

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



Project
Waterstofnetwerk Nederland

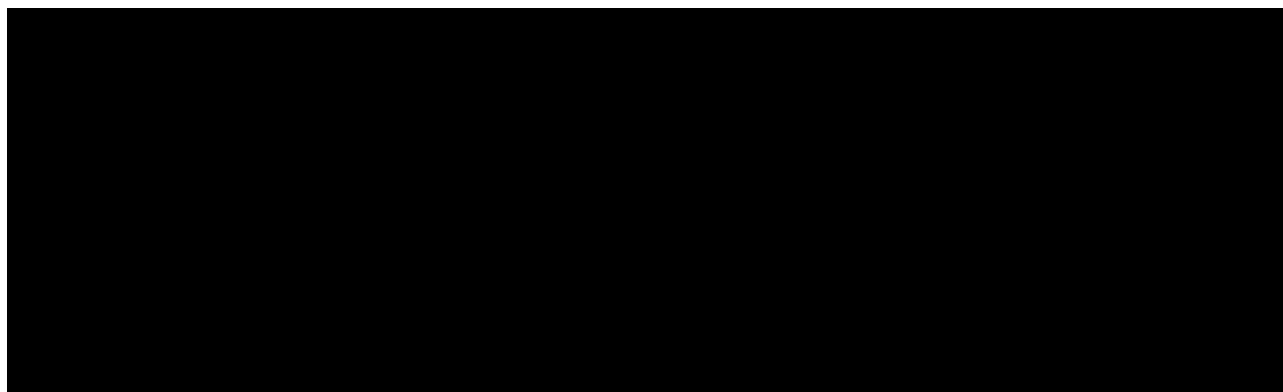
Revisienummer
1

Revisie datum
19-03-2026

Ons kenmerk
WNN1-BEN-ENG-REP-0011

Status
Definitief

Parafen



Revisie geschiedenis

Revisienummer	Omschrijving	Datum
0	Eerste uitgifte	31-10-2025
1	Definitief	19-03-2026

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

KRUISING KANAAL BUINEN-SCHOONOORD (TEN NOORDEN EESERVEEN)

gasunie

N.V. Nederlandse Gasunie
19-03-2026

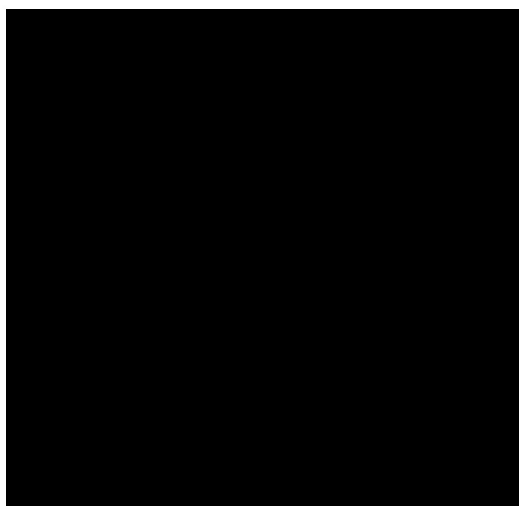
	GU Engineering	GU Veiligheid
Naam:		
Paraaf:	☐ Reviewed ☐ Verified ☐ Witnessed ☐ Not approved ☐ Approved	☐ Reviewed ☐ Verified ☐ Witnessed ☐ Not approved ☐ Approved
Datum:		



BILFINGER

Opdrachtgever: N.V. Nederlandse Gasunie
Project: **Waterstofnetwerk Noord Nederland**
Referentie: **WNN1-BEN-ENG-REP-0011**

**Toetsing NEN3651 i.v.m. omzetting medium
Leiding A-619 Zuidwending - Ommen
Kruising Kanaal Buinen-Schoonoord
(ten noorden Eeserveen)**



© 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 kruising (ten noorden Eeserveen)	9
5.1	Beschrijving situatie	9
5.2	Risicoprofiel waterkering	10
5.3	Veiligheidszone	11
5.4	Importantiefactor	12
5.5	Diepteligging	13
5.6	Relatieve sterkte-eis	13
5.7	Toetsing inwendige druk	14
5.8	Hydrostatische sterkte- en dichtheidsbeproevingdrukken	14
5.9	Leidingen voor 1964	15
5.10	Waterstaatskundige voorzieningen boezemwaterkering	15
6	Sterkteberekening conform NEN3650	16
6.1	Grondonderzoek	16
6.2	Overzicht van configuratie	17
6.3	Randvoorwaarden	17
6.4	Grondmodel	17
6.5	Uitvoeringszakingsverschil	18
6.6	Eigengewicht	20
6.7	Resultaat spanningen en vervormingen	20
7	Conclusie en advies	21
7.1	Conclusie	21
7.2	Advies	21

Bijlagen

A.1	Tekeningen	
A.2	Boringen uit DINOloket	
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 buisleiding integriteit 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 (ten noorden van Eeserveen) 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 westzijde is er een sectie van ca. 9 m en aan de oostzijde een sectie van ca. 7,9 m waarbij de grotere wanddikte (18,3 mm) ook toegepast had moeten worden. Hiervoor zijn een aantal oplossingen mogelijk waarmee het probleem naar verwachting opgelost wordt:

- Vervangen van de pijpleidingsecties direct buiten de kering, maar wel 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 het geval dat 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 eisen van de NEN3651 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 ontwerp temperatuur	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 NEN 3650	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 noorden van Eeserveen). De waterkering wordt beheerd door het waterschap Hunze en Aa's.

In dit rapport wordt het ontwerp en de 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-047	Beheerkaart leiding – 48" leiding Zuidwending - Ommen
A-619-XZ-047-1	Detailkaart – Kruising met 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. Voor de bochten ter hoogte van de kruising met het Kanaal Buinen-Schoonoord is uitgegaan van een moederpijp één schedule maat hoger dan de leiding ter plaatse, op basis van OSW 01 tabel 43. Dit resulteert in een wanddikte van de moederpijp van 21,7 mm.

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 de bijlage 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).

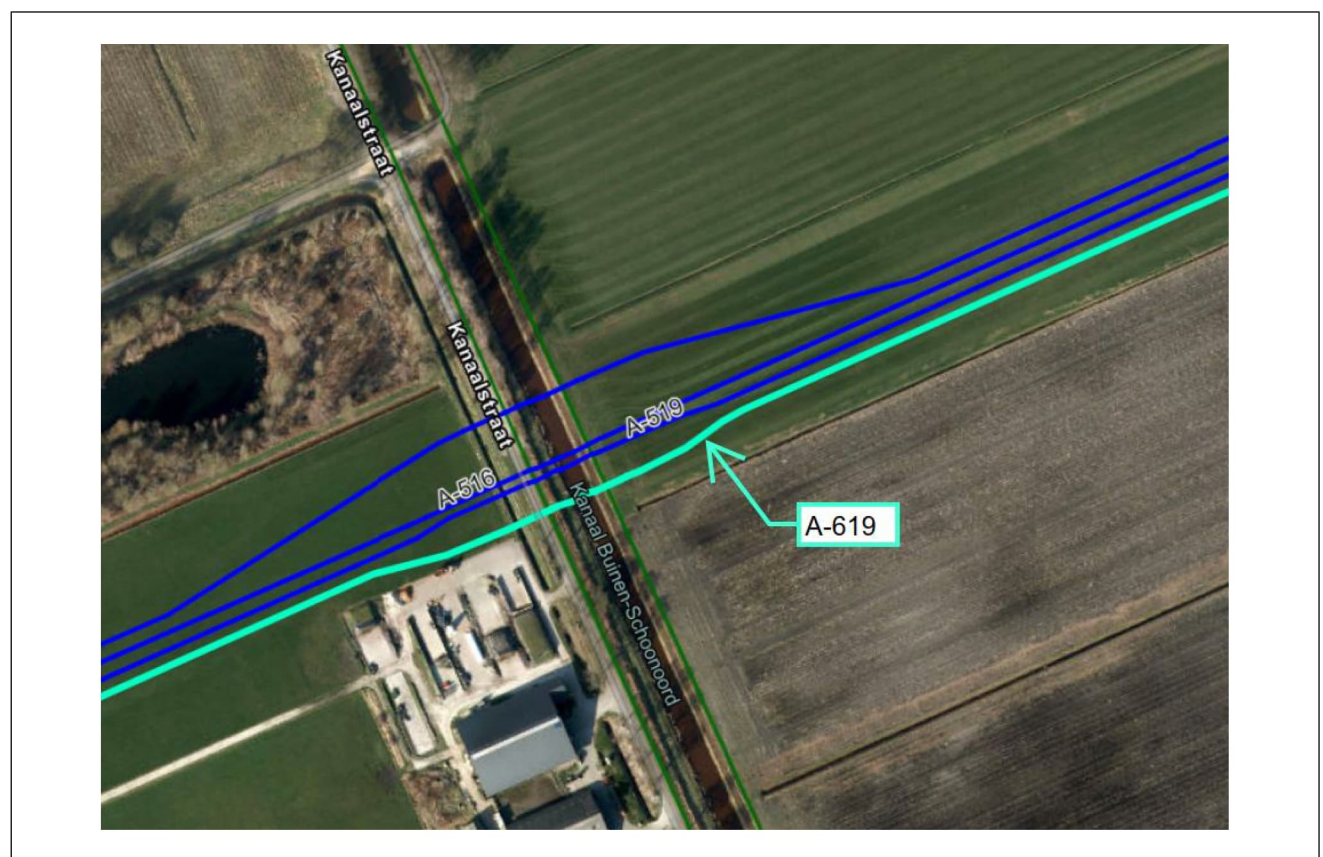
Aangezien deze kruising in 1991 gelegd is, is de Bijlage E van de NEN3651 niet van toepassing op de bestaande kruising van de A-619 met het Kanaal Buinen-Schoonoord. Daarom wordt in dit rapport getoetst in hoeverre de kruising voldoet aan de specifieke eisen van de NEN3651.

5 Analyse additionele eisen NEN3651 bij Buinen-Schoonoord kruising (ten noorden Eeserveen)

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 het Kanaal Buinen-Schoonoord (ten noorden van Eeserveen).

² Conform www.vaarweginformatie.nl



Figuur 5-2: Weergave Kanaal Buinen-Schoonoord (Street Smart) t.p.v. Kanaalstraat

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
+13,4 m NAP (zomerpeil)	+13,6 m NAP	+14,6 m NAP
+13,3 m NAP (winterpeil)		

Tabel 5-1: Waterpeilen Hoofdkanaal en naastgelegen maaiveldhoogte

Uit deze gegevens blijkt dat er geen risico is op overstromen van het achterland. Het waterschap heeft aangegeven dat hierdoor de waterveiligheid gegarandeerd is.

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 en is bij de westelijke kering de leiding zelfs verdiept gelegd. Gesteld kan worden dat de leiding diep is aangelegd. 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 verstoringszone 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.

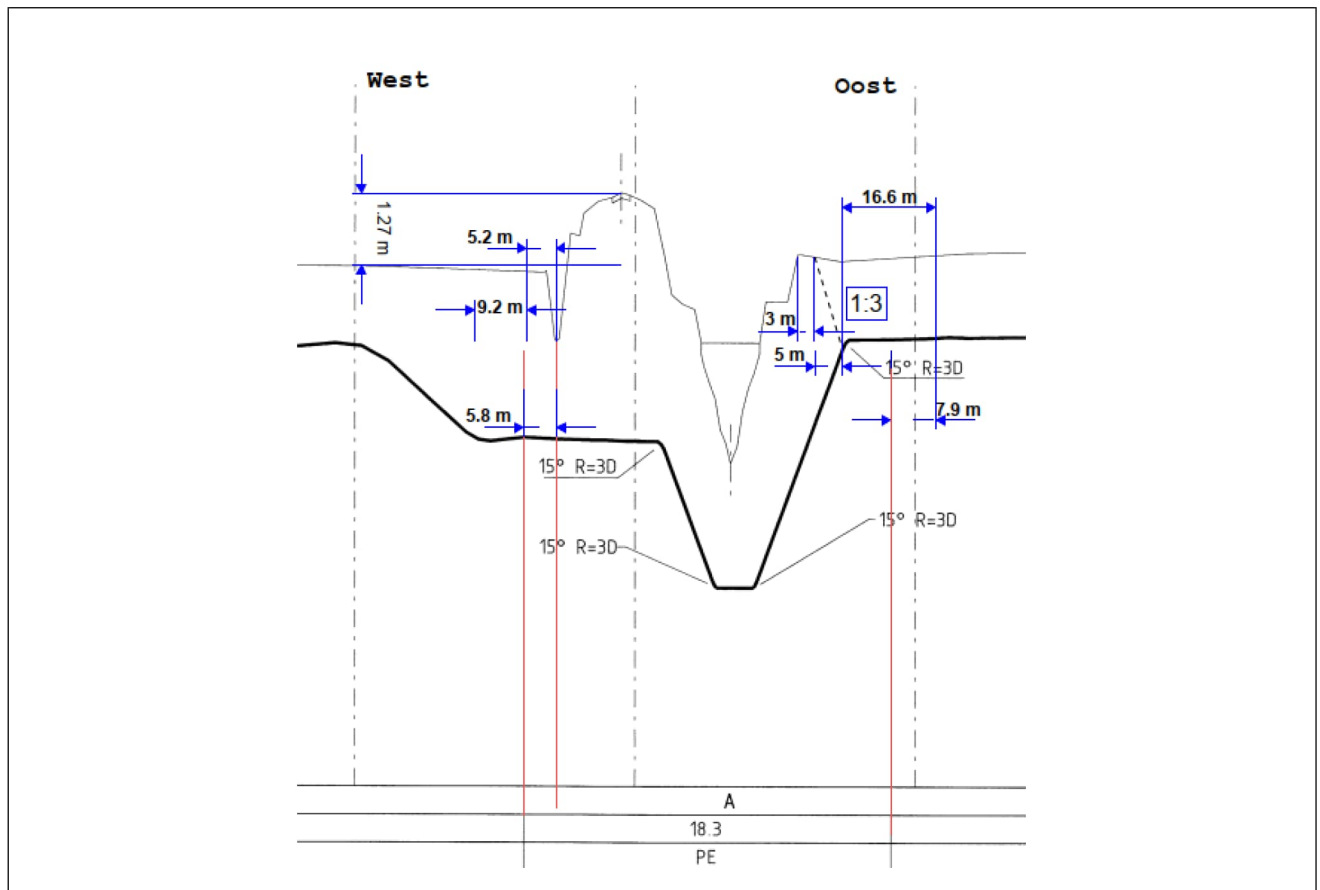
Binnen de veiligheidszone van het waterstaatswerk gelden een aantal additionele eisen, welke in de volgende paragrafen worden behandeld:

- 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 9,2 m aan de westzijde en 16,6 m aan de oostzijde van de kering.

Aan de *westzijde* van het Kanaal Buinen-Schoonoord is de stabiliteitszone van het waterstaatswerk bepaald op $4 \times 1,3 \text{ m} = 5,2 \text{ m}$ (zie figuur 5-3). In totaal is de veiligheidszone aan de westzijde gelijk aan $9,2 \text{ m} + 5,2 \text{ m} = 14,4 \text{ m}$. De wanddikte in de kruisingssectie die groter is dan de wanddikte toegepast in de veldstrekking komt echter 8,6 m tekort.

Aan de *oostzijde* van het Kanaal Buinen-Schoonoord is de kruin van het werk gelijk aan het maaiveld, derhalve is de stabiliteitszone van het waterstaatswerk bepaald door een helling van 1:3 gerekend vanaf de kruinlijn van de waterkering (waarbij de kruinbreedte 3 m is). Dit geeft een horizontale afstand van 8 m vanaf de insteek van de kering (zie figuur 5-3). In totaal is de veiligheidszone aan de oostzijde gelijk aan $8,0 \text{ m} + 16,6 \text{ m} = 24,6 \text{ m}$. De wanddikte in de kruisingssectie die groter is dan de wanddikte toegepast in de veldstrekking komt echter 7,9 m tekort.



Figuur 5-3 Belangrijke kenmerken van het waterstaatswerk aan west- en oostzijde 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 de bijlage 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 Kanaal Buinen-Schoonoord op het diepste punt +11,25 m NAP is. De bovenkant van de leiding ter plaatse van het diepste punt van het kanaal ligt op +9,04 m NAP. Dit geeft een minimale dekking van 2,21 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)

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 westzijde en oostzijde van de kruising de toegepaste wanddikte van 18,3 mm niet voldoende ver van de waterkering is toegepast: de veiligheidszone is namelijk groter. Aan de westzijde is een sectie van ca. 9 m en aan de oostzijde een sectie van ongeveer 7,9 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.

