

Waterstofnetwerk Nederland
Toetsing NEN3651 i.v.m. omzetting medium leiding
A-619 Zuidwending-Ommen
Kruising Waterstaatswerk Kanaal Buinen-Schoonoord
(ten oosten van Bronneger)



Project
Waterstofnetwerk Nederland

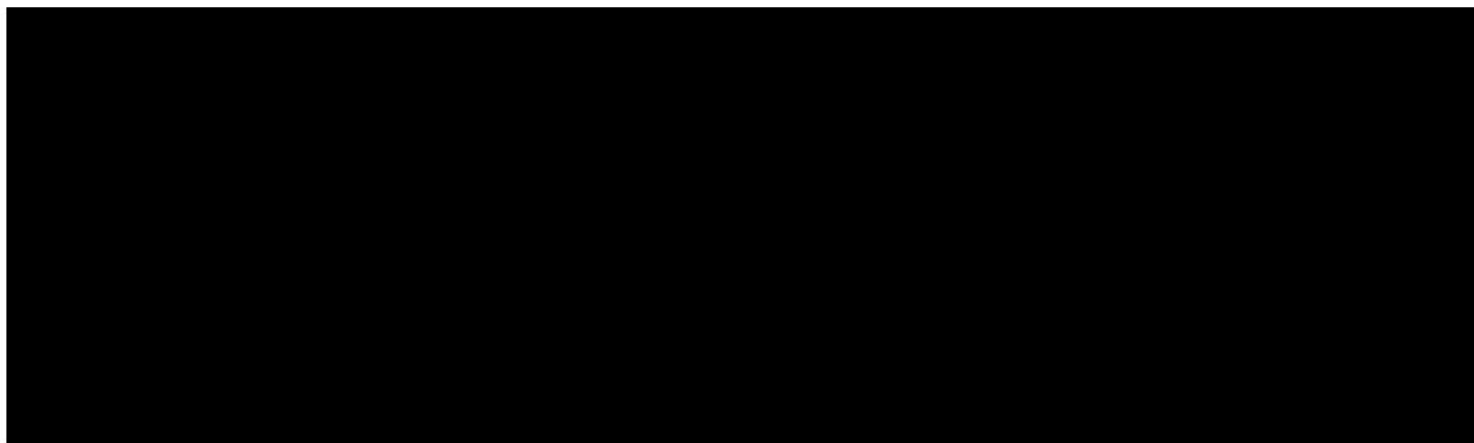
Revisienummer
1

Revisie datum
13-03-2026

Ons kenmerk
WNN1-BEN-ENG-REP-0010

Status
Definitief

Parafen



Revisie geschiedenis

Revisienummer	Omschrijving	Datum
0	Eerste uitgifte	31-10-2025
1	Tweede uitgifte	13-03-2026

TOETSING NEN3651 I.V.M. OMZETTING MEDIUM LEIDING A-619 ZUIDWENDING - OMMEN

KRUISING WATERSTAATSWERK KANAAL BUINEN-SCHOONOORD (TEN OOSTEN
VAN BRONNEGER)

gasunie

N.V. Nederlandse Gasunie
13-03-2026

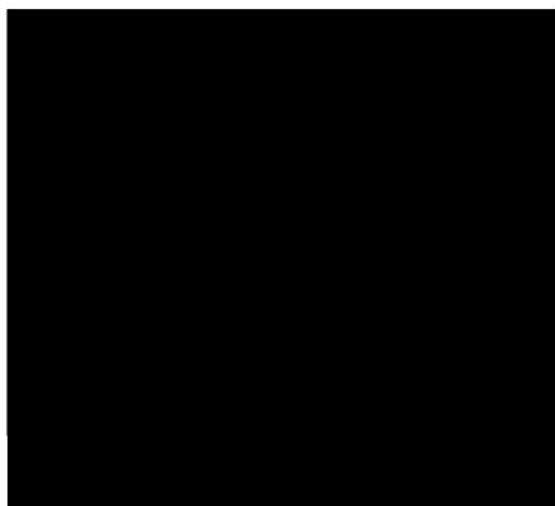
	GU Engineering	GU Veiligheid
Naam:		
Paraaf:	☐ Reviewed ☐ Verified ☐ Witnessed ☐ Not approved ☐ Approved	☐ Reviewed ☐ Verified ☐ Witnessed ☐ Not approved ☐ Approved
Datum:		



BILFINGER

Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Project: **Waterstofnetwerk Noord Nederland**
Referentie: **WNN1-BEN-ENG-REP-0010**

**Toetsing NEN3651 i.v.m. omzetting medium
Leiding A-619 Zuidwending - Ommen
Kruising waterstaatswerk Buinen-Schoonoord
(ten oosten van Bronneger)**



© Copyright Bilfinger Engineering BeNe

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

1	Samenvatting	4
2	Symbolen- / afkortingenlijst	5
3	Inleiding	6
4	Uitgangspunten	7
4.1	Normen en standaarden	7
4.2	Tekeningen	7
4.3	Leiding- & Procesgegevens	7
4.4	Toepasbaarheid NEN3651 Bijlage E	8
5	Analyse additionele eisen NEN3651 bij Buinen-Schoonoord (ten oosten van Bronneger)	9
5.1	Beschrijving situatie	9
5.2	Risicoprofiel waterkering	10
5.3	Veiligheidszone	10
5.4	Importantiefactor	12
5.5	Diepteligging	12
5.6	Relatieve sterkte-eis	12
5.7	Toetsing inwendige druk	13
5.8	Hydrostatische sterkte- en dichtheidsbeproevingdrukken	13
5.9	Leidingen voor 1964	14
5.10	Waterstaatskundige voorzieningen boezemwaterkering	14
6	Sterkteberekening conform NEN3650	15
6.1	Grondonderzoek	15
6.2	Overzicht van configuratie	16
6.3	Randvoorwaarden	16
6.4	Grondmodel	16
6.5	Uitvoeringszakingsverschil	17
6.6	Eigengewicht	19
6.7	Resultaat spanningen en vervormingen	19
7	Conclusie en advies	20
7.1	Conclusie	20
7.2	Advies	20

Bijlagen

A.1	Tekeningen
A.2	Relevante onderdelen uit het bodemonderzoek
A.3	Verstoringszone
A.4	Idents in berekeningen
A.5	Input Soil Wizard
A.6	Toets spanning, rek en vervorming

B.1	Importantiefactoren waterstaatswerken
-----	---------------------------------------

1 Samenvatting

Binnen het project Waterstofnetwerk Noord-Nederland heeft Gasunie de intentie om bestaande aardgasleidingen in te zetten voor het transport van waterstofgas. Deze leidingen kruisen op diverse locaties belangrijke waterstaatswerken. Ten gevolge hiervan moet er aan de beheerder van het waterstaatswerk worden aangetoond dat de buisleidingintegriteit gegarandeerd is en de buisleiding geschikt is om waterstof te transporteren.

Het onderwerp van dit rapport is het toetsen van buisleiding A-619 ter plaatse van de waterkering van het kanaal Buinen-Schoonoord, gelegen ten oosten van het dorp Bronneger, aan de eisen van de NEN3651:2020 en de NEN3650:2020. De waterkering wordt beheerd door het waterschap Hunze en Aa's.

Het resultaat van de toetsing is dat de buisleiding voldoet aan de eisen van de NEN3650:2020. Hiervoor is een volledige sterkteberekening uitgevoerd.

Met betrekking tot de NEN3651 voldoet de kruisingssectie met de waterkering niet, doordat niet aan de relatieve sterkte-eis van de NEN3651 wordt voldaan: aan de noordzijde is er een sectie van ca. 21 m en aan de zuidzijde een sectie van ca. 16 m waarbij de grotere wanddikte (18,3 mm) ook toegepast had moeten worden. Hier zijn een aantal mogelijke oplossingen voor:

- Het vervangen van de secties met materiaal dat wel aan de relatieve sterkte-eis voldoet, aansluitend op de kruisingssectie met de grotere wanddikte (18,3 mm). Hierbij dient de wanddikte van de pijpleiding vergroot te worden tot minimaal buiten de veiligheidszones van de kering, waardoor wel voldaan wordt aan de relatieve sterkte-eis.
- Toepassen van een buissectie buiten de veiligheidszone, waarmee in vergelijking de kruisingssectie op inwendige druk 20% sterker is.
- Uitvoeren van een risicoanalyse in geval een erosiekrater optreedt binnen de veiligheidszone.

Daarnaast voldoet de kruising niet aan de NEN3651 op het gebied van de waterstaatskundige voorzieningen, aangezien in de keringen kwelschermen in kleikisten ontbreken. In overleg met de waterkeringbeheerder kan gekozen worden voor alternatieve maatregelen.

Bij het falen van de kering is er geen risico op het overstromen van het achterland. Het waterschap heeft aangegeven dat hierdoor de waterveiligheid gegarandeerd is. Aangezien de waterveiligheid niet in gevaar is bij deze specifieke kruising met het kanaal Buinen-Schoonoord is het voor het Waterschap Hunze en Aa's acceptabel om van de additionele eisen van de NEN3651 (boven de NEN3650) af te wijken.

2 Symbolen- / afkortingenlijst

Symbol	Omschrijving	Eenheid
p_d	Inwendige druk (of ontwerpdruk)	N/mm ²
T	Temperatuur	°C
E	E-modulus	N/mm ²
α	Uitzettingscoëfficiënt	mm/mm per °C
ν	Dwarscontractiecoëfficiënt (Poisson ratio)	-
R_e	Rekgrens	N/mm ²
$R_e(\theta)$	Rekgrens bij ontwerptemperatuur	N/mm ²
R_m	Treksterkte	N/mm ²
σ_p	Omtrekspanning ten gevolge van inwendige druk	N/mm ²
σ_v	Vergelijkspanning volgens het criterium van Von Mises	N/mm ²
σ_{wv}	Spanning voor de toets op wisselend vloeien conform NEN3650	N/mm ²
γ_p	Partiële factor voor inwendige druk: 1,25 (voor stations geldt: 1,36)	-
γ_m	Materiaalfactor: 1,1	-
D_e	Uitwendige diameter	mm
D_g	Gemiddelde diameter	mm
$d_{\min}$	Minimale wanddikte (nominale wanddikte – fabricagetolerantie)	mm
p^*	Druk van het gas ter plaatse van de uitstroomopening	Pa
p_0	Druk van het gas in de leiding	Pa
$p_{t,k}$	Beproevingdruk	MPa
κ	Constante voor adiabatische isentrope expansie: 1,4 (waterstof)	-

Tabel 2-1: Symbolenlijst

3 Inleiding

Als onderdeel van het waterstofnetwerk Noord-Nederland project (H2NN), wil de Gasunie bestaande aardgasleidingen geschikt maken voor het transporteren van waterstofgas. Deze leidingen kruisen meerdere waterstaatswerken. Aan de beheerder van elk waterstaatswerk moet worden aangetoond, dat de integriteit van de leiding gewaarborgd blijft en dat voldaan wordt aan de geldende eisen.

De 48" A-619 is in 1991 aangelegd. De bestaande A-619-transportleiding kruist meerdere waterstaatswerken, waaronder het kanaal Buinen-Schoonoord (ten oosten van het dorpje Bronneger). De waterkering wordt beheerd door het waterschap Hunze en Aa's.

In dit rapport wordt het ontwerp en uitvoering van de kruising van de A-619 ter plaatse van de kruising met het kanaal Buinen-Schoonoord gecontroleerd met betrekking tot de eisen van de NEN3650:2020 en de NEN3651:2020. Hierbij worden de mogelijke afwijkingen beoordeeld en advies gegeven.

4 Uitgangspunten

4.1 Normen en standaarden

Voor het beoordelen van het ontwerp is van de normen uit tabel 4-1 gebruik gemaakt.

Norm/standaard	Versie	Titel
NEN3650	2020	Eisen voor buisleidingsystemen
NEN3651	2020	Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
OSW-01-N	16	Leidingklassen voor buisleidingsystemen t.b.v. aardgastransport
OSW-25-E	2	Design and strength calculations of pressure vessels, piping systems and pipelines

Tabel 4-1: Normen en standaarden

4.2 Tekeningen

Een overzicht van de tekeningen die gebruikt zijn voor de beoordeling van de leiding A-619 is weergegeven in tabel 4-2. De tekeningen zijn opgenomen in Bijlage A.1. De revisies en uitgavedatum staan in de bijlage weergegeven.

Tekeningnummer	Titel
A-619-KR-032	Beheerkaart leiding – 48" leiding Zuidwending - Ommen
A-619-XZ-032-1	Detailkaart – Kruising kanaal Buinen-Schoonoord

Tabel 4-2: Tekeningen

4.3 Leiding- & Procesgegevens

Voor het beoordelen van de leiding A-619 zijn de gegevens uit tabel 4-3 t/m tabel 4-5 gebruikt.

Leiding	Medium	Ontwerptemperatuur [°C]	Ontwerpdruk [MPa]	Dichtheid ¹ [kg/m³]
A-619	Waterstof	+5 / +50	6,62	5,95

Tabel 4-3: Ontwerpgegevens A-619

Leidingdiameter	Pijpklass	Buitendiameter	Nominale wanddikte	Fabricagetolerantie	Materiaalkwaliteit	Rekgrens [N/mm²]
48"	-/-	1219,0 mm	15,3 mm	0,5 mm	X60	415
48"	-/-	1219,0 mm	18,3 mm	0,5 mm	X60	415

Tabel 4-4: Toegepaste leidingeigenschappen en –materialen

Conform de tekeningen is de nominale wanddikte van 18,3 mm toegepast in de kruising met het kanaal Buinen-Schoonoord, direct daarbuiten is een nominale wanddikte van 15,3 mm toegepast.

¹ De dichtheid van waterstof als bepaald bij de ontwerpdruk.

Eigenschap	Waarde	Eenheid
Corrosietoeslag	0	mm
E-modulus	212.000	N/mm ²
Uitzettingscoëfficiënt	$1,13 \times 10^{-5}$	mm/mm per °C
Poisson ratio	0,3	-

Tabel 4-5: Materiaaleigenschappen

4.4 Toepasbaarheid NEN3651 Bijlage E

Voor het beoordelen van bestaande leidingen in of nabij waterstaatswerken is in Bijlage E van de NEN3651 een specifieke methode opgenomen. Het is volgens de norm niet toegestaan om Bijlage E toe te passen voor het beoordelen van buisleidingen die ontworpen zijn of ontworpen hadden moeten zijn volgens de NEN3651, voorgaande versies van de NEN3651 of de pijpleidingcode van de provincie Zuid-Holland (eerste versie: 1972).

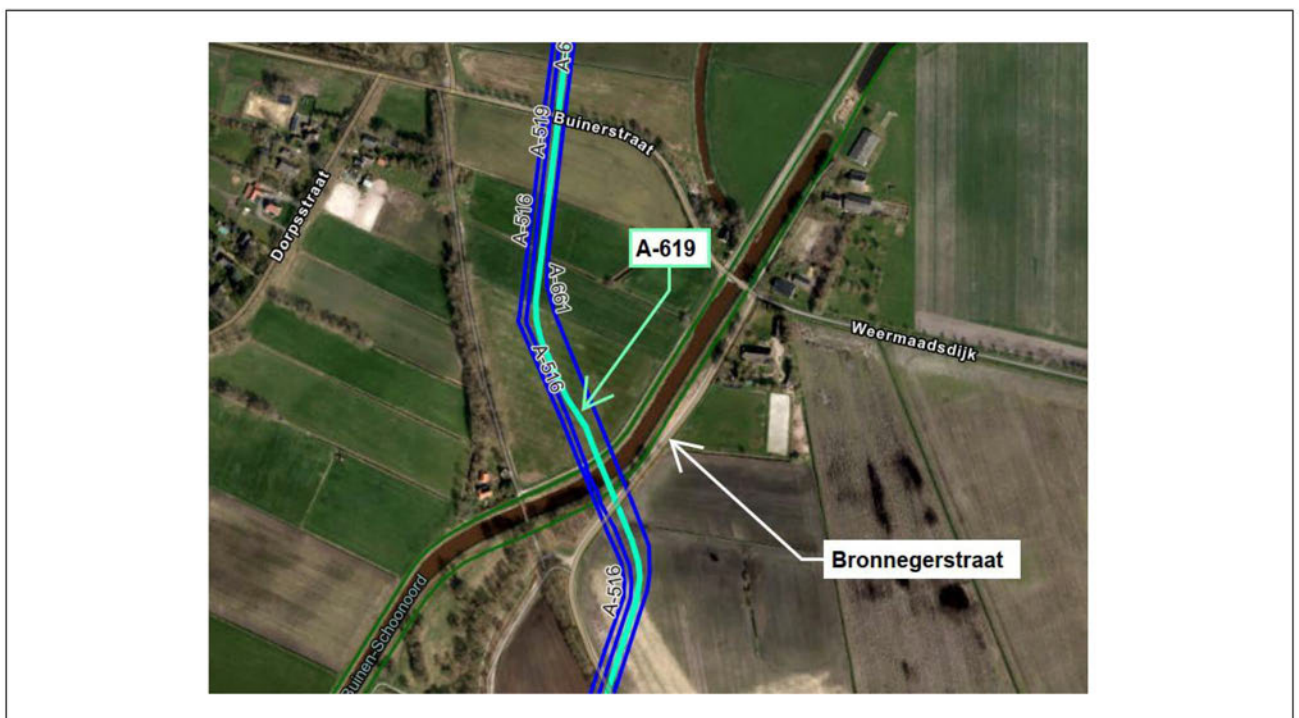
Aangezien deze kruising in 1991 gelegd is, is de Bijlage E van de NEN3651 niet van toepassing op de bestaande kruising van de A-619 met het kanaal Buinen-Schoonoord. Daarom wordt in dit rapport getoetst in hoeverre de kruising voldoet aan de specifieke eisen van de NEN3651.

5 Analyse additionele eisen NEN3651 bij Buinen-Schoonoord (ten oosten van Bronneger)

5.1 Beschrijving situatie

De kruising van de A-619 met het Kanaal Buinen-Schoonoord betreft een kruising met een boezemwaterkering. Hierdoor is de NEN3651 van toepassing. In dit hoofdstuk worden de additionele eisen voor deze kruising behandeld. Het kanaal is geen vaarweg².

In Figuur 5-1 is de ligging van de leiding en de locatie van de kruising weergegeven. In Figuur 5-2 is een aanzicht van de kruisingslocatie te zien in de richting van de kruising.



Figuur 5-1 Overzicht van de kruising van de A-619 met kanaal Buinen-Schoonoord

² Conform www.vaarweginformatie.nl



Figuur 5-2 Weergave keringen Buiten-Schoonoord (Street Smart) t.p.v. Bronnegerstraat

5.2 Risicoprofiel waterkering

Het risicoprofiel van de kering bepaalt het belang van de kering en dat wordt bepaald door het reguliere waterpeil alsook de maatgevende hoogwaterstand (MHW) te vergelijken met de laagste maaiveldhoogte van het naastgelegen achterland. Deze gegevens zijn weergegeven in Tabel 5-1.

Regulier peil	MHW	Laagste maaiveldhoogte achterland
+6,2 m NAP	+6,4 m NAP	+7,0 m NAP

Tabel 5-1: Waterpeilen Hoofdkanaal en naastgelegen maaiveldhoogte

Uit deze gegevens blijkt dat er geen risico is op overstromen van het achterland.

