | 15,70                        | 7            | Zand       |
| 18            | 0          | 23281                      | 6218                         | 16296                      | 1388                         | 15,68                        | 7            | Zand       |
| 19            | 0          | 23281                      | 6210                         | 16296                      | 1383                         | 15,67                        | 7            | Zand       |
| 20            | 0          | 23281                      | 6203                         | 16296                      | 1379                         | 15,66                        | 7            | Zand       |
| 21            | 0          | 23281                      | 6195                         | 16296                      | 1374                         | 15,65                        | 7            | Zand       |
| 22            | 0          | 23281                      | 6188                         | 16296                      | 1370                         | 15,64                        | 7            | Zand       |
| 23            | 0          | 23281                      | 6181                         | 16296                      | 1365                         | 15,62                        | 7            | Zand       |
| 24            | 0          | 23281                      | 6173                         | 16296                      | 1361                         | 15,61                        | 7            | Zand       |
| 25            | 0          | 23281                      | 6166                         | 16296                      | 1356                         | 15,60                        | 7            | Zand       |
| 26            | 0          | 23281                      | 6159                         | 16296                      | 1352                         | 15,59                        | 7            | Zand       |
| 27            | 0          | 23281                      | 6151                         | 16296                      | 1347                         | 15,58                        | 7            | Zand       |
| 28            | 0          | 23281                      | 6144                         | 16296                      | 1343                         | 15,56                        | 7            | Zand       |
| 29            | 0          | 23281                      | 6137                         | 16296                      | 1338                         | 15,55                        | 7            | Zand       |
| 30            | 0          | 23281                      | 6129                         | 16296                      | 1334                         | 15,54                        | 7            | Zand       |
| 31            | 0          | 23281                      | 6122                         | 16296                      | 1329                         | 15,53                        | 7            | Zand       |
| 32            | 0          | 23281                      | 6114                         | 16296                      | 1325                         | 15,52                        | 7            | Zand       |
| 33            | 0          | 23281                      | 6107                         | 16296                      | 1320                         | 15,50                        | 7            | Zand       |
| 34            | 0          | 23281                      | 6100                         | 16296                      | 1316                         | 15,49                        | 7            | Zand       |
| 35            | 0          | 23281                      | 6092                         | 16296                      | 1311                         | 15,48                        | 7            | Zand       |
| 36            | 0          | 23281                      | 6085                         | 16296                      | 1307                         | 15,47                        | 7            | Zand       |
| 37            | 0          | 23281                      | 5668                         | 16296                      | 1221                         | 14,73                        | 7            | Zand       |
| 38            | 0          | 23281                      | 4842                         | 16296                      | 1054                         | 13,33                        | 7            | Zand       |
| 39            | 0          | 23281                      | 4016                         | 16296                      | 889                          | 12,15                        | 7            | Zand       |
| 40            | 0          | 23281                      | 3599                         | 16296                      | 806                          | 11,54                        | 7            | Zand       |
| 41            | 0          | 23281                      | 3590                         | 16296                      | 802                          | 11,53                        | 7            | Zand       |
| 42            | 0          | 23281                      | 3581                         | 16296                      | 799                          | 11,52                        | 7            | Zand       |
| 43            | 0          | 23281                      | 3576                         | 16296                      | 797                          | 11,51                        | 7            | Zand       |

Maximale grondbelasting

Maximale gereduceerde grondbelasting

Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)

Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)

: Pv;n, max = 316 kN/m<sup>2</sup>: Pv,r;n, max = 86 kN/m<sup>2</sup>: kv, max = 23281 kN/m<sup>3</sup>: kv, max = 41283 kN/m<sup>3</sup>

## 4 Uitvoeringsparameters

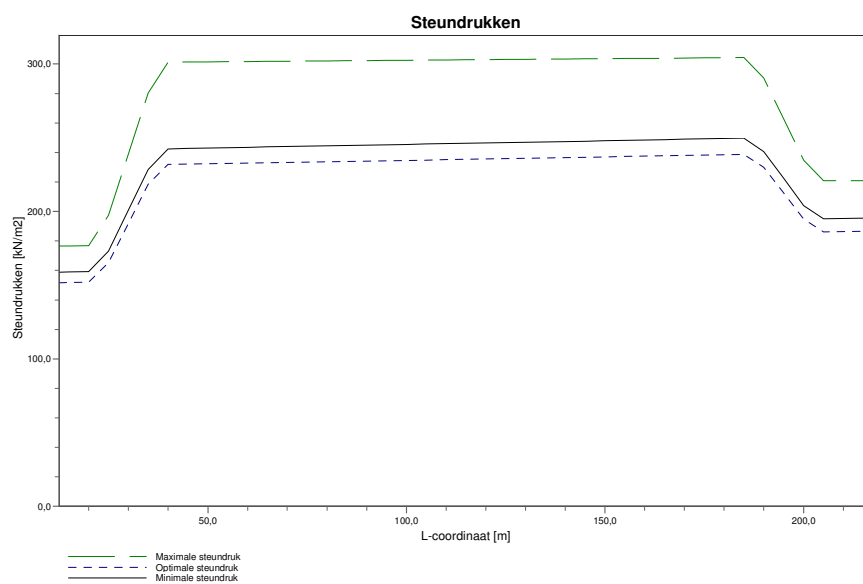
### 4.1 Schilddruk en Drukrachten

#### 4.1.1 Resultaten tabel

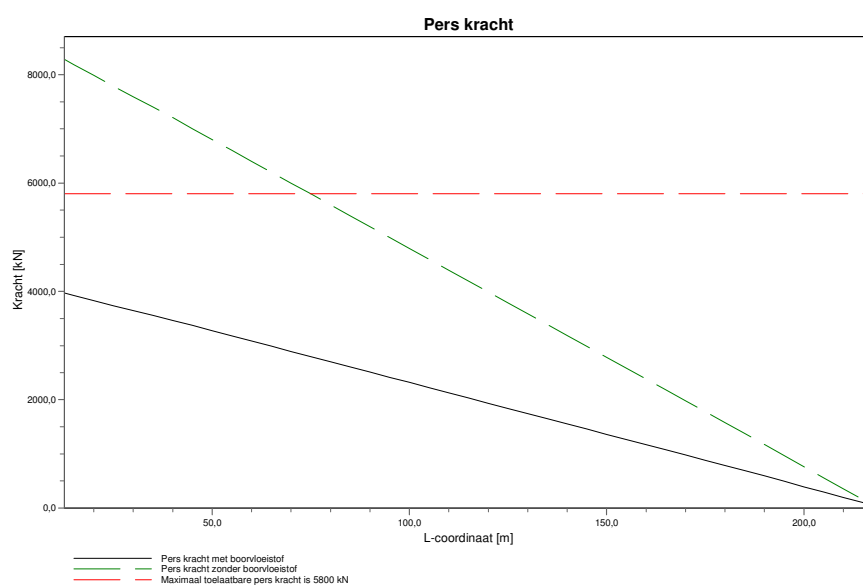
De maximaal toelaatbare schild druk en de minimaal benodigde schild druk zijn berekend voor de opgegeven grond condities. De maximale schilddruk moet niet overschreden worden teneinde frac-out te voorkomen. De minimale schilddruk moet niet onderschreden worden om maaiveld zakkingen te voorkomen. De target druk is de druk die minimale grond deformaties veroorzaakt tijdens het drillen.

| Verticaal nr. | Front vloeistofdrukken       |                              |                                 | Duw Kracht    |                 |
|---------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------|
|               | Pmax<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pmin<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Pstreef<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | smeer<br>[kN] | Normaal<br>[kN] |
| 1             | 177                          | 159                          | 152                             | 3970          | 8288            |
| 2             | 177                          | 159                          | 152                             | 3922          | 8188            |
| 3             | 177                          | 159                          | 152                             | 3827          | 7987            |
| 4             | 197                          | 173                          | 165                             | 3735          | 7790            |
| 5             | 239                          | 201                          | 192                             | 3647          | 7597            |
| 6             | 280                          | 229                          | 218                             | 3559          | 7403            |
| 7             | 301                          | 243                          | 232                             | 3467          | 7206            |
| 8             | 301                          | 243                          | 232                             | 3371          | 7005            |
| 9             | 302                          | 243                          | 232                             | 3276          | 6804            |
| 10            | 302                          | 243                          | 233                             | 3180          | 6603            |
| 11            | 302                          | 244                          | 233                             | 3084          | 6402            |
| 12            | 302                          | 244                          | 233                             | 2989          | 6201            |
| 13            | 302                          | 244                          | 233                             | 2893          | 6000            |
| 14            | 302                          | 244                          | 234                             | 2797          | 5799            |
| 15            | 302                          | 245                          | 234                             | 2702          | 5598            |
| 16            | 302                          | 245                          | 234                             | 2606          | 5397            |
| 17            | 302                          | 245                          | 234                             | 2510          | 5196            |
| 18            | 302                          | 245                          | 234                             | 2414          | 4995            |
| 19            | 303                          | 246                          | 235                             | 2319          | 4794            |
| 20            | 303                          | 246                          | 235                             | 2223          | 4593            |
| 21            | 303                          | 246                          | 235                             | 2127          | 4392            |
| 22            | 303                          | 246                          | 235                             | 2032          | 4191            |
| 23            | 303                          | 247                          | 236                             | 1936          | 3990            |
| 24            | 303                          | 247                          | 236                             | 1840          | 3789            |
| 25            | 303                          | 247                          | 236                             | 1745          | 3588            |
| 26            | 303                          | 247                          | 236                             | 1649          | 3387            |
| 27            | 303                          | 248                          | 237                             | 1553          | 3186            |
| 28            | 304                          | 248                          | 237                             | 1458          | 2985            |
| 29            | 304                          | 248                          | 237                             | 1362          | 2784            |
| 30            | 304                          | 248                          | 237                             | 1266          | 2583            |
| 31            | 304                          | 249                          | 238                             | 1171          | 2382            |
| 32            | 304                          | 249                          | 238                             | 1075          | 2181            |
| 33            | 304                          | 249                          | 238                             | 979           | 1980            |
| 34            | 304                          | 249                          | 238                             | 883           | 1779            |
| 35            | 304                          | 249                          | 238                             | 788           | 1578            |
| 36            | 304                          | 250                          | 239                             | 692           | 1377            |
| 37            | 291                          | 241                          | 230                             | 594           | 1173            |
| 38            | 263                          | 222                          | 213                             | 493           | 967             |
| 39            | 235                          | 204                          | 195                             | 392           | 761             |
| 40            | 221                          | 195                          | 186                             | 294           | 557             |
| 41            | 221                          | 195                          | 186                             | 198           | 356             |
| 42            | 221                          | 195                          | 187                             | 102           | 155             |
| 43            | 221                          | 196                          | 187                             | 55            | 55              |