³ Conform www.vaarwegeninformatie.nl

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 waterstaatswerken 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-047-1' blijkt dat de leiding op sterkte is getest op 96 barg. Dit is lager dan waar de leiding in de kruising op had getoetst 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, 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 beproevingsdruk⁵ van 86,5 barg respectievelijk 83 barg. De leiding voldoet aan de algemene eis voor sterktebeproeving, maar voldoet niet aan de zwaardere beproevings-eis die specifiek geldt voor de 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 (alsook bij de Gasunie) wordt een additionele factor van 1,1 toegepast. Uit de detailkaart met referentie 'A-619-XZ-047-1' blijkt dat de dichtheidsbeproeving is uitgevoerd met een druk van 88 bar.

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

⁵ Omhoog afgerond naar 0,5 barg.

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 sprake is van verheeld achterland (aan weerskanten van het waterstaatswerk), waardoor damwanden niet benodigd zijn.

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

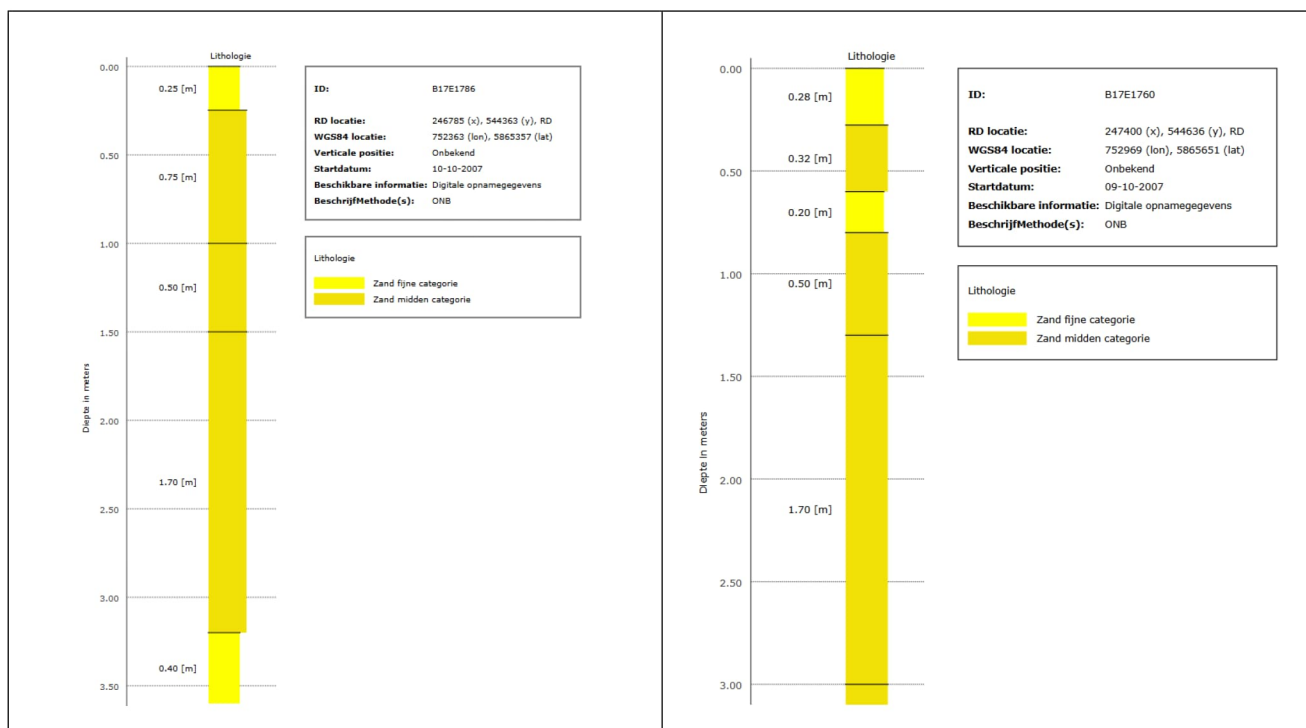
6 Sterkteberekening conform NEN3650

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 een 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 kering gevonden. De beschikbare boringen en het geologisch grondprofiel zijn toegevoegd in Bijlage A.2.

Aan beide zijdes van het Kanaal Buinen-Schoonoord ligt de buisleiding voornamelijk in zand. In sommige boringen ligt er boven de leiding een veenlaag. Als een conservatieve aanname voor het berekenen van de veiligheidszone is grondtype zand aangenomen. In figuur 6-1 zijn de representatieve boringen weergegeven.

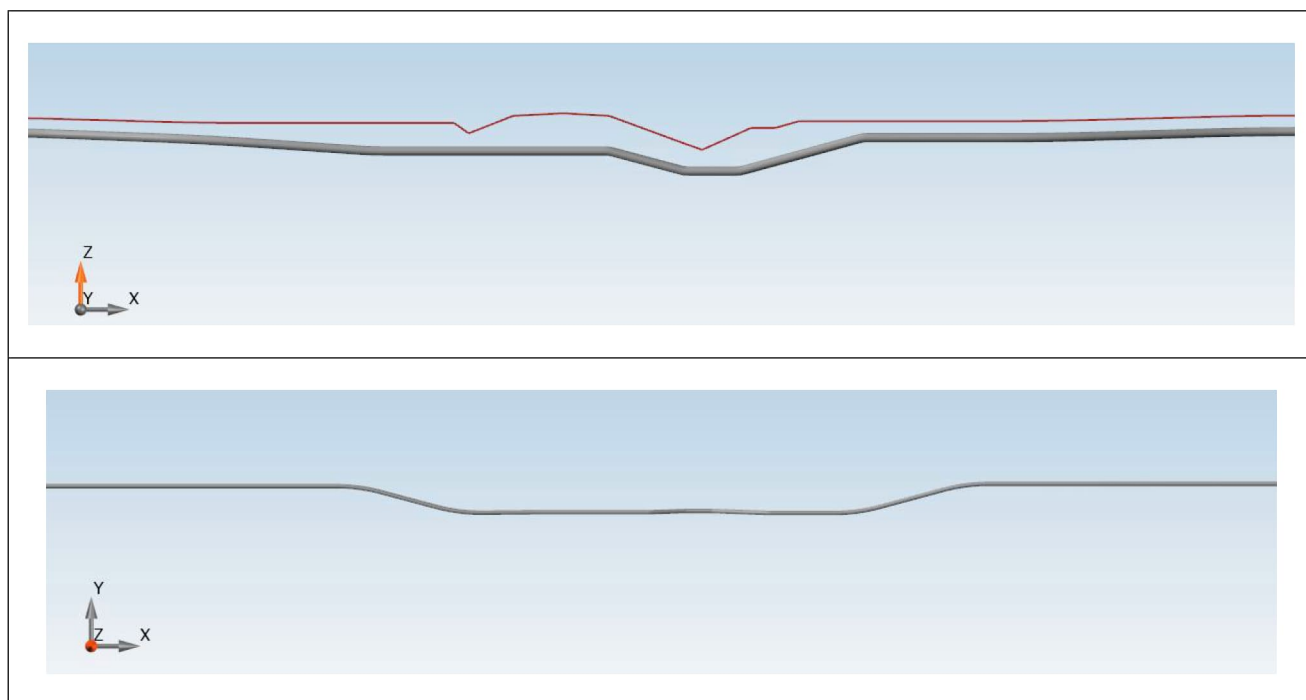


Figuur 6-1- Grondboringen⁶ kruisung westzijde (links) en oostzijde (rechts)

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	+13,7 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 toegepast op basis van de waarden uit de NEN 3650-1, tabel C.8 tot en met C.10. De leiding ligt ter hoogte van de kruising in zandgrond.

Voor het bepalen van het uitvoeringszakkingsverschil is aangenomen dat de kruising van de A-619 met het Kanaal Buinen-Schoonoord is aangelegd met een zinker en dat direct na de bovenbocht van de zinker een tie-in is aangebracht. Voor de bepaling van het uitvoeringszakkingsverschil is deze uitsluitend meegenomen ter hoogte van de te toetsen kruising. Voor de leiding in open ontgraving 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.

Locatie	Tabel NEN 3650-1	Grondsoort	Pijp	Waarde [mm]
Tie-in	C.10	Zand	DN1200	-30
Talud natte zinker	C.10	Zand	DN1200	-60

Tabel 6-3: Uitvoeringszakkingsverschil

Toelichting toegepast verloop van de 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.

Locatie	Grondsoort	Pijp	Extra / minder ontgraving [mm]	Waarde [mm]
Tie-in	Zand	DN1200	250	-5

Tabel 6-4: Additionele uitvoeringszakkingsverschil

Toelichting toegepast verloop van de additionele uitvoeringszakking

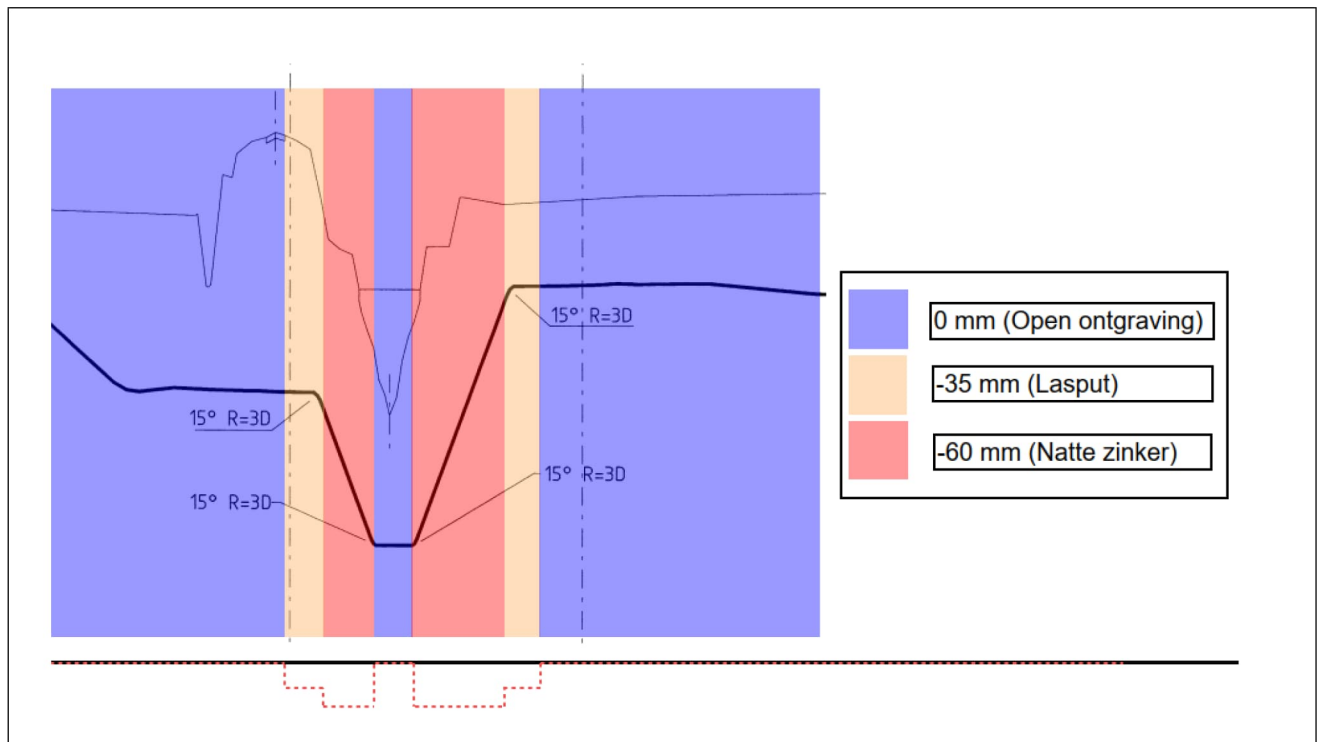
De overgangen van uitvoeringszakkingverschillen zijn abrupt genomen, dit is een conservatieve aanname.

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

Locatie	Uitvoeringszakkingsverschil [mm]	Add. Uitvoeringszakkingsverschil [mm]	Totaal [mm]
Tie-in	-30	-5	-35
Talud natte zinker	-60	0	-60

Tabel 6-5: Totale uitvoeringszakkingsverschil

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



Figuur 6-3: Uitvoeringszakingsverschil en schematische weergave bouwput

In de berekening is op de totale uitvoeringszakkingverschil 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 $0,09 \text{ kg/m}^3$.

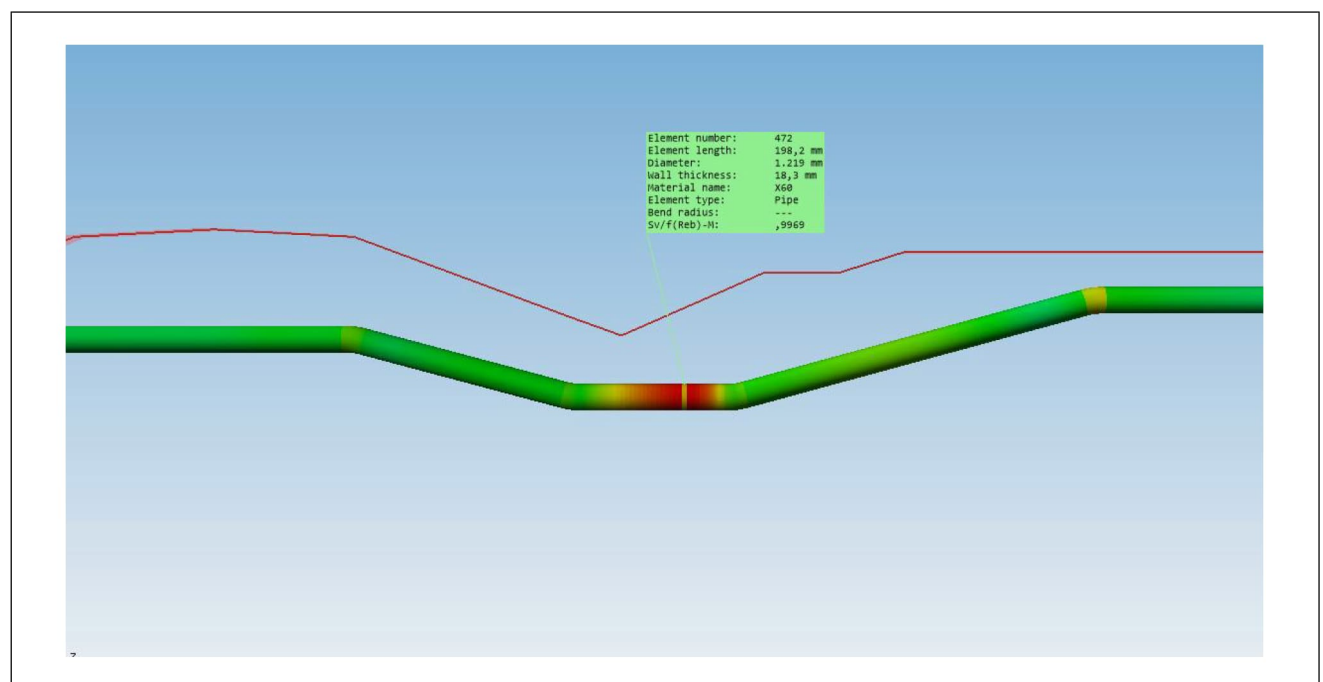
6.7 Resultaat spanningen en vervormingen

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 NEN 3650-2. 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 bij de BC3 toets.

