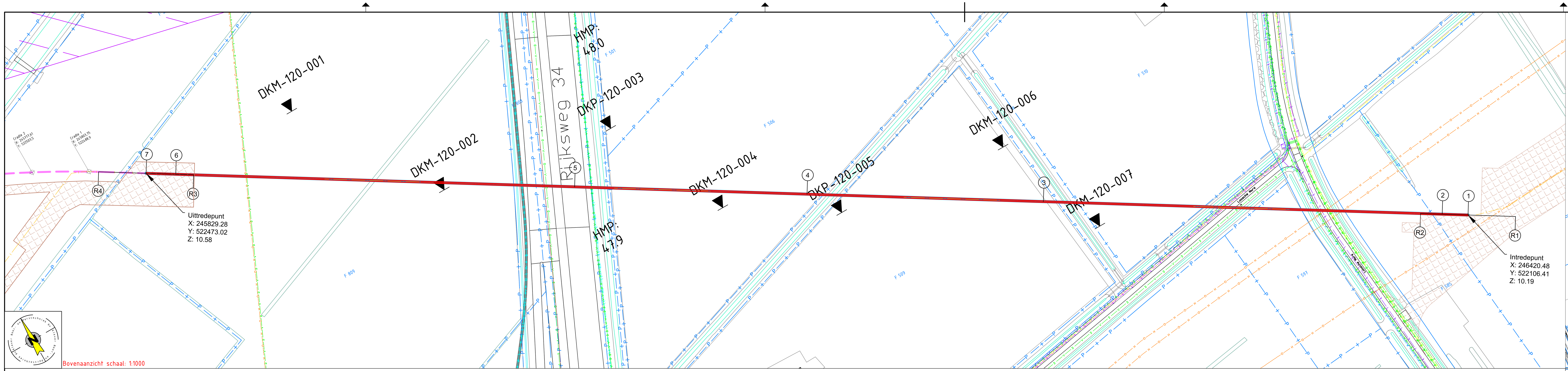
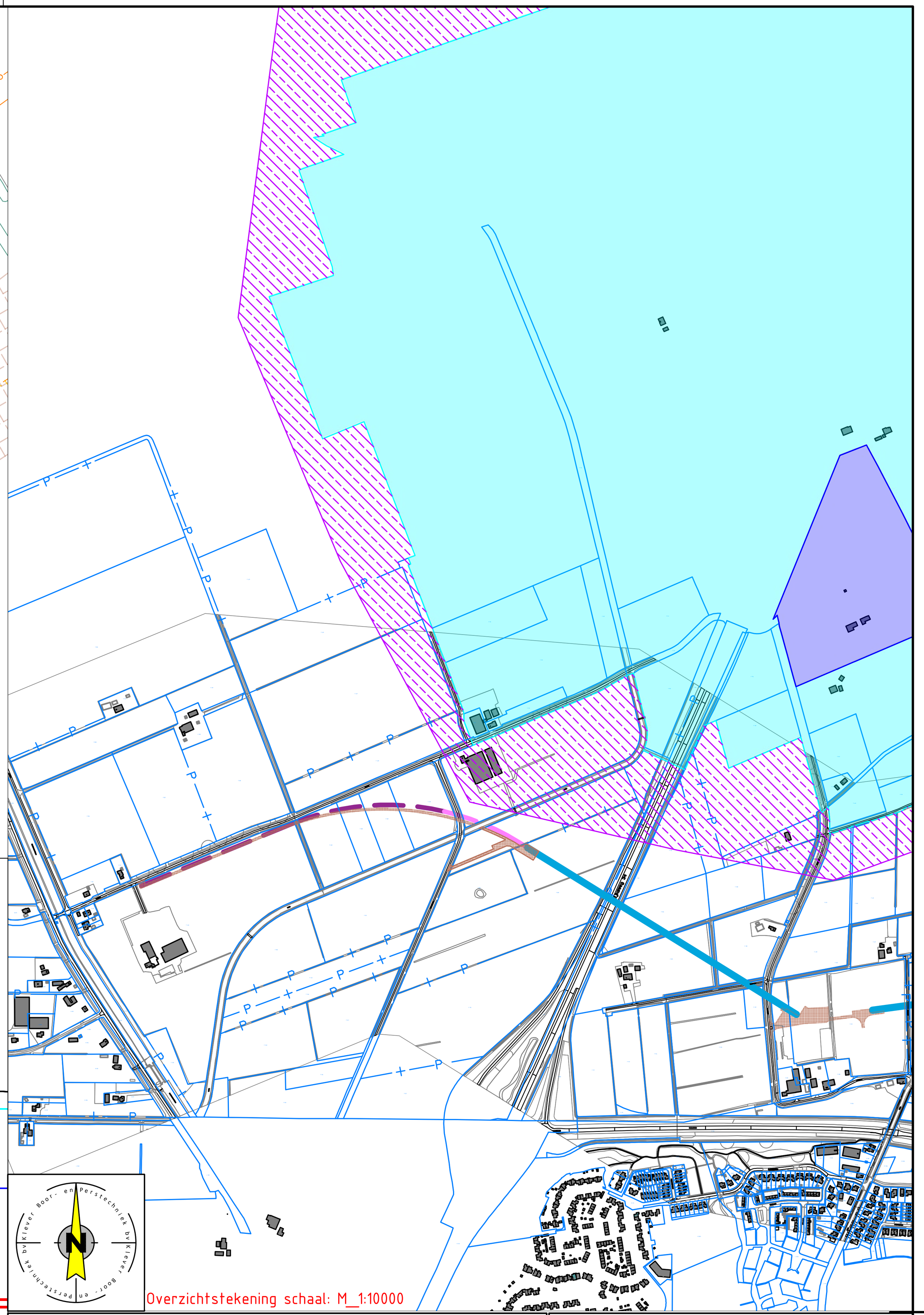
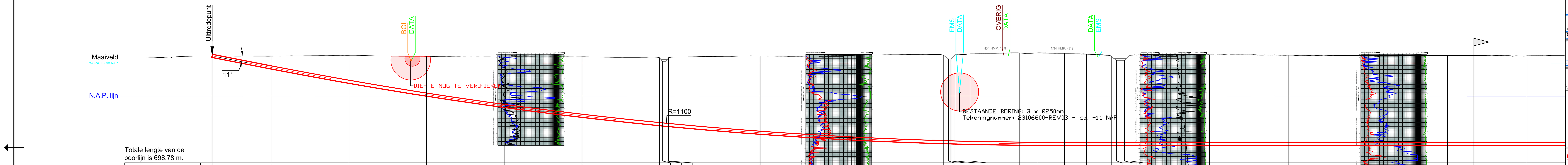