#### 4.1.2 Schilddruk



#### 4.1.3 Drukkrachten



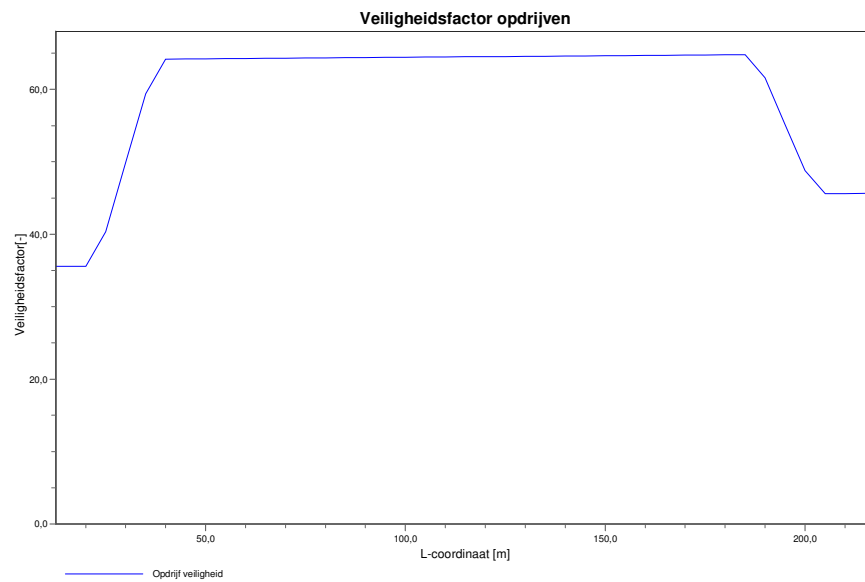
## 4.2 Verificatie Opdrijven

Door het drijfvermogen van de pijp onder de grondwater spiegel moet het opdrijven worden gecontroleerd. In de volgende berekening is de veiligheids factor tegen opdrijven bepaald. Deze berekening is gebaseerd op een lege pijp.

### 4.2.1 Opdrijf Factoren

| Verticaal nr. | Veiligheidsfactor berekend<br>[-] | Veiligheidsfactor vereist<br>[-] |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1             | 35,56                             | 1,00                             |
| 2             | 35,56                             | 1,00                             |
| 3             | 35,57                             | 1,00                             |
| 4             | 40,34                             | 1,00                             |
| 5             | 49,87                             | 1,00                             |
| 6             | 59,41                             | 1,00                             |
| 7             | 64,18                             | 1,00                             |
| 8             | 64,20                             | 1,00                             |
| 9             | 64,22                             | 1,00                             |
| 10            | 64,25                             | 1,00                             |
| 11            | 64,27                             | 1,00                             |
| 12            | 64,29                             | 1,00                             |
| 13            | 64,31                             | 1,00                             |
| 14            | 64,33                             | 1,00                             |
| 15            | 64,35                             | 1,00                             |
| 16            | 64,37                             | 1,00                             |
| 17            | 64,40                             | 1,00                             |
| 18            | 64,42                             | 1,00                             |
| 19            | 64,44                             | 1,00                             |
| 20            | 64,46                             | 1,00                             |
| 21            | 64,48                             | 1,00                             |
| 22            | 64,50                             | 1,00                             |
| 23            | 64,53                             | 1,00                             |
| 24            | 64,55                             | 1,00                             |
| 25            | 64,57                             | 1,00                             |
| 26            | 64,59                             | 1,00                             |
| 27            | 64,61                             | 1,00                             |
| 28            | 64,63                             | 1,00                             |
| 29            | 64,66                             | 1,00                             |
| 30            | 64,68                             | 1,00                             |
| 31            | 64,70                             | 1,00                             |
| 32            | 64,72                             | 1,00                             |
| 33            | 64,74                             | 1,00                             |
| 34            | 64,77                             | 1,00                             |
| 35            | 64,79                             | 1,00                             |
| 36            | 64,81                             | 1,00                             |
| 37            | 61,62                             | 1,00                             |
| 38            | 55,21                             | 1,00                             |
| 39            | 48,80                             | 1,00                             |
| 40            | 45,60                             | 1,00                             |
| 41            | 45,61                             | 1,00                             |
| 42            | 45,62                             | 1,00                             |
| 43            | 45,63                             | 1,00                             |

#### 4.2.2 Opdrijven



## 5 Deformaties

### 5.1 Zakking

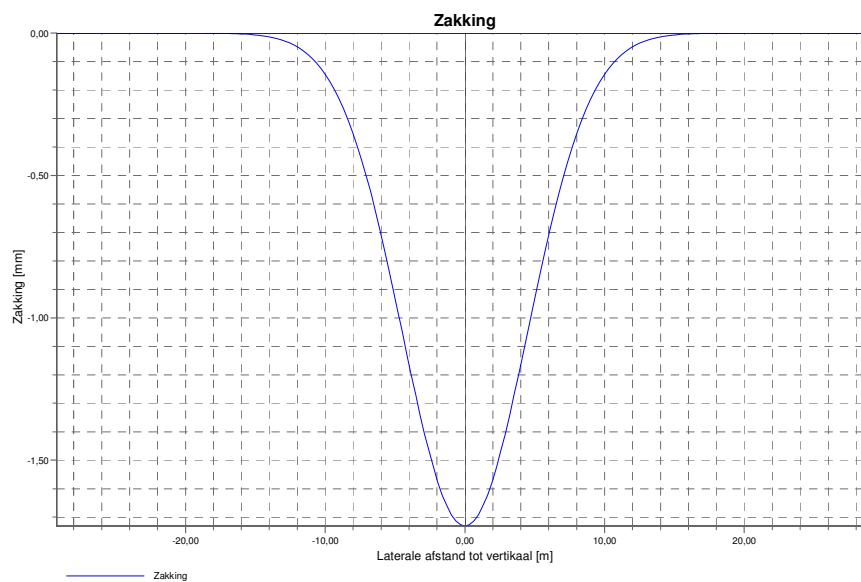
Tengevolge van de oversnijding zal maaiveld zakking optreden. De zakking is berekend met een volume verlies percentage van het oversnijdings oppervlak. In de berekening is 100,0 procent gebruikt.

|                             |         |                    |
|-----------------------------|---------|--------------------|
| Uitwendige diameter leiding | 610     | [mm]               |
| Oversnijding op de straal   | 10      | [mm]               |
| Volume verlies              | 19465,3 | [mm <sup>2</sup> ] |

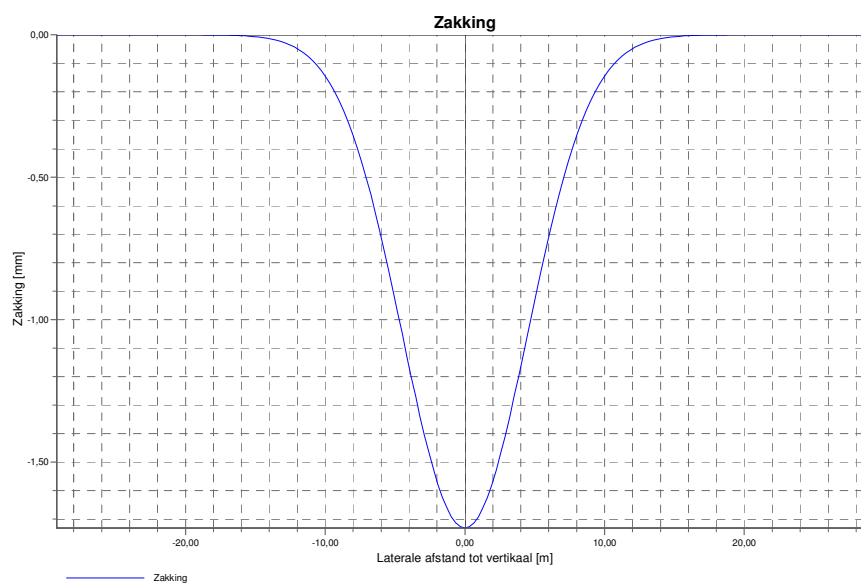
#### 5.1.2 Zakkingswaardentabel

| Verticaal nr | Zakking in [mm] op horizontale afstand van de z as: |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--------------|-----------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              | 0<br>[mm]                                           | 0.1 W<br>[mm] | 0.2 W<br>[mm] | 0.4 W<br>[mm] | 0.7 W<br>[mm] | 1.0 W<br>[mm] | 1.3 W<br>[mm] | 1.6 W<br>[mm] | 2.0 W<br>[mm] | 2.5 W<br>[mm] | 3.0 W<br>[mm] |
| 1            | 2                                                   | 2             | 2             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 2            | 2                                                   | 2             | 2             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 3            | 2                                                   | 2             | 2             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 4            | 2                                                   | 2             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 5            | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 6            | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 7            | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 8            | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 9            | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 10           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 11           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 12           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 13           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 14           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 15           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 16           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 17           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 18           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 19           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 20           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 21           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 22           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 23           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 24           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 25           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 26           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 27           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 28           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 29           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 30           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 31           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 32           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 33           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 34           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 35           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 36           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 37           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 38           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 39           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 40           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 41           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 42           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 43           | 1                                                   | 1             | 1             | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |

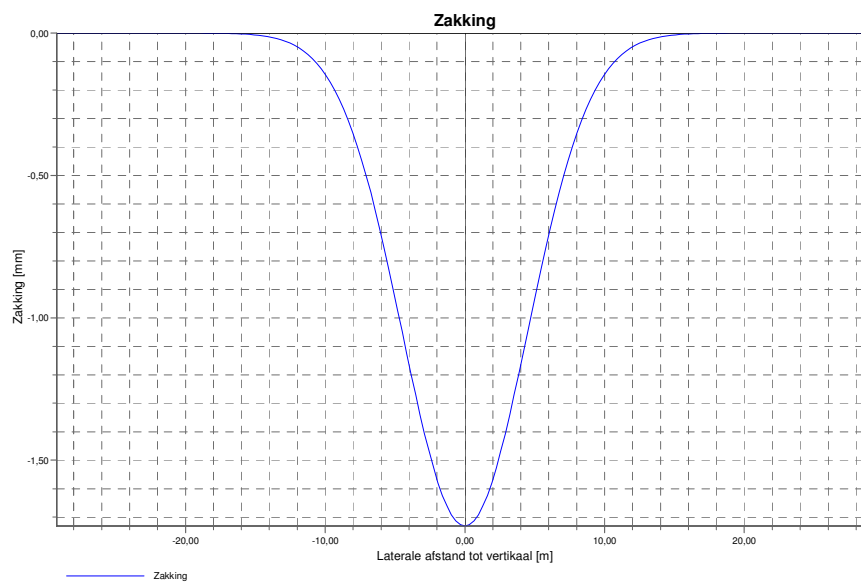
### 5.1.3 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 1