Belastingcombinatie	Spanningsratio	Vervormingsratio
BC 2	0,89	-
BC 3 – Afkoelen	0,92	$3,27 / 5 = 0,65$
BC 4 – Opwarmen	0,997	$1,89 / 5 = 0,38$
BC 4 – Afkoelen	0,64	$1,11 / 5 = 0,22$

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

De maximale spanning voor de belastingcombinaties BC3 en BC4 is berekend in het midden van de zinker en bedraagt 99,7% 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 leiding voldoet 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 westzijde is er een sectie van ca. 9 m en aan de oostzijde een sectie van ca. 7,9 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 waterkering beheerder 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 volgens het waterschap 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

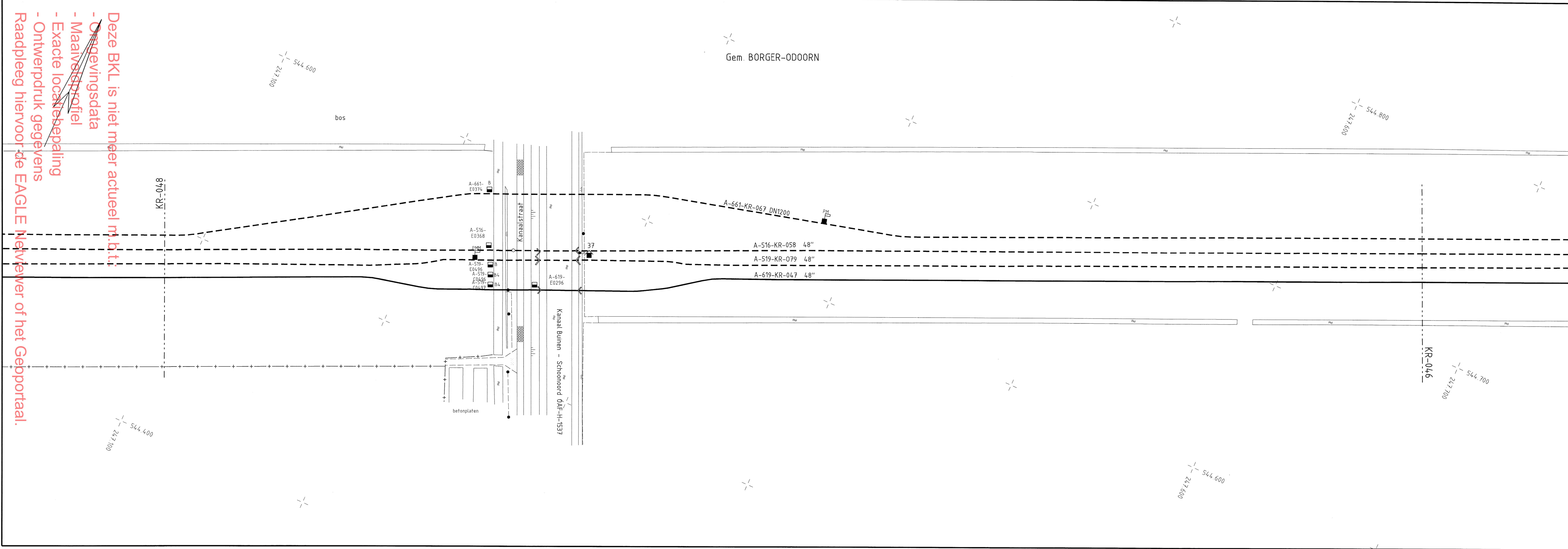
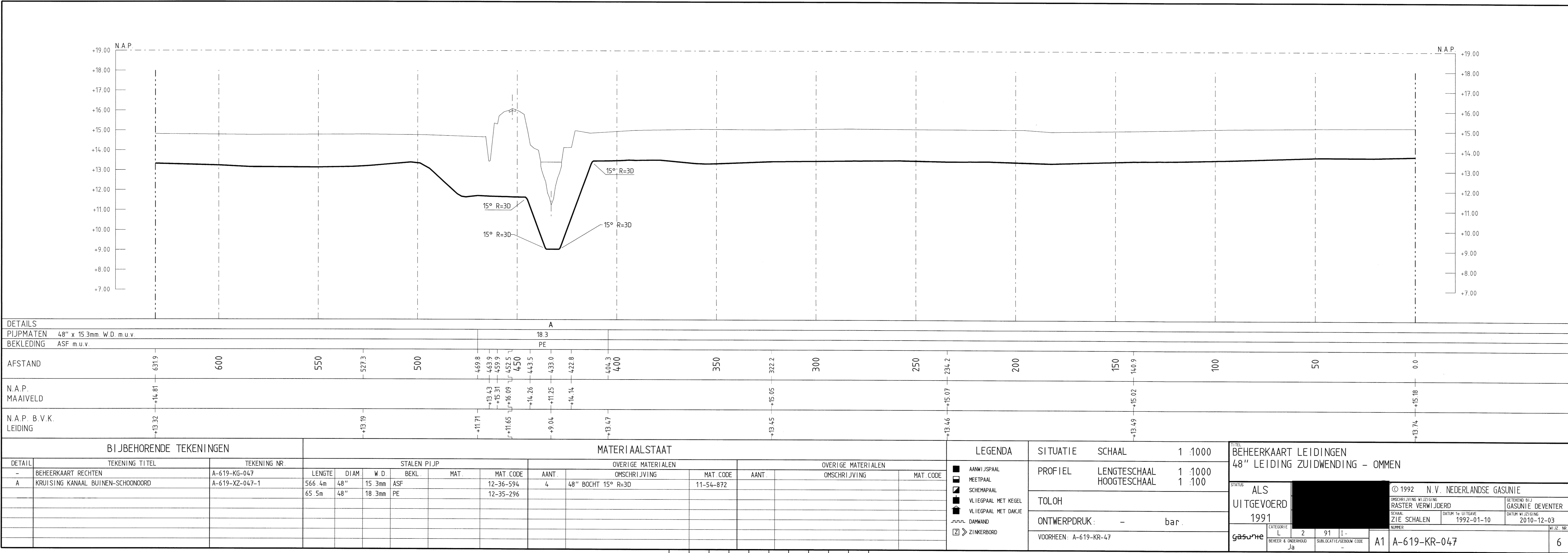
Tekeningen

Tekeningnummer	Titel	Revisie	Datum
A-619-KR-047	Beheerkaart leiding – 48" leiding Zuidwending - Ommen	6	03-12-2010
A-619-XZ-047-1	Detailkaart – Kruising met Kanaal Buinen-Schoonoord	2	31-08-1990

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

- Omgevingsdata
- Maatvoorschrift
- Exacte locatiesepaling
- Ontwerpdruk gegevens

Raadpleeg hiervoor de EAGLE Netviewer of het Geoportaal.

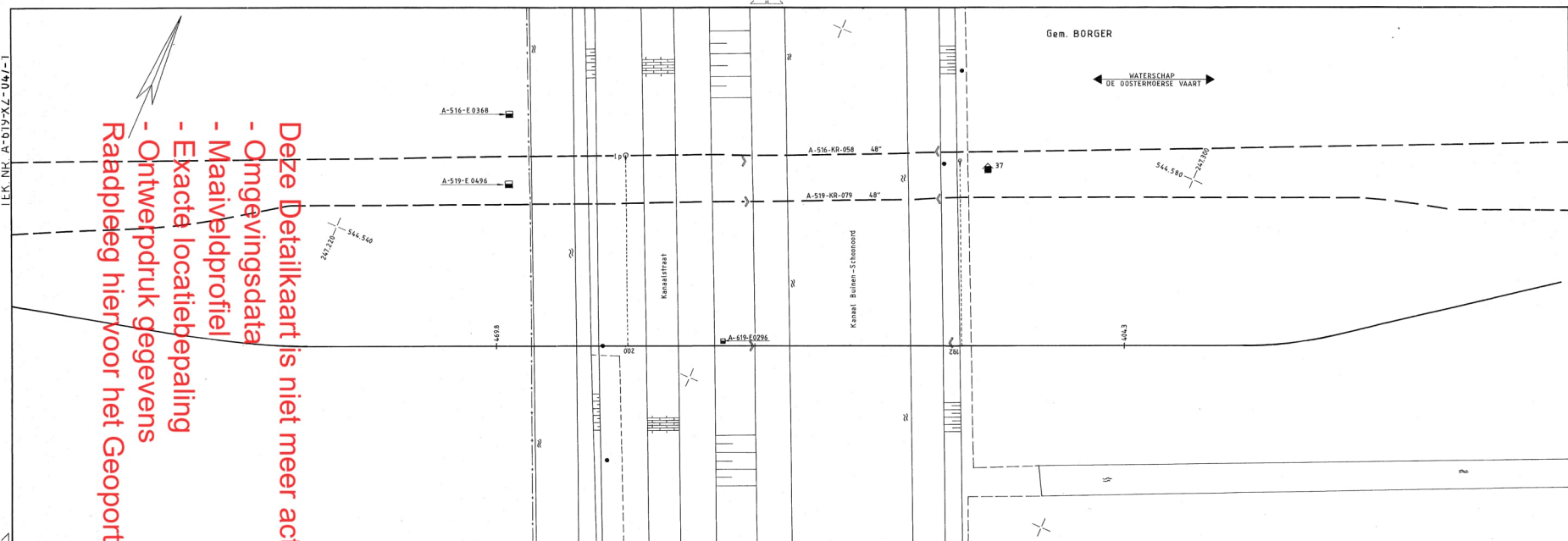
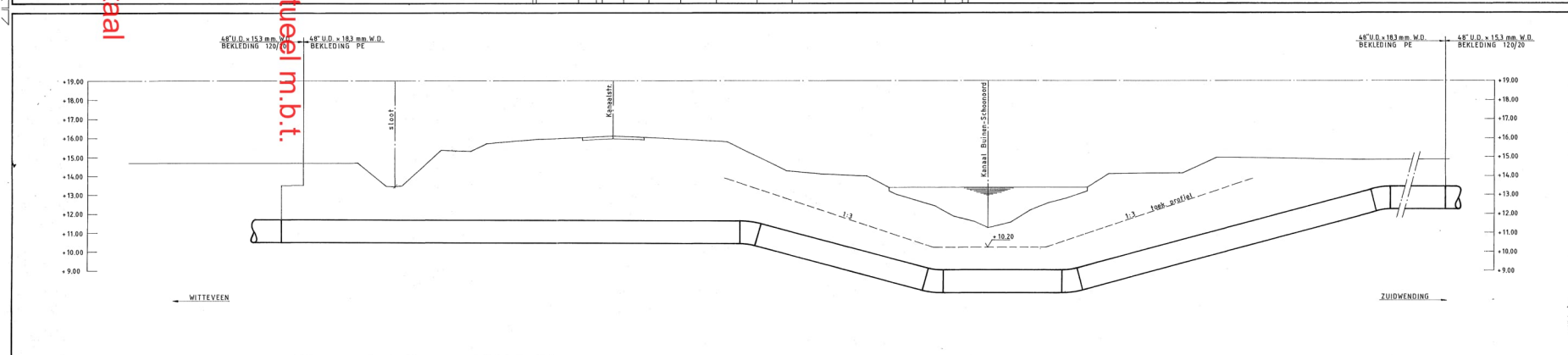


DETAILS		A																												
PIJPMATEN		48" x 15.3mm W.D. m.u.v.																												
BEKLEIDING		ASF m.u.v.																												
AFSTAND		631.9	600	550	527.3	500	469.8	463.9	459.9	450	443.5	433.0	422.8	404.3	400	350	322.2	300	250	234.2	200	150	140.9	100	50	0.0				
N.A.P. MAAIVELD		+14.81					+11.71	+13.43	+15.31	+16.09	+14.26	+11.25	+14.14				+15.05							+15.02		+15.18				
N.A.P. B.V.K. LEIDING		+13.32			+13.19		+11.65					+9.04		+13.47			+13.45							+13.49		+13.74				
BIJBEHORENDE TEKENINGEN												MATERIAALSTAAT										LEGENDA		SITUATIE	SCHAAL	1 : 1000	TITEL			
DETAIL	TEKENING TITEL	TEKENING NR.					STAAL PIJP					OVERIGE MATERIALEN					OVERIGE MATERIALEN					SITUATIE		SCHAAL	1 : 1000	BEHEERKAART LEIDINGEN				
-	BEHEERKAART RECHTEN	A-619-KG-047					LENGTE	DIAM	W D	BEKL	MAT.	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	AANT.	OMSCHRIJVING	MAT. CODE	PROFIEL		LENGTESCHAAL	1 : 1000	48" LEIDING ZUIDWENDING - OMNEN				
A	KRUISING KANAAL BUIJNEN-SCHOONOORD	A-619-KZ-047-1					566.4m	48"	15.3mm	ASF		12-36-594	4	48" BOCHT 15° R=30	11-54-872							TOLOH		HOOGTESCHAAL	1 : 100					
							65.5m	48"	18.3mm	PE		12-35-296										ONTWERPDRUK:		-	bar					
																						VOORHEEN:		A-619-KR-47						

Deze Detailkaart is niet meer actueel m.b.t.

- Omgevingsdata
- MaaiVELprofiel
- Exacte locatiebepaling
- Ontwerpdruk gegevens

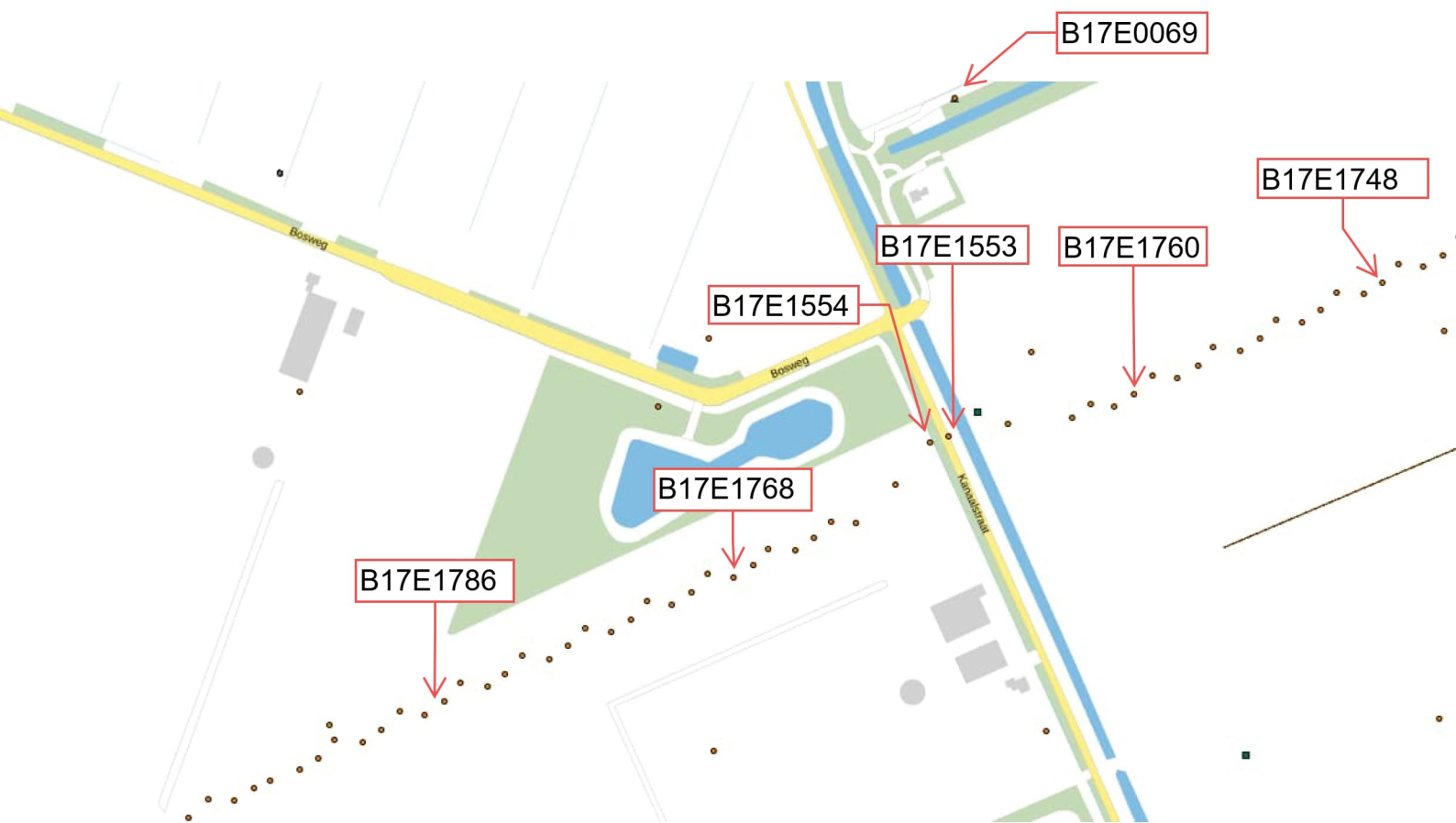
Raadpleeg hiervoor het Geoportaal

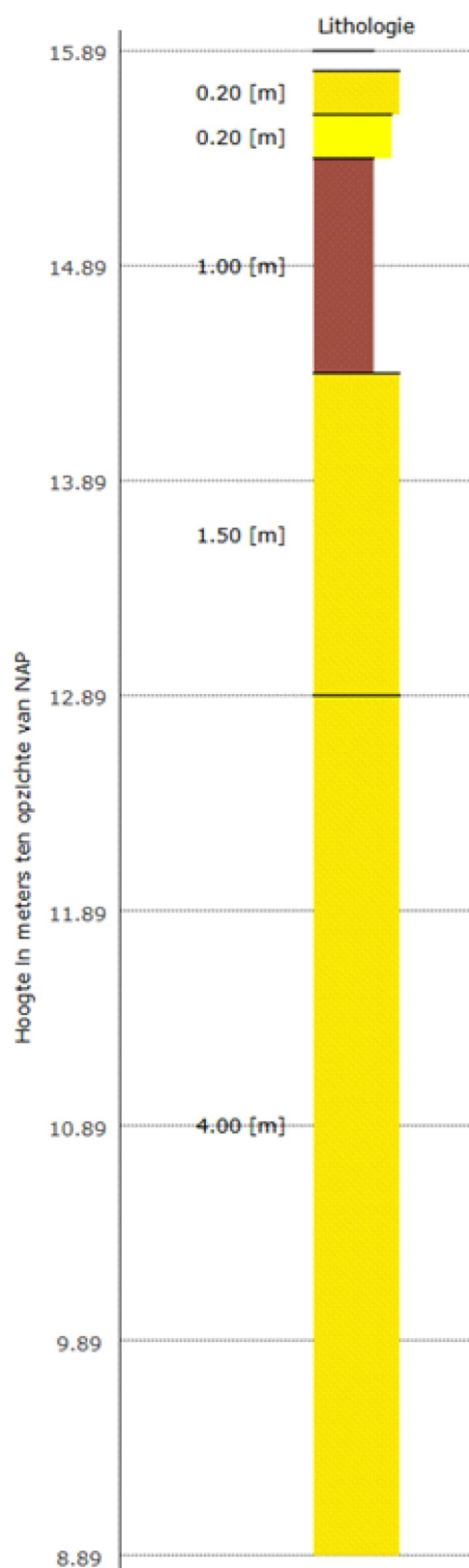
[illegible]