Een additionele factor voor het risicoprofiel is de dekking op de leiding ter plaatse van de kruising. Bij deze kruising is de leiding niet met het bovengrondse talud van de keringen meegelegd, maar is de leiding juist dieper onder de keringen gelegd (zie de beheerkaart A-619-KR-032 in Bijlage A.1). Gesteld kan worden dat de leiding diep is aangelegd ter plaatse van de kruising. Dit is van belang omdat de kans op graafschade bij deze kruising hierdoor relatief klein is.

5.3 Veiligheidszone

De veiligheidszone is de zone naast het waterstaatswerk waarbinnen de NEN3651 van kracht is (niet alleen ter plaatse van de kruising met het waterstaatswerk zelf). De veiligheidszone bestaat uit de verstoringzone tezamen met de stabiliteitszone.

Met betrekking tot de stabiliteitszone geldt het volgende:

- dit is de terreinstrook naast het waterstaatswerk die wordt bepaald door het faalmechanisme macro-instabiliteit van het waterstaatswerk;
- de breedte van de stabiliteitszone hangt af van de eigenschappen van de ondergrond en de afmetingen van het werk. Deze breedte kan door een grondmechanisch onderzoek worden bepaald. Indien echter blijkt dat er geen bijzondere omstandigheden zijn die aanleiding geven tot evenwichtsverlies van de grondslag, kan de breedte van deze terreinstrook zonder nader onderzoek worden bepaald op viermaal de hoogte van het waterstaatswerk (de kruin) boven het naastliggende maaiveld.

Met betrekking tot de verstoringszone geldt het volgende:

- dit is de terreinstrook naast het waterstaatswerk waarbinnen een lekkage van de leiding de stabiliteit van het waterstaatswerk in gevaar kan brengen;
- voor de bepaling van de dimensies van de verstoringszone worden conform de NEN3651 met tijdsafhankelijke uitstroming erosiekraterberekeningen uitgevoerd.

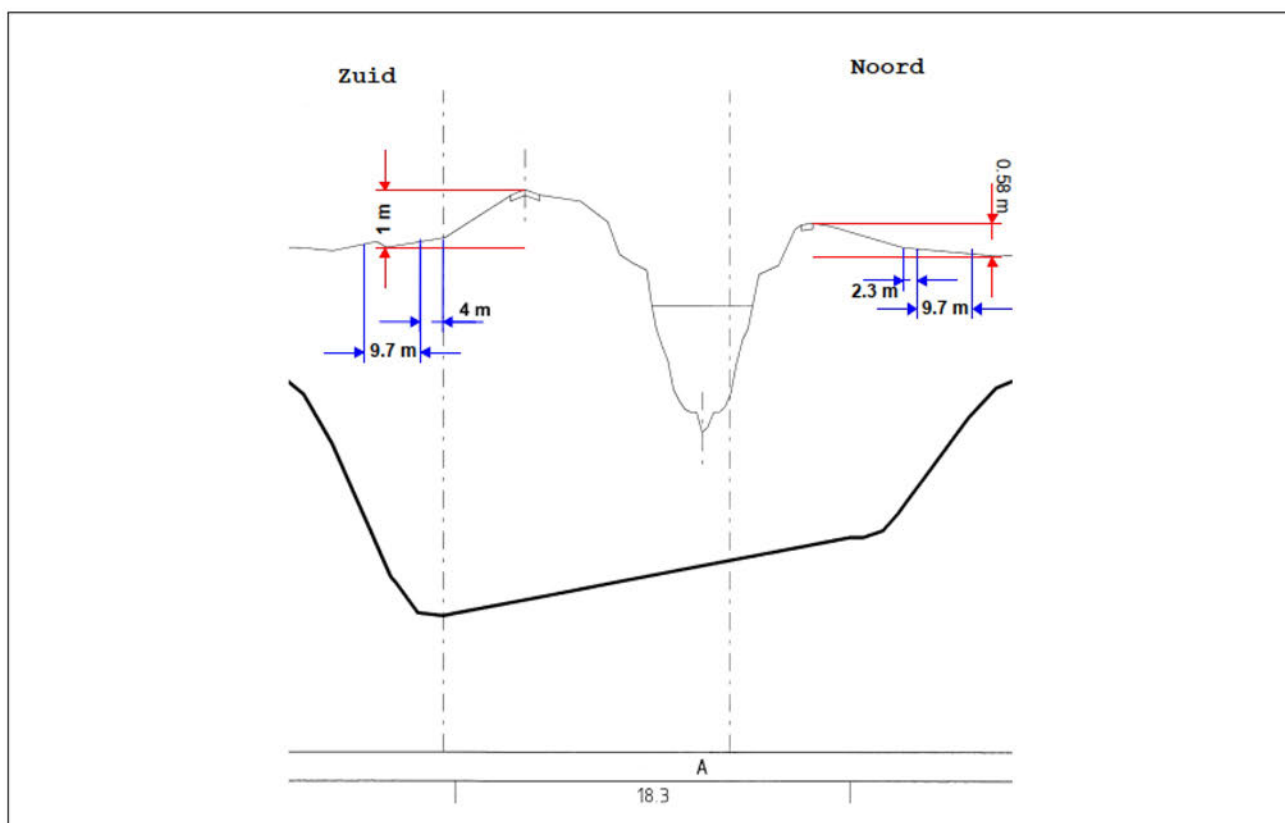
Binnen de veiligheidszone van het waterstaatswerk gelden een aantal additionele eisen, welke in de volgende paragrafen worden behandeld:

- toepassing van een importantiefactor;
- voldoen aan de relatieve sterkte-eis;
- toepassing van de sterkte- en dichtheidsbeproevingen volgens NEN3651.

De verstoringszone ($G_L/2$) is berekend met de Gas-Uitstroom-Effecten tool van Deltares (berekeningen zijn opgenomen in bijlage A.3). De rekenmethodiek gebruikt in de software is conform NEN3651. Voor meer informatie over de Gas-Uitstroom-Effecten tool wordt verwezen naar het rapport met referentie '11208847-002-GEO-0001'. De verstoringszone betreft 9,7 m aan de noordzijde van de kering en 9,7 m aan de zuidzijde van de kering.

Aan de *noordzijde* van het kanaal Buinen-Schoonoord is de stabiliteitszone van het waterstaatswerk bepaald op $4 \times 0,58 \text{ m} = 2,3 \text{ m}$ (zie Figuur 5-3). In totaal is de veiligheidszone aan de noordzijde gelijk aan $9,7 \text{ m} + 2,3 \text{ m} = 12,0 \text{ m}$.

Aan de *zuidzijde* van het kanaal Buinen-Schoonoord is de stabiliteitszone van het waterstaatswerk bepaald op $4 \times 1,0 \text{ m} = 4,0 \text{ m}$ (zie figuur 5-3). In totaal is de veiligheidszone aan de zuidzijde gelijk aan $9,7 \text{ m} + 4,0 \text{ m} = 13,7 \text{ m}$.



Figuur 5-3 Belangrijke kenmerken van het waterstaatswerk aan noord- en zuidzijde kanaal Buinen-Schoonoord ter bepaling veiligheidszone.

5.4 Importantiefactor

De importantiefactor is een reductiefactor die binnen de veiligheidszone toegepast wordt op de toelaatbare spanningen en vervormingen, gebaseerd op het belang van het waterstaatswerk. De toetsingswaarde van een te berekenen spanning of vervorming van de leiding wordt hierbij bepaald door de toetsingswaarde met de importantiefactor S te vermenigvuldigen. Voor waterkeringen geldt:

- $0,75 \leq S \leq 1,0$;
- voor wegen en waterwegen geldt: $S = 1,0$.

De importantiefactor wordt bepaald volgens NEN3651, Bijlage B in samenspraak met de beheerder van het betreffende waterstaatswerk. Een weergave van Bijlage B is weergegeven in bijlage B.1 van dit rapport. De importantiefactor heeft bij deze leiding betrekking op de toetsingswaarde van:

- de spanning van het materiaal;
- de deflectie.

Aan de hand van NEN3651 Bijlage B is voor de personele risicofactor A (geen reëel levensgevaar) gekozen en voor de materiële risicofactor D. Dit resulteert in een importantiefactor van 1,0.

5.5 Diepteligging

Op de tekening is af te lezen dat de bodem van het Buinen-Schoonoord kanaal op het diepste punt +4,06 m NAP is. De bovenkant van de leiding ter plaatse van het diepste punt van het kanaal ligt op +1,84 m NAP. Dit geeft een minimale dekking van 2,22 m. In NEN3651 paragraaf 8.1.2.1 staat dat de minimale dekking voor boezemwateren zonder scheepvaart³ 1,3 m is, waardoor voldaan wordt aan de eis.

5.6 Relatieve sterkte-eis

Binnen de veiligheidszone van een belangrijk waterstaatswerk dient de relatieve sterkte-eis toegepast te worden. Dit houdt in dat de leiding in de betreffende zone 20% sterker moet zijn op inwendige druk dan buiten deze zone. Aan deze eis wordt conform NEN3651 voldaan indien geldt:

$$d_k \geq 1,2 \cdot d_v \cdot \frac{R_{e,v} \cdot D_{gem,k}}{R_{e,k} \cdot D_{gem,v}}$$

waarin:

- d_k = minimumwanddikte van de leiding in de kruising of parallelligging, in mm
- d_v = minimumwanddikte van de leiding in de veldstrekking, in mm
- $R_{e,v}$ = gegarandeerde rekgrens van de leiding bij 20°C in het veld, in N/mm²
- $R_{e,k}$ = gegarandeerde rekgrens van de leiding bij 20°C in de kruising of parallelligging, in N/mm²
- $D_{gem,k}$ = gemiddelde middellijn van de leiding in de kruising of parallelligging ($D_e - d_k$), in mm
- $D_{gem,v}$ = gemiddelde middellijn van de leiding in het veld ($D_e - d_v$), in mm

De toe te passen waarden zijn als volgt:

- d_k = 17,8 mm (= 18,3 mm – 0,5 mm)
- d_v = 14,8 mm (= 15,3 mm – 0,5 mm)
- $R_{e,v}$ = 415 N/mm²
- $R_{e,k}$ = 415 N/mm²
- $D_{gem,k}$ = 1201,2 mm (= 1219,0 mm – 17,8 mm)
- $D_{gem,v}$ = 1204,2 mm (= 1219,0 mm – 14,8 mm)

³ Conform www.vaarwegeninformatie.nl

Uit het resultaat blijkt dat voldaan wordt aan de relatieve sterkte-eis:

$$17,8 \geq 1,2 \cdot 14,8 \cdot \frac{415 \cdot 1201,2}{415 \cdot 1204,2} = 17,72$$

Echter, uit Figuur 5-3 blijkt dat aan de noordzijde en zuidzijde van de kruising de toegepaste wanddikte van 18,3 mm niet voldoende ver van de kruising is toegepast: de veiligheidszone is namelijk groter. Aan de noordzijde is een sectie van ca. 21 m en aan de zuidzijde ongeveer 16 m waar ook een grotere wanddikte had moeten worden toegepast. Aan beide zijden van de kruising wordt dus niet voldaan aan de relatieve sterkte eis.

5.7 Toetsing inwendige druk

De omtrekspanning van de leiding als gevolg van inwendige druk moet lager zijn dan de toetswaarde. Dit wordt berekend door:

$$\sigma_p = \frac{\gamma_p \cdot P_d \cdot D_{gem}}{2 \cdot d_{min}} \leq \frac{R_e(\theta)}{\gamma_m}$$

Het resultaat is als volgt⁴:

Veldstrekking buiten de kruising	Buisleiding in de kruising
$\sigma_p = \frac{1,25 \cdot 6,62 \cdot 1204,2}{2 \cdot 14,8} \leq \frac{415}{1,1}$ $336,6 \leq 377,3$	$\sigma_p = \frac{1,25 \cdot 6,62 \cdot 1201,2}{2 \cdot 17,8} \leq \frac{415}{1,1}$ $279,2 \leq 377,3$

Uit de berekening blijkt dat voldaan wordt aan de eis, zowel binnen als buiten de kruising.

5.8 Hydrostatische sterkte- en dichtheidsbeproevingdrukken

Conform de NEN 3651 moeten leidingen die binnen de veiligheidszones van de waterstaatwerken vallen beproefd worden met een hydrostatische sterktebeproevingdruk $p_{t,k}$ die moet worden berekend volgens:

$$p_{t,k} = 0,95 \cdot R_e \cdot 2 \cdot \frac{d_{min}}{D_{gem}}$$

Waarin:

- R_e = gegarandeerde minimumrekgrens bij 20°C, in N/mm²
- d_{min} = de minimale wanddikte in de kruising, in mm
(18,3 - 0,5 = 17,8 mm)
- D_{gem} = de gemiddelde middellijn in de kruising, in mm
(1219 - 17,8 = 1201,2 mm)

$$p_{t,k} = 0,95 \cdot 412 \cdot 2 \cdot \frac{17,8}{1201,2} = 11,6 \text{ MPa}$$

De benodigde hydrostatische sterktebeproevingdruk binnen de veiligheidszone van het waterstaatswerk is gelijk aan 116 barg. Uit de detailkaart met referentie 'A-619-XZ-032-1' blijkt dat de leiding op sterkte is getest op 96 barg. Dit is lager dan waar de leiding in de kruising op getoetst had moeten worden. Echter wordt de veldstrekking (in het algemeen inclusief aangesloten kruisingssectie) conform NEN3650-2 beproefd op sterkte waarbij een druk van $C_p \cdot P_d$ wordt toegepast,

⁴ γ_p is 1,25 conform NEN3650-2 Tabel 2. γ_m is 1,1 conform Tabel D.2 van de NEN3650-2.

waarbij C_p gelijk is aan een waarde van 1,3 voor aardgasleidingen en 1,25 voor andere dan aardgasleidingen. Dit komt overeen met een sterktebeproevingdruk⁵ van 86,5 barg respectievelijk 83 barg. De leiding voldoet aan de algemene eis voor sterktebeproeving, maar voldoet niet aan de zwaardere beproevingseis die specifiek geldt voor leidingen binnen de kruisingszone van een waterstaatswerk.

Na de sterktebeproevingen dient conform de NEN3650-2 de dichtheidsbeproeving uitgevoerd te worden, die voor ingegraven leidingsecties ten minste 24 uur duurt, bij een druk gelijk aan of groter dan de ontwerpdruk P_d . Vaak (alook bij de Gasunie) wordt een additionele factor van 1,1 toegepast. Uit de detailkaart met referentie 'A-619-XZ-032-1' blijkt dat de dichtheidsbeproeving is uitgevoerd met een druk van 88 bar.

5.9 Leidingen voor 1964

Voor oude leidingen, aangelegd voor 1964, is een verhoging van de omtrek- en axiale spanningen als gevolg van gewijzigde omgevingscondities beperkt toelaatbaar. Aangezien de buisleiding in 1991 is aangelegd, hoeft dit niet geanalyseerd te worden.

5.10 Waterstaatskundige voorzieningen boezemwaterkering

Conform NEN3651 moet voor bestaande leidingen in een waterkering worden nagegaan welke waterstaatskundige voorzieningen nodig zijn.

Bij leidingkruisingen met boezemwaterkeringen moet als waterstaatskundige voorziening een onverankerde enkelvoudige damwandconstructie worden aangebracht. De functie van de damwandconstructie is beperking van het risico op falen van de waterkering als gevolg van erosie bij lekkage of breuk van de leiding. Daartoe worden er eisen gesteld aan de kerende hoogte, sterkte, stabiliteit, waterdichtheid en de breedte van de damwandconstructie. De waterdichtheid moet ten minste gelijk zijn aan die van de sloten van de damwandplanken. De damwandconstructie is in dit geval geen functioneel onderdeel van de waterkering. Een damwandconstructie is niet nodig voor een leidingkruising die is aangelegd met een horizontaal gestuurde boring (HDD) of een afgeleide techniek.

Indien verheeld voorland of verheeld achterland aanwezig is, breder dan de veiligheidszone gerekend vanuit de fictieve teen van de dijk en hoger dan het ontwerppeil, kan de damwandconstructie vervallen en alleen het toepassen van een kwelscherm is dan voldoende.

Uit de beschikbare informatie wordt duidelijk dat er is sprake van verheeld achterland (aan weerskanten van het waterstaatswerk), waardoor damwanden niet benodigd zijn.

Bij zowel de zuidelijke als de noordelijke kering ontbreken kwelschermen in kleikisten. In overleg met de waterkeringbeheerder kan gekozen worden voor alternatieve maatregelen.

⁵ Omhoog afgerond naar 0,5 barg.

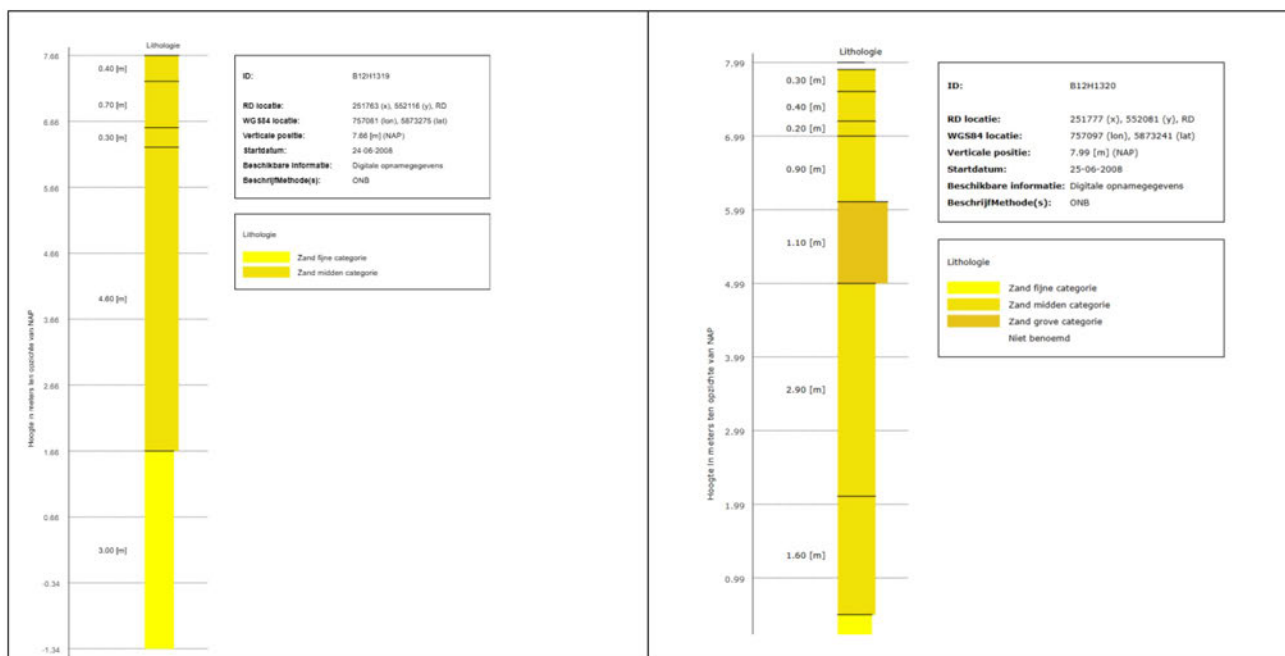
6 Sterkteberekening conform NEN3650

Een sterkteberekening is uitgevoerd conform NEN3650 ter controle of de kruisende leiding voldoet aan de huidige NEN3650. De leiding is gemodelleerd alsof deze nieuw aangelegd wordt, om deze reden is ook uitvoeringszakingsverschil meegenomen en is met reële grondlast gerekend. Conform NEN3650 zijn een BC2, BC3 en BC4 toets uitgevoerd.