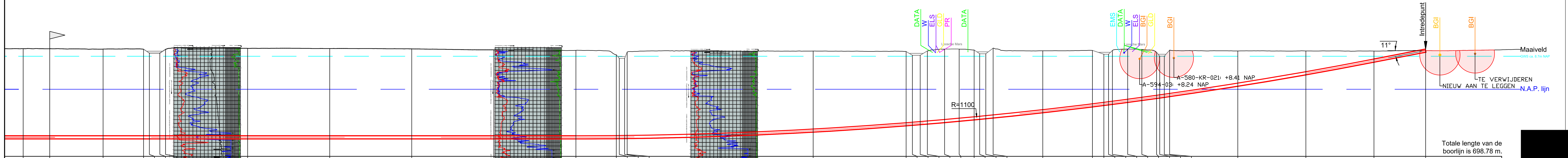
Totale lengte van de boorlijn is 698.78 m.

Horizontale afstand vanaf intrede (in m).	Hoogte maaiveld t.o.v. N.A.P. lijn (in m).	Hoogte boorlijn t.o.v. N.A.P. lijn (in m).	Hoogte boorlijn t.o.v. maaiveld (in m).
695.64	10.58	10.58	0.00
680.03	10.52	7.55	-2.97
659.48	10.65	3.76	-6.89
638.93	10.47	0.37	-10.11
618.37	10.33	-2.63	-12.96
597.82	10.35	-5.23	-15.57
577.27	10.11	-7.43	-17.55
576.52	9.11	-7.50	-16.62
575.57	9.11	-7.60	-16.71
574.90	10.14	-7.66	-17.80
550.67	10.57	-9.71	-20.28
526.44	10.71	-11.22	-21.93
502.21	10.80	-12.19	-22.99
500.83	9.80	-12.23	-22.03
500.21	9.80	-12.25	-22.05
499.11	10.90	-12.28	-23.18
495.15	11.11	-12.38	-23.49
481.97	11.35	-12.60	-23.94
477.17	11.39	-12.64	-24.03
470.14	11.23	-12.66	-23.89
464.31	11.07	-12.66	-23.73
457.77	10.40	-12.66	-23.06
456.34	9.40	-12.66	-22.06
454.29	9.40	-12.66	-22.06
452.80	10.76	-12.66	-23.42
431.81	10.87	-12.66	-23.53
410.81	10.81	-12.66	-23.47
389.81	10.71	-12.66	-23.37
368.82	10.70	-12.66	-23.36
347.82	10.58	-12.66	-23.24
337.16	10.57	-12.66	-23.23

Rv = 1100 m / L = 209.89 m

7 6 5 4

Lengteprofiel schaal: PC_1:500



Totale lengte van de boorlijn is 698.78 m.