Bijlage A.2

Relevante onderdelen uit het bodemonderzoek

Referentie	Titel	Revisie	Datum
B17E1553	DINOloket boring	-	31-01-2008
B17E1554	DINOloket boring	-	31-01-2008
B17E1768	DINOloket boring	-	10-10-2007
B17E1786	DINOloket boring	-	10-10-2007
B17E1760	DINOloket boring	-	09-10-2007
B17E1748	DINOloket boring	-	09-10-2007
B17E0069	DINOloket grondwaterstand	-	14-03-1983 – 31-08-2020





ID: B17E1553

RD locatie: 247234 (x), 544599 (y), RD

WGS84 locatie: 752804 (lon), 5865609 (lat)

Verticale positie: 15.89 [m] (NAP)

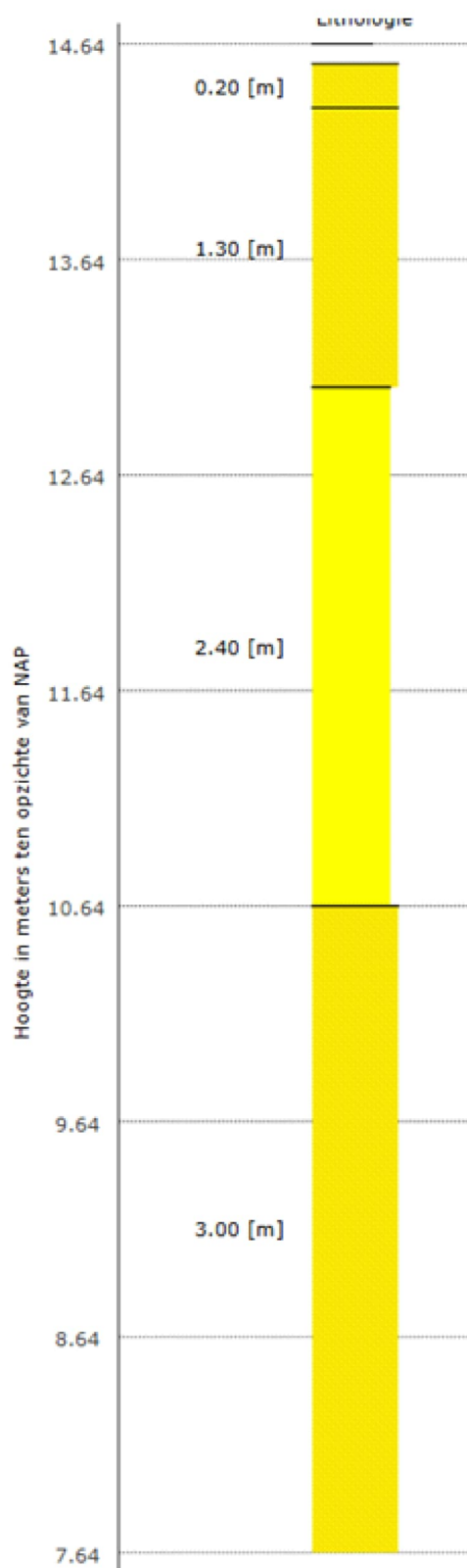
Startdatum: 31-01-2008

Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

- Veen
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Niet benoemd



ID: B17E1554

RD locatie: 247218 (x), 544593 (y), RD

WGS84 locatie: 752788 (lon), 5865602 (lat)

Verticale positie: 14.64 [m] (NAP)

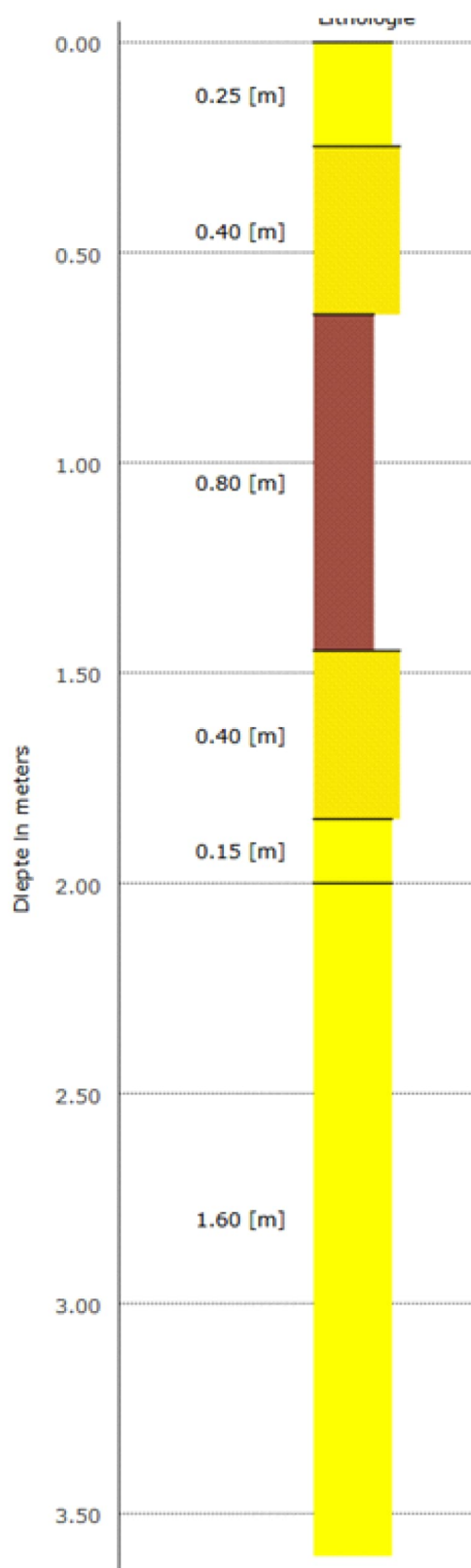
Startdatum: 31-01-2008

Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Niet benoemd



ID: B17E1768

RD locatie: 247114 (x), 544508 (y), RD

WGS84 locatie: 752687 (lon), 5865514 (lat)

Verticale positie: Onbekend

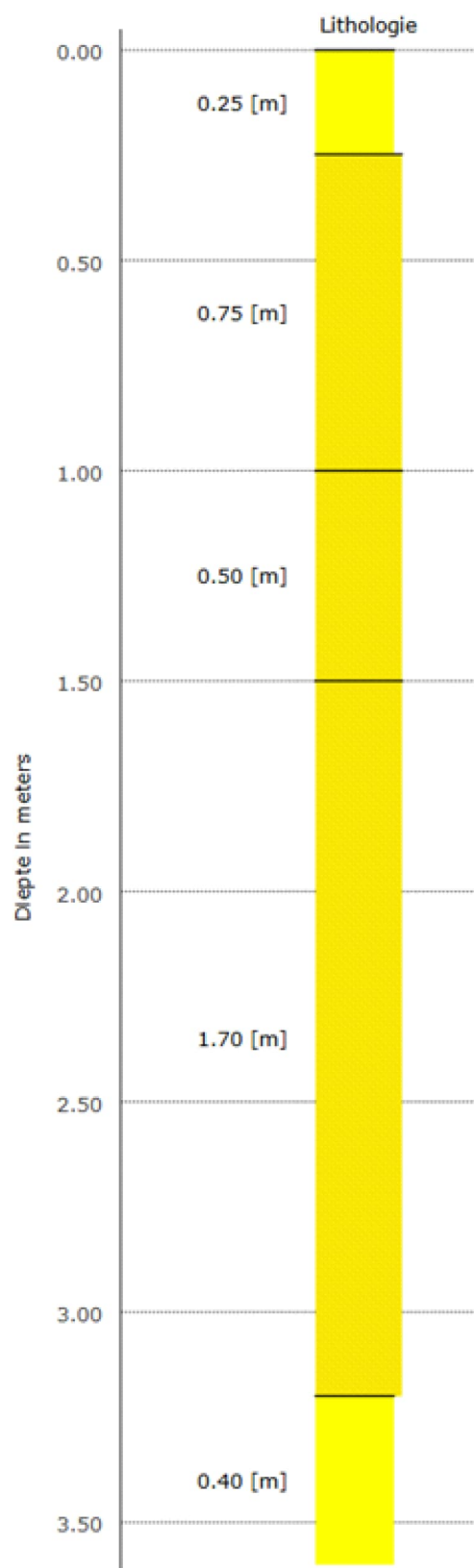
Startdatum: 10-10-2007

Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

- Veen
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie



ID: B17E1786

RD locatie: 246785 (x), 544363 (y), RD

WGS84 locatie: 752363 (lon), 5865357 (lat)

Verticale positie: Onbekend

Startdatum: 10-10-2007

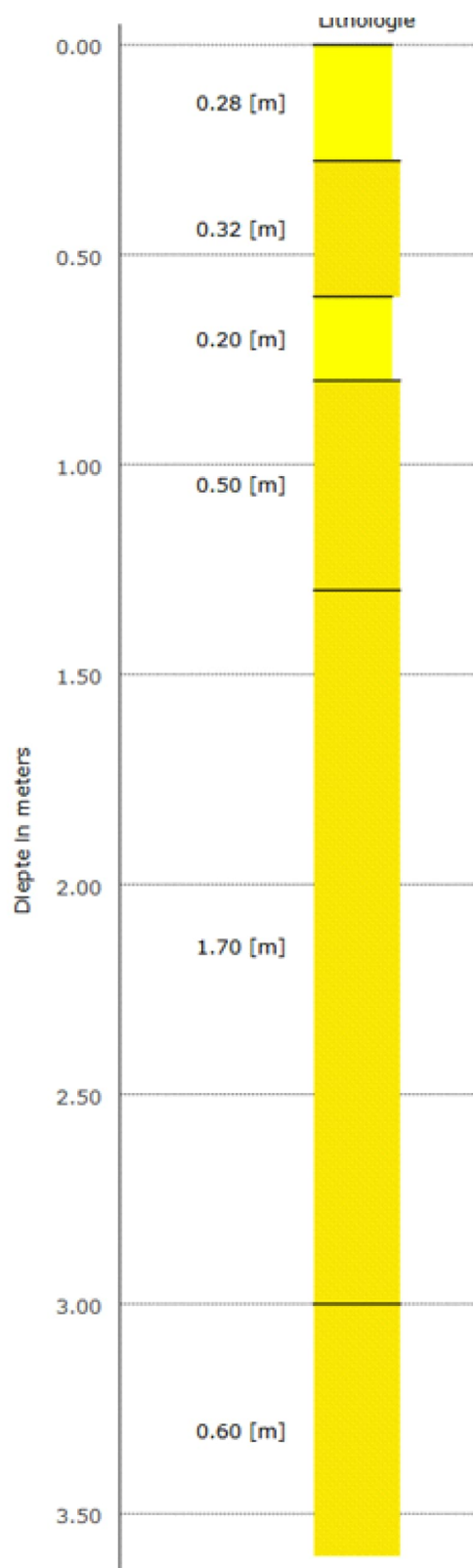
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

 Zand fijne categorie

 Zand midden categorie



ID: B17E1760

RD locatie: 247400 (x), 544636 (y), RD

WGS84 locatie: 752969 (lon), 5865651 (lat)

Verticale positie: Onbekend

Startdatum: 09-10-2007

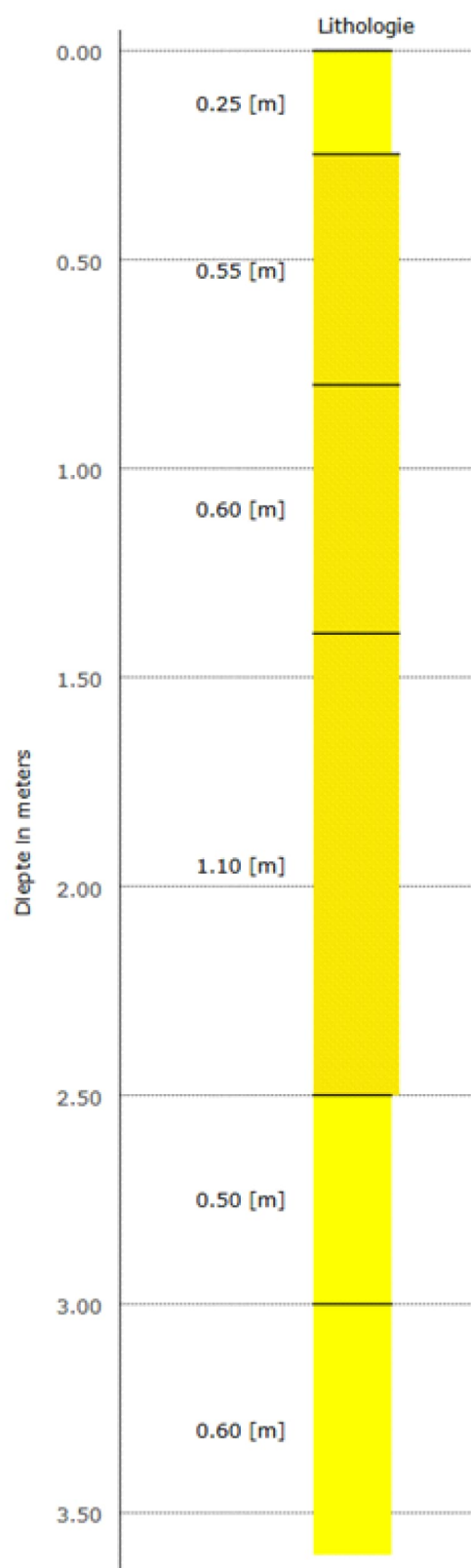
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

Zand fijne categorie

Zand midden categorie



ID: B17E1748

RD locatie: 247622 (x), 544736 (y), RD

WGS84 locatie: 753187 (lon), 5865758 (lat)

Verticale positie: Onbekend

Startdatum: 09-10-2007

Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens

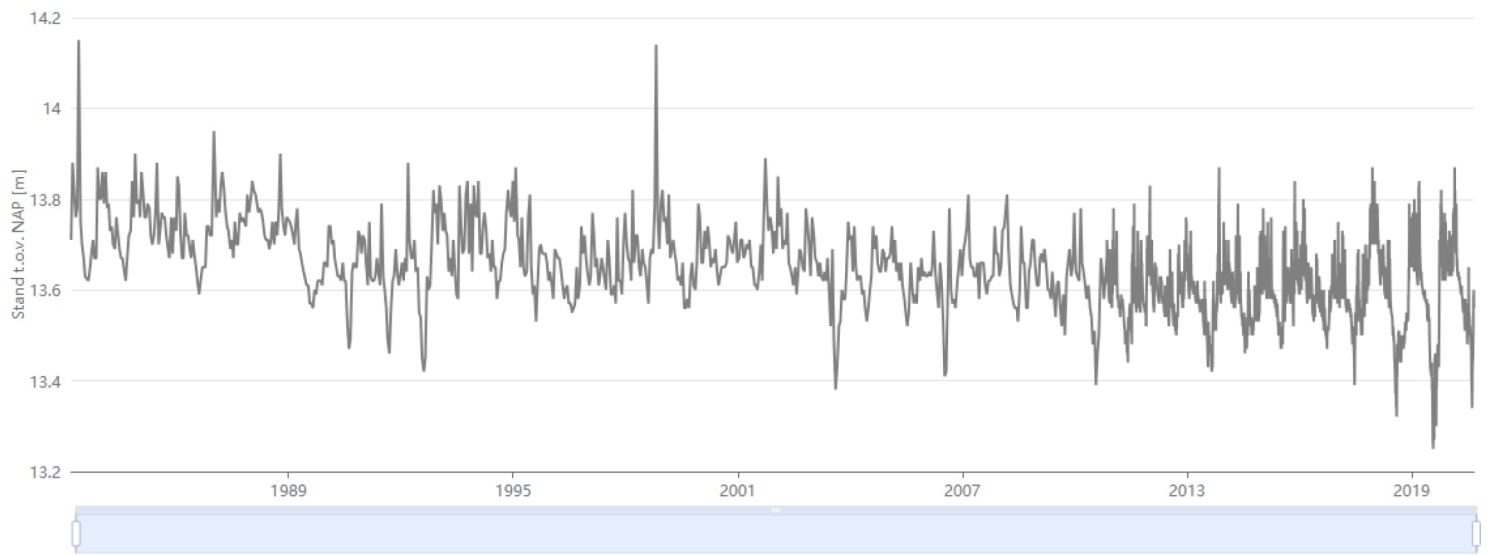
BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