6.1 Grondonderzoek

Uit het DINO-loket zijn grondgegevens nabij de kruising gevonden. De beschikbare boringen en het geologisch grondprofiel zijn toegevoegd in Bijlage A.2.

Aan de noordzijde en zuidzijde van het kanaal Buinen-Schoonoord ligt de buisleiding voornamelijk in zand. In Figuur 6-1 zijn de representatieve boringen weergegeven.

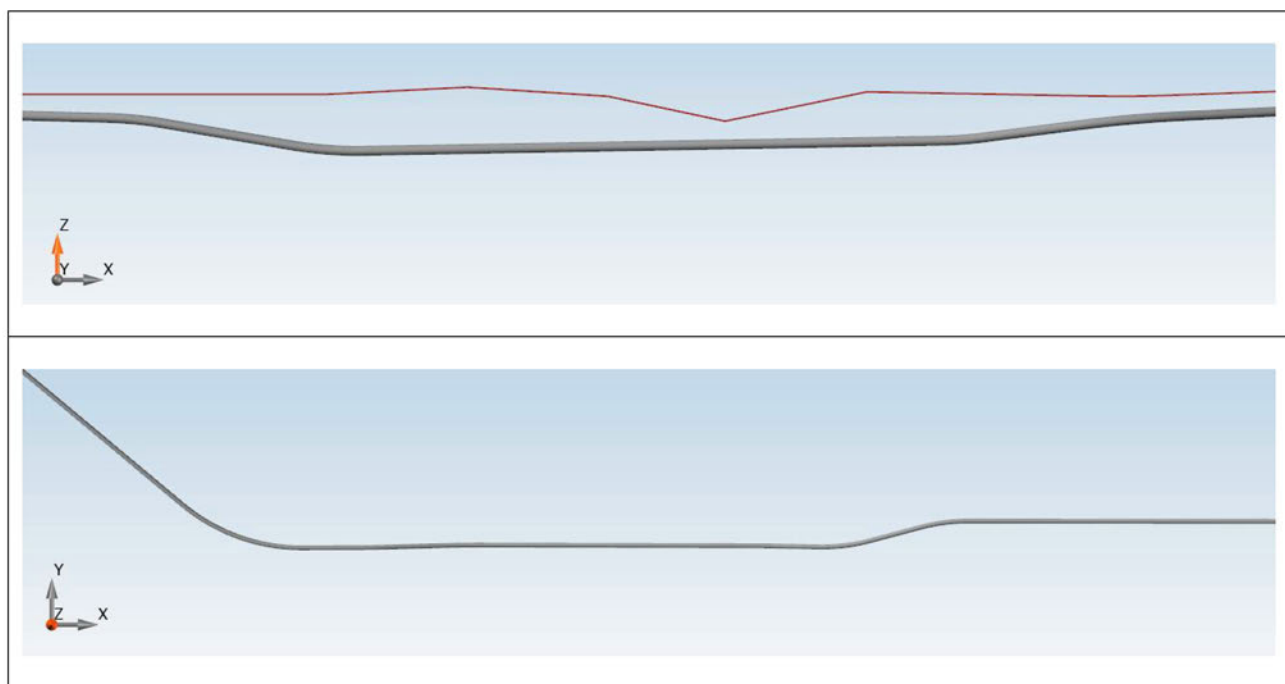


Figuur 6-1 Grondboringen⁶ noordzijde van de kruising (links) en zuidzijde van de kruising (rechts)

⁶ Uit Dinoloket.

6.2 Overzicht van configuratie

Figuur 6-2 geeft een overzicht van de ingevoerde leidingconfiguratie in Ple4Win. In de sterkteberekeningen worden belangrijke posities aangeduid met zogenaamde 'idents', deze zijn weergegeven in Bijlage A.4.



Figuur 6-2: Overzicht van ingevoerde leidingconfiguratie: zijaanzicht, respectievelijk bovenaanzicht (Ple4Win)

6.3 Randvoorwaarden

Tabel 6-1 geeft de randvoorwaarden en condities weer die in de sterkteberekening zijn toegepast.

Ident	Locatie	Conditie	Status
Start	Veld	Infinite	Open
End	Veld	Infinite	Open

Tabel 6-1: Randvoorwaarden in het model voor beoordelen van leidingen

6.4 Grondmodel

Op basis van de bevindingen uit het grondonderzoek is het grondmodel opgezet. De eigenschappen zijn weergegeven in tabel 6-2. Voor het opzetten van het grondmodel is de Soil Wizard van PLE4Win gebruikt. In Bijlage A.5 zijn de ingevoerde gegevens weergegeven.

Eigenschappen van grondmodel	Specificatie
Bodemgesteldheid	Zand
Grondwaterstand	+6,30 m NAP
Type grondbelasting – Veldstrekking	Neutraal
Toegepaste aslaststelsel	0,5 • grafiek II

Tabel 6-2: Eigenschappen van grondmodel

6.5 Uitvoeringszakkingsverschil

De waarden voor het uitvoeringszakkingsverschil in tabel 6-3 zijn conform de NEN3650-1, tabel C.8 tot en met C.10. De leiding ligt ter hoogte van de kruising in zandgrond.

Uit de detailkaart met referentie 'A-619-XZ-032-1' is afgeleid dat de kruising van de A-619 met het kanaal Buinen-Schoonoord is uitgevoerd met behulp van een persing. Er is uitgegaan van een perskuip met een breedte van 25 meter en een ontgravingsdiepte van 1 meter onder de leiding. Voor de ontvangstuip is een breedte van 10 meter en eveneens 1 meter ontgraving aangehouden. Voor de leiding in open ontgraving, anders dan bij een talud en ter hoogte van andere kruisingen, is een uitvoeringszakkingsverschil van 0 aangehouden. Het uitvoeringszakkingsverschil ter hoogte van andere kruisingen is in dit geval niet relevant voor de beoordeling van de kruising van de A619 met het kanaal Buinen-Schoonoord. Als conservatieve aanname is ook uitgegaan van tie-in punten bij de bovenbochten van de kruising.

Locatie	Tabel NEN 3650-1	Dekking	Sleuftype	Grondsoort	Pijp	Waarde [mm]
Tie-in	C.10	-	-	Zand	DN1200	-30
Open ontgraving talud	C.9	2,5	c	Zand	DN1200	-10
Pers/ontvangstuip	C.10	-	-	Zand	DN1200	-30

Tabel 6-3: Uitvoeringszakkingsverschil

Toelichting toegepast verloop van het uitvoeringszakkingsverschil

De overgangen van uitvoeringszakkingsverschillen zijn abrupt genomen, dit is een conservatieve aanname.

Voor de leidingsecties en/of kruisingen waarbij er meer dan 0,5 meter onder de leiding ontgraven wordt, zal additionele klink optreden. Voor deze leidingdelen zijn op basis van het klinkpercentage uit de NEN 3650-1 additionele waarden bepaald: verdicht zand (2%), onverdicht zand (7,5%), klei onverdicht (15%) en onverdicht veen (20%). Het additionele uitvoeringszakkingsverschil is weergegeven in tabel 6-4. Voor de leidingsecties en/of kruisingen waarbij er minder dan 0,5 meter onder de leiding ontgraven wordt, zal het uitvoeringszakkingsverschil recht evenredig gecorrigeerd worden.

Voor het modeleren van het uitvoeringszakkingsverschil bij de perskuip is rekening gehouden met extra ruimte onder de bocht als gevolg van de ontgraving. Dit is meegenomen in het uitvoeringszakkingsverschil.

Locatie	Grondsoort	Pijp	Extra / minder ontgraving [mm]	Waarde [mm]
Tie-in	Zand	DN1200	250	-5
Pers/ontvangstuip	Zand	DN1200	500 tot 1000 mm	-10 tot -20

Tabel 6-4: Additionele uitvoeringszakkingsverschil

Toelichting toegepast verloop van het additionele uitvoeringszakkingsverschil

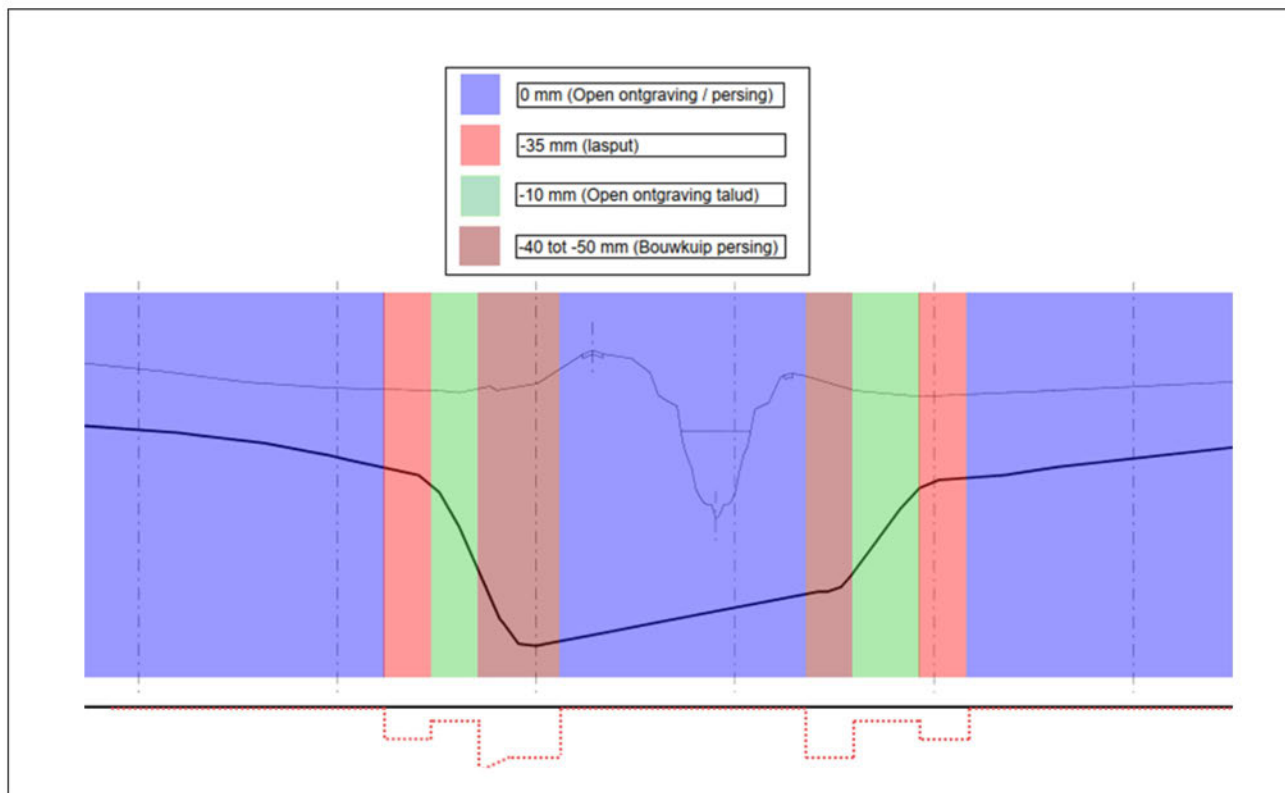
De overgangen van uitvoeringszakkingsverschillen zijn abrupt genomen, dit is een conservatieve aanname.

Het overzicht van het totale uitvoeringszakkingsverschil (exclusief partiële factoren) is in tabel 6-5 weergegeven.

Locatie	Uitvoeringszakkingsverschil [mm]	Add. Uitvoeringszakkingsverschil [mm]	Totaal [mm]
Tie-in	-30	-5	-35
Open ontgraving talud	-10	0	-10
Pers/ontvangstuip	-30	-10 tot -20	-40 tot -50

Tabel 6-5: Totale uitvoeringszakkingsverschil

De locaties van de totale waarden uit tabel 6-5 zijn weergegeven in Figuur 6-3.



Figuur 6-3: Uitvoeringszakkingsverschil en schematische weergave bouwput

In de berekening is op het totale uitvoeringszakkingsverschil een partiële factor van 1,5 toegepast conform NEN 3650-1.

6.6 Eigengewicht

De berekening van het eigengewicht van de leidingen wordt in Ple4Win berekend aan de hand van het eigengewicht van het grondwater, het staal en het medium. De dichtheid van het staal is gelijk aan 7850 kg/m^3 . De inwendige druk is van invloed op de dichtheid van het gas. Per bar is de dichtheid van waterstof ongeveer gelijk aan $0,09 \text{ kg/m}^3$.

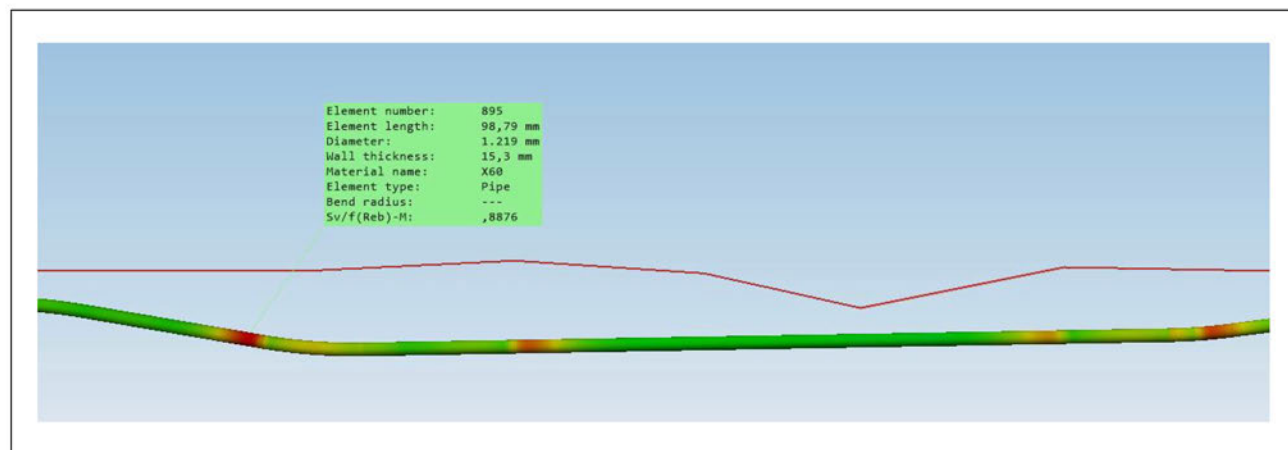
6.7 Resultaat spanningen en vervormingen

In tabel 6-6 zijn de berekende maximale spanningen en vervormingen weergegeven als ratio van de grenswaarden. De toetswaarde van de spanning is bepaald op basis van de NEN3650-2. Voor de vervormingsratio is verondersteld dat alle leidingen raagbaar moeten zijn, waardoor de maximale ovalisatie kleiner of gelijk moet zijn aan 5%. Dit is een conservatieve benadering. In de berekening is de horizontale steundruk meegenomen conform NEN3650-1 bij de BC3 toets.

Belastingcombinatie	Spanningsratio	Vervormingsratio
BC 2	0,89	-
BC 3 – Afkoelen	0,85	$3,53 / 5 = 0,71$
BC 4 – Opwarmen	0,89	$1,49 / 5 = 0,30$
BC 4 – Afkoelen	0,65	$1,23 / 5 = 0,25$

Tabel 6-6: Resultaten spanningen en vervormingen voor beoordelen ondergrondse leidingen

De maximale spanning voor de belastingcombinaties BC3 en BC4 is berekend ter plaatse van een bouwkuip (bij de zuidzijde waterkering) en bedraagt 89% van de toelaatbare spanning (zie Figuur 6-4).



Figuur 6-4: Locatie van maximaal berekende spanning

De berekende spanningen zijn lager dan de toetsspanning. De leidingen voldoen aan de toetsing volgens belastingcombinatie 2, 3 en 4. De resultaten zijn opgenomen in Bijlage A.6.

7 Conclusie en advies

7.1 Conclusie

NEN3650

De kruising voldoet aan de eisen van de NEN3650:2020.

NEN3651

De kruising voldoet niet aan de eisen van de NEN3651 in verband met de relatieve sterkte-eis van de NEN3651. Aan de noordzijde is er een sectie van ca. 21 m en aan de zuidzijde een sectie van ca. 16 m waarbij de grotere wanddikte (18,3 mm) toegepast had moeten worden.

Met betrekking tot de waterstaatskundige voorzieningen zijn damwanden niet benodigd, doordat er sprake is van verheeld land. Wel blijkt dat kwelschermen in kleikisten ontbreken. In overleg met de waterkeringbeheerder kan gekozen worden voor alternatieve maatregelen.

Potentiële oplossingen betreffen het installeren van een zwakkere pijp buiten de kering of het vervangen van de secties die niet voldoen met sterker materiaal (binnen de veiligheidszone). Ook het uitvoeren van een risicoanalyse voor het geval dat er een erosiekrater optreedt binnen de veiligheidszone is een mogelijkheid.

7.2 Advies

Hoewel de kruisingssectie niet voldoet aan de NEN3651, is er geen additionele analyse of fysieke aanpassingen benodigd voor acceptatie van het waterschap, aangezien er geen risico is voor de waterveiligheid.