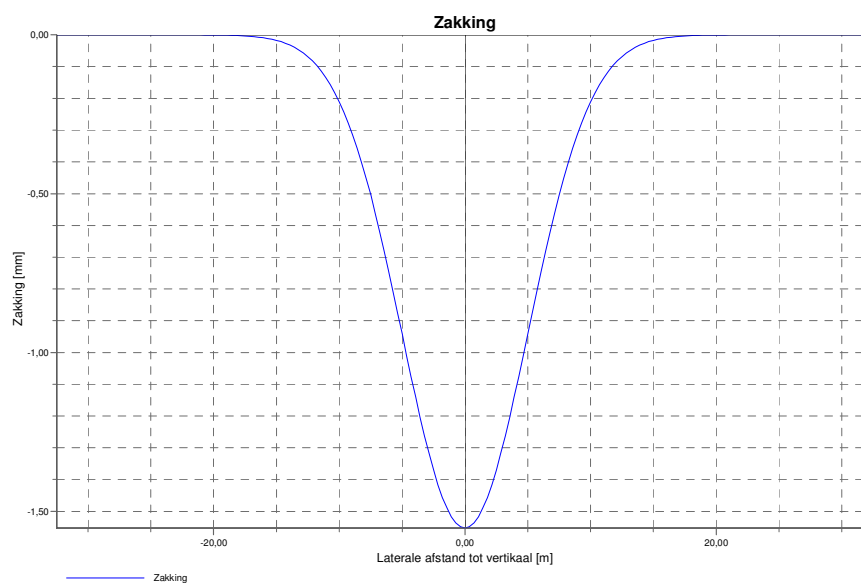
### 5.1.4 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 2



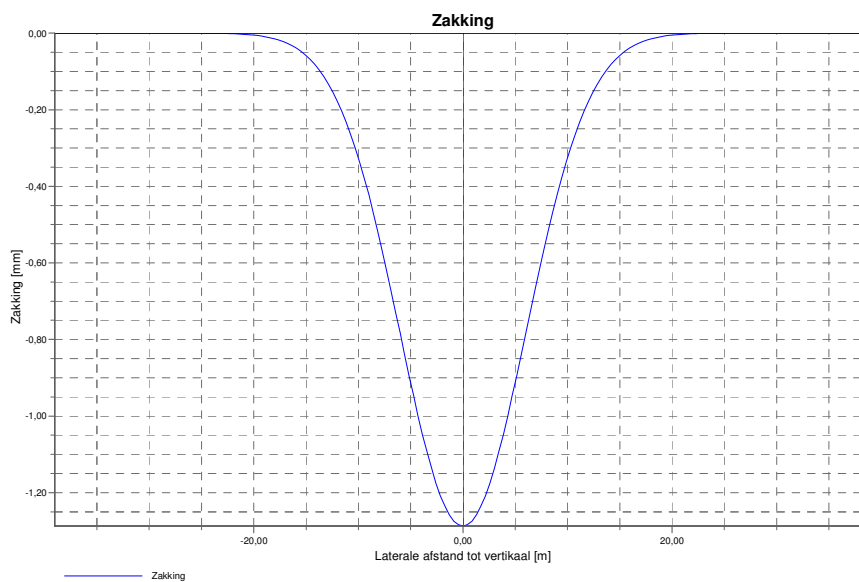
### 5.1.5 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 3



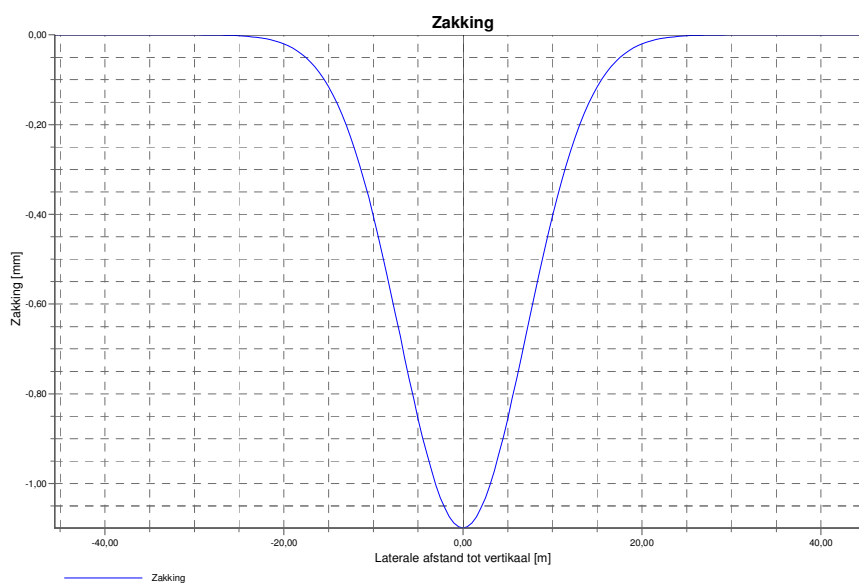
### 5.1.6 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 4



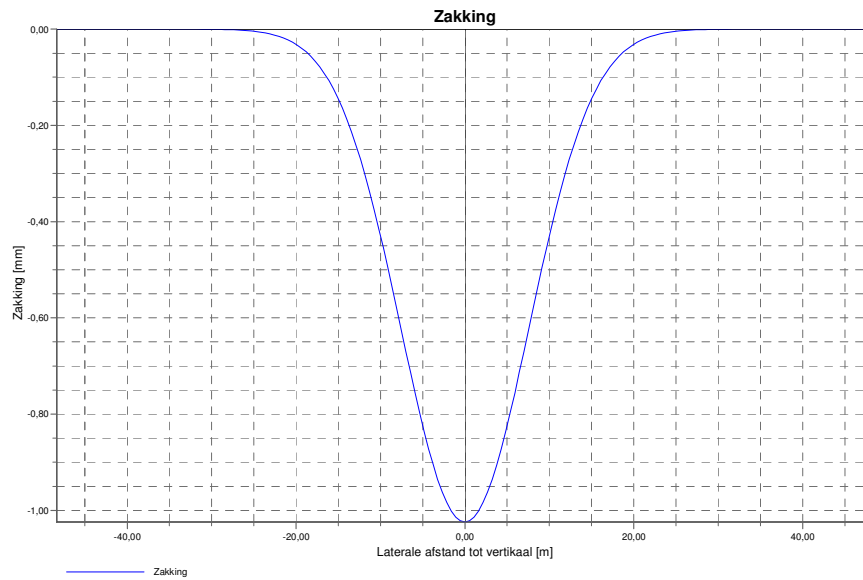
## 5.1.7 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 5



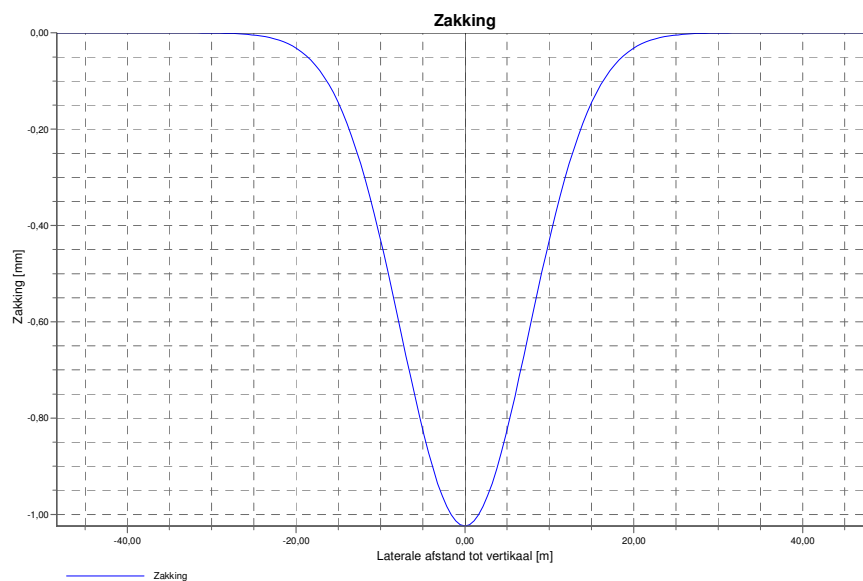
## 5.1.8 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 6



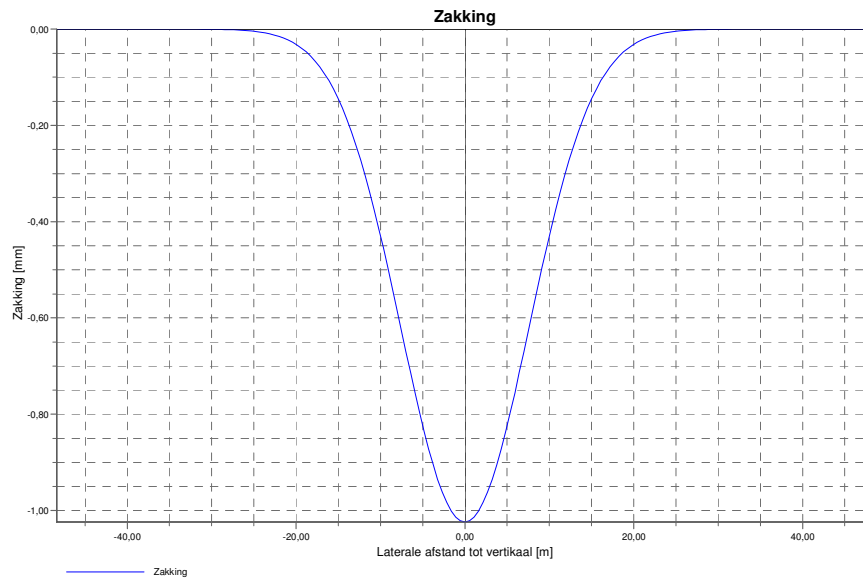
### 5.1.9 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 7



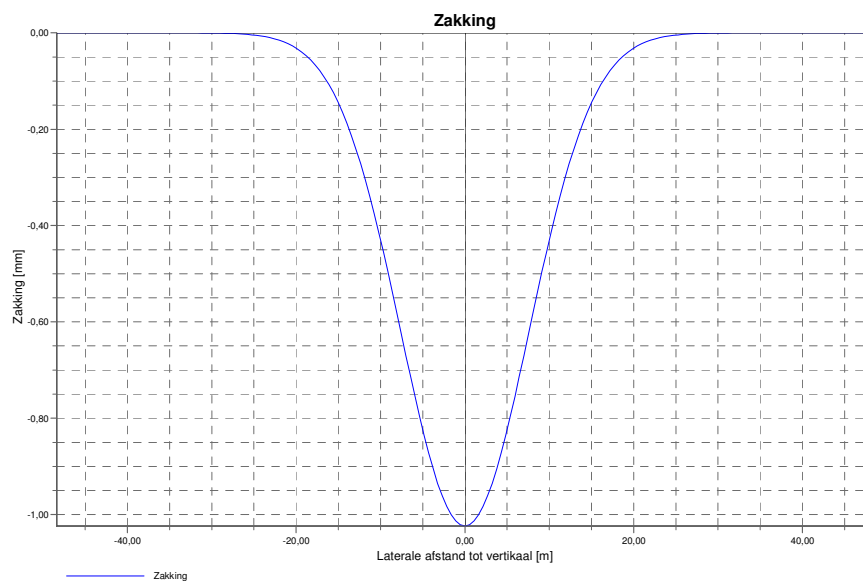
### 5.1.10 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 8