 Zand fijne categorie

 Zand midden categorie

B17E0069



Bijlage A.3

Berekening verstoringszone

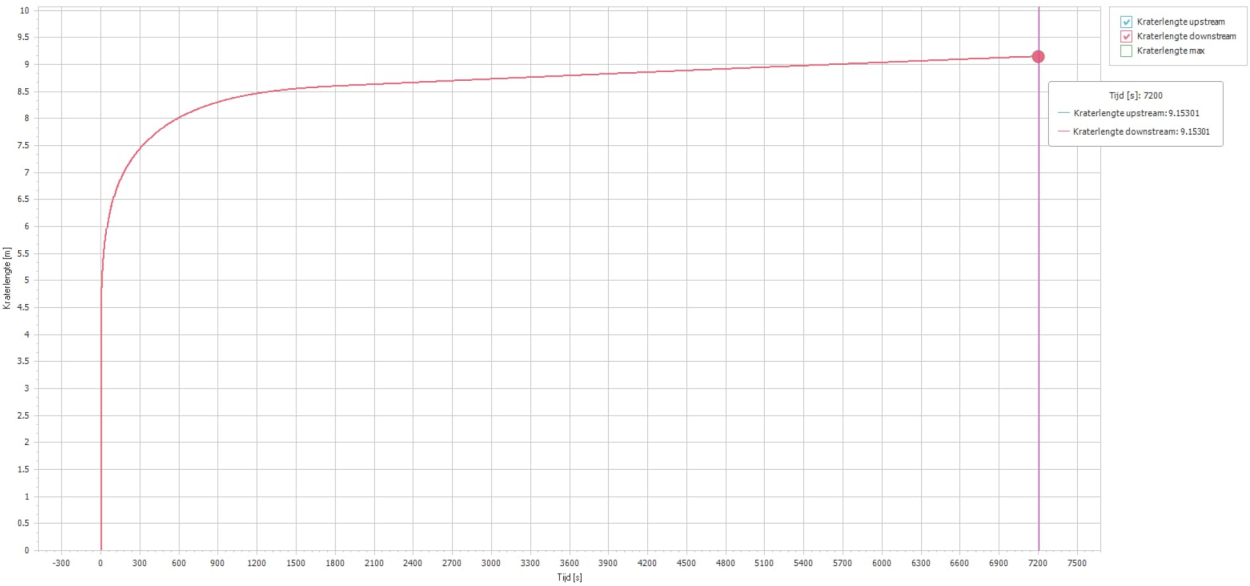
Berekening
Verstoringszone – westzijde – Resultaat en invoer Gas Uitstroom Effecten tool (Deltares)
Verstoringszone – oostzijde – Resultaat en invoer Gas Uitstroom Effecten tool (Deltares)

Buinen-Schoonoord (ten N Eeserveen) – Westzijde

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]	3	Warmtecapaciteit verh. [-]	1.41	Krater diepte [m]	4.9504	Scheurlengte verweking[m]	9999
		Berekening gebaseerd op	Uitstroom	Einde berekening [s]	7200	Grondwater [m -maaiveld]	1.1

Resultaat Gas Uitstroom Effecten tool

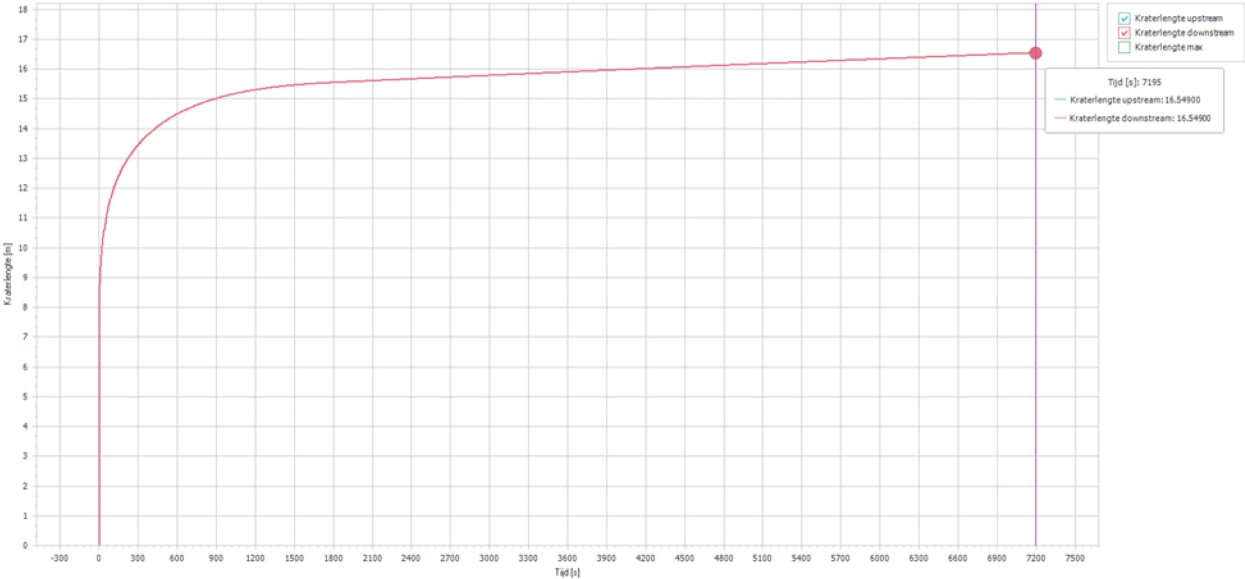


Buinen-Schoonoord (ten N Eeserveen) – Oostzijde

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]	1.4	Warmtecapaciteit verh. [-]	1.41	Krater diepte [m]	3.3504
		Berekening gebaseerd op	Uitstroom	Einde berekening [s]	7200
				Vochtigheid grond [%]	5
				Coëfficiënt grond R(w) [-]	0.041
				Scheurlengte verwerking[m]	9999
				Grondwater [m -maaiveld]	1.1

Resultaat Gas Uitstroom Effecten tool



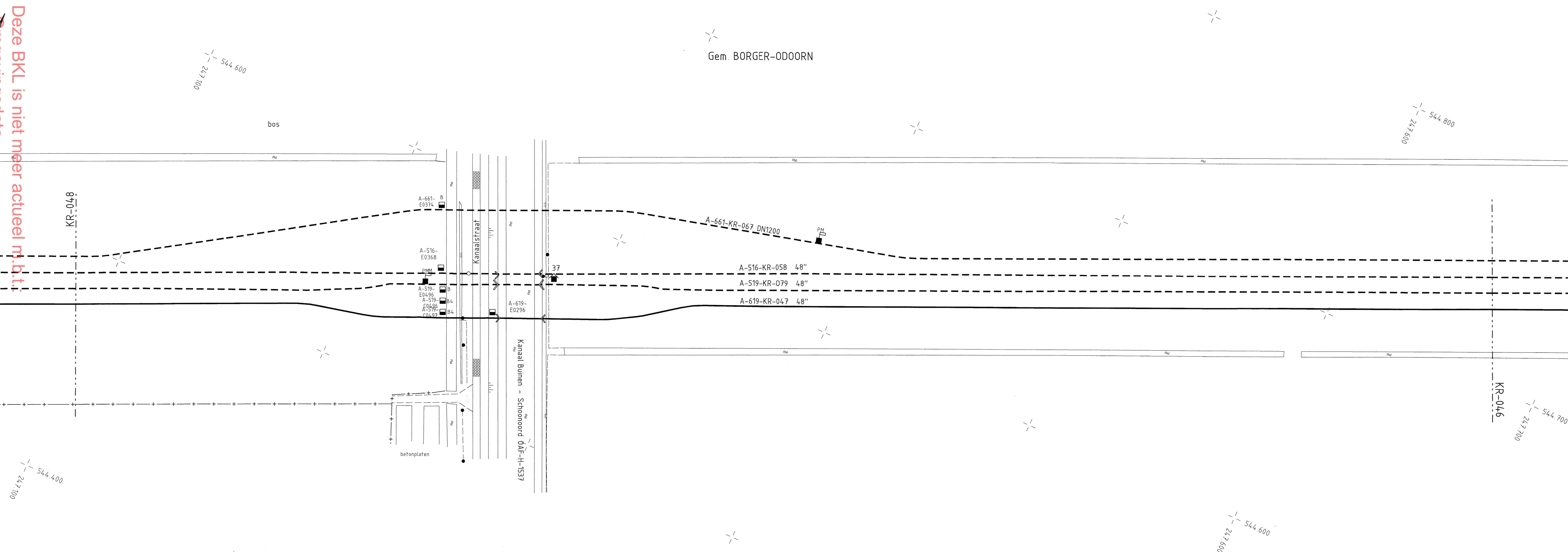
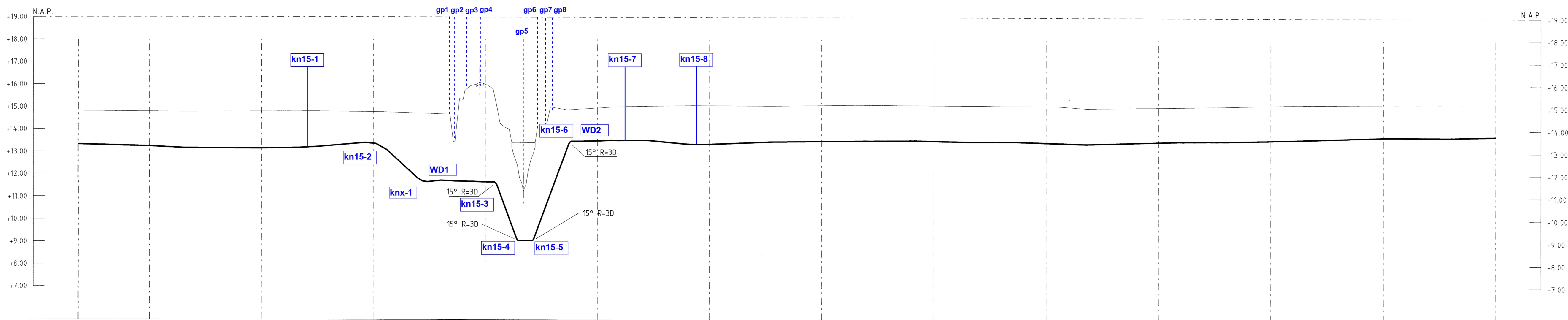
Bijlage A.4

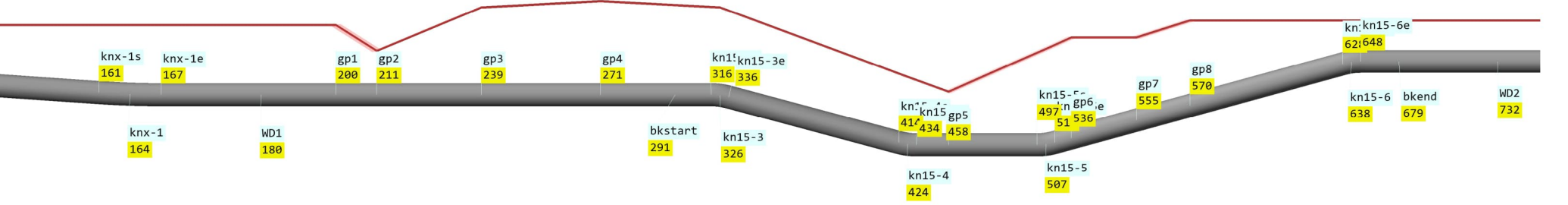
Idents in berekeningen

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

- Omgevingsdata
- Maatwerkprofiel
- Exacte locaal bepaling
- Ontwerpdruk gegevens

Raadpleeg hiervoor de EAGLE Netviewer of het Geoportaal.

[illegible]



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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [17-3-2026;occ.:10]

Identifier	GROUND1	UNCV1	GROUND2	UNCV2
	mm	mm	mm	mm
1 start	14810	0		
2 gp1	14810	0		
3 gp2	13430	0		
4 gp3	15750	0		
5 gp4	16090	0		
6 kn15-3	15750	0		
7 gp5	11250	0		
8 gp6	14140	0		
9 gp7	14140	0		
10 gp8	15050	0		

W-LEVEL - (Ground) water level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [25-3-2025;occ.:4]

Identifier	WATER1	UNCV1	WATER2	UNCV2	WEIGHT
	mm	mm	mm	mm	N/mm ³
1 start	13700	0			9,79E-06

SLAYER - Soil layers

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

LAYER	TYP	SUB	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 (F) Peat; moderately preloaded; moderate	Peat		1...E	1...E	15...	10	,00...	,025	,3	,4	,200	,10	,25	8	,75	
2 Sand; slightly silty/clayey	San	Slig	1...E	2...E	29...	20	0		,3	2,4	,075	,02	16...	4	42...	

SPRLAY - Soil profile layers

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

PROFILE	LAYER	HEIGHT
		mm
1 B17E1768	Sand; slightly silty/clayey	6,500E+2
2 B17E1768	(F) Peat; moderately preloaded; moderate	8,000E+2
3 B17E1768	Sand; slightly silty/clayey	1,000E+4
4 B17E1768_VeenVervangen	Sand; slightly silty/clayey	1,500E+4
5 GP	Sand; slightly silty/clayey	1,500E+4
6 GP west	Sand; slightly silty/clayey	4,000E+2
7 GP west	(F) Peat; moderately preloaded; moderate	1,000E+3
8 GP west	Sand; slightly silty/clayey	5,000E+3

SLOC - Soil profile locations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

IDENT	PROFILE1	PROFILE2	SOIL	SOIL	INSTALL1	INSTALL2	DEFO	DEFO
1 start	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
2 Start1	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
3 kn15-1	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
4 kn15-2	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
5 knx-1	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
6 WD1	B17E1768_VeenVerva	B17E1768_VeenVerva	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
7 gp1	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
8 gp2	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
9 gp3	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
10 gp4	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
11 bkstart	B17E1768_VeenVerva		Real		TrenchCompressed		Slow	
12 kn15-3s	B17E1768_VeenVerva	B17E1768_VeenVerva	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
13 kn15-3	B17E1768_VeenVerva	B17E1768_VeenVerva	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow
14 kn15-3e	B17E1768_VeenVerva	B17E1768_VeenVerva	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow
15 kn15-4s	GP	GP	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow
16 kn15-4	GP		Real		TrenchUnCompressed		Slow	
17 kn15-4e	GP	GP	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow
18 gp5	GP		Real		TrenchUnCompressed		Slow	
19 kn15-5s	GP	GP	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow
20 kn15-5	GP		Real		TrenchUnCompressed		Slow	
21 kn15-5e	GP	GP	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow

SLOC - Soil profile locations
PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	IDENT	PROFILE1	PROFILE2	SOIL	SOIL	INSTALL1	INSTALL2	DEFO	DEFO
22	gp6	GP		Real		TrenchUnCompressed		Slow	
23	gp7	GP		Real		TrenchUnCompressed		Slow	
24	gp8	GP		Real		TrenchUnCompressed		Slow	
25	kn15-6s	GP	GP	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchUnCompressed	Slow	Slow
26	kn15-6	GP	GP	Real	Real	TrenchUnCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
27	kn15-6e	GP	GP	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
28	bkend	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
29	WD2	GP	GP	Real	Real	TrenchCompressed	TrenchCompressed	Slow	Slow
30	kn15-7	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
31	kn15-8	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	
32	end	GP		Real		TrenchCompressed		Slow	

SSET - General soil settings
PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	PROPERTY	VALUE
1	Volume weight of water (Default: 9,81E-06 N/mm³)	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
<ul style="list-style-type: none">• Grafiek van berekende spanningen
<ul style="list-style-type: none">• Berekende spanningen
<ul style="list-style-type: none">• Grafiek van berekende vervorming
<ul style="list-style-type: none">• Berekende vervorming
Belastingcombinatie 4
<ul style="list-style-type: none">• Verkorte invoer
<ul style="list-style-type: none">• Grafiek van berekende spanningen
<ul style="list-style-type: none">• Berekende spanningen
<ul style="list-style-type: none">• Grafiek van berekende vervorming
<ul style="list-style-type: none">• Berekende vervorming

Toets belastingcombinatie 2

Type pijp: Recht, bocht > 40De, elastisch

[illegible]

	Rev.	Datum	Omschrijving				Door	Gec.	Gez.
	0	17-03-26	11_BuinenSchoonoord				Twan Kalthof		
Vestiging	Afdeling	Form A4		Ordernummer	sub	Documentnummer		Sheet 1 van 1	Rev 0



ORIGIN - Pipeline origin

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [17-3-2026;occ.:5]