Bijlage A

A.1 Tekeningen
A.2 Relevante onderdelen uit het bodemonderzoek
A.3 Berekening verstoringszone
A.4 Idents in berekeningen
A.5 Input Soil Wizard
A.6 Toets spanning, rek en vervorming
B.1 Importantiefactoren waterstaatswerken

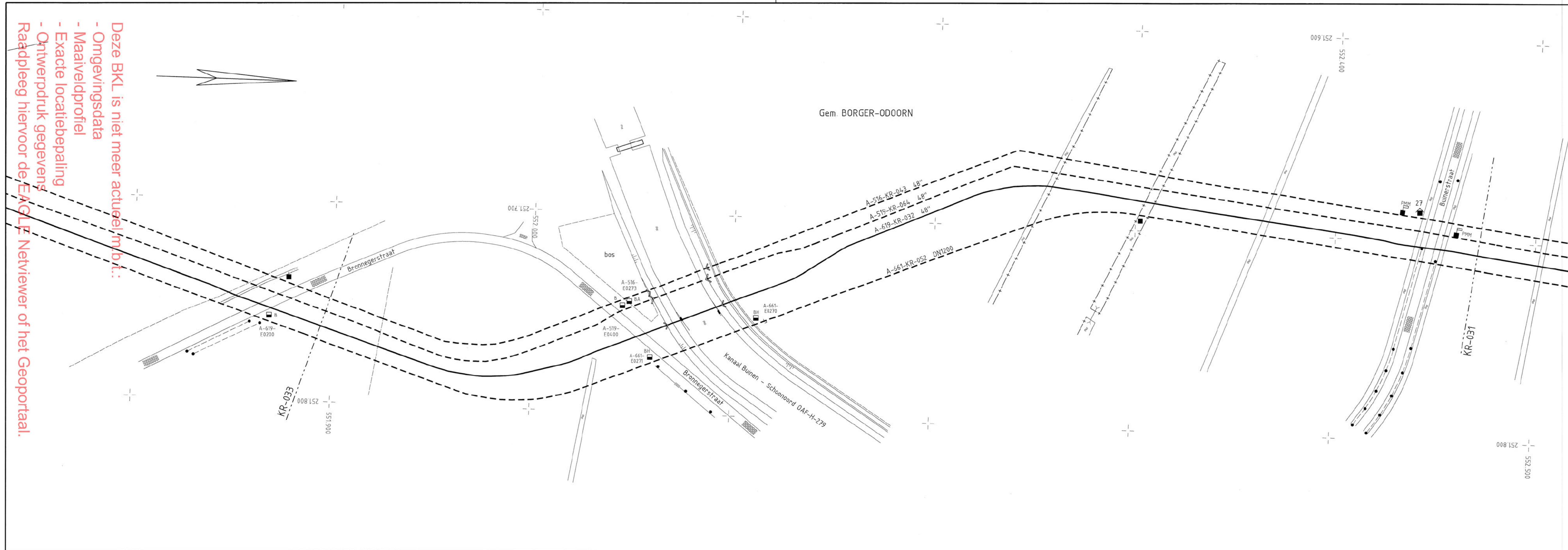
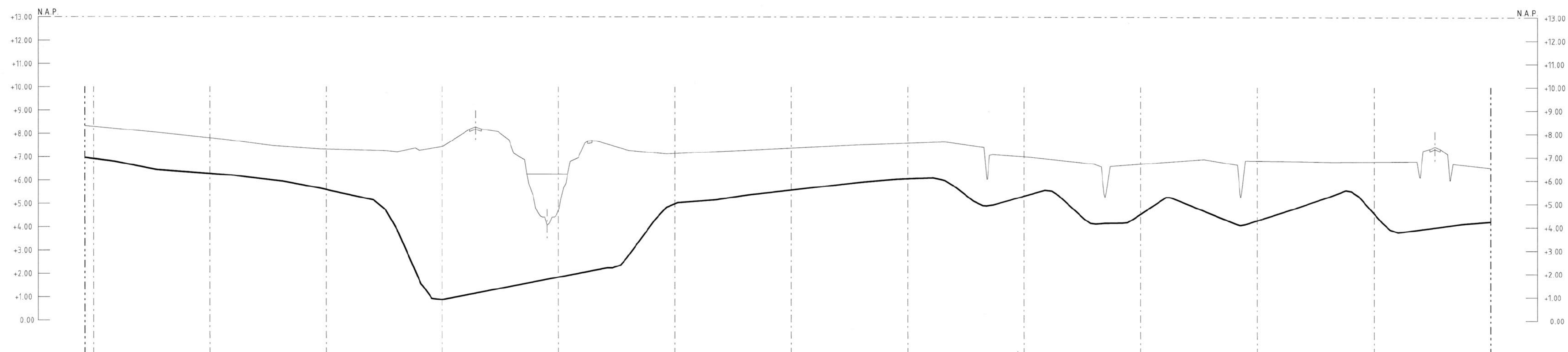
Bijlage A.1

Tekeningen

Tekeningnummer	Titel	Revisie	Datum
A-619-KR-032	Beheerkaart leiding – 48" leiding Zuidwending - Ommen	3	14-09-2010
A-619-XZ-032-1	Detailkaart – Kruising kanaal Buinen-Schoonoord	1	31-08-1990

- Omgevingsdata
- Maatveldprofiel
- Exacte locatiebepaling
- Ontwerpdruk gegevens

Raadpleeg hiervoor de **EAGLE** Netviewer of het Geoportaal.

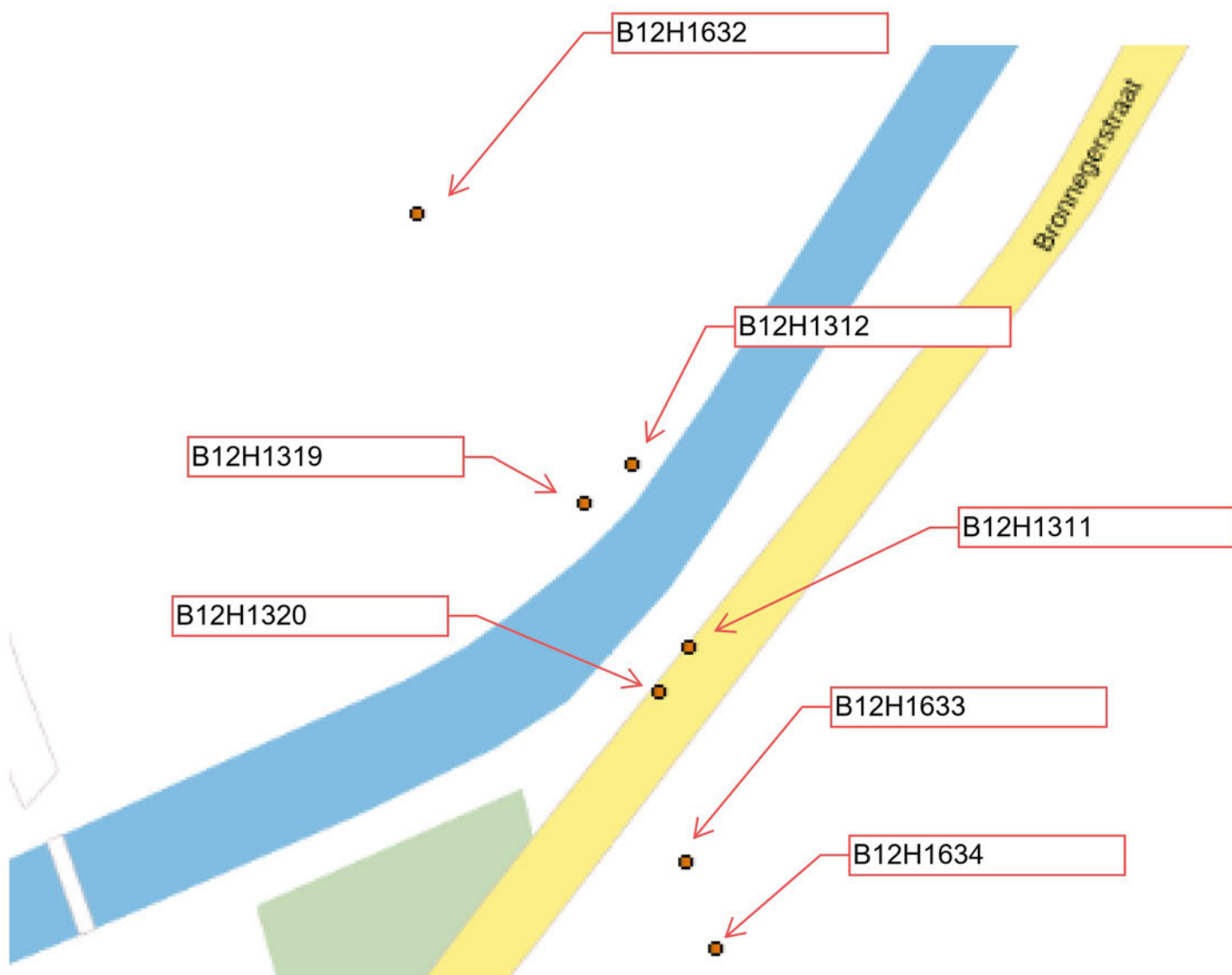
[illegible]



Bijlage A.2

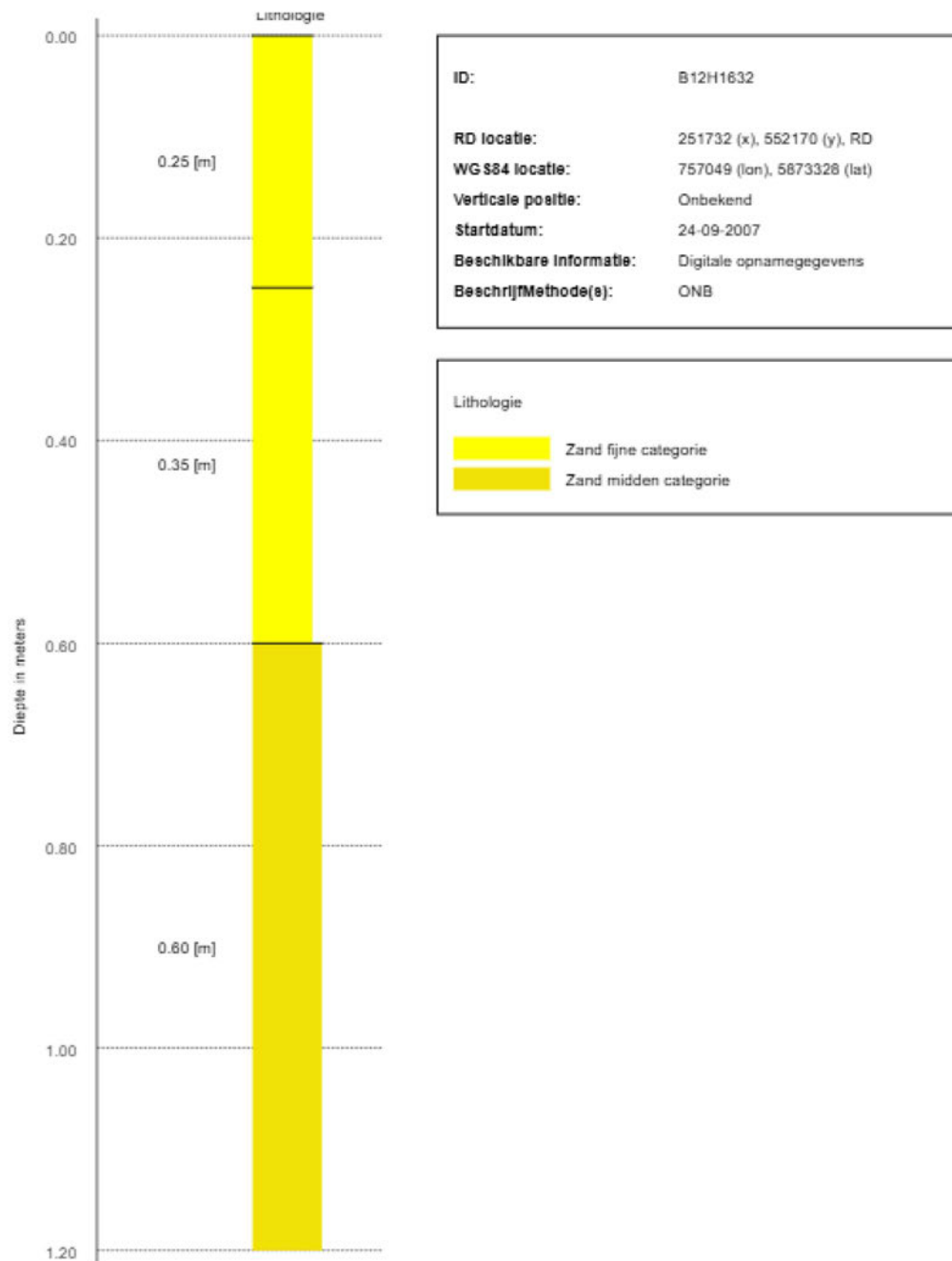
Relevante onderdelen uit het bodemonderzoek

Referentie	Titel	Revisie	Datum
B12H1632	DINOloket boring	-	24-09-2007
B12H1319	DINOloket boring	-	24-06-2008
B12H1312	DINOloket boring	-	30-01-2008
B12H1311	DINOloket boring	-	30-01-2008
B12H1320	DINOloket boring	-	25-06-2008
B12H1633	DINOloket boring	-	24-09-2007
B12H1634	DINOloket boring	-	24-09-2007
B12H0158	DINOloket grondwaterstand	-	14-10-1971 – 14-08-2004

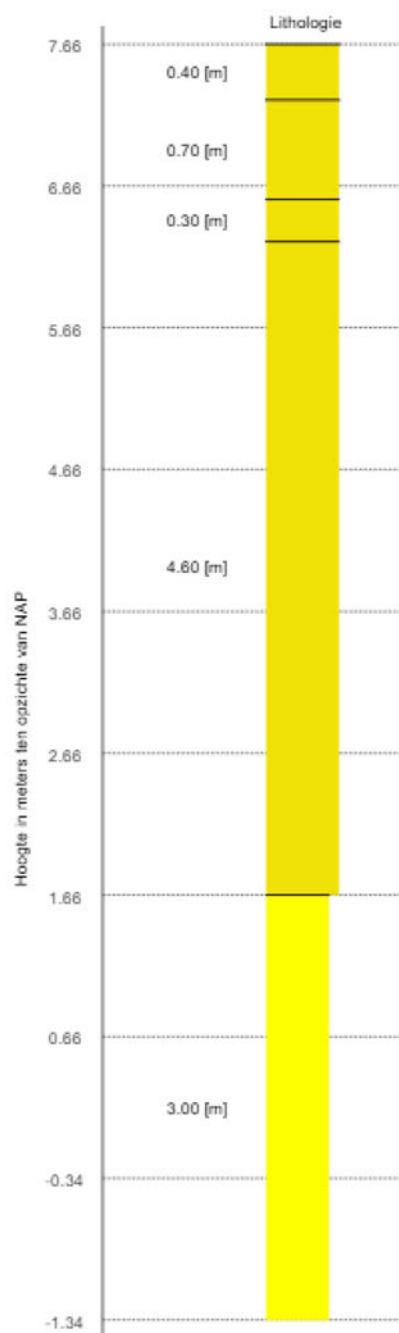


Noordzijde

B12H1632



B12H1319



ID: B12H1319

RD locatie: 251763 (x), 552116 (y), RD

WG S84 locatie: 757081 (lon), 5673275 (lat)

Verticale positie: 7.66 [m] (NAP)

startdatum: 24-06-2008

Beschikbare Informatie: Digitale opnamegegevens

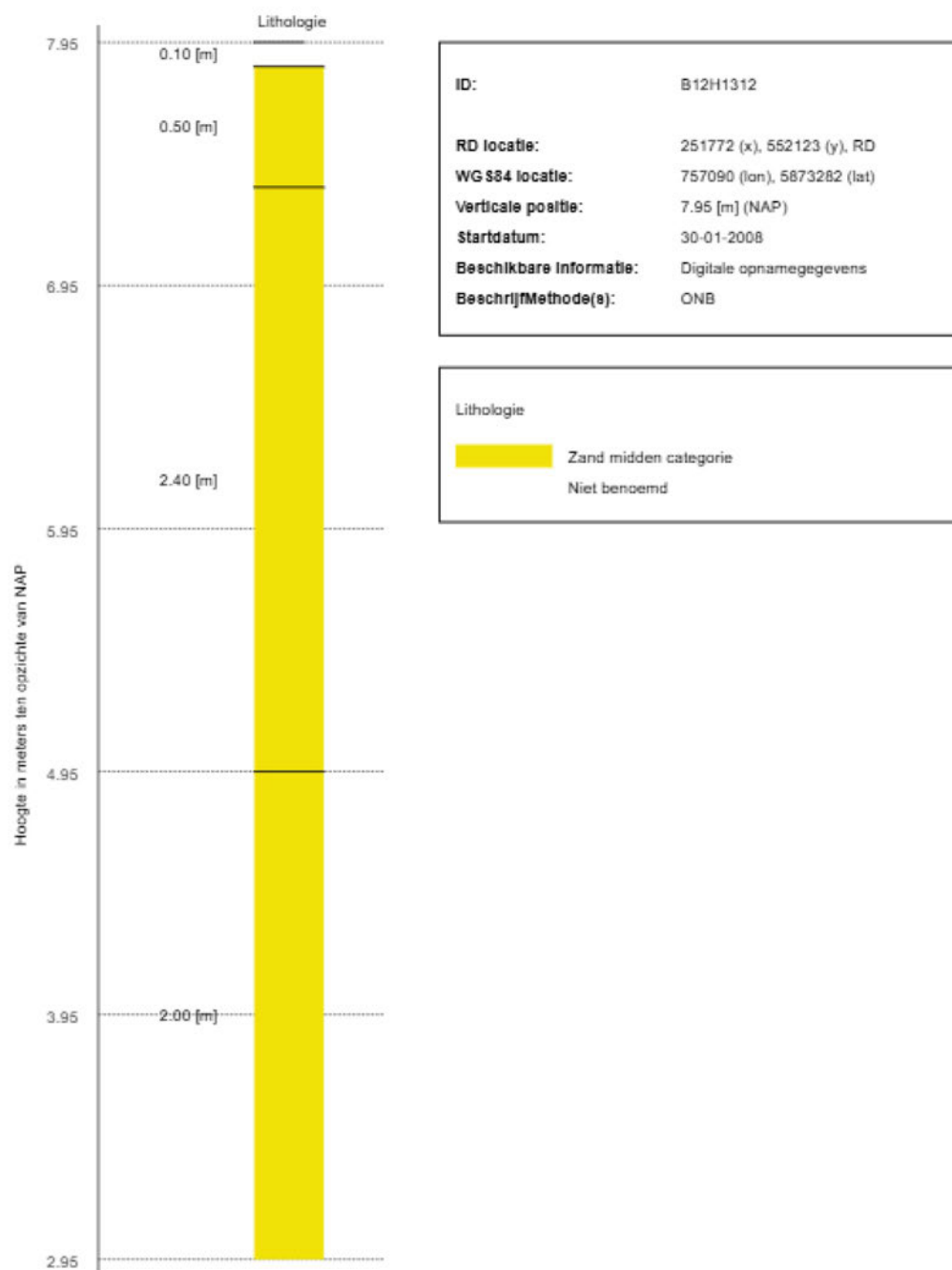
BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