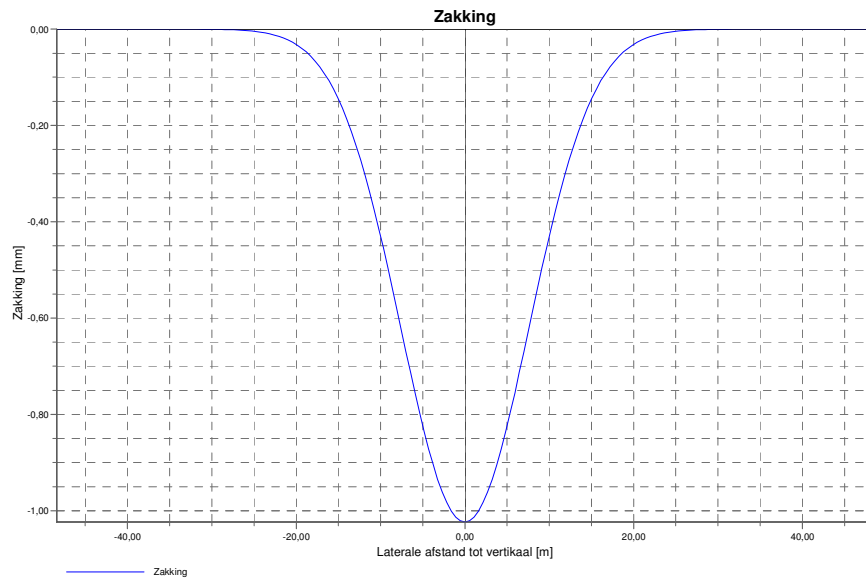
## 5.1.11 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 9



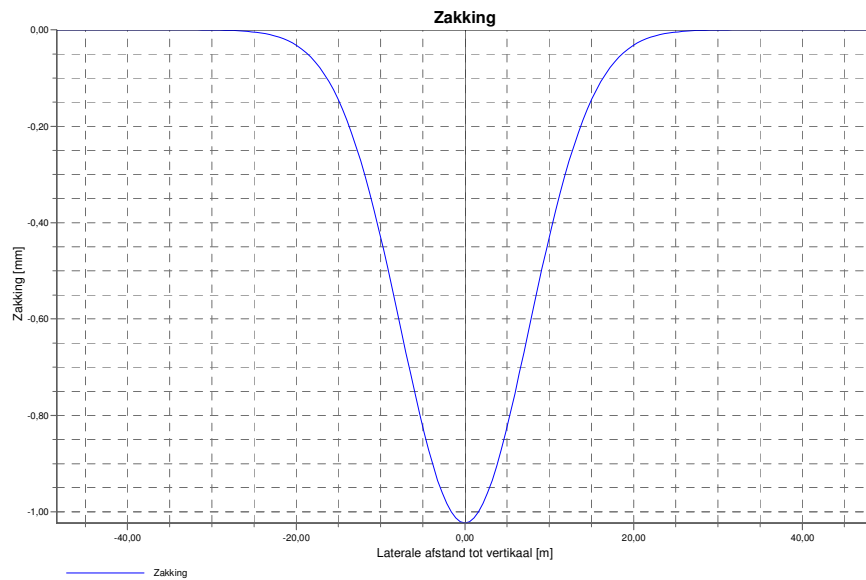
## 5.1.12 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 10



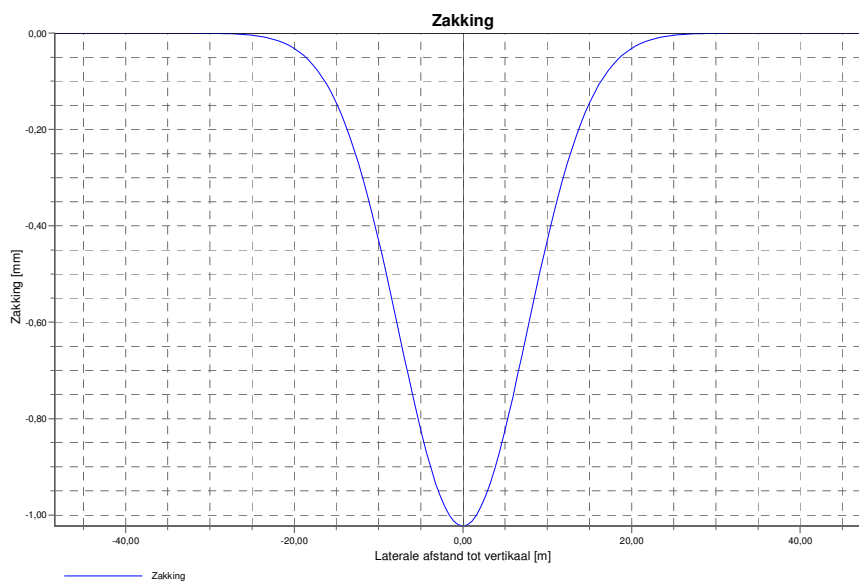
### 5.1.13 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 11



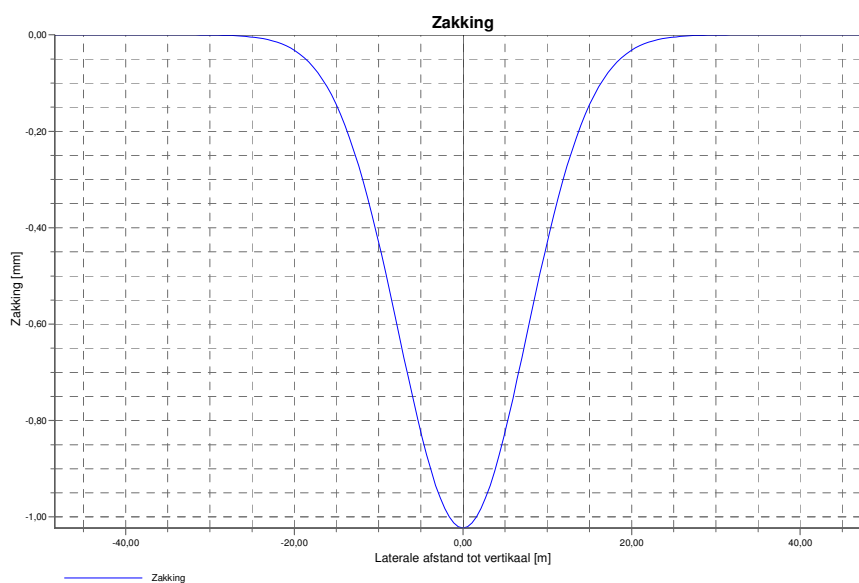
### 5.1.14 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 12



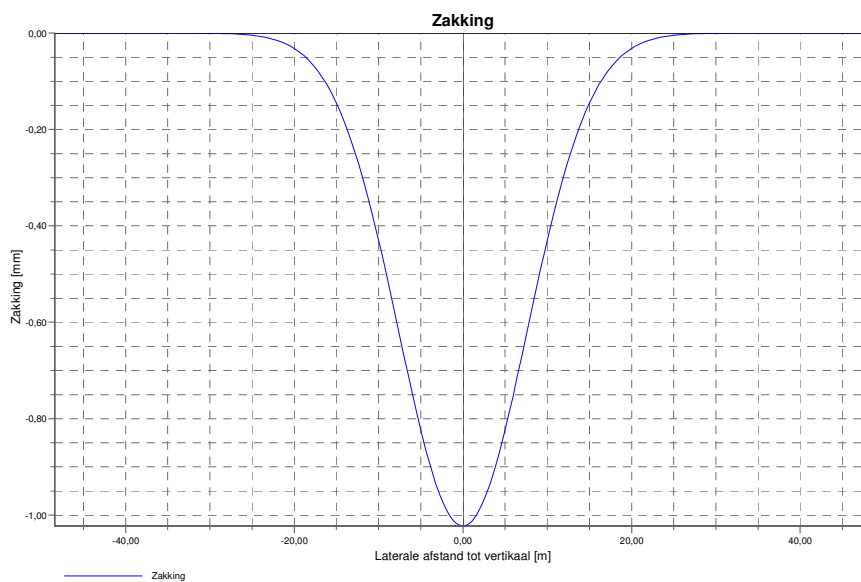
## 5.1.15 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 13



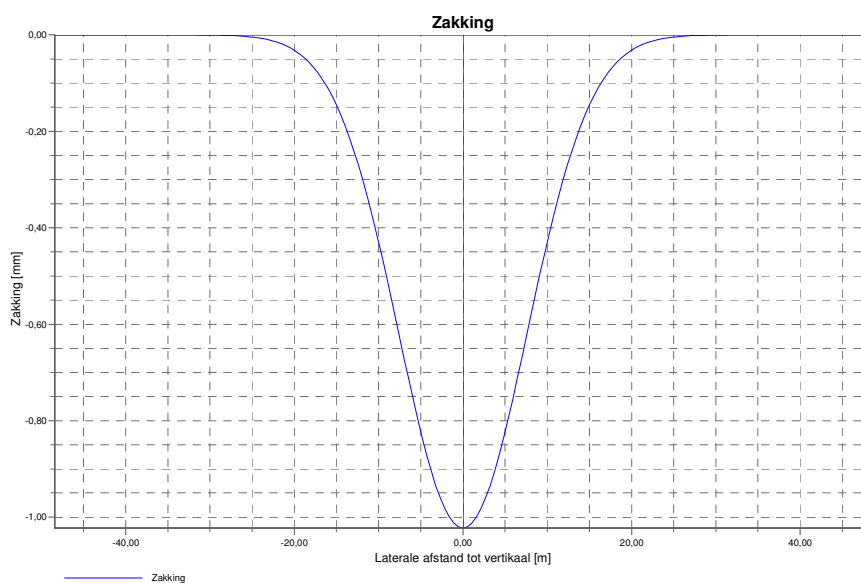
## 5.1.16 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 14