	IDENT	X-S	Y-S	Z-S	SNODE	SAX-L	SAX-LP
		mm	mm	mm		mm	mm
1	start	0	0	12710			

POLYDIF - Pipeline polygon points (relative)

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:17]

	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	150000	0	12710	48760		600	3000	20		
2	kn15-2	28012	-7506	12591	48760		600	1000	20		
3	knx-1	22000	0	11091	48760		600	1000	20		
4	WD1	7000	0	11091	0			100			
5	kn15-3	24500	0	11091	3600		50	200	20		
6	kn15-4	10000	0	8431	3600		50	200	20		
7	kn15-5	7400	0	8431	3600		50	200	20		
8	kn15-6	16300	0	12861	3600		50	200	20		
9	WD2	7800	0	12861	0			100			
10	kn15-7	16700	0	12861	48760		600	1000	20		
11	kn15-8	30427	8153	12861	48760		600	1000	20		
12	end	150000	0	12861	0			3000			

G-LEVEL - Ground level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [17-3-2026;occ.:10]

	Identifier	GROUND1	UNCV1	GROUND2	UNCV2
		mm	mm	mm	mm
1	start	14810	0		
2	gp1	14810	0		
3	gp2	13430	0		
4	gp3	15750	0		
5	gp4	16090	0		
6	kn15-3	15750	0		
7	gp5	11250	0		
8	gp6	14140	0		
9	gp7	14140	0		
10	gp8	15050	0		

W-LEVEL - (Ground) water level

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [25-3-2025;occ.:4]

	Identifier	WATER1	UNCV1	WATER2	UNCV2	WEIGHT
		mm	mm	mm	mm	N/mm³
1	start	13700	0			9,79E-06

ADIDENT - Additional idents

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [20-2-2026;occ.:10]

	REFIDENT	ΔAX-L	NEWIDENT
		mm	
1	knx-1	10900	gp1
2	knx-1	13200	gp2
3	knx-1	18800	gp3
4	knx-1	25200	gp4
5	kn15-3	12600	gp5
6	kn15-3	19100	gp6
7	kn15-3	22700	gp7
8	kn15-3	25700	gp8
9	start	5000	Start1
10	kn15-3s	-2000	bkstart
11	kn15-6e	2000	bkend

IDENTS - Identification names

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:28]

	IDENT	NODE	X-P	AX-L	AX-LP
			mm	mm	mm
1	start	1	0	0	0
2	Start1	3	5,999E+3	5,999E+3	5,999E+3

IDENTS - Identification names

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:28]

	IDENT	NODE	X-P	AX-L	AX-LP
			mm	mm	mm
3	kn15-1s	65	1,436E+5	1,436E+5	1,436E+5
4	kn15-1	76	1,499E+5	1,500E+5	1,500E+5
5	kn15-1e	87	1,562E+5	1,563E+5	1,564E+5
6	kn15-2s	115	1,716E+5	1,723E+5	1,724E+5
7	kn15-2	126	1,781E+5	1,789E+5	1,790E+5
8	kn15-2e	137	1,846E+5	1,855E+5	1,856E+5
9	knx-1s	161	1,984E+5	1,992E+5	1,993E+5
10	knx-1	164	2,000E+5	2,009E+5	2,010E+5
11	knx-1e	167	2,017E+5	2,026E+5	2,027E+5
12	WD1	180	2,070E+5	2,079E+5	2,080E+5
13	gp1	200	2,110E+5	2,119E+5	2,120E+5
14	gp2	211	2,132E+5	2,141E+5	2,142E+5
15	gp3	239	2,188E+5	2,196E+5	2,197E+5
16	gp4	271	2,251E+5	2,260E+5	2,261E+5
17	bkstart	291	2,291E+5	2,300E+5	2,301E+5
18	kn15-3s	316	2,310E+5	2,319E+5	2,320E+5
19	kn15-3	326	2,315E+5	2,324E+5	2,325E+5
20	kn15-3e	336	2,320E+5	2,329E+5	2,330E+5
21	kn15-4s	414	2,411E+5	2,423E+5	2,420E+5
22	kn15-4	424	2,415E+5	2,427E+5	2,425E+5
23	kn15-4e	434	2,420E+5	2,432E+5	2,430E+5
24	gp5	458	2,437E+5	2,449E+5	2,447E+5
25	kn15-5s	497	2,484E+5	2,497E+5	2,494E+5
26	kn15-5	507	2,489E+5	2,501E+5	2,499E+5
27	kn15-5e	517	2,494E+5	2,506E+5	2,504E+5
28	gp6	536	2,503E+5	2,515E+5	2,512E+5
29	gp7	555	2,537E+5	2,551E+5	2,547E+5
30	gp8	570	2,566E+5	2,581E+5	2,576E+5
31	kn15-6s	628	2,647E+5	2,665E+5	2,657E+5
32	kn15-6	638	2,652E+5	2,670E+5	2,662E+5
33	kn15-6e	648	2,657E+5	2,675E+5	2,667E+5
34	bkend	679	2,677E+5	2,695E+5	2,687E+5
35	WD2	732	2,730E+5	2,748E+5	2,740E+5
36	kn15-7s	750	2,833E+5	2,851E+5	2,843E+5
37	kn15-7	761	2,897E+5	2,915E+5	2,907E+5
38	kn15-7e	772	2,959E+5	2,979E+5	2,971E+5
39	kn15-8s	805	3,139E+5	3,165E+5	3,158E+5
40	kn15-8	816	3,202E+5	3,229E+5	3,222E+5
41	kn15-8e	827	3,266E+5	3,293E+5	3,286E+5
42	end	891	4,701E+5	4,729E+5	4,722E+5

MATL - Material location

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

	Identifier	MATREF	FABMET	MATFACT
1	Start	X60		

ISTROP - Isotropic materials

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [9-5-2025;occ.:2]

	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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

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

WALL - Wall thicknesses

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [16-3-2026;occ.:5]

	Identifier	T-NOM1	COR-AL1	RTOL1	ATOL1	T-NOM2	COR-AL2	RTOL2	ATOL2
		mm	mm	%	mm	mm	mm	%	mm
1	WD1	15,3			0,5	18,3			
2	kn15-3s	18,3			0,5	20,6			
3	kn15-3e	20,6			0,5	18,3			
4	kn15-4s	18,3			0,5	20,6			
5	kn15-4e	20,6			0,5	18,3			
6	kn15-5s	18,3			0,5	20,6			
7	kn15-5e	20,6			0,5	18,3			
8	kn15-6s	18,3			0,5	20,6			
9	kn15-6e	20,6			0,5	18,3			
10	WD2	18,3			0,5	15,3			

COATING - Pipe coatings & Medium in Pipe

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	KLH1	KLH2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	start	0,0055791			1,7	5
2	Start1	0,0055791			1,7	5
3	kn15-1	0,0055971			1,7	5
4	kn15-2	0,0061682			1,7	5
5	knx-1	0,010085			1,7	5
6	WD1	0,010171			1,7	5
7	gp1	0,010171			1,7	5
8	gp2	0,0046079			1,7	5
9	gp3	0,01481			1,7	5
10	gp4	0,016586			1,7	5
11	bkstart	0,015472			1,7	5
12	kn15-3s	0,014939	0,014926		1,7	5
13	kn15-3	0,014912			1,7	5
14	kn15-3e	0,014357	0,014271		1,7	5
15	kn15-4s	0,0081617	0,008113		1,7	5
16	kn15-4	0,0079393			1,7	5
17	kn15-4e	0,0075448	0,0074971		1,7	5
18	gp5	0,0058406			1,7	5
19	kn15-5s	0,011945	0,012013		1,7	5
20	kn15-5	0,012518			1,7	5
21	kn15-5e	0,01297	0,013077		1,7	5
22	gp6	0,014229			1,7	5
23	gp7	0,011158			1,7	5
24	gp8	0,013164			1,7	5
25	kn15-6s	0,0064862			1,7	5
26	kn15-6	0,0062346			1,7	5
27	kn15-6e	0,0061496			1,7	5
28	bkend	0,0061496			1,7	5
29	WD2	0,0061496			1,7	5
30	kn15-7	0,0061496			1,7	5
31	kn15-8	0,0061496			1,7	5
32	end	0,0061496			1,7	5

KLS - Downward vertical soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	KLS1	KLS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
1	start	0,0082416			2	5
2	Start1	0,0082416			2	5
3	kn15-1	0,0082693			2	5
4	kn15-2	0,0091501			2	5

KLS - Downward vertical soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

Identifier	KLS1	KLS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
	N/mm ³	N/mm ³			%
5 knx-1	0,015402			2	5
6 WD1	0,015542			2	5
7 gp1	0,015542			2	5
8 gp2	0,005348			2	5
9 gp3	0,024452			2	5
10 gp4	0,027989			2	5
11 bkstart	0,025764			2	5
12 kn15-3s	0,024706	0,024681		2	5
13 kn15-3	0,024628			2	5
14 kn15-3e	0,023457	0,023289		2	5
15 kn15-4s	0,010594	0,01052		2	5
16 kn15-4	0,010255			2	5
17 kn15-4e	0,0096565	0,0095845		2	5
18 gp5	0,0071209			2	5
19 kn15-5s	0,016528	0,016636		2	5
20 kn15-5	0,017451			2	5
21 kn15-5e	0,019039	0,019236		2	5
22 gp6	0,021544			2	5
23 gp7	0,016464			2	5
24 gp8	0,020779			2	5
25 kn15-6s	0,0098826			2	5
26 kn15-6	0,0094897			2	5
27 kn15-6e	0,0093575			2	5
28 bkend	0,0093575			2	5
29 WD2	0,0093575			2	5
30 kn15-7	0,0093575			2	5
31 kn15-8	0,0093575			2	5
32 end	0,0093575			2	5

KLT - Upward vertical soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

Identifier	KLT1	KLT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
	N/mm ³	N/mm ³			%
1 start	0,0008041			1,4	5
2 Start1	0,0008041			1,4	5
3 kn15-1	0,0008098			1,4	5
4 kn15-2	0,0009966			1,4	5
5 knx-1	0,0027115			1,4	5
6 WD1	0,0027574			1,4	5
7 gp1	0,0027574			1,4	5
8 gp2	0,0005886			1,4	5
9 gp3	0,0053579			1,4	5
10 gp4	0,0065544			1,4	5
11 bkstart	0,005791			1,4	5
12 kn15-3s	0,0054408	0,0054325		1,4	5
13 kn15-3	0,0054323			1,4	5
14 kn15-3e	0,005104	0,0050501		1,4	5
15 kn15-4s	0,0018843	0,0018622		1,4	5
16 kn15-4	0,0017842			1,4	5
17 kn15-4e	0,0016127	0,0015925		1,4	5
18 gp5	0,0009635			1,4	5
19 kn15-5s	0,0039697	0,0040132		1,4	5
20 kn15-5	0,0043481			1,4	5
21 kn15-5e	0,0048651	0,0049335		1,4	5
22 gp6	0,0056304			1,4	5
23 gp7	0,0035245			1,4	5
24 gp8	0,0044923			1,4	5
25 kn15-6s	0,0010656			1,4	5
26 kn15-6	0,0009788			1,4	5
27 kn15-6e	0,0009502			1,4	5
28 bkend	0,0009502			1,4	5
29 WD2	0,0009502			1,4	5

KLT - Upward vertical soil stiffness

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	KLT1	KLT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ³	N/mm ³			%
30	kn15-7	0,0009502			1,4	5
31	kn15-8	0,0009502			1,4	5
32	end	0,0009502			1,4	5

F - Pipe-soil friction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	F1	F2	UNCF-L	UNCF-H	CFA1	CFA2	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²					%
1	start	0,008516			1,375			5
2	Start1	0,008516			1,375			5
3	kn15-1	0,0085365			1,375			5
4	kn15-2	0,0091742			1,375			5
5	knx-1	0,01317			1,375			5
6	WD1	0,013252			1,375			5
7	gp1	0,013252			1,375			5
8	gp2	0,0068427			1,375			5
9	gp3	0,018011			1,375			5
10	gp4	0,019733			1,375			5
11	bkstart	0,018659			1,375			5
12	kn15-3s	0,018138	0,018125		1,375			5
13	kn15-3	0,018099			1,375			5
14	kn15-3e	0,017515	0,01743		1,375			5
15	kn15-4s	0,01069	0,010641		1,375			5
16	kn15-4	0,010465			1,375			5
17	kn15-4e	0,010062	0,010013		1,375			5
18	gp5	0,008247			1,375			5
19	kn15-5s	0,014309	0,014371		1,375			5
20	kn15-5	0,014829			1,375			5
21	kn15-5e	0,015256	0,015363		1,375			5
22	gp6	0,016577			1,375			5
23	gp7	0,013813			1,375			5
24	gp8	0,016147			1,375			5
25	kn15-6s	0,0096579			1,375			5
26	kn15-6	0,0093829			1,375			5
27	kn15-6e	0,0092893			1,375			5
28	bkend	0,0092893			1,375			5
29	WD2	0,0092893			1,375			5
30	kn15-7	0,0092893			1,375			5
31	kn15-8	0,0092893			1,375			5
32	end	0,0092893			1,375			5

UF - Displacement at max. soil friction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	UF1	UF2	UNCF-L	UNCF-H
		mm	mm		
1	start	4			1,6
2	Start1	4			1,6
3	kn15-1	4			1,6
4	kn15-2	4			1,6
5	knx-1	4			1,6
6	WD1	4			1,6
7	gp1	4			1,6
8	gp2	4			1,6
9	gp3	4			1,6
10	gp4	4			1,6
11	bkstart	4			1,6
12	kn15-3s	4			1,6
13	kn15-3	4			1,6
14	kn15-3e	4			1,6
15	kn15-4s	4			1,6
16	kn15-4	4			1,6
17	kn15-4e	4			1,6

UF - Displacement at max. soil friction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	UF1	UF2	UNCF-L	UNCF-H
		mm	mm		
18	gp5	4			1,6
19	kn15-5s	4			1,6
20	kn15-5	4			1,6
21	kn15-5e	4			1,6
22	gp6	4			1,6
23	gp7	4			1,6
24	gp8	4			1,6
25	kn15-6s	4			1,6
26	kn15-6	4			1,6
27	kn15-6e	4			1,6
28	bkend	4			1,6
29	WD2	4			1,6
30	kn15-7	4			1,6
31	kn15-8	4			1,6
32	end	4			1,6

RVS - Sub-soil bearing capacity

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	RVS1	RVS2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²			%
1	start	0,77985			2	5
2	Start1	0,77985			2	5
3	kn15-1	0,78169			2	5
4	kn15-2	0,8394			2	5
5	knx-1	1,2095			2	5
6	WD1	1,2172			2	5
7	gp1	1,2172			2	5
8	gp2	0,55295			2	5
9	gp3	1,669			2	5
10	gp4	1,8323			2	5
11	bkstart	1,7304			2	5
12	kn15-3s	1,6809	1,6797		2	5
13	kn15-3	1,6772			2	5
14	kn15-3e	1,6215	1,6134		2	5
15	kn15-4s	0,91089	0,90629		2	5
16	kn15-4	0,8898			2	5
17	kn15-4e	0,85202	0,84743		2	5
18	gp5	0,68278			2	5
19	kn15-5s	1,2512	1,257		2	5
20	kn15-5	1,3002			2	5
21	kn15-5e	1,4006	1,4107		2	5
22	gp6	1,5268			2	5
23	gp7	1,266			2	5
24	gp8	1,4901			2	5
25	kn15-6s	0,88723			2	5
26	kn15-6	0,86238			2	5
27	kn15-6e	0,85395			2	5
28	bkend	0,85395			2	5
29	WD2	0,85395			2	5
30	kn15-7	0,85395			2	5
31	kn15-8	0,85395			2	5
32	end	0,85395			2	5

RVT - Ultimate top-soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	RVT1	RVT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²			%
1	start	0,038846			1,5	5
2	Start1	0,038846			1,5	5
3	kn15-1	0,038997			1,5	5
4	kn15-2	0,04384			1,5	5
5	knx-1	0,07988			1,5	5

RVT - Ultimate top-soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	RVT1	RVT2	UNCF-L	UNCF-H	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²			%
6	WD1	0,080721			1,5	5
7	gp1	0,080721			1,5	5
8	gp2	0,028351			1,5	5
9	gp3	0,12602			1,5	5
10	gp4	0,14439			1,5	5
11	bkstart	0,1328			1,5	5
12	kn15-3s	0,12733	0,1272		1,5	5
13	kn15-3	0,12713			1,5	5
14	kn15-3e	0,12169	0,12082		1,5	5
15	kn15-4s	0,059383	0,05893		1,5	5
16	kn15-4	0,057317			1,5	5
17	kn15-4e	0,053691	0,053256		1,5	5
18	gp5	0,038622			1,5	5
19	kn15-5s	0,096874	0,097579		1,5	5
20	kn15-5	0,10292			1,5	5
21	kn15-5e	0,11278	0,11388		1,5	5
22	gp6	0,12533			1,5	5
23	gp7	0,092342			1,5	5
24	gp8	0,11067			1,5	5
25	kn15-6s	0,046274			1,5	5
26	kn15-6	0,044116			1,5	5
27	kn15-6e	0,043393			1,5	5
28	bkend	0,043393			1,5	5
29	WD2	0,043393			1,5	5
30	kn15-7	0,043393			1,5	5
31	kn15-8	0,043393			1,5	5
32	end	0,043393			1,5	5

RH - Ultimate hor. soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	RH1	RH2	UNCF-L	UNCF-H	CFH1	CFH2	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²					%
1	start	0,20609			1,6			5
2	Start1	0,20609			1,6			5
3	kn15-1	0,20675			1,6			5
4	kn15-2	0,22785			1,6			5
5	knx-1	0,37254			1,6			5
6	WD1	0,37571			1,6			5
7	gp1	0,37571			1,6			5
8	gp2	0,17021			1,6			5
9	gp3	0,54707			1,6			5
10	gp4	0,61266			1,6			5
11	bkstart	0,57152			1,6			5
12	kn15-3s	0,55182	0,55134		1,6			5
13	kn15-3	0,55083			1,6			5
14	kn15-3e	0,53033	0,52716		1,6			5
15	kn15-4s	0,30149	0,29969		1,6			5
16	kn15-4	0,29327			1,6			5
17	kn15-4e	0,2787	0,27694		1,6			5
18	gp5	0,21575			1,6			5
19	kn15-5s	0,44125	0,44374		1,6			5
20	kn15-5	0,46241			1,6			5
21	kn15-5e	0,47911	0,48306		1,6			5
22	gp6	0,52559			1,6			5
23	gp7	0,41217			1,6			5
24	gp8	0,48628			1,6			5
25	kn15-6s	0,23959			1,6			5
26	kn15-6	0,2303			1,6			5
27	kn15-6e	0,22716			1,6			5
28	bkend	0,22716			1,6			5
29	WD2	0,22716			1,6			5
30	kn15-7	0,22716			1,6			5

RH - Ultimate hor. soil reaction

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	RH1	RH2	UNCF-L	UNCF-H	CFH1	CFH2	VARAR
		N/mm ²	N/mm ²					%
31	kn15-8	0,22716			1,6			5
32	end	0,22716			1,6			5

UNCER - Uncertainty factors

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	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 sh...