Zand fijne categorie

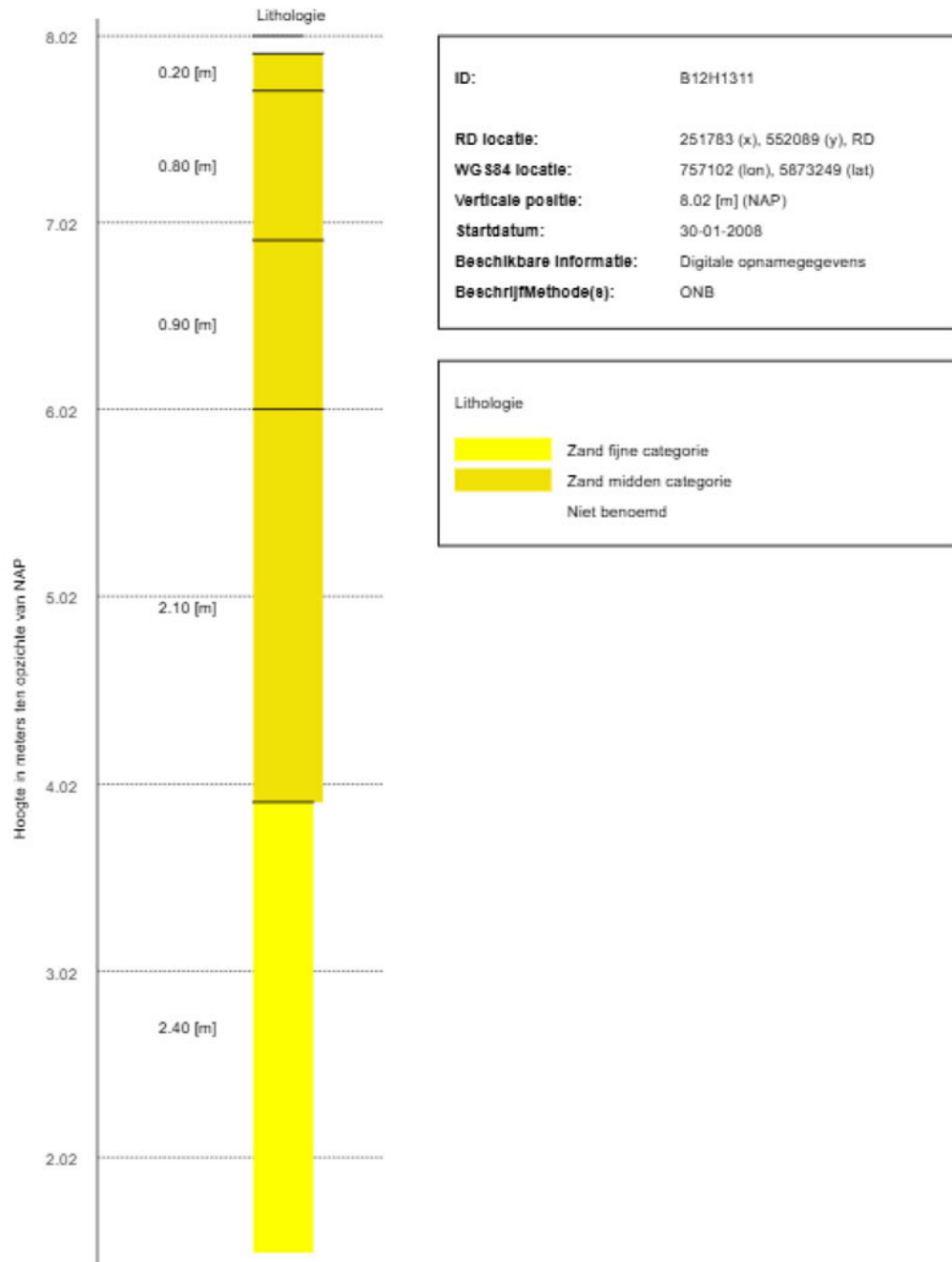
Zand midden categorie

B12H1312

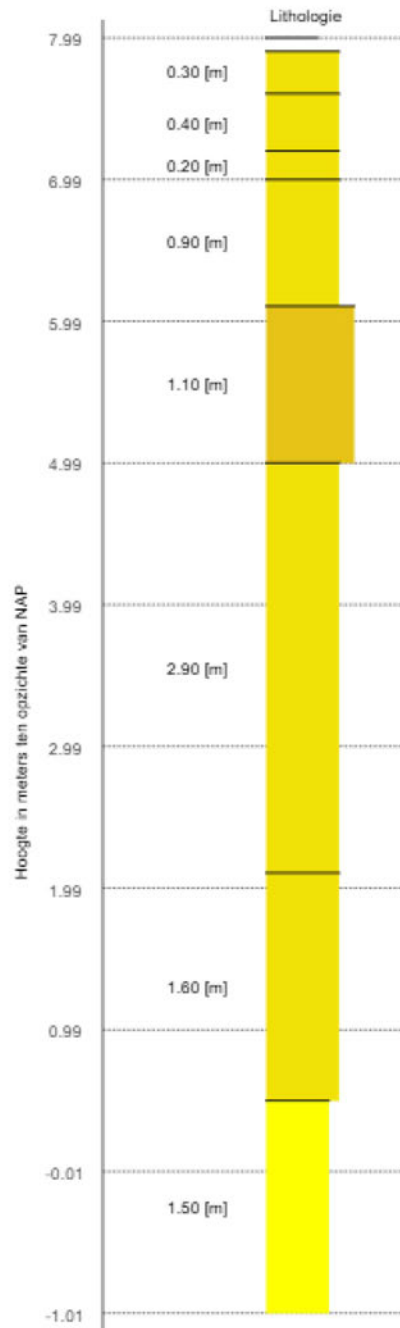


Zuidzijde

B12H1311



B12H1320



ID: B12H1320

RD locatie: 251777 (x), 552081 (y), RD

WG S84 locatie: 757097 (lon), 5873241 (lat)

Verticale positie: 7.99 [m] (NAP)

Startdatum: 25-06-2008

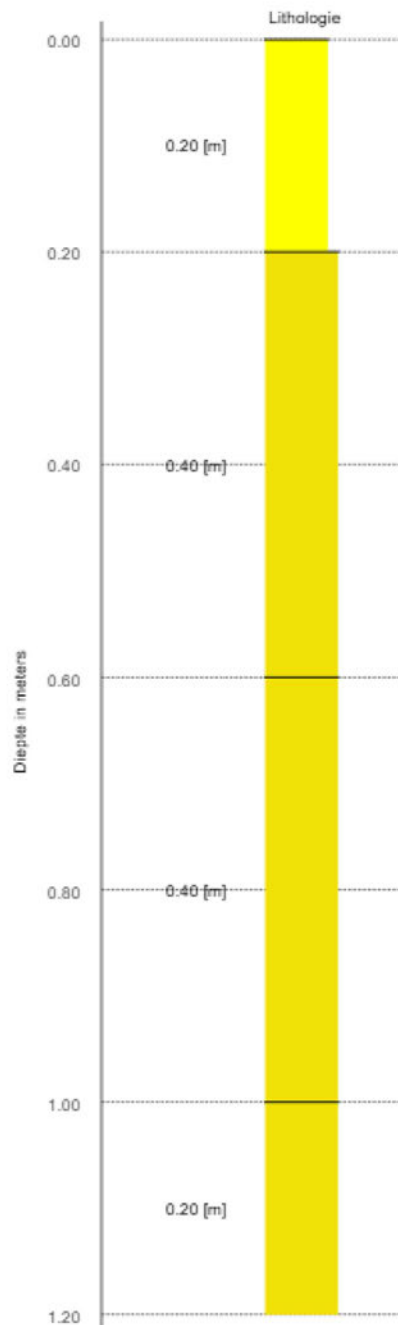
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie
- Niet benoemd

B12H1633



ID: B12H1633

RD locatie: 251782 (x), 552049 (y), RD

WG S84 locatie: 757102 (lon), 5873209 (lat)

Verticale positie: Onbekend

Startdatum: 24-09-2007

Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

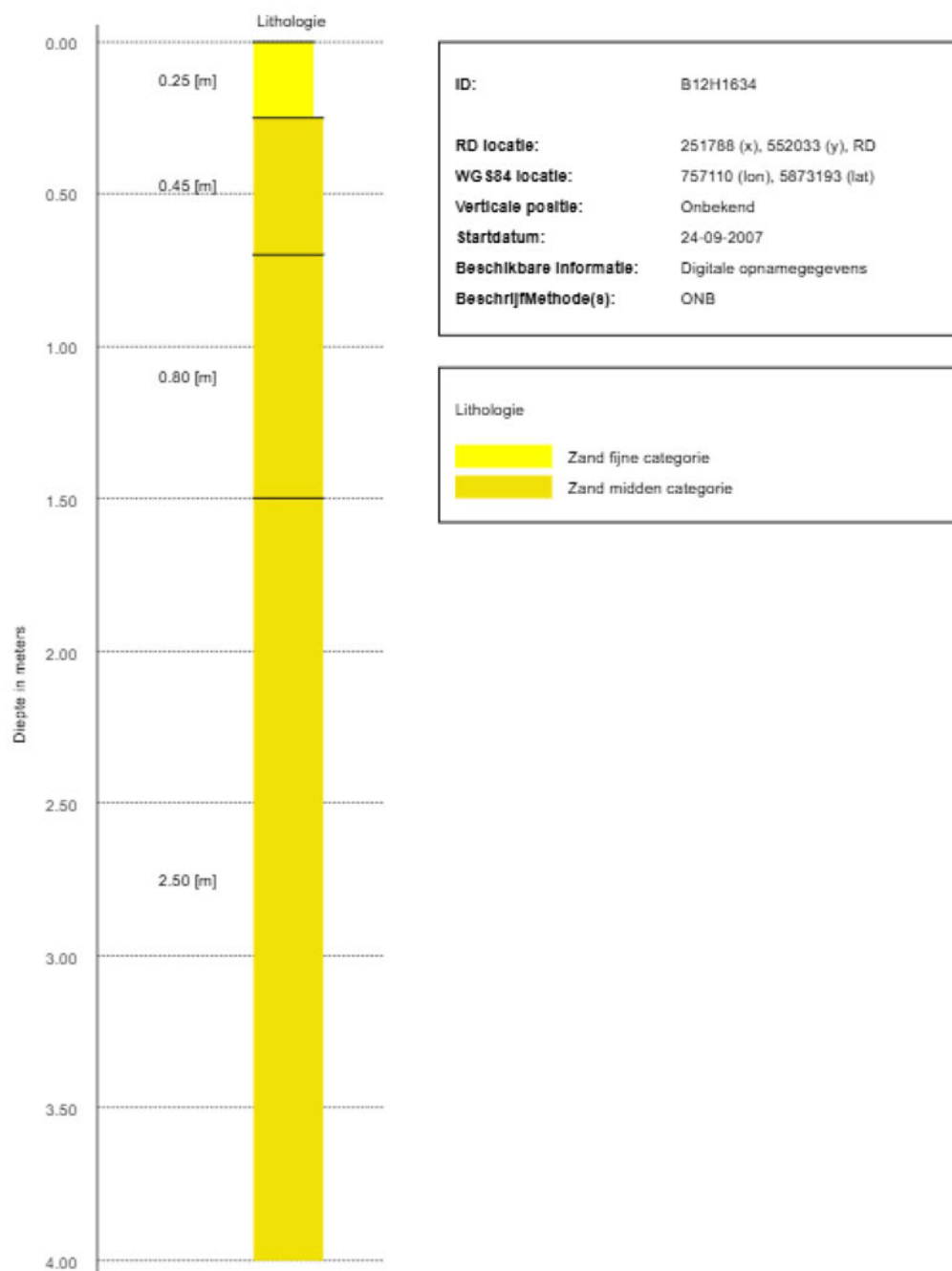
Beschrijfmethode(s): ONB

Lithologie

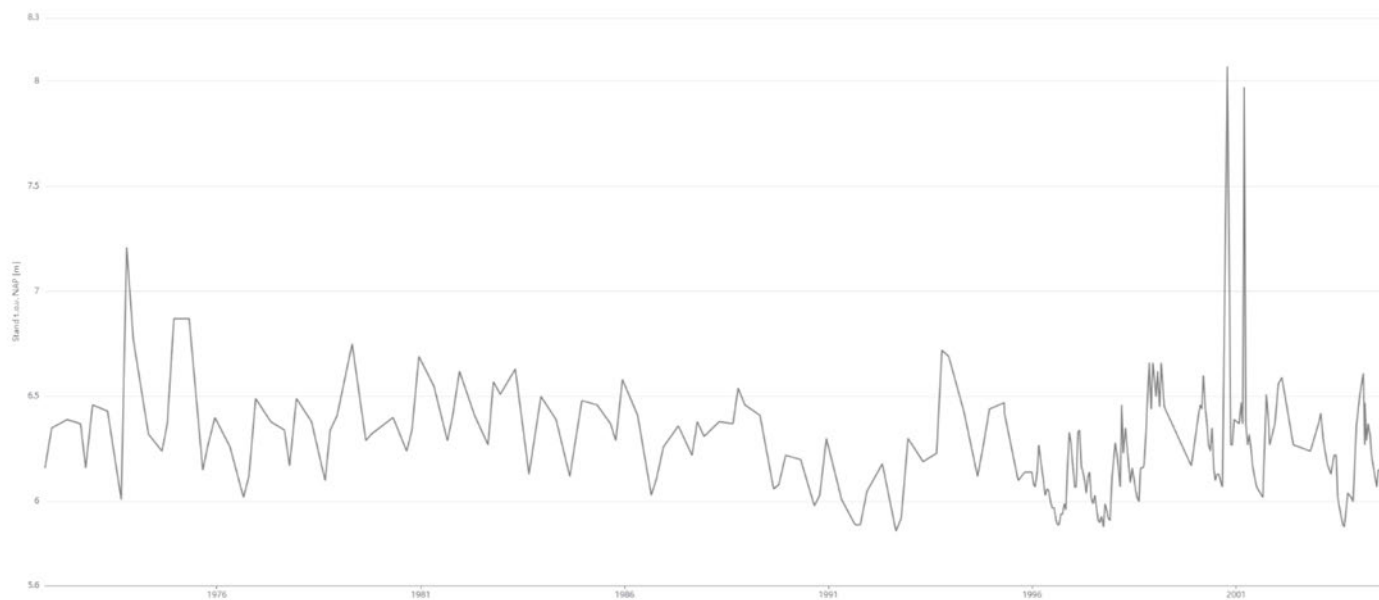
Zand fijne categorie

Zand midden categorie

B12H1634



B12H0158



Bijlage A.3

Berekening verstoringszone

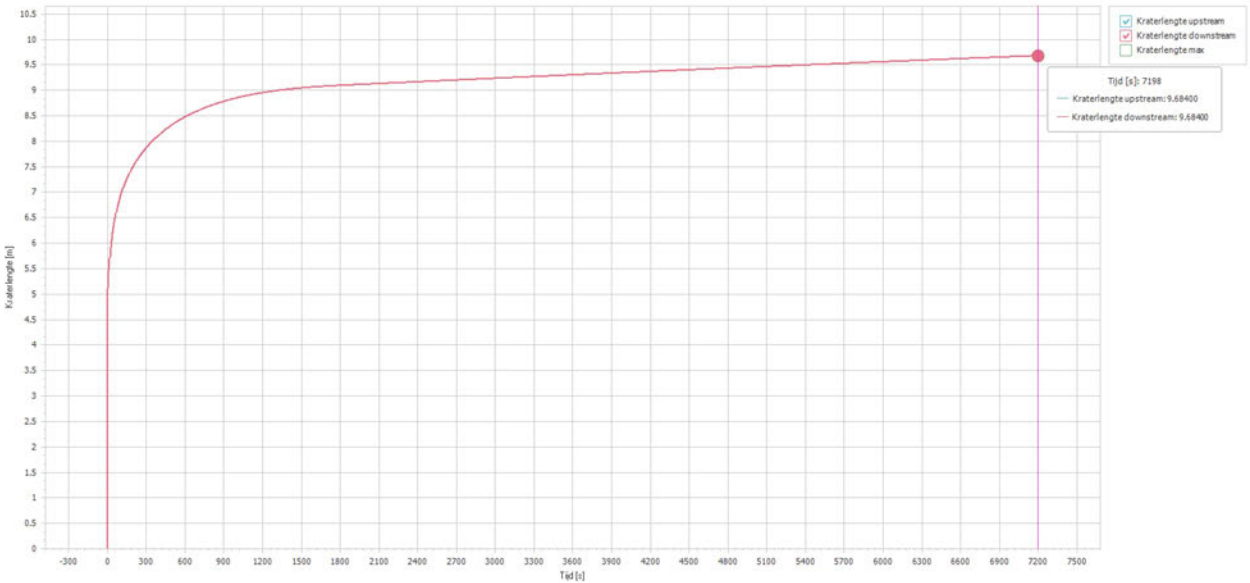
Berekening
Verstoringszone – Noordzijde – Resultaat en invoer Gas Uitstroom Effecten tool (Deltares)
Verstoringszone – Zuidzijde – Resultaat en invoer Gas Uitstroom Effecten tool (Deltares)

Buinen – Schoonoord (oosten van B) – Noord

Invoergegevens Gas Uitstroom Effecten tool

Invoergegevens		Geavanceerde invoergegevens						
Absolute leidingdruk [Pa]	6.72E+06	☒ Geavanceerd						
Diameter leiding [m]	1.219	Atmosferische druk [Pa]	1E+05	Volledige breuk [%]	100	Vochtigheid grond [%]	5	
Wand dikte leiding [m]	0.0153	Dichtheid gas [kg/m3]	0.08988	Diameter breuk [m]	1.1884	Coëfficiënt grond R(w) [-]	0.025	
Gronddekking [m]	2	Warmtecapaciteit verh. [-]	1.41	Krater diepte [m]	3.9504	Scheurlengte verweking[m]	9999	
		Berekening gebaseerd op	Uitstroom	Einde berekening [s]	7200	Grondwater [m -maaiveld]	1	

Resultaat Gas Uitstroom Effecten tool

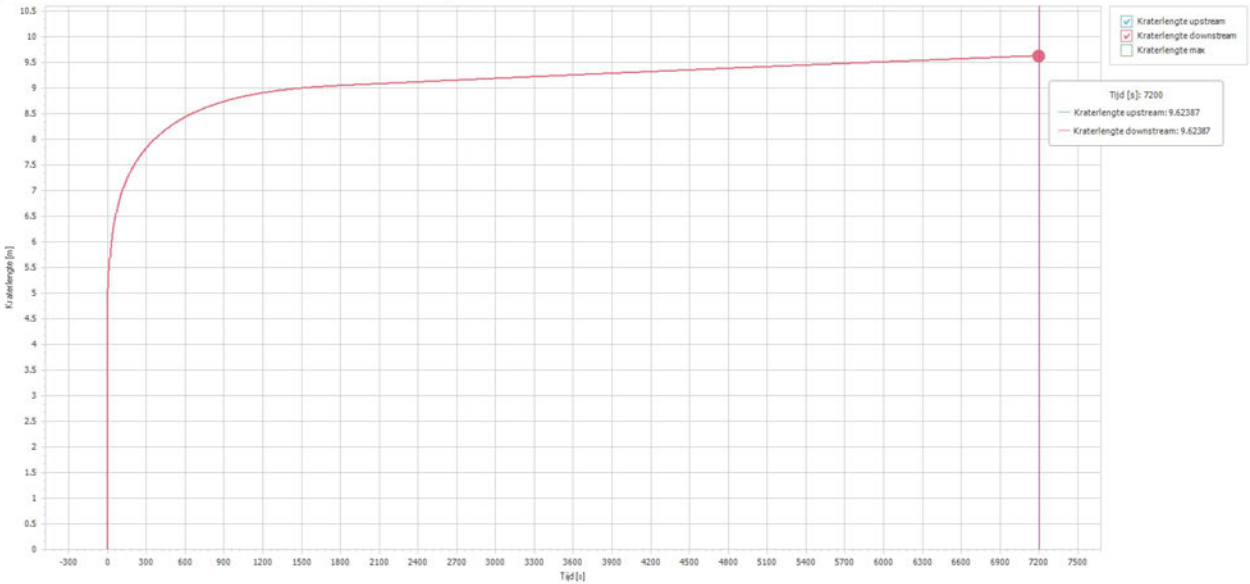


Buinen – Schoonoord (oosten van B) – Zuid

Invoergegevens Gas Uitstroom Effecten tool

Invoergegevens		Geavanceerde invoergegevens			
Absolute leidingdruk [Pa]	6.72E+06	☒ Geavanceerd			
Diameter leiding [m]	1.219	Atmosferische druk [Pa]	1E+05	Volledige breuk [%]	100
Wand dikte leiding [m]	0.0153	Dichtheid gas [kg/m3]	0.08988	Diameter breuk [m]	1.1884
Gronddekking [m]	2.1	Warmtecapaciteit verh. [-]	1.41	Krater diepte [m]	4.0504
		Berekening gebaseerd op	Uitstroom	Einde berekening [s]	7200
				Vochtigheid grond [%]	5
				Coëfficiënt grond R(w) [-]	0.025
				Scheurlengte verveking[m]	9999
				Grondwater [m -maaiveld]	1