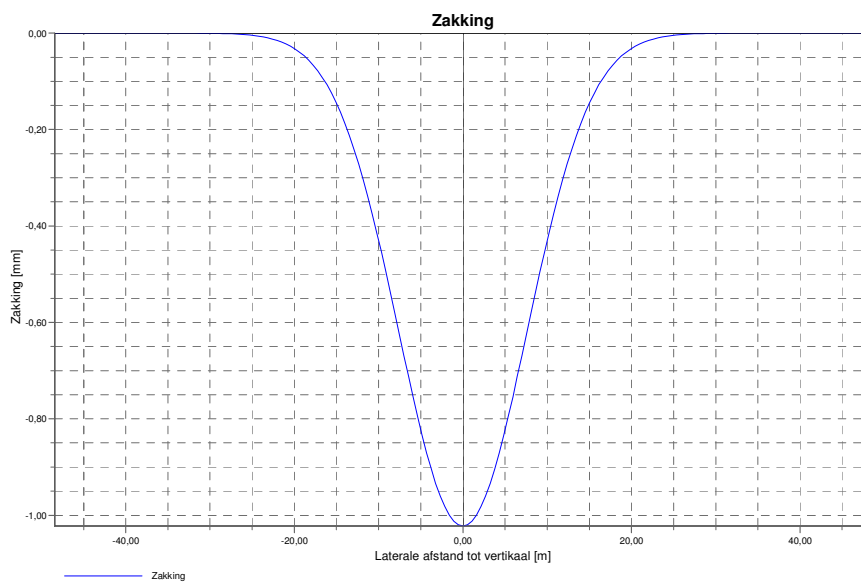
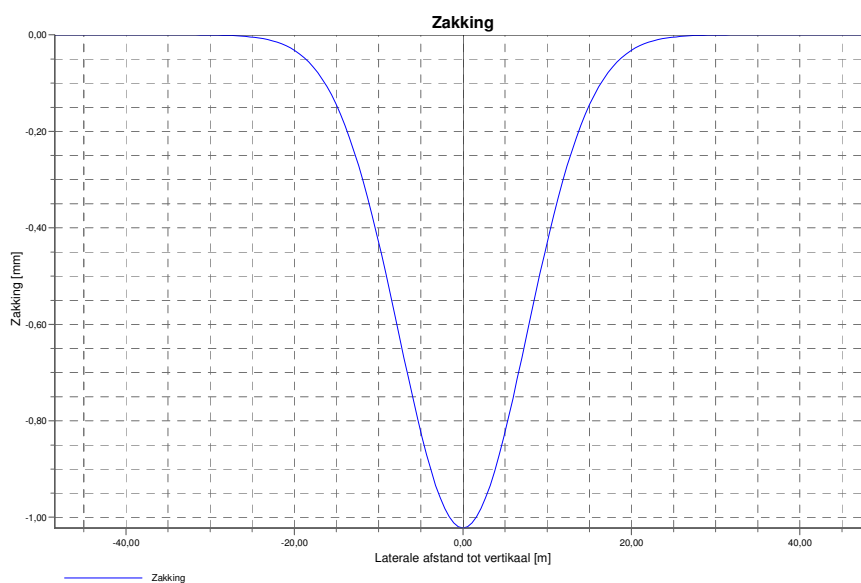


## 5.1.17 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 15

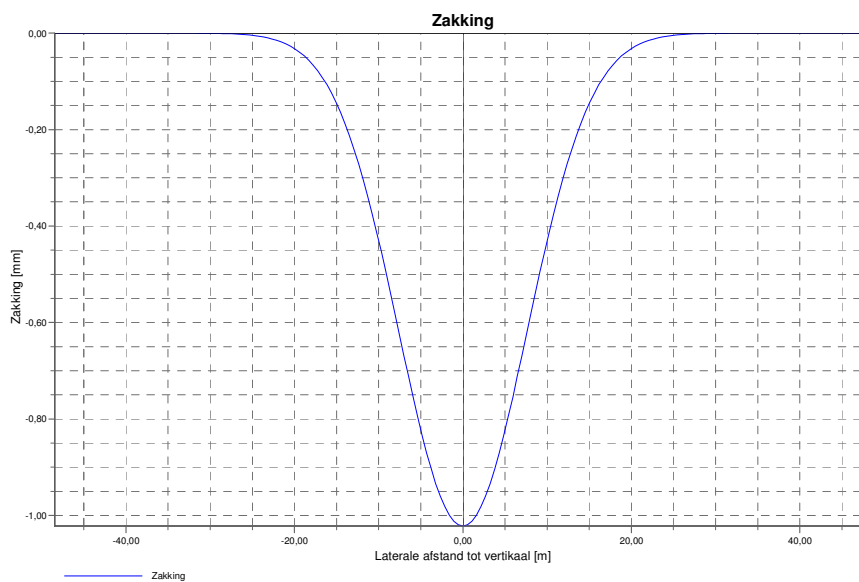


## 5.1.18 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 16

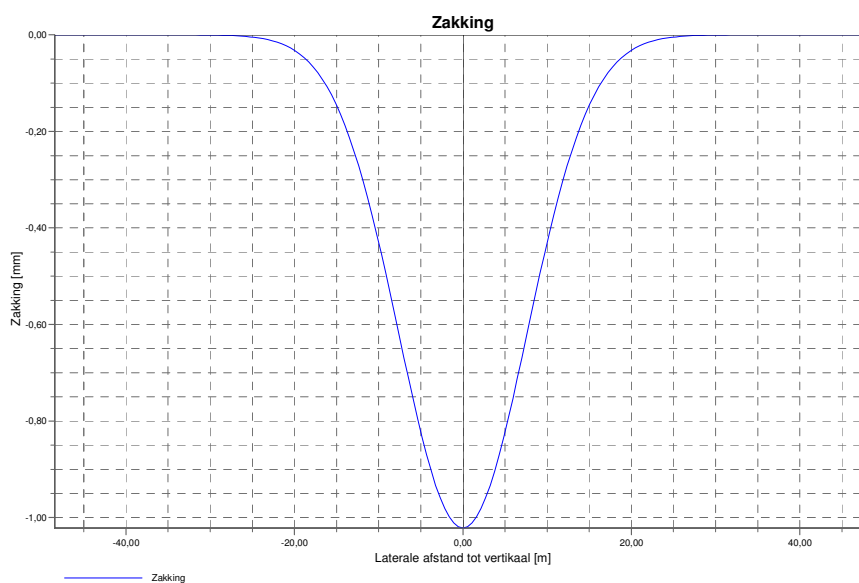


**5.1.19 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 17****5.1.20 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 18**

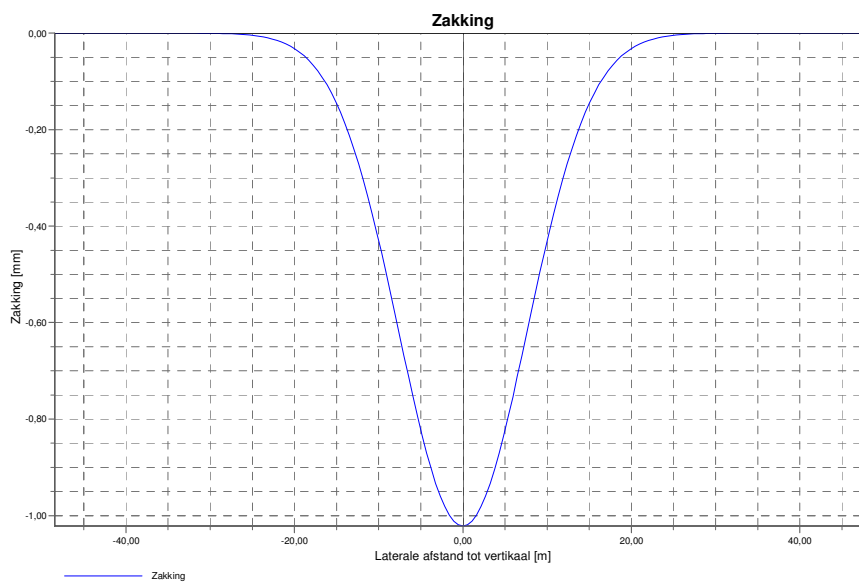
## 5.1.21 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 19



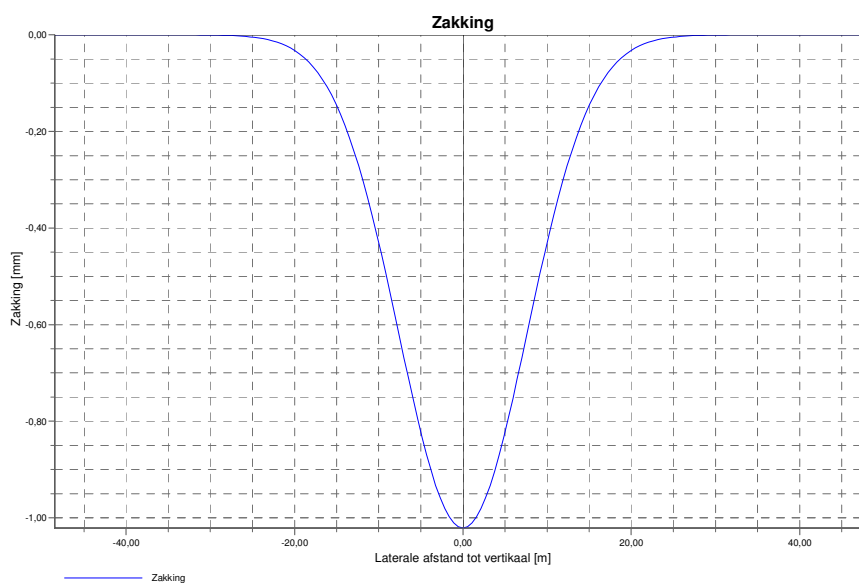
## 5.1.22 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 20



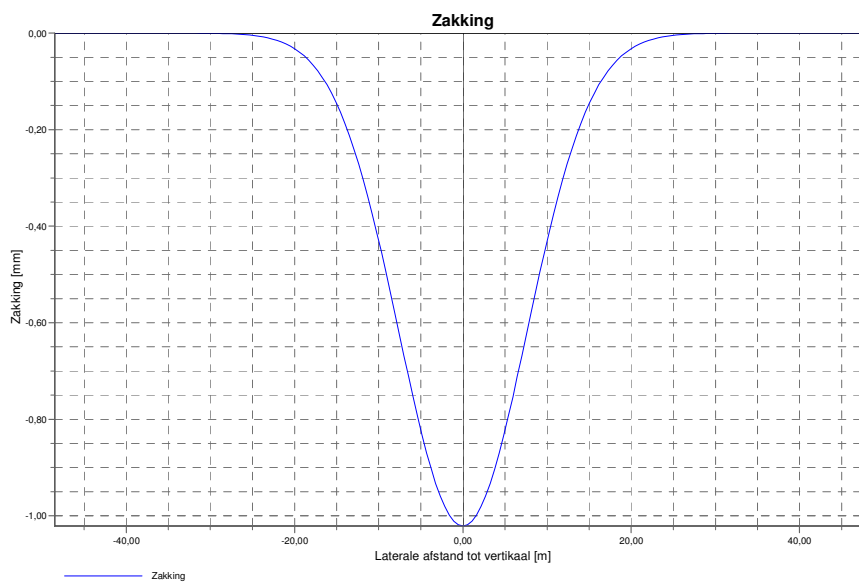
## 5.1.23 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 21