Horizontale afstand vanaf intrede (in m).	Hoogte maaiveld t.o.v. N.A.P. lijn (in m).	Hoogte boorlijn t.o.v. N.A.P. lijn (in m).	Hoogte boorlijn t.o.v. maaiveld (in m).
368.82	10.70	-12.66	-23.36
347.82	10.58	-12.66	-23.24
337.16	10.57	-12.66	-23.23
335.65	9.53	-12.66	-22.19
332.89	9.53	-12.66	-22.19
331.38	10.53	-12.66	-23.19
309.80	10.78	-12.66	-23.44
288.22	10.73	-12.66	-23.39
266.63	10.64	-12.66	-23.30
245.05	10.39	-12.66	-23.05
223.47	10.26	-12.66	-22.92
212.85	9.10	-12.61	-21.71
212.05	8.10	-12.60	-20.70
210.67	8.10	-12.59	-20.69
209.98	9.82	-12.58	-22.39
185.53	10.10	-12.01	-22.11
161.07	10.07	-10.89	-20.96
136.62	9.95	-9.23	-19.18
134.96	8.95	-9.09	-18.05
132.92	8.95	-8.93	-17.88
131.03	10.11	-8.77	-18.88
126.51	10.57	-8.38	-18.95
122.67	10.57	-8.03	-18.60
118.74	10.35	-7.66	-18.02
117.27	9.35	-7.52	-16.87
115.68	9.35	-7.37	-16.72
113.74	10.83	-7.17	-18.00
100.68	10.14	-5.79	-15.92
87.63	10.24	-4.24	-14.48
84.62	9.23	-3.86	-13.09
83.40	9.23	-3.71	-12.94
82.37	10.23	-3.57	-13.80
78.36	10.60	-3.05	-13.64
74.63	10.48	-2.54	-13.02
70.75	9.73	-2.01	-11.74
69.93	8.73	-1.89	-10.62
68.72	8.73	-1.72	-10.45
67.33	10.31	-1.52	-11.84
49.41	10.10	1.20	-8.91
31.50	10.10	4.22	-5.88
13.58	10.06	7.55	-2.51
0.00	10.19	10.19	0.00

Rv = 1100 m / L = 209.89 m

4 3 2 1

Lengteprofiel schaal: PC_1:500

Risico en aandachtspunten:

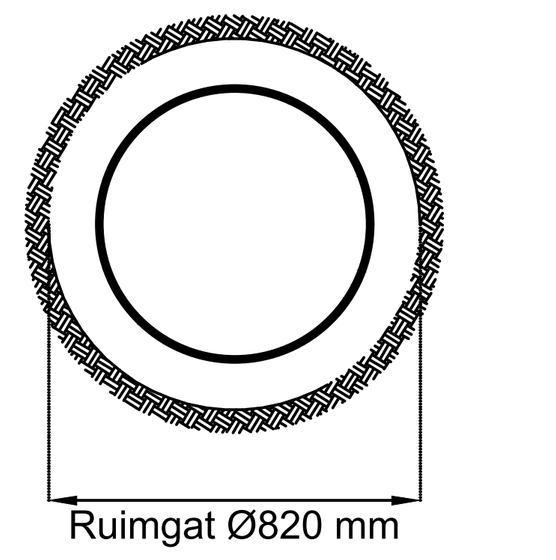
- Binnen 5 m van bestaande gasunieleidingen. Proefsleuven en proefgat te maken door OG en digitaal in te meten (x,y,z) vóór aanvang uitvoering. Na verificatie van de ligging van de gasunieleidingen en na akkoord van Klever, dan de boring inplannen
- Vrijdragende constructie/overkluizing toepassen t.b.v. bescherming Gasunie Leidingen
- Gyroscopische nameting benodigd na gereedkoming uitvoering boring
- Revisie gegevens in een Excel-format/ASCII file aanleveren met meetpunten met onderlinge afstand van minimaal 1m en maximaal 5m.
- Toekomstige leidingen Gasunie aanleggen na uitvoering HDD voor de Gasunie

Ontwerp van dit profiel is op basis van de door opdrachtgever verstrekte gegevens en wensen. De werkelijke uitvoering kan wijzigen i.v.m. ligging van kabels en leidingen en of obstakels, welke van te voren niet inzichtelijk zijn en of waren.
Kabels en leidingen dienen in het werk opgezocht te worden. De in en uittredepunten worden in het werk bepaald bij het graven van de in en uittredegeul voor de boring.
De locatie en werkelijke lengte van de boring(en) wordt uiteindelijk bepaald door de situatie van de ondergrondse infra wanneer deze is blootgelegd, en de opstelmogelijkheid van het divers materieel in de bestaande aangetroffen situatie.