Resultaat Gas Uitstroom Effecten tool



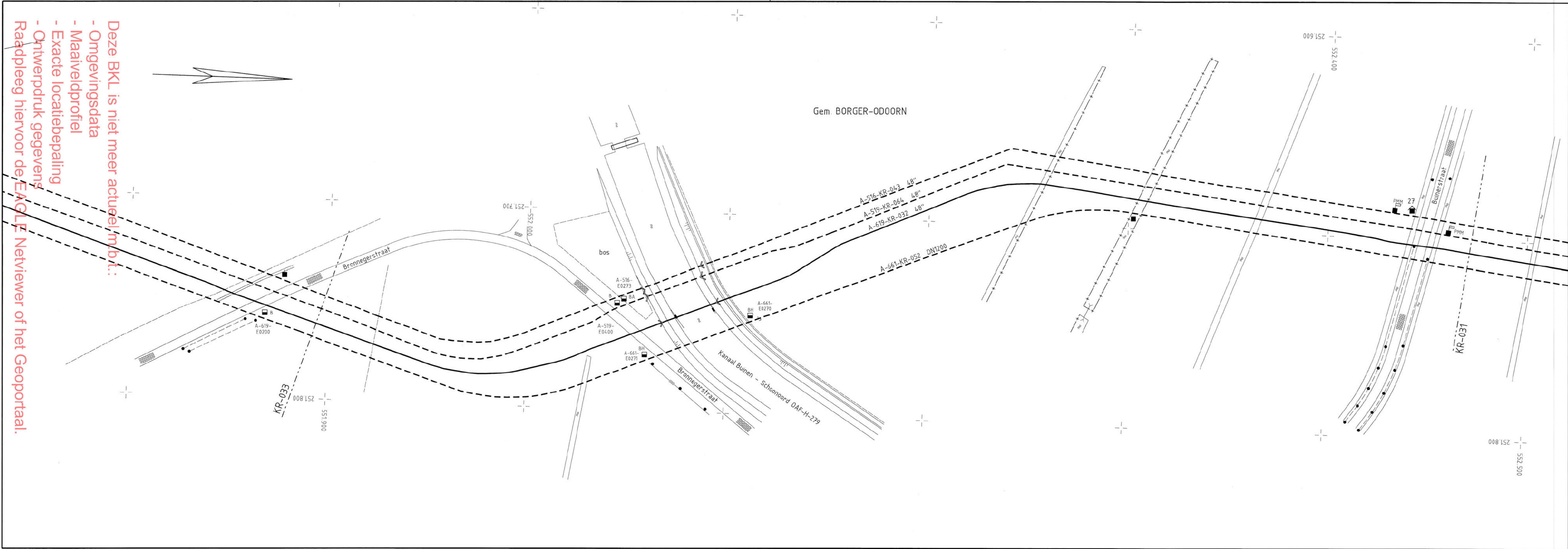
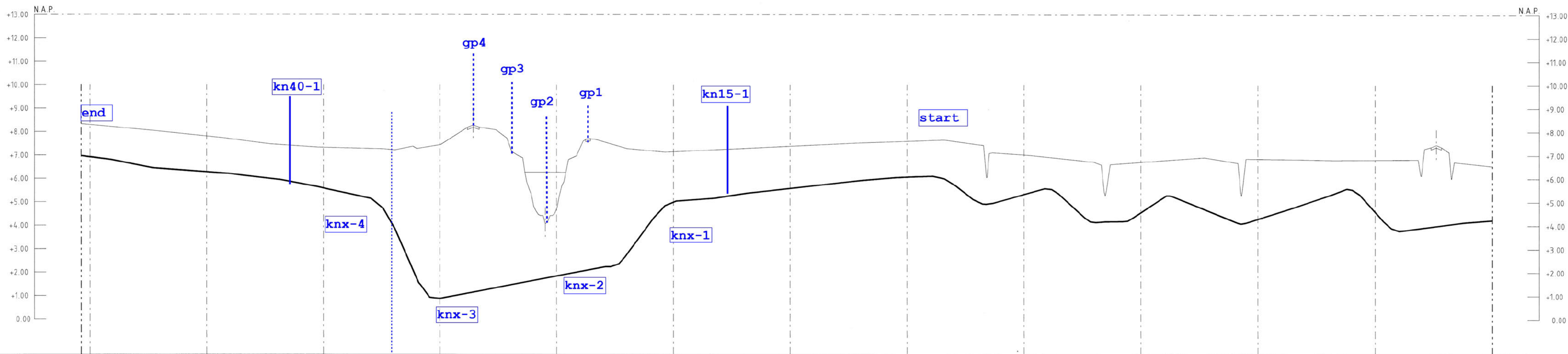
Bijlage A.4

Idents in berekeningen

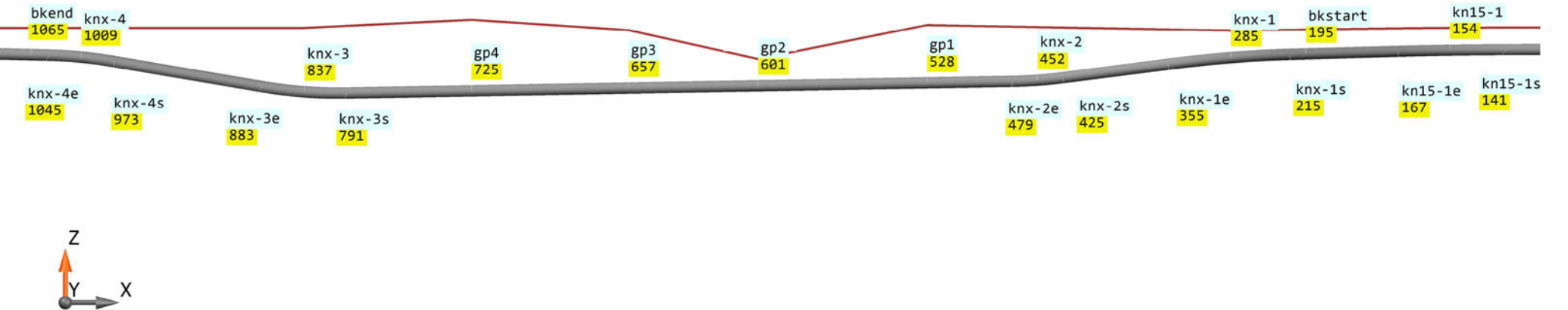
Deze BKL is niet meer actueel m.b.t.:

- Omgevingsdata
- Maatveldprofiel
- Exacte locatiebepaling
- Ontwerpdruk gegevens

Raadpleeg hiervoor de EAGLE Netviewer of het Geoportaal.



DETAILS		PIJPMATEN 48" x 153mm W.D. m.u.v.										BEKLEIDING ASF m.u.v.																						
AFSTAND		603.8	600	550	522.8	500	459.8	450	447.9	435.7	419.2	404.8	400	391.5	379.0	350	322.7	300	250	200	197.2	165.2	150	137.8	107.0	100	62.1	50	36.6	18.3	0.0			
N.A.P. MAAIVELD		+8.33			+7.47			+4.50	+4.79	+8.28	+7.15	+4.05		+6.97	+2.24		+7.27			+4.91	+6.04		+7.00	+5.28		+5.29		+5.58	+3.82	+6.13	+7.45	+6.54		
N.A.P. B.V.K. LEIDING		+6.97			+5.99			+0.91									+5.31						+4.17	+5.28	+4.10	+5.29		+5.58	+3.82	+6.13	+7.45	+6.54		
BIJBEHORENDE TEKENINGEN				MATERIAALSTAAT												LEGENDA		SITUATIE	SCHAAL	1 : 1000	TITEL													
DETAIL	TEKENING TITEL	TEKENING NR.	STALEN PIJP				OVERIGE MATERIALEN				OVERIGE MATERIALEN				PROFIEL		LENGTESCHAAL		HOOGTESCHAAL		TOLOH		ONTWERPDRUK		STATUS									
-	BEHEERKAART RECHTEN	A-619-KG-032	LENGTE	DIAM	W.D.	BEKL.	MAT.	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		bar.		© 1992 N.V. NEDERLANDSE GASUNIE									
A	KRUISING MET KANAAL BUIJEN-SCHOONDOORD	A-619-XZ-032-1	510.6m	48"	15.3mm	ASF	ST 415.7	12-36-594	15						1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
			93.2m	48"	18.3mm	PE	ST 415.7	12-35-296							1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-		-		GASUNIE DEVENTER									
															1 : 1000		1 : 1000		1 : 100		-													



Bijlage A.5

Input Soil Wizard

Onderdeel
Ground level
(Ground) water level
Soil layers
Soil profile layers
Soil profile locations
General soil settings

G-LEVEL - Ground level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:8]

Identifier	GROUND1	UNCV1	GROUND2	UNCV2
	mm	mm	mm	mm
1 start	7600	0		
2 knx-1	7100	0		
3 gp1	7700	0		
4 gp2	4060	0		
5 gp3	7150	0		
6 gp4	8280	0		
7 knx-3	7400	0		
8 kn40-1	7400	0		
9 end	8330	0		

W-LEVEL - (Ground) water level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:3]

Identifier	WATER1	UNCV1	WATER2	UNCV2	WEIGHT
	mm	mm	mm	mm	N/mm ³
1 start	6300	0			9,79E-06

SLAYER - Soil layers

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

LAYER	TYP	SU	GA	GA	PHI	DEL	C'	CU	FM	D*K	MU	MU	G	UF	E	TE
			N/m	N/m	°	°	N/m	N/m		N/m			N/m	mm	N/m	
1 Clay; slightly sandy; moderate	Clay		1...E	1...E	22...	15	0...	080	3	6	175	088	1,03	5	3,00	
2 Peat; moderately preloaded; moderate	Pea		1...E	1...E	15...	0	0...	025	3	4	200	100	25	8	75	
3 Sand; slightly silty/clayey	San	Slig	1...E	2...E	29...	20	0		3	2,4	075	020	16...	4	42...	

SPRLAY - Soil profile layers

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

PROFILE	LAYER	HEIGHT
		mm
1 GP	Sand; slightly silty/clayey	1,500E+4

SLOC - Soil profile locations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

IDENT	PROFILE1	PROFILE2	SOILNB1	SOILNB2	INSTALL1	INSTALL2	DEFORM1	DEFORM2
1 start	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
2 kn15-1	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
3 bkstart	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
4 knx-1	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
5 knx-2	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
6 knx-2e	GP	GP	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
7 gp1	GP	GP	Real	Neutral	TrenchCompressed	Boring	Slow	Slow
8 gp2	GP		Neutral		Boring		Slow	
9 gp3	GP		Neutral		Boring		Slow	
10 gp4	GP	GP	Neutral	Real	Boring	TrenchCompressed	Slow	Slow
11 knx-3s	GP	GP	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
12 knx-3	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
13 knx-4	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
14 bkend	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
15 kn40-1	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
16 w-lvl 1	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
17 end	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	

SSET - General soil settings

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

PROPERTY	VALUE
1 Volume weight of water (Default: 9,81E-06 N/mm ³)	0.00000981
2 Half band width (h.b.w.) accuracy percentage (Default: 5%)	5
3 Pipeline operational temperature	Cold
4 State of soil compression	Well packed
5 Calculation methodology	Use updated NEN3650-1:2020

Bijlage A.6

Toets spanning en vervorming

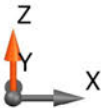
Onderdeel
Belastingcombinatie 2
Horizontale configuratie
Belastingcombinatie 3
<ul style="list-style-type: none">• Volledige invoer• Grafiek van berekende spanningen• Berekende spanningen• Grafiek van berekende vervorming• Berekende vervorming
Belastingcombinatie 4
<ul style="list-style-type: none">• Verkorte invoer• Grafiek van berekende spanningen• Berekende spanningen• Grafiek van berekende vervorming• Berekende vervorming

Toets belastingcombinatie 2

Type pijp: Recht, bocht > 40De, elastisch

[illegible]

 BILFINGER	Rev.	Datum	Omschrijving				Door	Gec.	Gez.
	0	13-03-26	10.Kanaal Buinen-Schoonoord (ten oosten van Bronneger)				Twan Kalthof		
Vestiging	Afdeling	Form A4		Ordernummer	sub	Documentnummer		Sheet 1 van 1	Rev 0



ORIGIN - Pipeline origin

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:3]

	IDENT	X-S	Y-S	Z-S	SNODE	SAX-L	SAX-LP
		mm	mm	mm		mm	mm
1	start	0	0	5390			

POLYDIF - Pipeline polygon points (relative)

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:14]

	IDENT	ΔX-N	ΔY-N	Z-N	BENDRAD	ETYP	BEND_EL	PIPE_EL	EXT	N-KINK	L-SEGM
		mm	mm	mm	mm		mm	mm			mm
1	kn15-1	-136000	0	4700	48760		500	1000	20		
2	knx-1	-26080	-6988	4390	48760		100	250	20		
3	knx-2	-21000	0	1690	48760		100	250	20		
4	knx-3	-79000	0	300	48760		100	250	20		
5	knx-4	-24000	0	4390	48760		100	250	20		
6	kn40-1	-36000	0	5290	48760		500	1000	20		
7	end	-104182	87419	6360	48760		500	1000	20		

G-LEVEL - Ground level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:8]

	Identifler	GROUND1	UNCV1	GROUND2	UNCV2
		mm	mm	mm	mm
1	start	7600	0		
2	knx-1	7100	0		
3	gp1	7700	0		
4	gp2	4060	0		
5	gp3	7150	0		
6	gp4	8280	0		
7	knx-3	7400	0		
8	kn40-1	7400	0		
9	end	8330	0		

W-LEVEL - (Ground) water level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:3]

	Identifler	WATER1	UNCV1	WATER2	UNCV2	WEIGHT
		mm	mm	mm	mm	N/mm³
1	start	6300	0			9,79E-06

ADIDENT - Additional idents

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [26-2-2026;occ.:8]

	REFIDENT	ΔAX-L	NEWIDENT
		mm	
1	knx-2	12000	gp1
2	knx-2	30000	gp2
3	knx-2	44000	gp3
4	knx-2	61000	gp4
5	knx-4e	2000	bkend
6	knx-1s	-2000	bkstart

IDENTS - Identification names

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:24]

	IDENT	NODE	X-P	AX-L	AX-LP
			mm	mm	mm
1	start	1	0	0	0
2	kn15-1s	141	-1,296E+5	1,296E+5	1,296E+5
3	kn15-1	154	-1,359E+5	1,360E+5	1,360E+5
4	kn15-1e	167	-1,422E+5	1,423E+5	1,424E+5
5	bkstart	195	-1,534E+5	1,539E+5	1,540E+5
6	knx-1s	215	-1,553E+5	1,559E+5	1,560E+5
7	knx-1	285	-1,621E+5	1,629E+5	1,630E+5
8	knx-1e	355	-1,690E+5	1,698E+5	1,700E+5
9	knx-2s	425	-1,804E+5	1,813E+5	1,813E+5
10	knx-2	452	-1,831E+5	1,840E+5	1,840E+5
11	knx-2e	479	-1,858E+5	1,867E+5	1,867E+5
12	gp1	528	-1,950E+5	1,959E+5	1,959E+5
13	gp2	601	-2,132E+5	2,141E+5	2,141E+5

IDENTS - Identification names

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:24]

	IDENT	NODE	X-P	AX-L	AX-LP
			mm	mm	mm
14	gp3	657	-2,271E+5	2,281E+5	2,281E+5
15	gp4	725	-2,441E+5	2,450E+5	2,450E+5
16	knx-3s	791	-2,575E+5	2,585E+5	2,584E+5
17	knx-3	837	-2,621E+5	2,630E+5	2,630E+5
18	knx-3e	883	-2,666E+5	2,675E+5	2,675E+5
19	knx-4s	973	-2,826E+5	2,838E+5	2,835E+5
20	knx-4	1009	-2,861E+5	2,873E+5	2,870E+5
21	knx-4e	1045	-2,896E+5	2,908E+5	2,905E+5
22	bkend	1065	-2,915E+5	2,928E+5	2,925E+5
23	kn40-1s	1089	-3,043E+5	3,056E+5	3,053E+5
24	kn40-1	1124	-3,210E+5	3,226E+5	3,230E+5
25	kn40-1e	1159	-3,357E+5	3,396E+5	3,407E+5
26	w-lvl 1	1283	-4,205E+5	4,504E+5	4,515E+5
27	end	1298	-4,263E+5	4,579E+5	4,590E+5

MATL - Material location

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

	Identifier	MATREF	FABMET	MATFACT
1	Start	X60		

ISTROP - Isotropic materials

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [31-10-2025;occ.:4]

	MATREF	Emod	Gmod	Nu	ALPHA	Re	ReT	WEIGHT
		N/mm ²	N/mm ²		1/°C	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ³
1	X60	212000		0,3	1,13E-05	415		7,7E-05

DIAM - Outer diameter

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

	Identifier	DOUT1	DOUT2	IOVAL1	IOVAL2
		mm	mm	%	%
1	start	1219			

WALL - Wall thicknesses

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:3]

	Identifier	T-NOM1	COR-AL1	RTOL1	ATOL1	T-NOM2	COR-AL2	RTOL2	ATOL2
		mm	mm	%	mm	mm	mm	%	mm
1	knx-2e	15,3			0,5	18,3			
2	knx-3s	18,3			0,5	15,3			

COATING - Pipe coatings & Medium in Pipe

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [4-12-2024;occ.:3]

	Start Identifier	End Identifier	NAME	TYPE	THICK	WEIGHT
					mm	N/mm ³
1	start		Hydrogen	Medium		5,84E-08

KLH - Horizontal soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	KLH1	KLH2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	start	0,0061095			1,7	5
2	kn15-1	0,0062855			1,7	5
3	bkstart	0,0065868			1,7	5
4	knx-1	0,0073188			1,7	5
5	knx-2	0,016889			1,7	5
6	knx-2e	0,017578	0,017587		1,7	5
7	gp1	0,019075			1,7	5
8	gp2	0,0060563			1,7	5
9	gp3	0,01807			1,7	5
10	gp4	0,025607			1,7	5
11	knx-3s	0,022673	0,022645		1,7	5
12	knx-3	0,020915			1,7	5

KLH - Horizontal soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	KLH1	KLH2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
13	knx-4	0,0084128			1,7	5
14	bkend	0,0076609			1,7	5
15	kn40-1	0,0057932			1,7	5
16	w-lvl 1	0,0064625			1,7	5
17	end	0,0064323			1,7	5

KLS - Downward vertical soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	KLS1	KLS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	start	0,0092386			2	5
2	kn15-1	0,0091204			2	5
3	bkstart	0,009538			2	5
4	knx-1	0,010657			2	5
5	knx-2	0,026937			2	5
6	knx-2e	0,028192	0,028211		2	5
7	gp1	0,031025	0,014993		2	5
8	gp2	0,0097878			2	5
9	gp3	0,014597			2	5
10	gp4	0,016789	0,043608		2	5
11	knx-3s	0,03734	0,037283		2	5
12	knx-3	0,033899			2	5
13	knx-4	0,012685			2	5
14	bkend	0,011485			2	5
15	kn40-1	0,0085611			2	5
16	w-lvl 1	0,0089302			2	5
17	end	0,0089248			2	5

KLT - Upward vertical soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	KLT1	KLT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	start	0,00094619			1,4	5
2	kn15-1	0,0010752			1,4	5
3	bkstart	0,0011935			1,4	5
4	knx-1	0,0014828			1,4	5
5	knx-2	0,0074356			1,4	5
6	knx-2e	0,0080154	0,0080232		1,4	5
7	gp1	0,0093104	0,014993		1,4	5
8	gp2	0,0097878			1,4	5
9	gp3	0,014597			1,4	5
10	gp4	0,016789	0,016172		1,4	5
11	knx-3s	0,013179	0,013151		1,4	5
12	knx-3	0,01139			1,4	5
13	knx-4	0,0018897			1,4	5
14	bkend	0,0015635			1,4	5
15	kn40-1	0,00087368			1,4	5
16	w-lvl 1	0,0007402			1,4	5
17	end	0,00073251			1,4	5

F - Pipe-soil friction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	F1	F2	UNCF-L	UNCF-H	CFA1	CFA2	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²					%
1	start	0,0092128			1,375			5
2	kn15-1	0,0091786			1,375			5
3	bkstart	0,0094758			1,375			5
4	knx-1	0,010238			1,375			5
5	knx-2	0,019263			1,375			5
6	knx-2e	0,019864	0,019873		1,375			5
7	gp1	0,021189			1,375			5
8	gp2	0,0084839			1,375			5