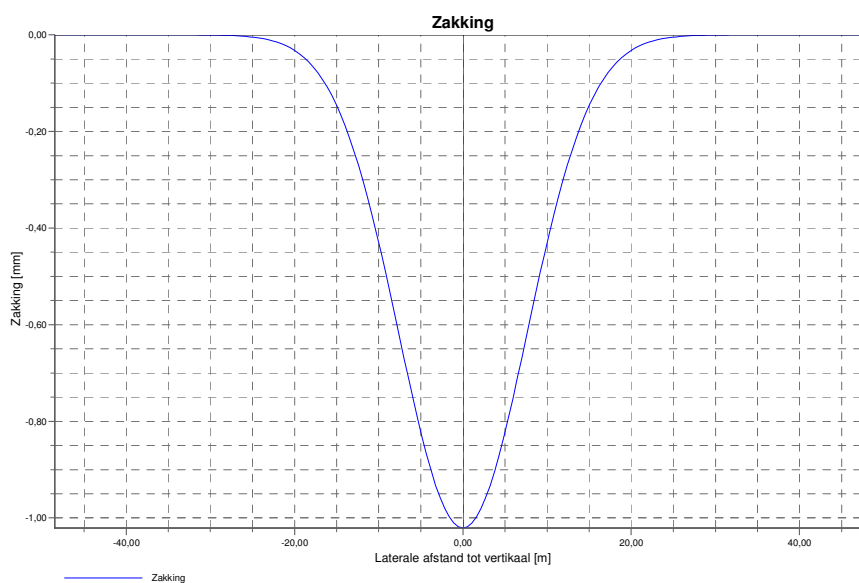
## 5.1.24 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 22



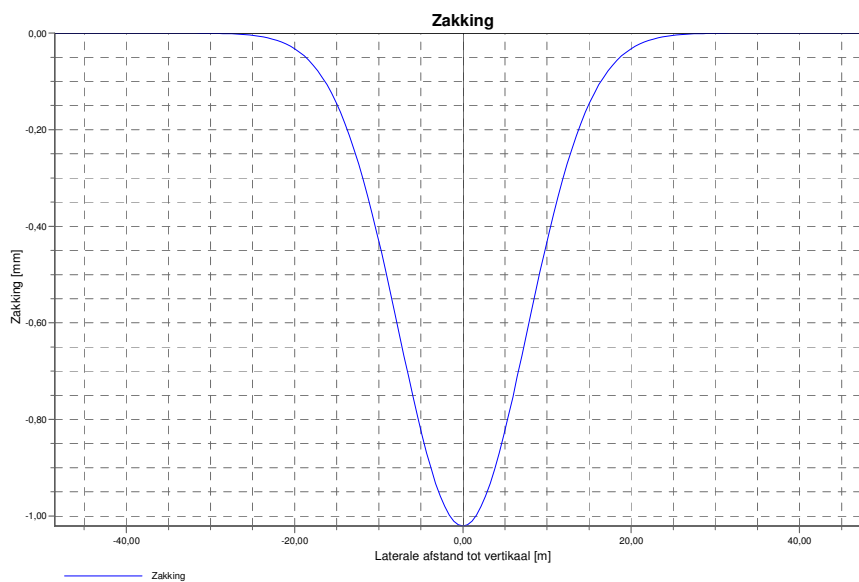
## 5.1.25 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 23



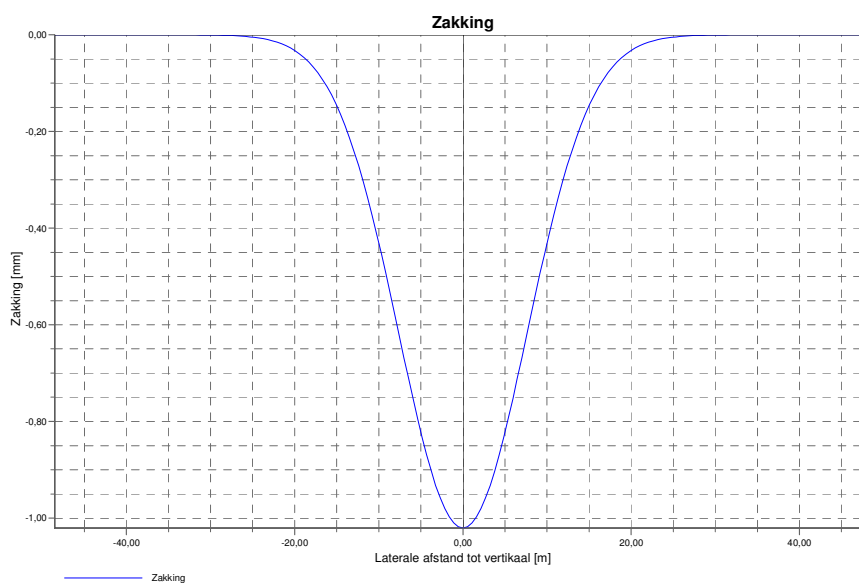
## 5.1.26 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 24



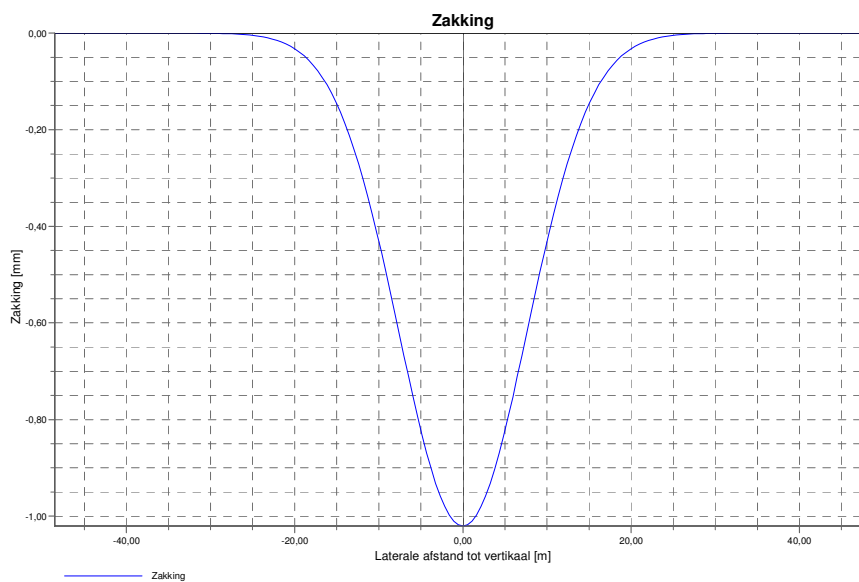
## 5.1.27 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 25



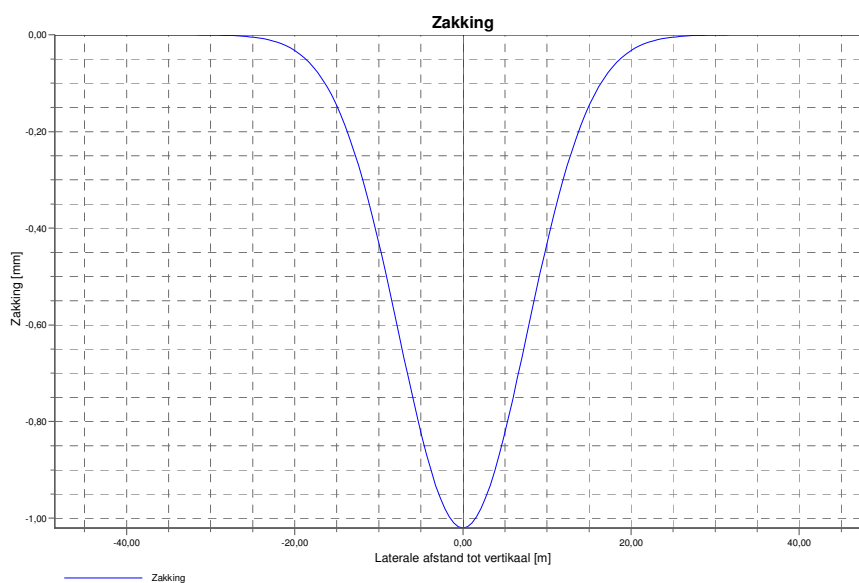
## 5.1.28 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 26



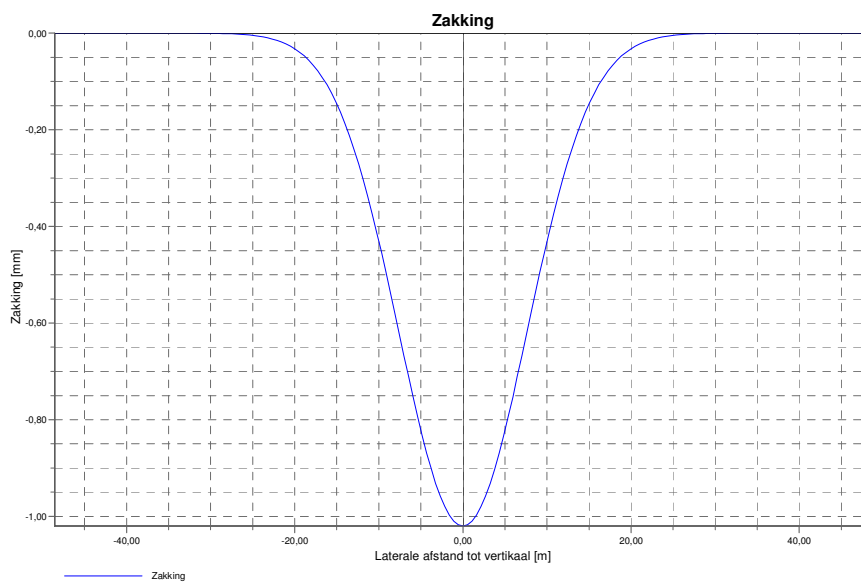
## 5.1.29 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 27



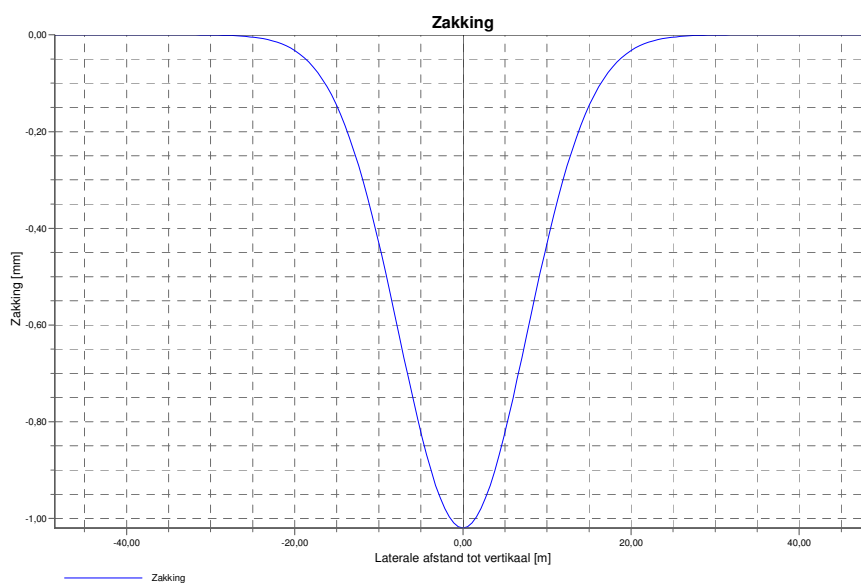
## 5.1.30 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 28