Legenda Klic:	
DAT	
MS	
LS	
HS	
GLD	
GHD	
WAT	
RVV	
ROD	
BGI	
WMN	
OVE	

Legenda:
Boorlijn
Bestaande Boring
Hartlijn
Hulp (zicht) lijn
Uitleggen buis
Doortrekken buis
Retour leiding
Kadasterlijn
Topografie
Werkruimte
Veiligheidsgebied
Rijplaten staal
GW-berschermingsgebied
Waterwingebied
WKO Restrictie/ verbod

In te trekken buis
1× Ø610 mm ST WD13.3 PP L415 ME



Ruimgat Ø820 mm

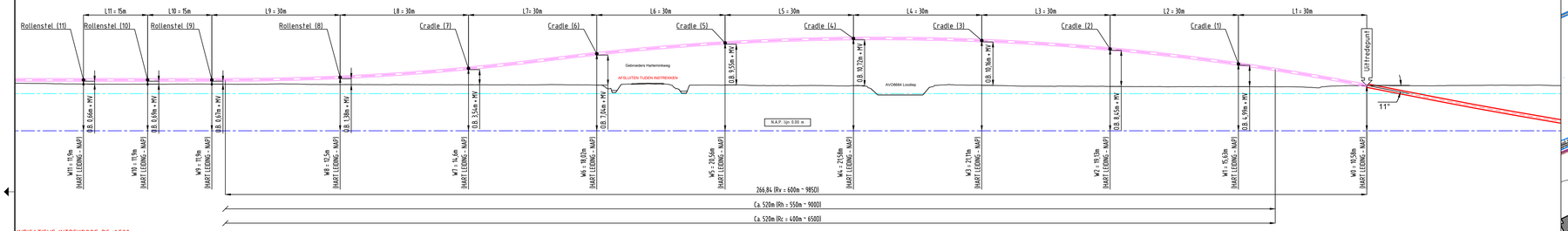
Totale lengte van de boorlijn is 698.78 m.

Coördinatentabel HDD				
nr.	omschrijving	X-Coörd	Y-Coörd	Z-Coörd
R1	25 m voor intredepunt	246441,72	522093,23	
1	Intredepunt	246420,48	522106,41	10,19
2	Start verticale bocht	246408,94	522113,57	7,55
R2	25 m na intredepunt	246399,23	522119,58	
3	Einde verticale bocht	246230,56	522224,18	-12,66
4	Middenpunt van boring	246124,88	522289,72	-12,66
5	Start verticale bocht	246020,92	522354,18	-12,66
R3	25 m voor uittredepunt	245850,53	522459,85	
6	Einde verticale bocht	245842,55	522464,80	7,55
7	Uittredepunt	245829,28	522473,02	10,58
R4	25 m na uittredepunt	245808,04	522486,20	