F - Pipe-soil friction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	F1	F2	UNCF-L	UNCF-H	CFA1	CFA2	VARAR
		N/mm²	N/mm²					%
9	gp3	0,020057			1,375			5
10	gp4	0,02665			1,375			5
11	knx-3s	0,024014	0,023989		1,375			5
12	knx-3	0,022502			1,375			5
13	knx-4	0,011525			1,375			5
14	bkend	0,010759			1,375			5
15	kn40-1	0,008752			1,375			5
16	w-lvl 1	0,010011			1,375			5
17	end	0,0099738			1,375			5

UF - Displacement at max. soil friction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	UF1	UF2	UNCF-L	UNCF-H
		mm	mm		
1	start	4			1,6
2	kn15-1	4			1,6
3	bkstart	4			1,6
4	knx-1	4			1,6
5	knx-2	4			1,6
6	knx-2e	4			1,6
7	gp1	4			1,6
8	gp2	4			1,6
9	gp3	4			1,6
10	gp4	4			1,6
11	knx-3s	4			1,6
12	knx-3	4			1,6
13	knx-4	4			1,6
14	bkend	4			1,6
15	kn40-1	4			1,6
16	w-lvl 1	4			1,6
17	end	4			1,6

RVS - Sub-soil bearing capacity

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	RVS1	RVS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm²	N/mm²			%
1	start	0,84603			2	5
2	kn15-1	0,83651			2	5
3	bkstart	0,86318			2	5
4	knx-1	0,93343			2	5
5	knx-2	1,7831			2	5
6	knx-2e	1,84	1,8409		2	5
7	gp1	1,9657			2	5
8	gp2	0,7048			2	5
9	gp3	1,857			2	5
10	gp4	2,4834			2	5
11	knx-3s	2,2325	2,2301		2	5
12	knx-3	2,0889			2	5
13	knx-4	1,0559			2	5
14	bkend	0,98483			2	5
15	kn40-1	0,80095			2	5
16	w-lvl 1	0,78955			2	5
17	end	0,78613			2	5

RVT - Ultimate top-soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	RVT1	RVT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm²	N/mm²			%
1	start	0,043118			1,5	5
2	kn15-1	0,045136			1,5	5
3	bkstart	0,04784			1,5	5
4	knx-1	0,054407			1,5	5

RVT - Ultimate top-soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	RVT1	RVT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²			%
5	knx-2	0,15282			1,5	5
6	knx-2e	0,1607	0,16081		1,5	5
7	gp1	0,17791			1,5	5
8	gp2	0,040474			1,5	5
9	gp3	0,16833			1,5	5
10	gp4	0,25904			1,5	5
11	knx-3s	0,22388	0,22355		1,5	5
12	knx-3	0,20241			1,5	5
13	knx-4	0,063926			1,5	5
14	bkend	0,057023			1,5	5
15	kn40-1	0,040659			1,5	5
16	w-lvl 1	0,037061			1,5	5
17	end	0,036827			1,5	5

RH - Ultimate hor. soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

	Identifier	RH1	RH2	UNCF-L	UNCF-H	CFH1	CFH2	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²					%
1	start	0,22568			1,6			5
2	kn15-1	0,23218			1,6			5
3	bkstart	0,24331			1,6			5
4	knx-1	0,27035			1,6			5
5	knx-2	0,62389			1,6			5
6	knx-2e	0,64931	0,64967		1,6			5
7	gp1	0,7046			1,6			5
8	gp2	0,22371			1,6			5
9	gp3	0,66748			1,6			5
10	gp4	0,94591			1,6			5
11	knx-3s	0,83752	0,8365		1,6			5
12	knx-3	0,7726			1,6			5
13	knx-4	0,31076			1,6			5
14	bkend	0,28299			1,6			5
15	kn40-1	0,214			1,6			5
16	w-lvl 1	0,23872			1,6			5
17	end	0,2376			1,6			5

UNCER - Uncertainty factors

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

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

SLCURVE - Displacement-soil reaction curve shape

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [10-3-2025;occ.:1]

	Identifier	L-CURVE	X-CURVE
1	start	Tanh	Tanh

ENDPTS - Start/end nodes boundary conditions

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [18-3-2025;occ.:3]

	IDENT	COND	STATE
1	start	Infinite	Open
2	end	Infinite	Open

PRESS - Internal overpressure

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

	Identifier	PRESS1	PRESS2
		N/mm ²	N/mm ²
1	start	6,62	

TEMP - Temperature differences

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:8]

Identifier	T-ABS1	T-REF1	T-ABS2	T-REF2
	°C	°C	°C	°C
1 start	5	50		

SETZ - Soil displacement in Z-direction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [5-3-2026;occ.:8]

Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
	mm		mm	
1 bkstart	0		-35	1,5
2 knx-1	-35	1,5	-10	1,5
3 knx-2	-10	1,5	-40	1,5
4 gp1	-40	1,5	0	
5 gp4	0		-40	1,5
6 knx-3s	-40	1,5		
7 knx-3e	-50	1,5	-10	
8 knx-4	-10	1,5	-35	1,5
9 bkend	-35	1,5	0	

LOCASE - Loading combinations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:10]

LC	GLOADF	PRESS-F	T-DIF-F	DEADW-F	SETL-F	NODAL-F	ELBND-F	WAVC-F
1 start	1	0	1,1	1,1	1,1	0	0	0

SOILCTL - Non-linear elastic soil iteration cont...

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

MAXSIT	MERPTS	MERFLDS
1	20	0

GEOMCTL - Geometrically non-linear iteration ...

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

MAXGIT	RELDISEQ	ABSDISEQ	ROTINCR	REDISOVL
			RAD	
1	150	1E-05	1E-07	0,1 False

SOILNB - Neutral or real top soil load

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [13-3-2026;occ.:17]

Identifier	NB1	UNCF1	LOADF1	NB2	UNCF2	LOADF2
	N/mm²			N/mm²		
1 start	0,036355	1,1	1			
2 kn15-1	0,036383	1,1	1			
3 bkstart	0,037594	1,1	1			
4 knx-1	0,040618	1,1	1			
5 knx-2	0,074594	1,1	1			
6 knx-2e	0,076813	1,1	1	0,081481		
7 gp1	0,086401	1,1	1	0,074728		
8 gp2	0,025884	1,1	1			
9 gp3	0,070593	1,1	1			
10 gp4	0,094684	1,1	1	0,10667		
11 knx-3s	0,096934	1,1	1	0,092002		
12 knx-3	0,086538	1,1	1			
13 knx-4	0,045562	1,1	1			
14 bkend	0,042582	1,1	1			
15 kn40-1	0,034559	1,1	1			
16 w-lvl 1	0,032782	1,1	1			
17 end	0,032629	1,1	1			

TOPLOAD - Extra loads on top soil

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [10-3-2025;occ.:2]

Identifier	TOPLOAD1	LOADF1	TOPLOAD2	LOADF2
	N/mm²		N/mm²	
1 start	0,0069	1,35		

LAMBDA - Horizontal soil support / Vertical soil... PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [11-3-2026;occ.:2]

Identifier	LAMBDA1	LAMBDA2
1 start	0,5	

SUPANG - Soil support angle functions PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

Identifier	ANGMIN	ANGMAX	RVSL	RVSH	CURVE
1 start	70	180	50	100	Sinus

SECTION - Cross-sections to be calculated PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [10-3-2025;occ.:3]

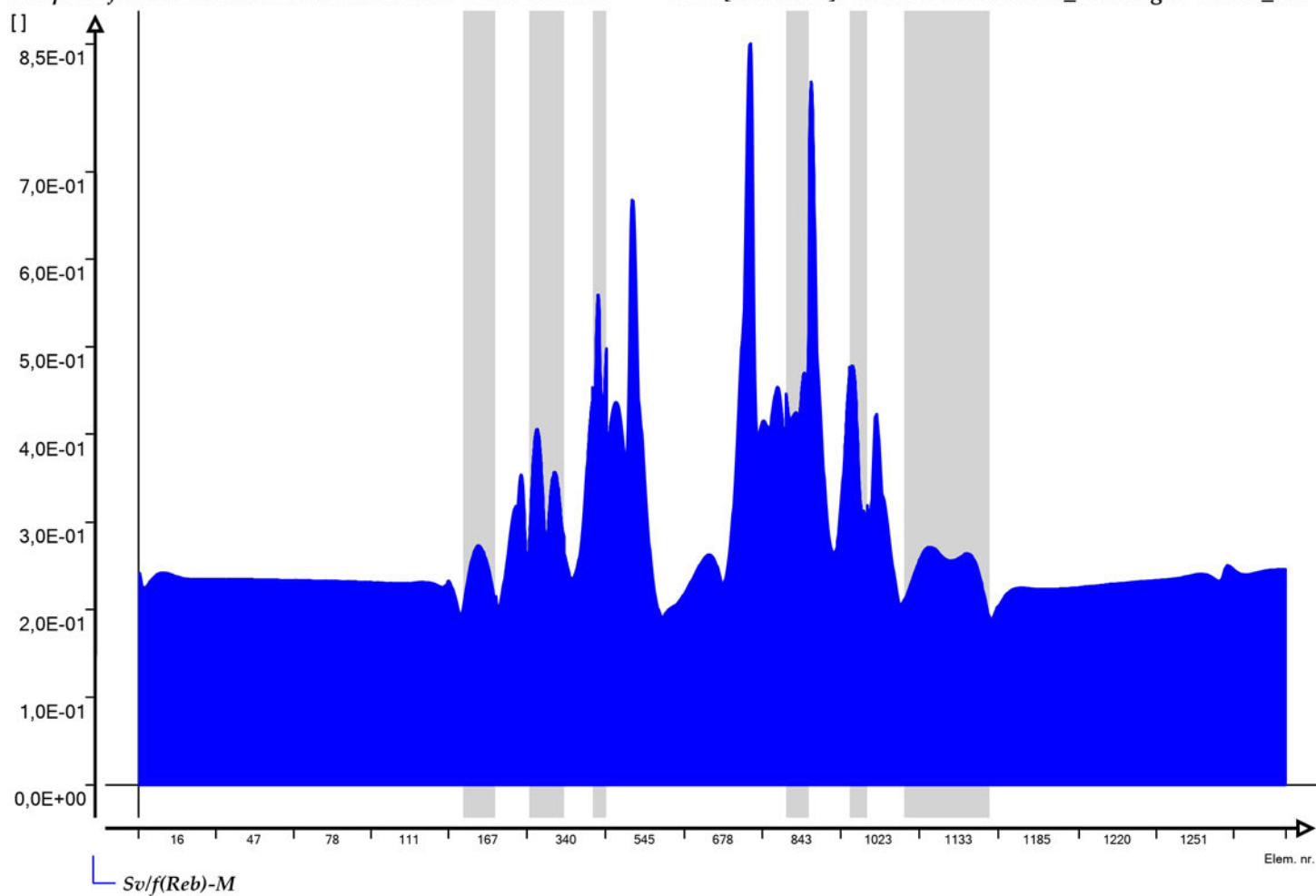
Start Identifier	End Identifier	TOPLOAD	S-ALLOW
1 start	end	Yes	N/mm ²

NOTICES - Project notices (errors, warnings & messages) PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ' [occ.:0]

DF	IDENT	MESSAGE
1 DF 2	I2-001	Project contains 1298 nodes.
2 DF 3.3	W33-005	'SLCURVE' ignored at infin node.

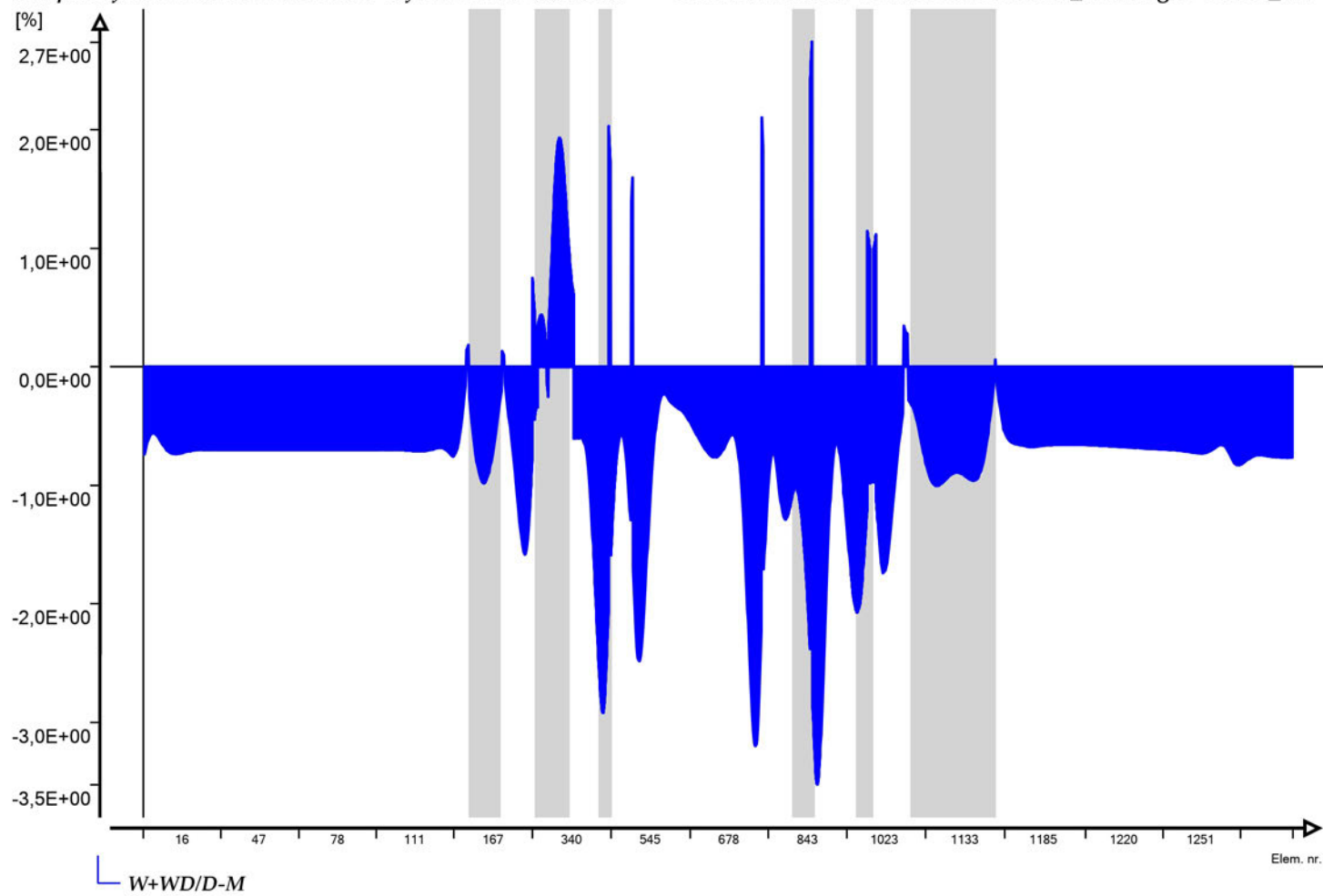
Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ'



	ELEM	Re	ReT	f(Reb)	Sp/0,91ReT-M	Sv:pm/Re-M	Sv/f(Reb)-M	S-IND
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²				
1	1	415	415	641,4			,242	
721	721	415	415	641,4			,846	
1160	1160	415	415	641,4			,186	

Graphs of table 'Maximum radial deformations (NEN ... PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC3K_UZ'



	ELEM	WGROUN...	WBEN...	W+WD/...	WTOTAL-M	R...	RG/KL...	K...	AX_BUCK...	EXT_PRES...	IMPL_P...	IMPL_M...	IMPL_COM...
		mm	mm	%	mm		mm	N/...	% critical	% critical	% allow...	% allow...	% allowable
1	1	-4,8545		-,74	-4,8545				,0		0	,3	0
52	52	-4,5388		-,70	-4,5388				,0		0	,0	0
141	141	-2,1622	0	-,27	-2,1622				,1		0	1,2	0
464	464	12,6591	0	-2,07	12,6591				,3		0	7,7	0
506	506	-3,9124		-,57	-3,9124				5,5		0	44,3	0
794	794	-6,5263	0	-1,06	-6,5263				,0		0	19,0	0
870	870	-16,9340	0	2,74	-16,9340				,0		0	4,6	0
891	891	-25,8467		-3,53	-25,8467				,0		0	27,9	0
892	892	-25,8979		-3,53	-25,8979				,0		0	28,4	0

PRESS - Internal overpressure

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

Identifier	PRESS1	PRESS2
	N/mm ²	N/mm ²
1 start	6,62	

TEMP - Temperature differences

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ' [13-3-2026;occ.:8]

Identifier	T-ABS1	T-REF1	T-ABS2	T-REF2
	°C	°C	°C	°C
1 start	5	50		

SETZ - Soil displacement in Z-direction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ' [5-3-2026;occ.:8]

Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
	mm		mm	
1 bkstart	0		-35	1,5
2 knx-1	-35	1,5	-10	1,5
3 knx-2	-10	1,5	-40	1,5
4 gp1	-40	1,5	0	
5 gp4	0		-40	1,5
6 knx-3s	-40	1,5		
7 knx-3e	-50	1,5	-10	
8 knx-4	-10	1,5	-35	1,5
9 bkend	-35	1,5	0	

LOCASE - Loading combinations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ' [13-3-2026;occ.:11]

LC	GLOADF	PRESS-F	T-DIF-F	DEADW-F	SETL-F	NODAL-F	ELBND-F	WAVC-F
1 start	1	1,15	1,1	1,1	1,1	0	0	0

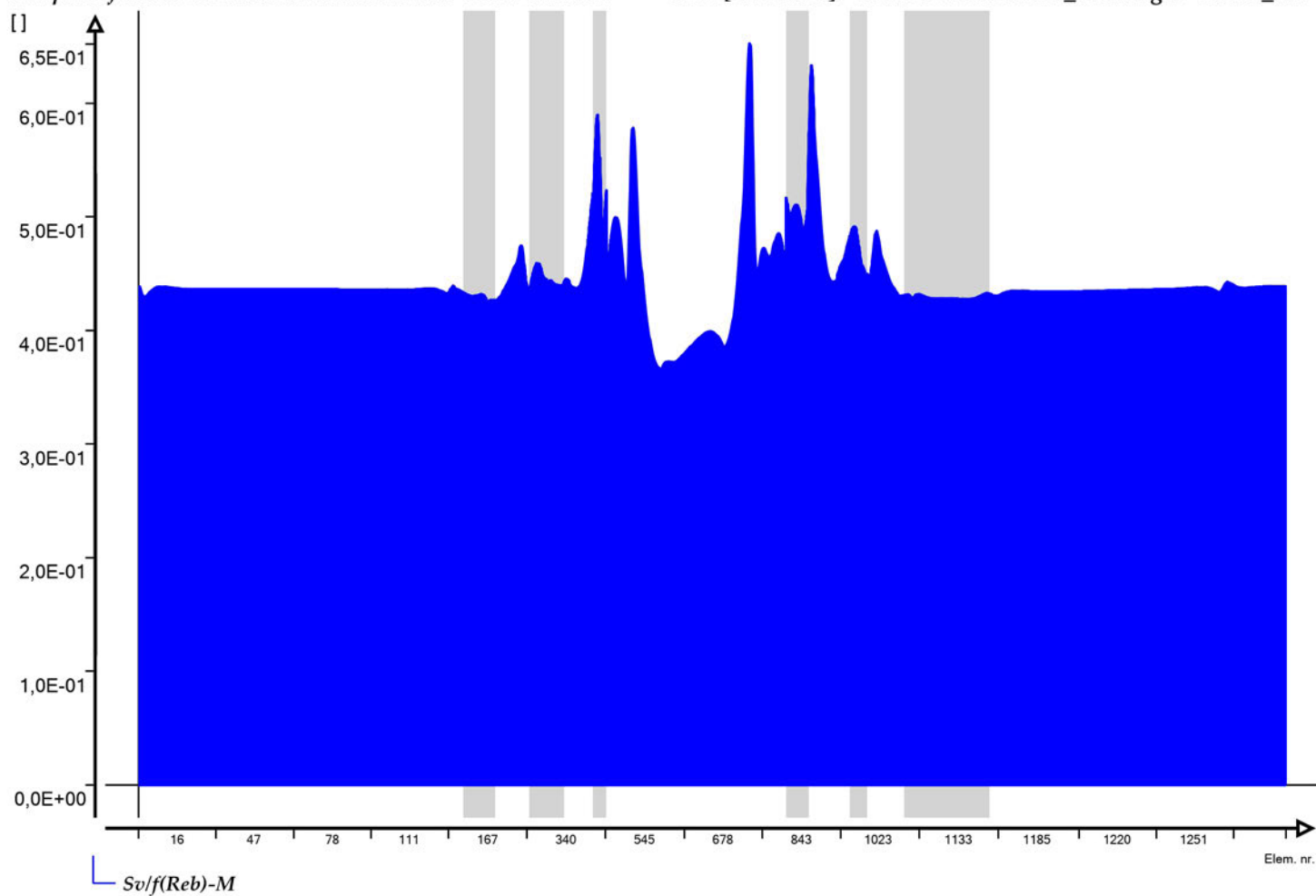
TOPLOAD - Extra loads on top soil

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ' [10-3-2025;occ.:2]