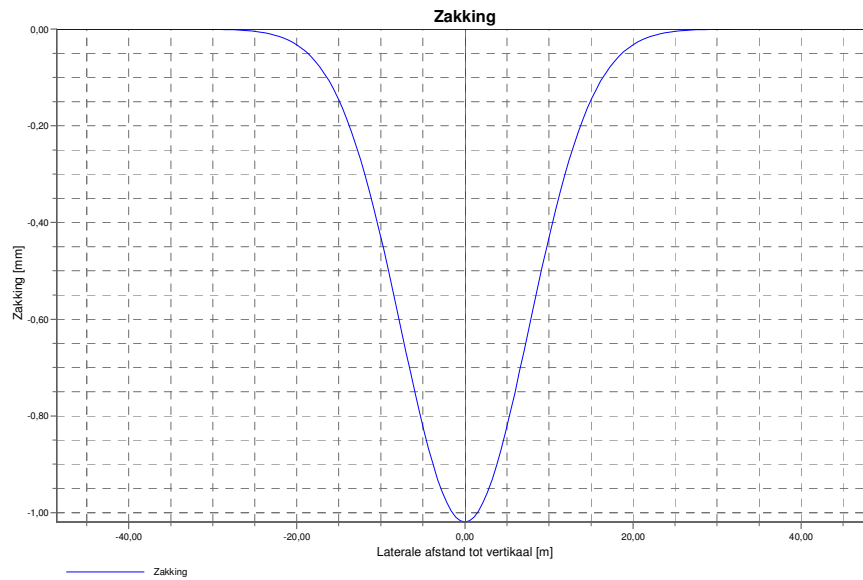
## 5.1.31 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 29



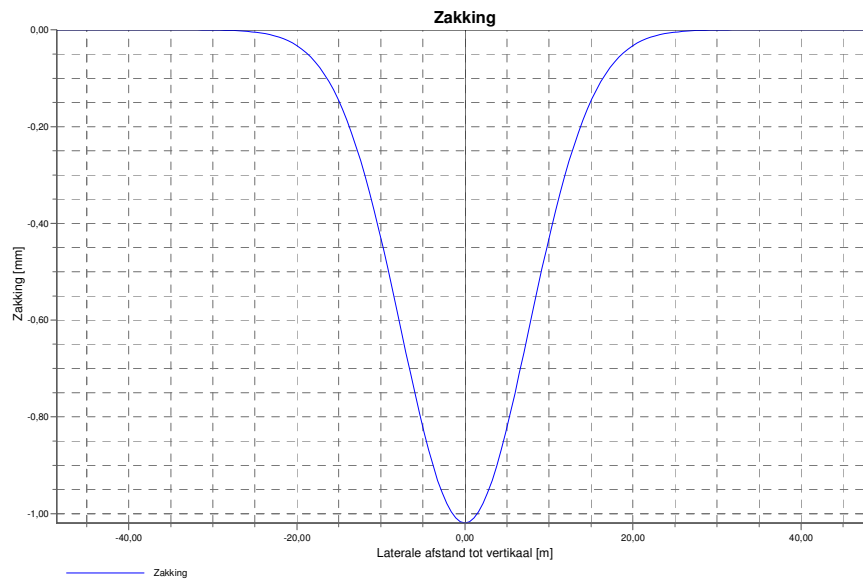
## 5.1.32 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 30



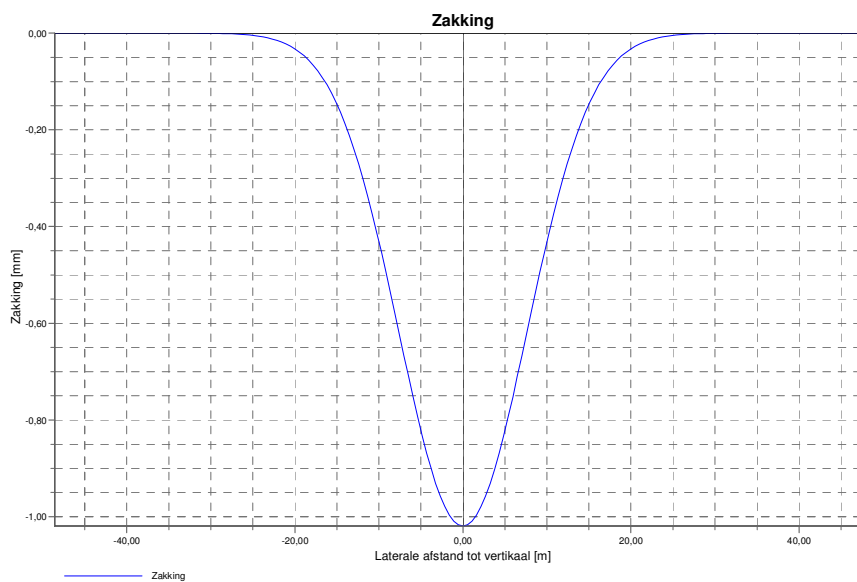
### 5.1.33 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 31



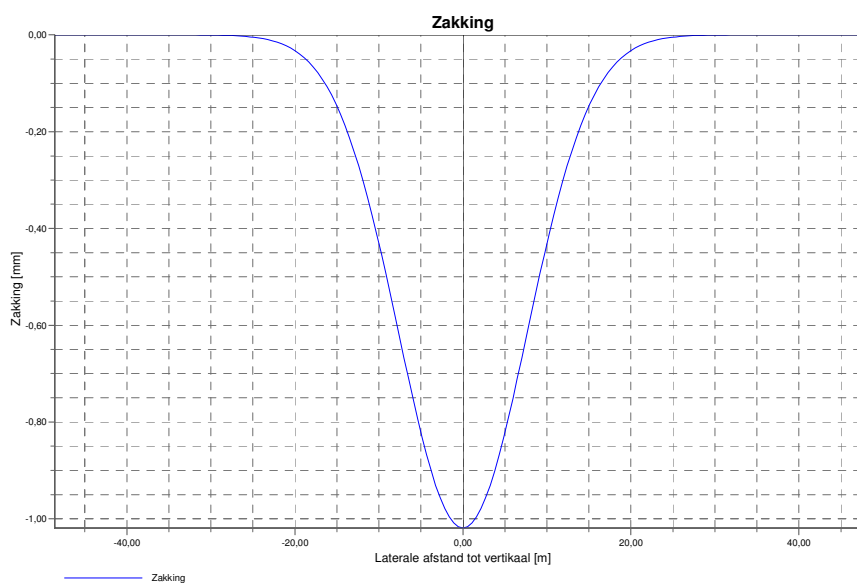
### 5.1.34 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 32

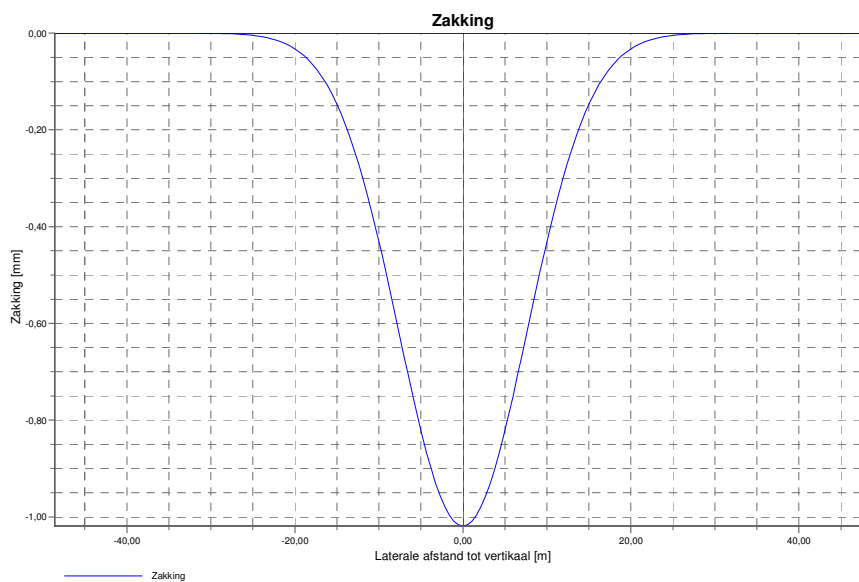
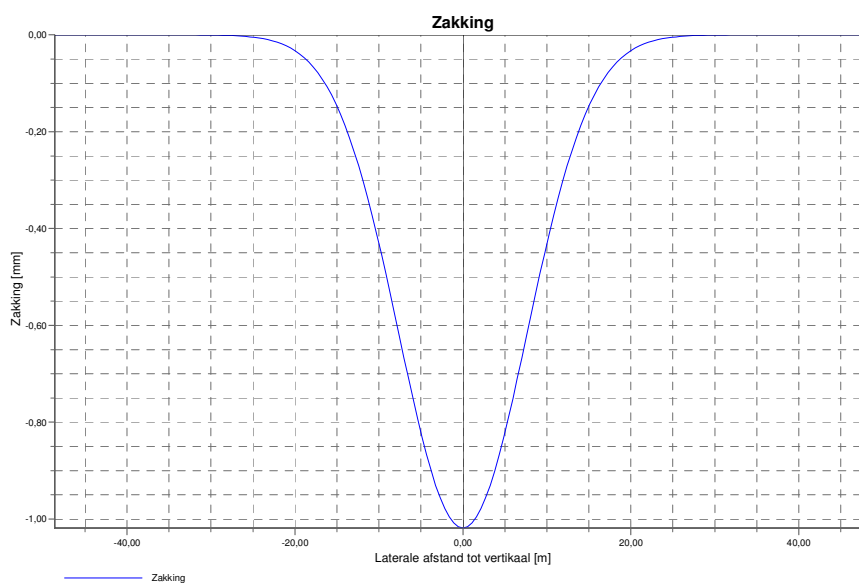