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [16-3-2026;occ.:4]

	Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
		mm		mm	
1	bkstart	0		-35	1,5
2	kn15-3	-35	1,5	-60	1,5
3	kn15-4e	-60	1,5	0	
4	kn15-5s	0		-60	1,5
5	kn15-6	-60	1,5	-35	1,5
6	bkend	-35	1,5	0	

LOCASE - Loading combinations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:11]

	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 con...

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [29-11-2024;occ.:1]

	MAXSIT	MERPTS	MERFLDS
1	20	0	0

GEOMCTL - Geometrically non-linear iteration... PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:20]

	Identifier	NB1	UNCF1	LOADF1	NB2	UNCF2	LOADF2
		N/mm ²			N/mm ²		
1	start	0,033581	1,1	1			
2	Start1	0,033581	1,1	1			
3	kn15-1	0,033665	1,1	1			
4	kn15-2	0,036277	1,1	1			
5	knx-1	0,051855	1,1	1			
6	WD1	0,052166	1,1	1	0,055989		
7	gp1	0,055989	1,1	1			
8	gp2	0,026244	1,1	1			
9	gp3	0,074319	1,1	1			
10	gp4	0,080815	1,1	1			
11	bkstart	0,076768	1,1	1			
12	kn15-3s	0,074797	1,1	1	0,078933		
13	kn15-3	0,078838	1,1	1	0,12119		
14	kn15-3e	0,11855	1,1	1	0,10274		
15	kn15-4s	0,059383	1,1	1	0,05893		
16	kn15-4	0,057317	1,1	1			
17	kn15-4e	0,053691	1,1	1	0,053256		
18	gp5	0,038622	1,1	1			
19	kn15-5s	0,087599	1,1	1	0,097579		
20	kn15-5	0,10292	1,1	1			
21	kn15-5e	0,10961	1,1	1	0,094927		
22	gp6	0,099951	1,1	1			
23	gp7	0,087639	1,1	1			
24	gp8	0,097492	1,1	1			
25	kn15-6s	0,046274	1,1	1			
26	kn15-6	0,044116	1,1	1	0,041397		
27	kn15-6e	0,04093	1,1	1	0,03909		
28	bkend	0,03909	1,1	1			
29	WD2	0,03909	1,1	1	0,036641		
30	kn15-7	0,036641	1,1	1			
31	kn15-8	0,036641	1,1	1			
32	end	0,036641	1,1	1			

TOPLOAD - Extra loads on top soil

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [10-3-2025;occ.:2]

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

LAMBDA - Horizontal soil support / Vertical soi...

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [18-3-2026;occ.:2]

	Identifier	LAMBDA1	LAMBDA2
1	start	0,5	

SUPANG - Soil support angle functions

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -BC3K_UZ' [16-3-2026;occ.:5]

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

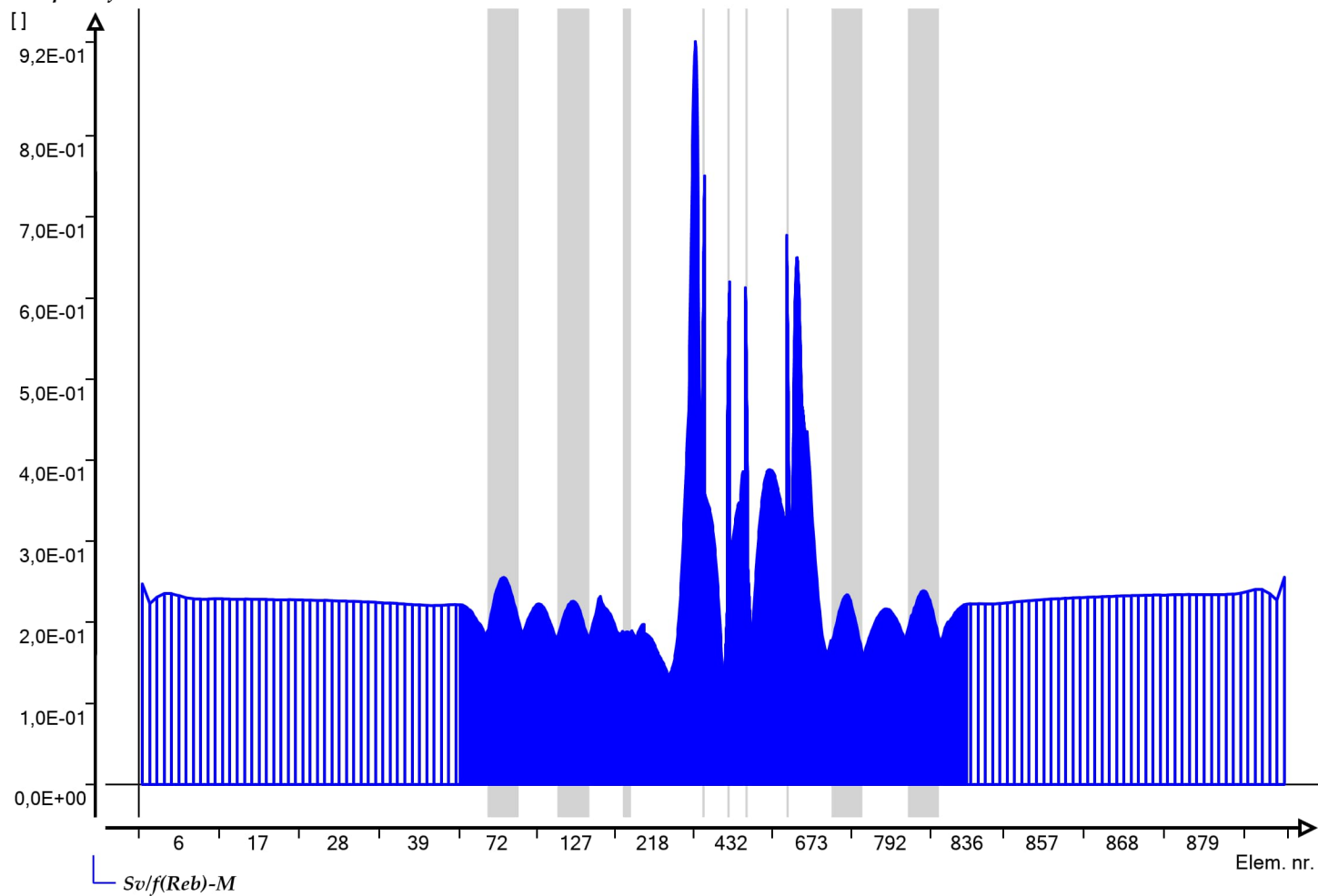
NOTICES - Project notices (errors, warnings & messages)

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_UZ' [occ.:0]

	DF	IDENT	MESSAGE
1	DF 2	I2-001	Project contains 891 nodes.
2	DF 3.3	W33-005	'SLCURVE' ignored at infin node.
3	DF 5 (General/NEN)	I5-001	Element length > recommended length for elements 1 - 44, worst case factor is 2,65 at element 44.
4	DF 5 (General/NEN)	I5-001	Element length > recommended length for elements 847 - 890, worst case factor is 2,734 at element 850
5	DF 5 (General/NEN)	W5-024	Element length > 4/3 of recommended length for elements 1 - 890, worst case factor is 2,734 at element

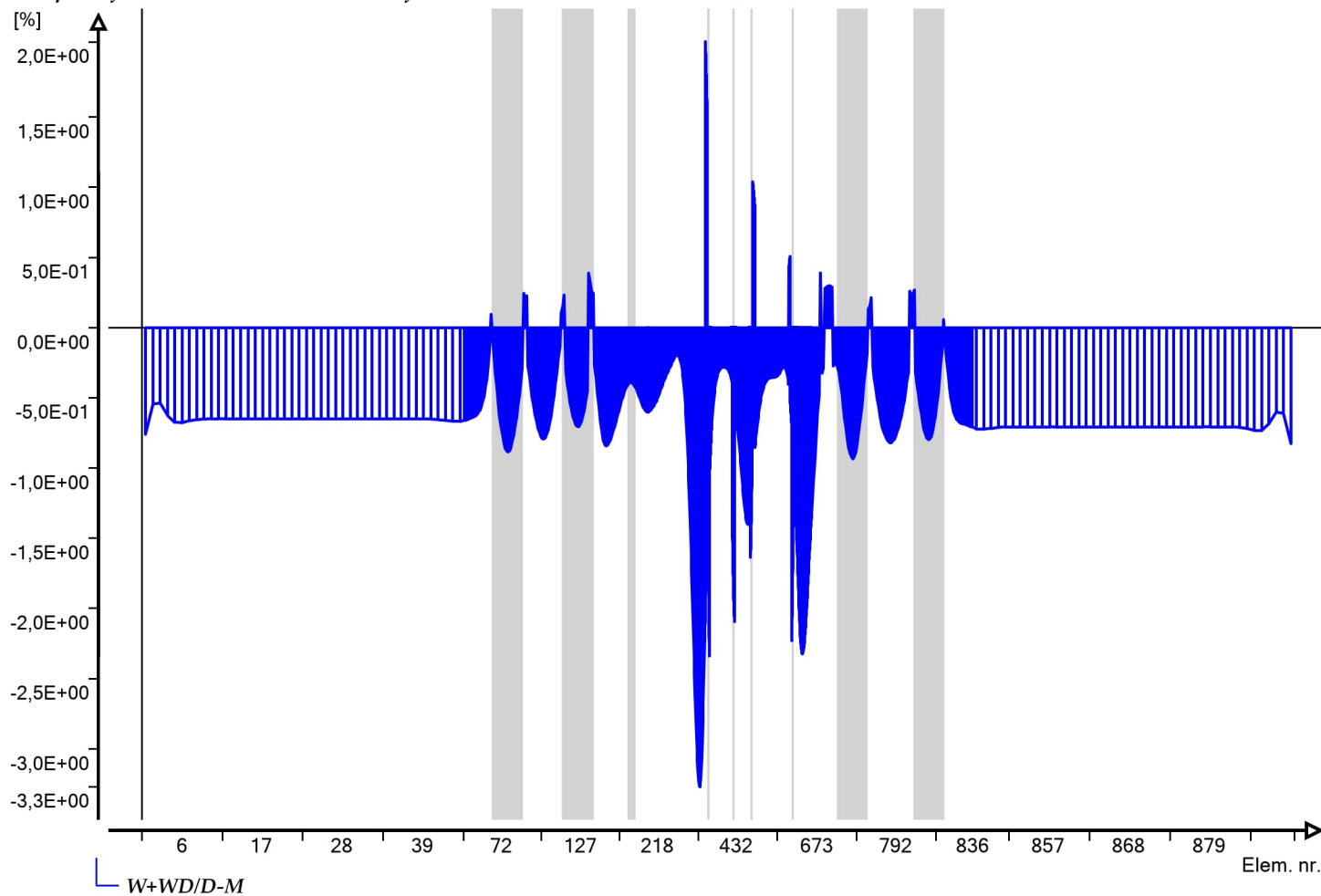
Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC3K_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			,248	
286	286	415	415	641,4			,916	
389	389	415	415	641,4			,130	

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



	EL...	WGROUN...	WBEN...	W+WD/...	WTOTA...	R-I...	RG/KL...	KL...	AX_BUCK...	EXT_PRES...	IMPL_P...	IMPL_M...	IMPL_COM...
		mm	mm	%	mm		mm	N/m...	% critical	% critical	% allowa...	% allowa...	% allowable
1	1	-5,0793		-,76	-5,0793				,0		0	,4	0
65	65	,9621	0	-,10	,9621				,0		0	3,0	0
177	177	-3,7979		-,60	-3,7979				,0		0	1,2	0
285	285	-24,7631		-3,27	-24,7631				8,2		0	38,5	0
299	299	-12,9235		2,03	-12,9235				,0		0	6,8	0
307	307	10,9154		1,79	10,9154				,0		0	15,2	0
335	335	-6,9235	-20,69	-2,34	-14,2579				21,1		0	31,9	0
576	576	-2,3549		-,35	-2,3549				11,0		0	48,7	0
870	870	-4,5730		-,71	-4,5730				,0		0	,0	0

PRESS - Internal overpressure

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -BC4K_UZ' [18-3-2026;occ.:6]

	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 (Eeserveen) -BC4K_UZ' [16-3-2026;occ.:4]

	Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
		mm		mm	
1	bkstart	0		-35	1,5
2	kn15-3	-35	1,5	-60	1,5
3	kn15-4e	-60	1,5	0	
4	kn15-5s	0		-60	1,5
5	kn15-6	-60	1,5	-35	1,5
6	bkend	-35	1,5	0	

LOCASE - Loading combinations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC4K_UZ' [18-3-2026;occ.:10]