Identifier	TOPLOAD1	LOADF1	TOPLOAD2	LOADF2
	N/mm ²		N/mm ²	
1 start	0,0069	1,35		

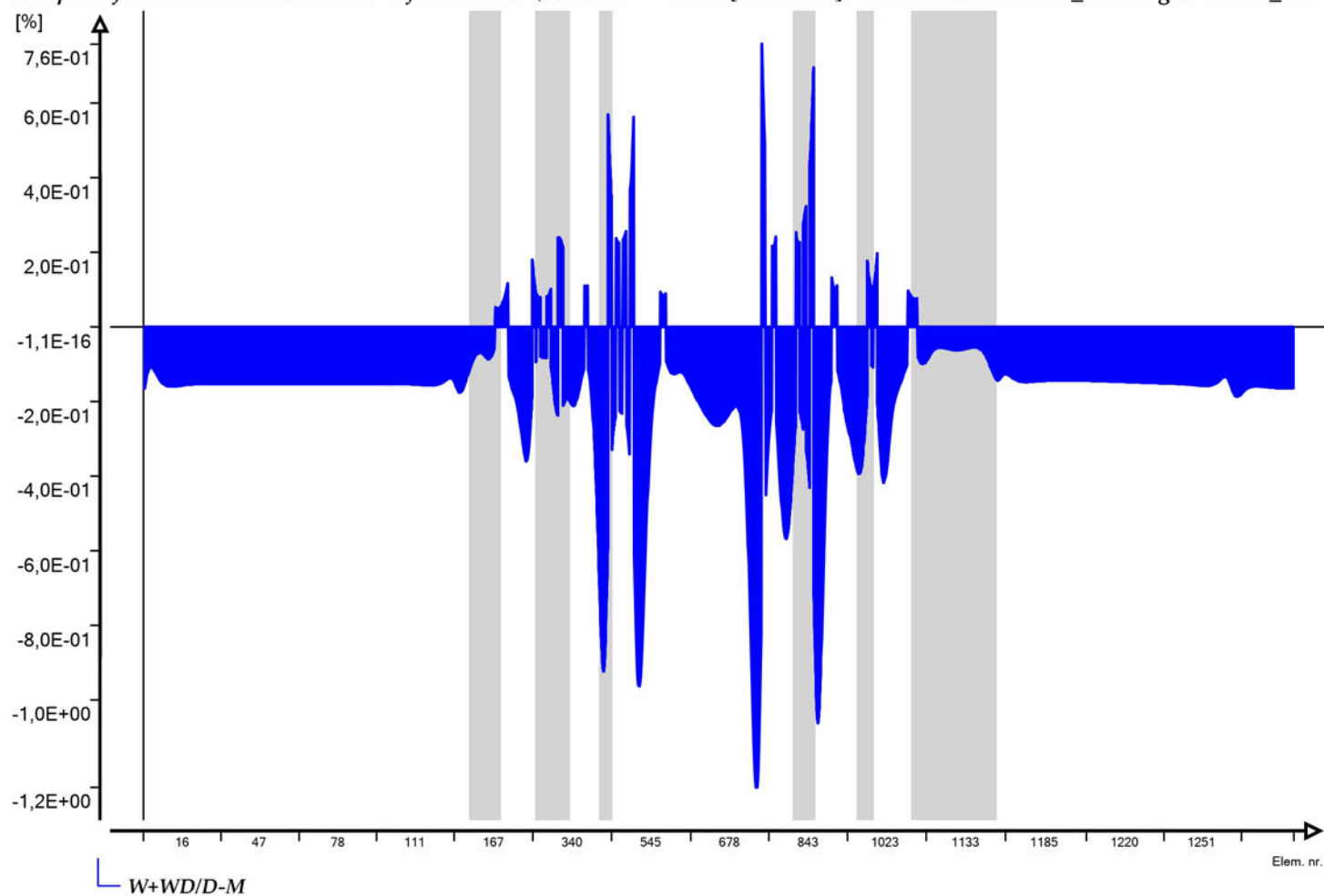
Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ'



	ELEM	Re	ReT	f(Reb)	Sp/0,91ReT-M	Sv:pm/Re-M	Sv/f(Reb)-M	S-IND
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²				
1	1	415	415	641,4	,892		,439	
479	479	415	415	641,4	,740		,438	
579	579	415	415	641,4	,740		,366	
720	720	415	415	641,4	,740		,652	

Graphs of table 'Maximum radial deformations (NEN ... PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4K_UZ'



	ELEM	WGROUN...	WBEN...	W+WD/...	WTOTA...	R...	RG/KL...	KL...	AX_BUCK...	EXT_PRESS...	IMPL_P...	IMPL_M...	IMPL_COMB...
		mm	mm	%	mm		mm	N/...	% critical	% critical	% allowa...	% allowa...	% allowable
1	1	-1,0976		-,16	1,768				,0		0	,3	0
43	43	-,9983		-,15	1,729				,0		0	,0	0
141	141	-,8081	0	-,11	1,508				,0		0	1,2	0
310	310	1,5289	0	,24	2,379				,2		0	,7	0
461	461	3,4696	0	,57	4,320				,1		0	5,9	0
505	505	-1,5454		-,23	2,120				,1		0	45,0	0
715	715	-7,5126		-1,06	6,840				,0		0	38,6	0
721	721	-9,1372		-1,23	-8,430				,0		0	30,6	0
729	729	-4,7337		,76	5,330				,0		0	6,2	0
803	803	-1,6122	0	,25	2,392				,0		0	21,1	0

PRESS - Internal overpressure

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4W_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

Identifier	PRESS1	PRESS2
	N/mm ²	N/mm ²
1 start	6,62	

TEMP - Temperature differences

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4W_UZ' [13-3-2026;occ.:9]

Identifier	T-ABS1	T-REF1	T-ABS2	T-REF2
	°C	°C	°C	°C
1 start	50	5		

SETZ - Soil displacement in Z-direction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4W_UZ' [5-3-2026;occ.:8]

Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
	mm		mm	
1 bkstart	0		-35	1,5
2 knx-1	-35	1,5	-10	1,5
3 knx-2	-10	1,5	-40	1,5
4 gp1	-40	1,5	0	
5 gp4	0		-40	1,5
6 knx-3s	-40	1,5		
7 knx-3e	-50	1,5	-10	
8 knx-4	-10	1,5	-35	1,5
9 bkend	-35	1,5	0	

LOCASE - Loading combinations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4W_UZ' [13-3-2026;occ.:11]

LC	GLOADF	PRESS-F	T-DIF-F	DEADW-F	SETL-F	NODAL-F	ELBND-F	WAVC-F
1 start	1	1,15	1,1	1,1	1,1	0	0	0

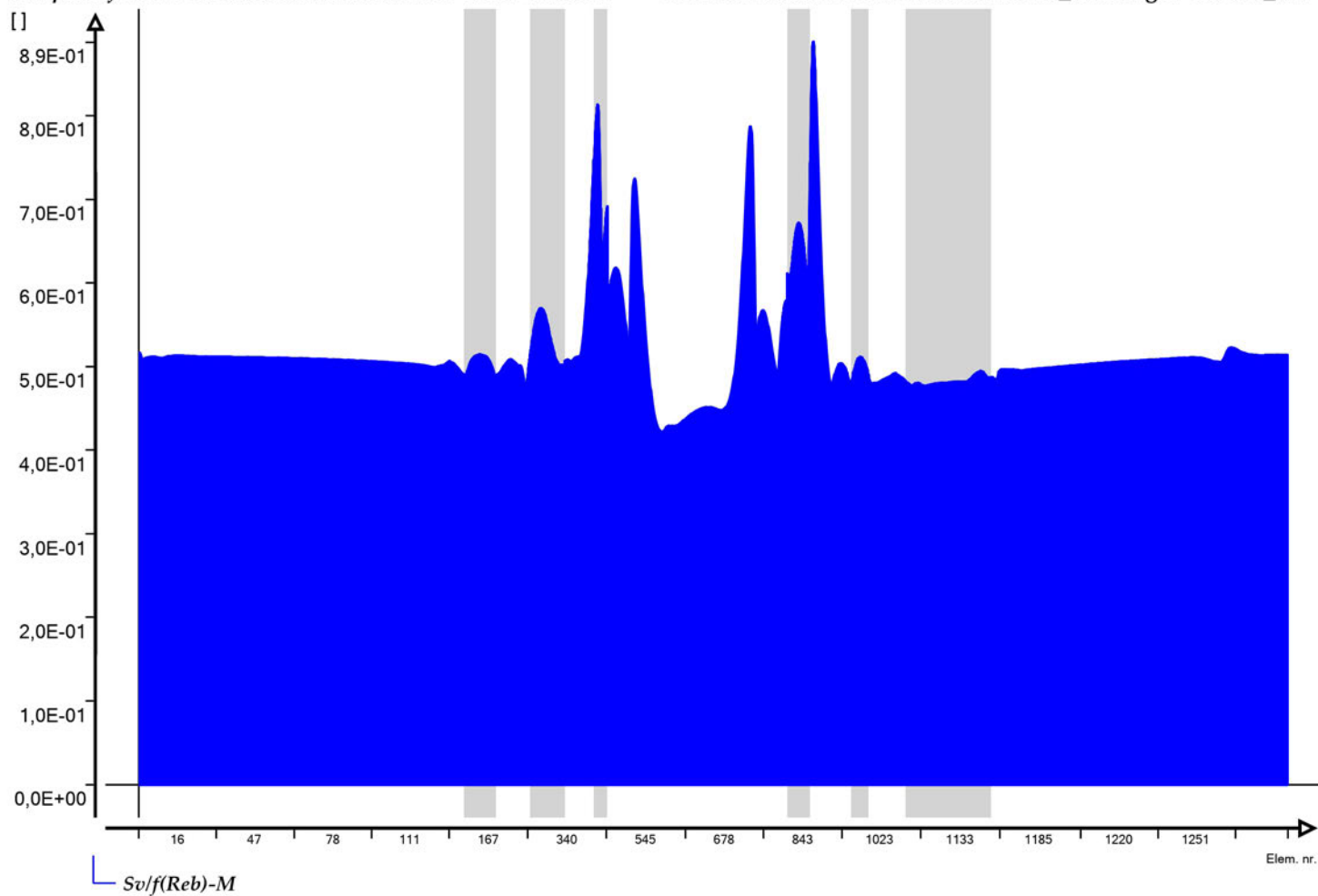
TOPLOAD - Extra loads on top soil

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4W_UZ' [10-3-2025;occ.:2]

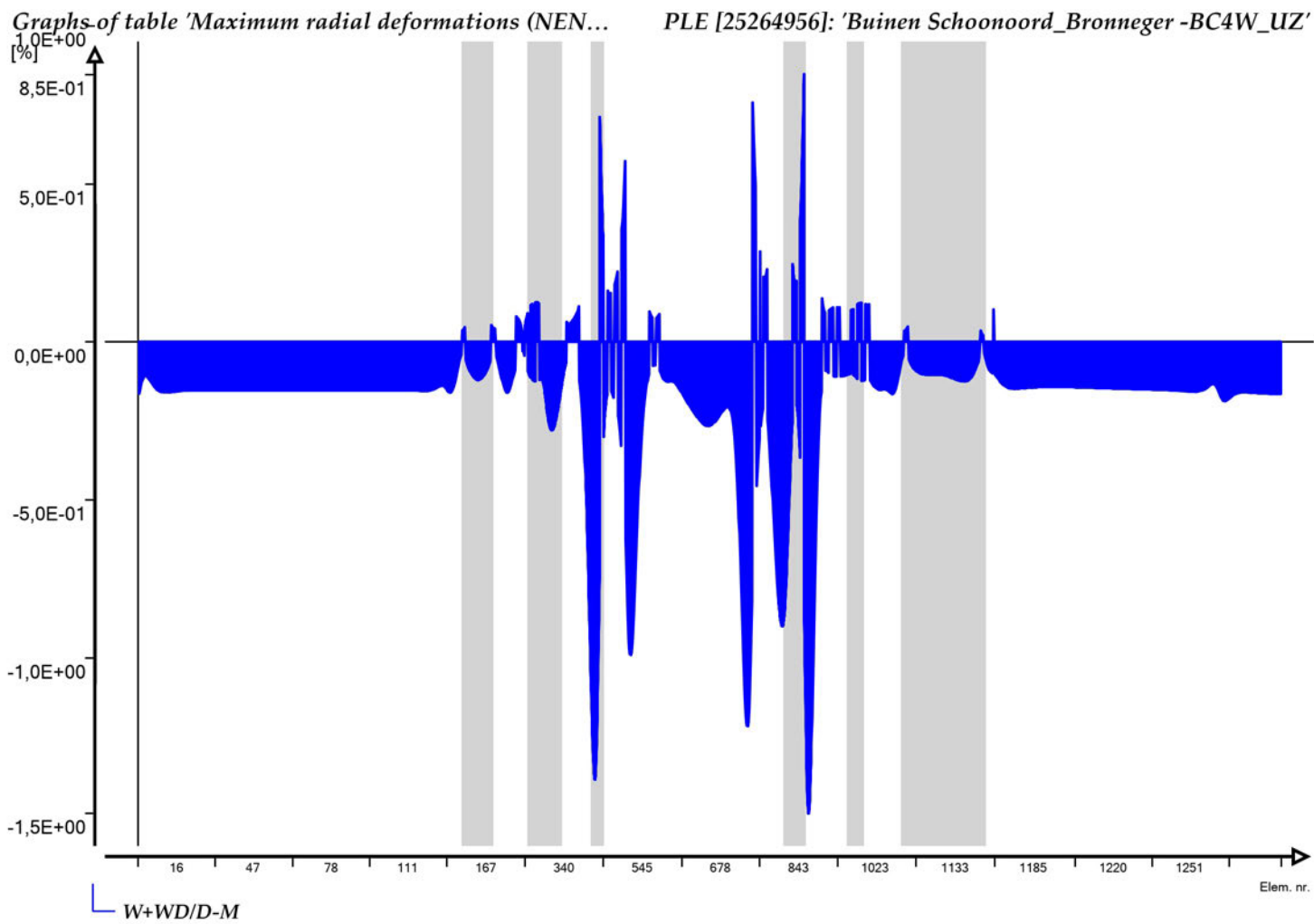
Identifier	TOPLOAD1	LOADF1	TOPLOAD2	LOADF2
	N/mm ²		N/mm ²	
1 start	0,0069	1,35		

Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord_Bronneger -BC4W_UZ'



	ELEM	Re	ReT	f(Reb)	Sp/0,91ReT-M	Sv:pm/Re-M	Sv/f(Reb)-M	S-IND
		N/mm²	N/mm²	N/mm²				
1	1	415	415	641,4	,892		,516	
479	479	415	415	641,4	,740		,581	
578	578	415	415	641,4	,740		,421	
895	895	415	415	641,4	,892		,888	



	ELEM	WGROUN...	WBEN...	W+WD/...	WTOTAL...	R...	RG/KL...	K...	AX_BUCK...	EXT_PRES...	IMPL_P...	IMPL_M...	IMPL_COM...
		mm	mm	%	mm		mm	N/...	% critical	% critical	% allow...	% allowa...	% allowable
1	1	-1,0975		-,16	1,768				1,4		0	,3	0
55	55	-,9983		-,15	1,729				1,2		0	,0	0
141	141	,3810	0	,04	1,231				,9		0	2,9	0
503	503	-1,0878		-,16	1,698				9,7		0	47,6	0
873	873	4,9299	0	,81	5,780				,9		0	8,0	0
874	874	-5,2238	0	,85	6,005				,5		0	5,6	0
882	882	-8,6770	0	-1,22	7,830				2,3		0	16,0	0
892	892	-11,4855		-1,49	-10,635				6,0		0	37,8	0
893	893	-11,4771		-1,49	-10,627				6,2		0	39,0	0
1119	1119	-,8439	0	-,10	1,548				,0		0	,2	0

Bijlage B.1

Importantiefactoren waterkeringen

Importantiefactor van waterkeringen

B.1 Primaire waterkeringen en boezemwaterkeringen

De importantiefactor S van primaire waterkeringen en boezemwaterkeringen kan variëren van 1 tot 0,75 op grond van de grootte van het risico van levensgevaar en materiële schade.

Tabel B.1 — Personele risicofactoren

Factor	Risico van levensgevaar voor personen
A	Geen reëel levensgevaar
B	Levensgevaar voor enkele mensen
C	Levensgevaar voor veel mensen

Tabel B.2 — Materiële risicofactoren

Factor	Schade door inundatie	Schade aan de waterkering	Hinder scheepvaart	Verstoring waterhuishouding
D	Agrarisch gebied met weinig bebouwing	Waterkeringen langs kleine wateren, bijvoorbeeld binnenboezems	Geen	Gering
E	Klein stedelijk gebied of gebied met dorpsbebouwing, weinig industrie	Grote boezem- of kanaaldijken	Geringe of matige hinder	Enige stagnatie van wateraan- en -afvoer
F	Belangrijke bebouwing, veel industrie	Bijvoorbeeld primaire waterkering als schaadijk, kade aan grote boezem zonder boezemscheidingen	Zeer belangrijke hinder	Ernstige verstoring bijvoorbeeld in verband met drinkwatervoorziening

Tabel B.3 — Bepaling importantiefactor S

Personele risicofactor	Materiële risicofactor		
	D	E	F
C	0,75	0,75	0,75
B	0,90	0,85	0,80
A	1,00	0,95	0,85

B.2 Secundaire waterkeringen

Voor waterkeringen die uitsluitend bij doorbraak van een andere waterkering water moeten keren, geldt een importantiefactor S gelijk aan 1.