## 5.1.35 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 33

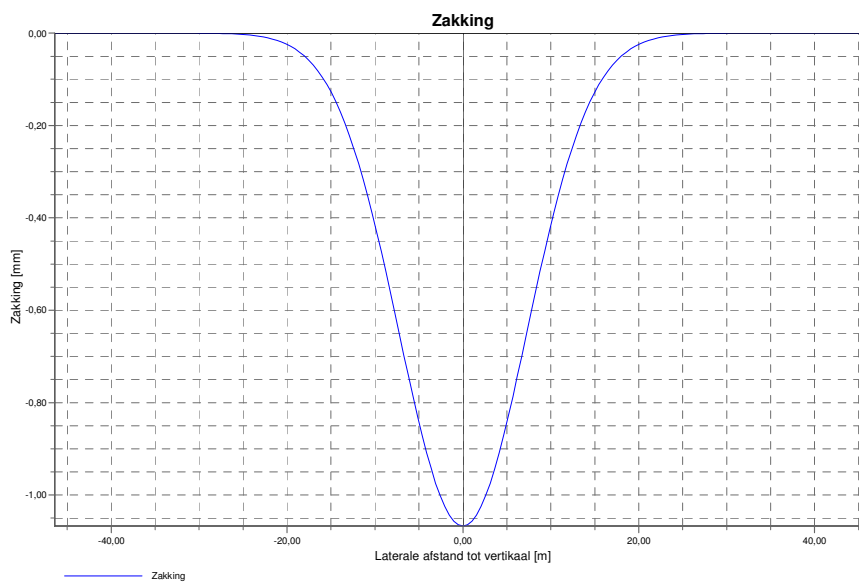


## 5.1.36 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 34

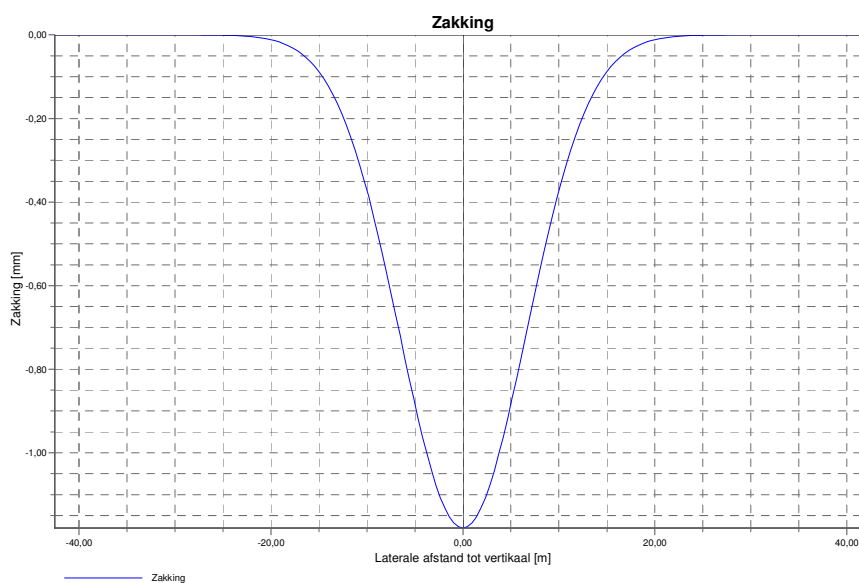


**5.1.37 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 35****5.1.38 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 36**

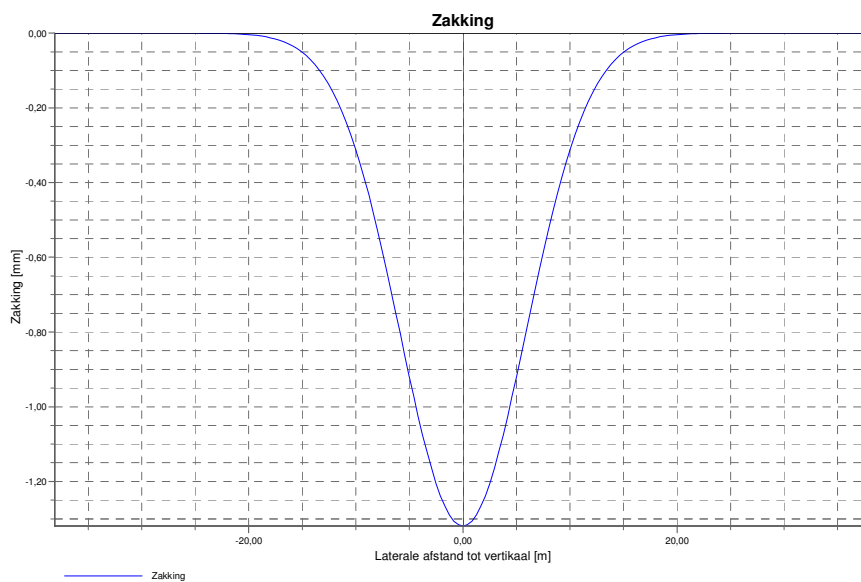
## 5.1.39 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 37



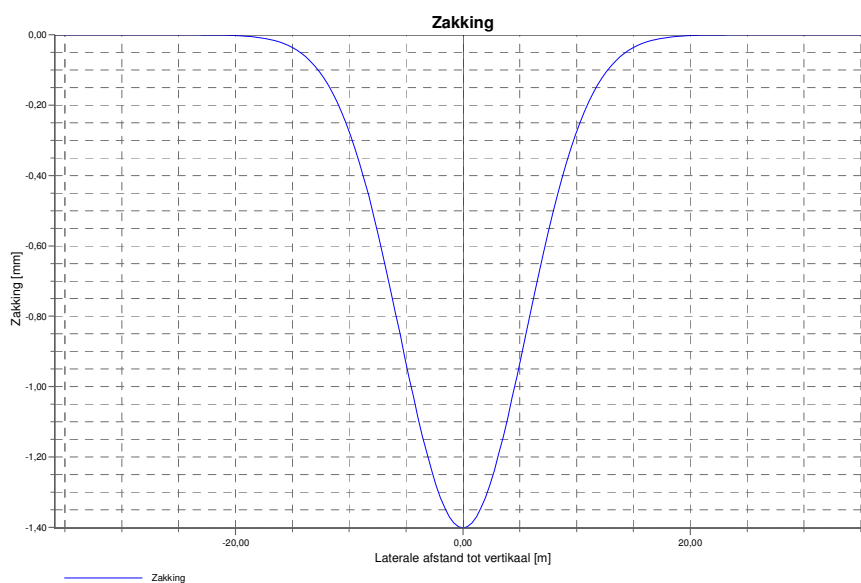
## 5.1.40 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 38



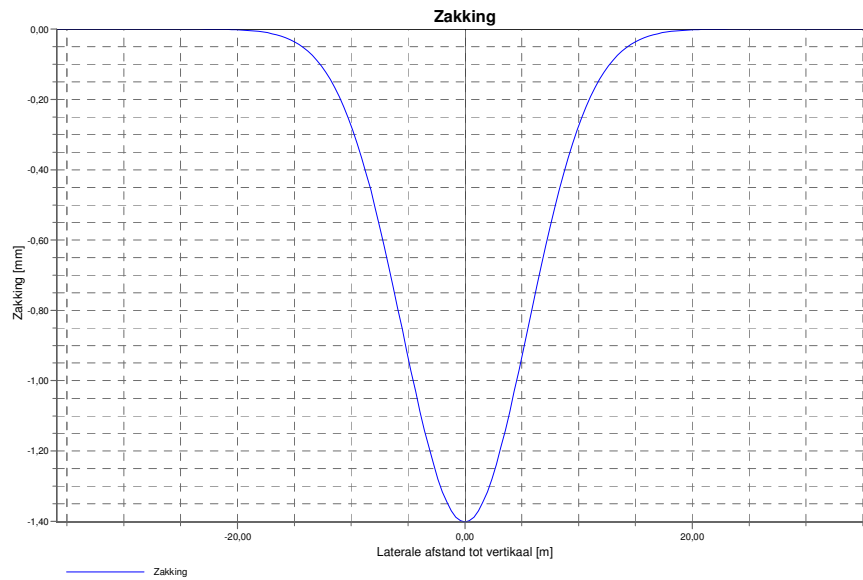
## 5.1.41 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 39



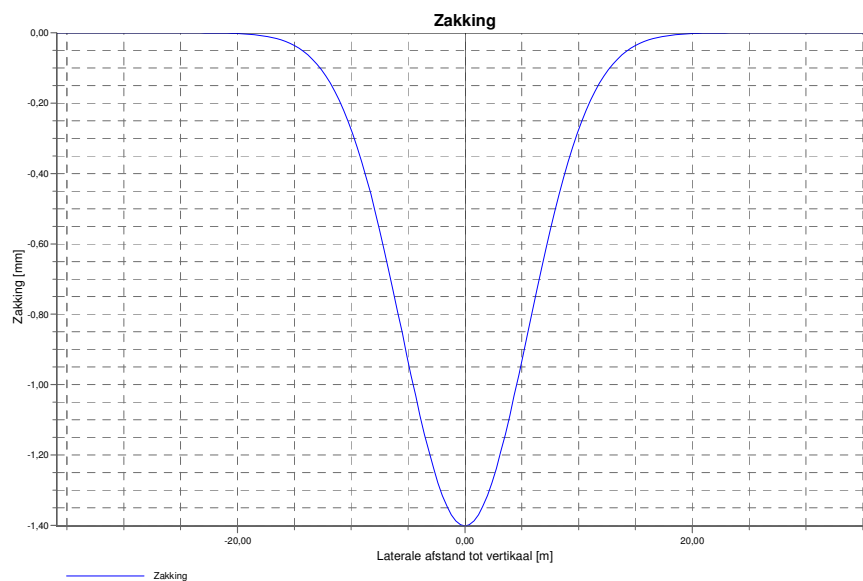
## 5.1.42 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 40



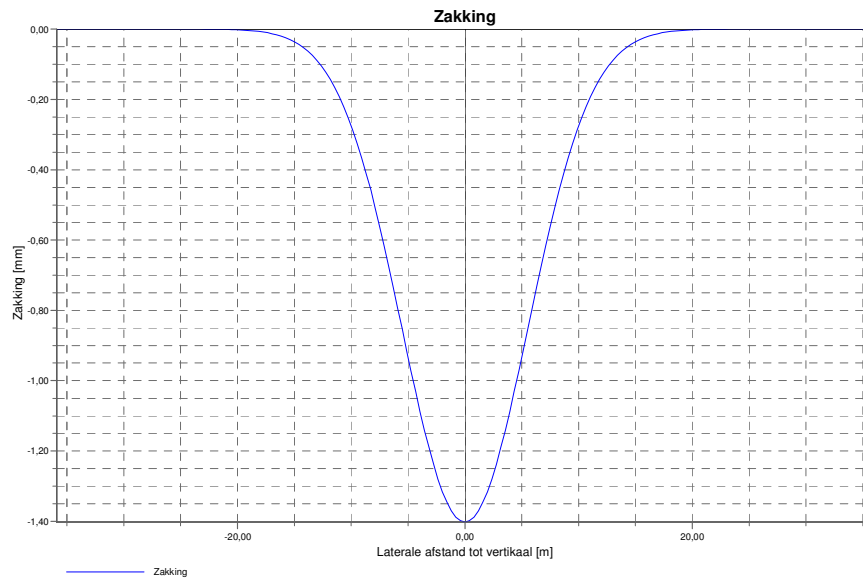
## 5.1.43 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 41



## 5.1.44 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 42



## 5.1.45 Grafiek zakking bij vertikaal nr. 43

**Einde Rapport**