	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

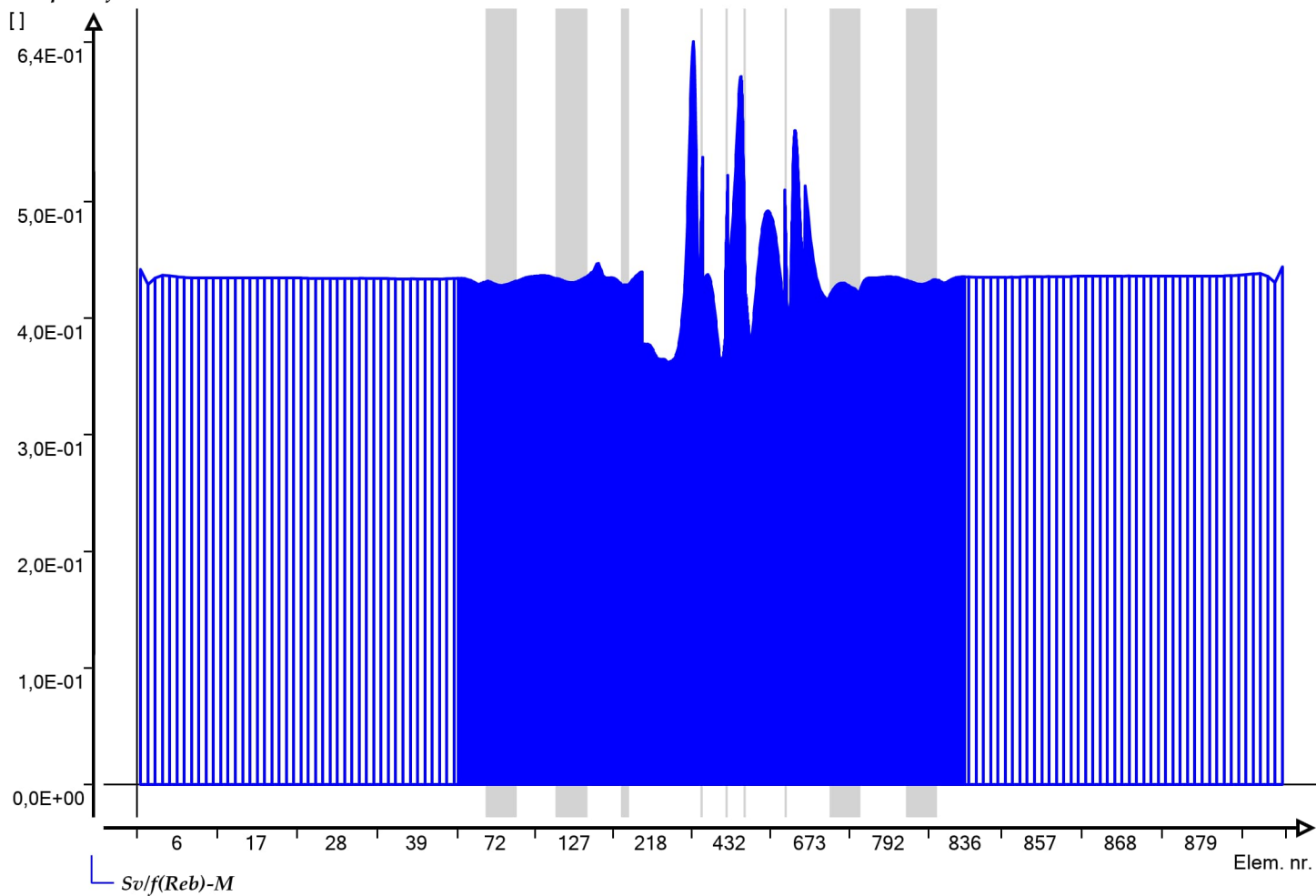
TOPLOAD - Extra loads on top soil

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC4K_UZ' [10-3-2025;occ.:2]

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

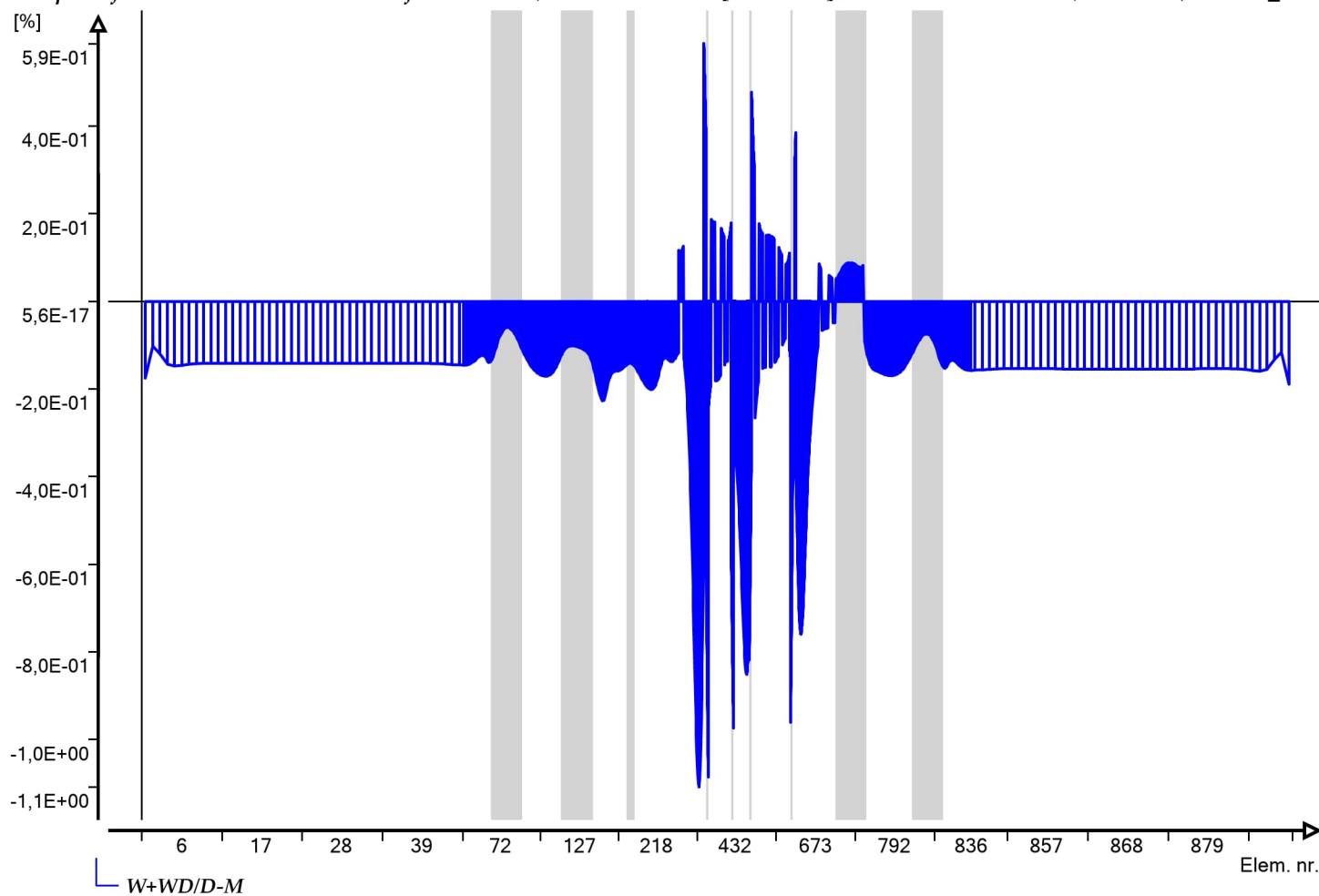
Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stresses'

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC4K_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		,442	  
232	232	415	415	641,4	,740		,362	 
285	285	415	415	641,4	,740		,637	 
628	628	415	415	641,4	,721		,510	 

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



	EL...	WGROUN...	WBEN...	W+WD/...	WTOTA...	R-I...	RG/KL...	KL...	AX_BUCK...	EXT_PRES...	IMPL_P...	IMPL_M...	IMPL_COM...
		mm	mm	%	mm		mm	N/m...	% critical	% critical	% allowa...	% allowa...	% allowable
1	1	-1,1955		-,18	1,846				,0		0	,4	0
65	65	-,8785	0	-,13	1,636				,0		0	2,4	0
280	280	-7,1304		-,99	6,459				,0		0	31,3	0
285	285	-8,3192		-1,11	-7,612				,0		0	28,0	0
286	286	-8,3229		-1,11	-7,616				,0		0	26,3	0
296	296	-3,6213		,59	4,288				,0		0	5,9	0
298	298	3,4261		,56	4,133				,0		0	7,6	0
497	497	-4,9649	-8,904	-,82	4,571				1,2		0	30,4	0
575	575	-,9795		,15	1,606				2,0		0	52,3	0
577	577	-,9626		,14	1,591				2,0		0	52,4	0
871	871	-1,0057		-,15	1,735				,0		0	,0	0
890	890	-1,2946		-,19	1,929				,0		0	,5	0

PRESS - Internal overpressure

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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 (Eeserveen) -BC4W_UZ' [18-3-2026;occ.:7]

	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 (Eeserveen) -BC4W_UZ' [16-3-2026;occ.:4]

	Identifier	SETZ1	UNCF1	SETZ2	UNCF2
		mm		mm	
1	bkstart	0		-35	1,5
2	kn15-3	-35	1,5	-60	1,5
3	kn15-4e	-60	1,5	0	
4	kn15-5s	0		-60	1,5
5	kn15-6	-60	1,5	-35	1,5
6	bkend	-35	1,5	0	

LOCASE - Loading combinations

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC4W_UZ' [18-3-2026;occ.:10]

	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

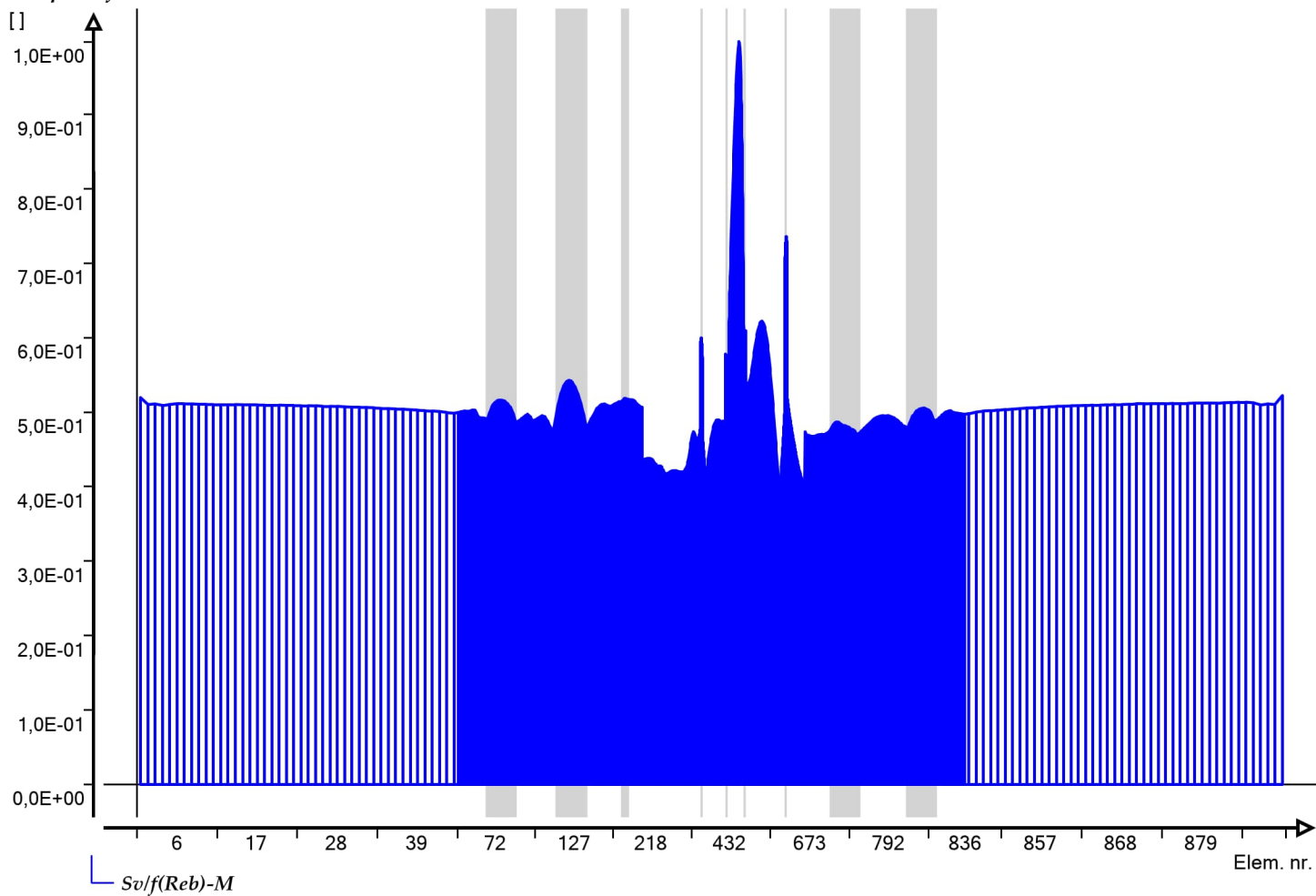
TOPLOAD - Extra loads on top soil

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -BC4W_UZ' [10-3-2025;occ.:2]

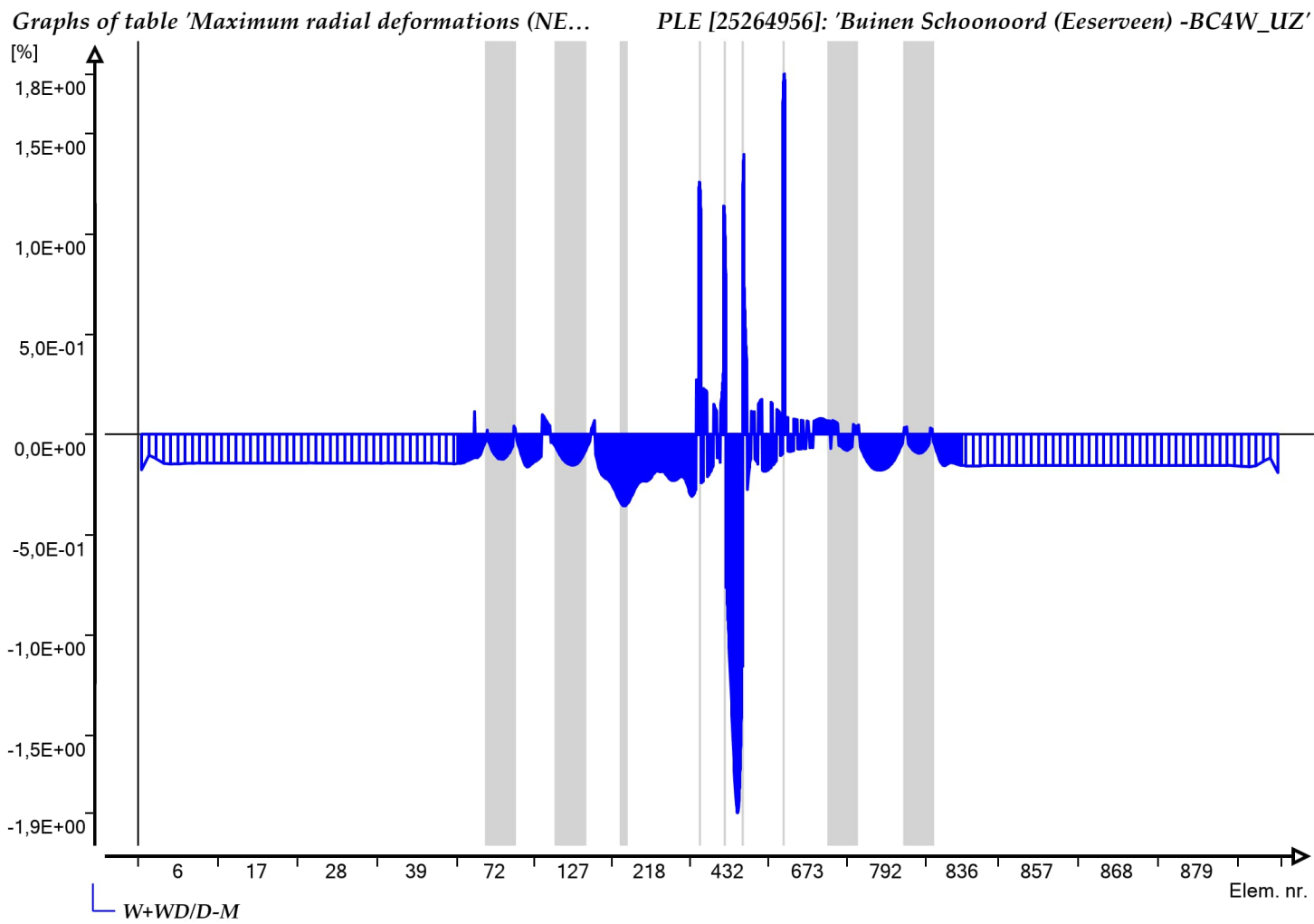
	Identifier	TOPLOAD1	LOADF1	TOPLOAD2	LOADF2
		N/mm ²		N/mm ²	
1	start	0,0069	1,35		

Graphs of table 'NEN3650 maximum unit check stres...

PLE [25264956]: 'Buinen Schoonoord (Eeserveen) -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		,520	
472	472	415	415	641,4	,740		,997	
516	516	415	415	641,4	,721		,609	
731	731	415	415	641,4	,740		,399	



	EL...	WGROUN...	WBEND-...	W+WD/...	WTOT...	R-...	RG/KL...	KL...	AX_BUCK...	EXT_PRES...	IMPL_P...	IMPL_M...	IMPL_COM...
		mm	mm	%	mm		mm	N/...	% critical	% critical	% allowa...	% allowa...	% allowable
1	1	-1,1955		-,18	1,846				1,4		0	,4	0
222	222	-1,2179		-,18	1,760				,0		0	,4	0
468	468	-12,7444		-1,77	-12,037				11,2		0	63,4	0
473	473	-14,0173		-1,89	-13,310				10,0		0	57,2	0
474	474	-14,0345		-1,88	-13,327				9,5		0	54,4	0
497	497	-9,4622	-3,1687	-,88	-6,149				2,3		0	10,8	0
518	518	4,5377		,74	5,245				2,6		0	15,5	0
642	642	-,5775	10,4144	1,80	11,571				8,5		0	35,6	0
876	876	-1,0057		-,15	1,735				1,3		0	,0	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 schaaldijk, 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.