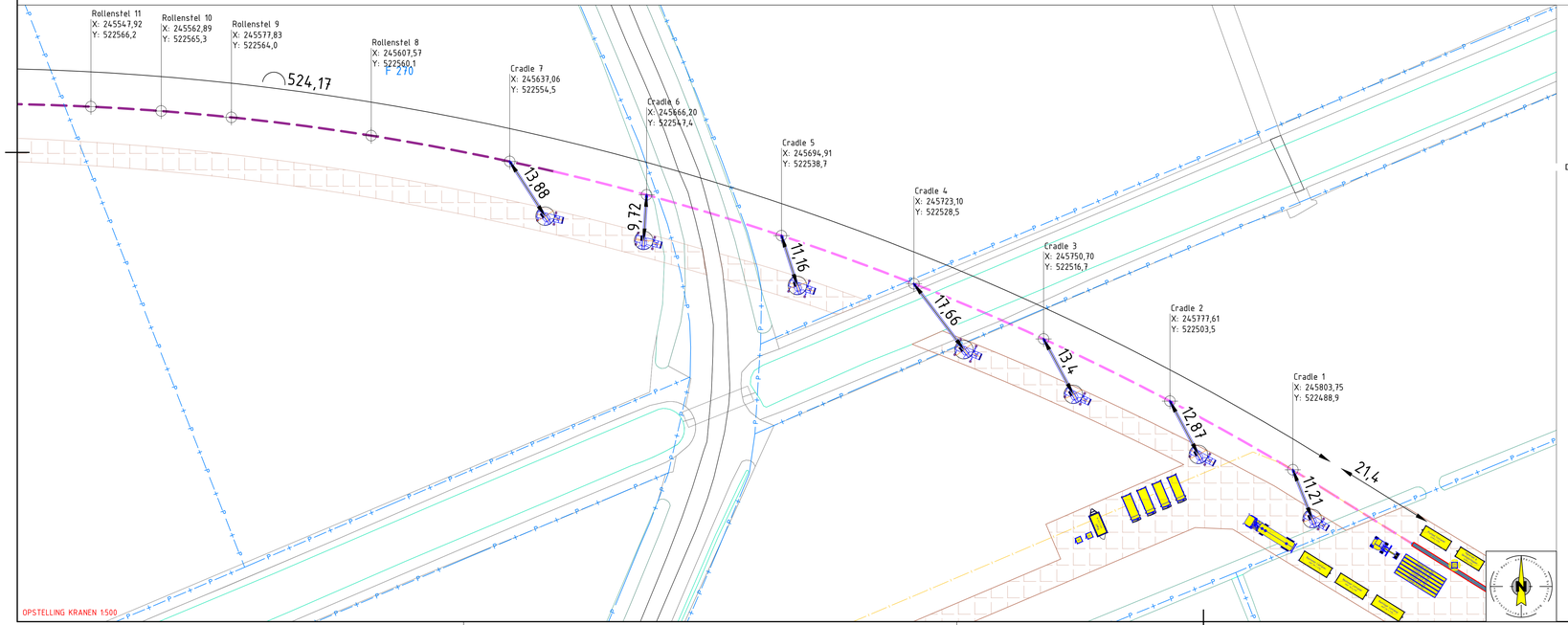
Coördinaten in meters. Z-maat op basis van N.A.P.

Ontwerp akkoord voor oplevering:	Paraaf akkoord
Uitvoerder	

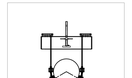
[redacted]



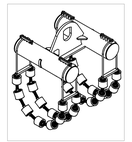
INDICATIEVE INTREKBOOG PC_1:500



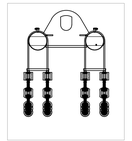
OPSTELLING KRANEN 1:500



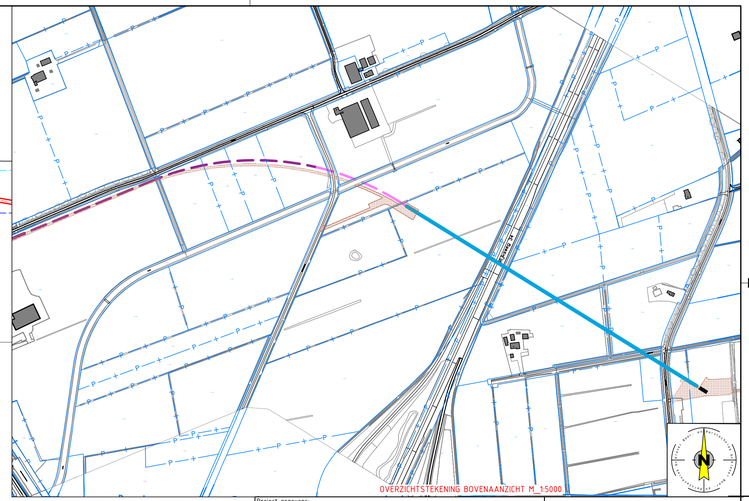
DOORSNEDE: DN600 St. IN CRADLE



VOORBEELD TYPISCHE CRADLE



VOORBEELD TYPISCHE CRADLE



OVERZICHTSTEKENING BOVENAANZICHT M_1:5000

Project gegevens:

- BIJ ITP SCHOTTENPLATEAU'S TOEPASSEN OVER GASUNIE LEIDINGENBIJ
- ITP 10 DRAGLINESCHOTTEN TOEPASSEN T.B.V. BOORRIG EN BESCHERMING GASUNIELEIDING
- BIJ ITP WERKWATER AANWEZIG
- BIJ ITP EN UITP RIJPLATEN TOEPASSSEN
- BIJ UITP (TELESKRANEN BENODIGD, AANTAL VOLGENS INTREKBOOGBEREKENING EN HIJSPLAN
- BIJ UITP ROLSTELLEN TOEPASSEN
- UITLEGTRACÉ EN INTREKBOOG CONFORM TEKENING

Legenda:

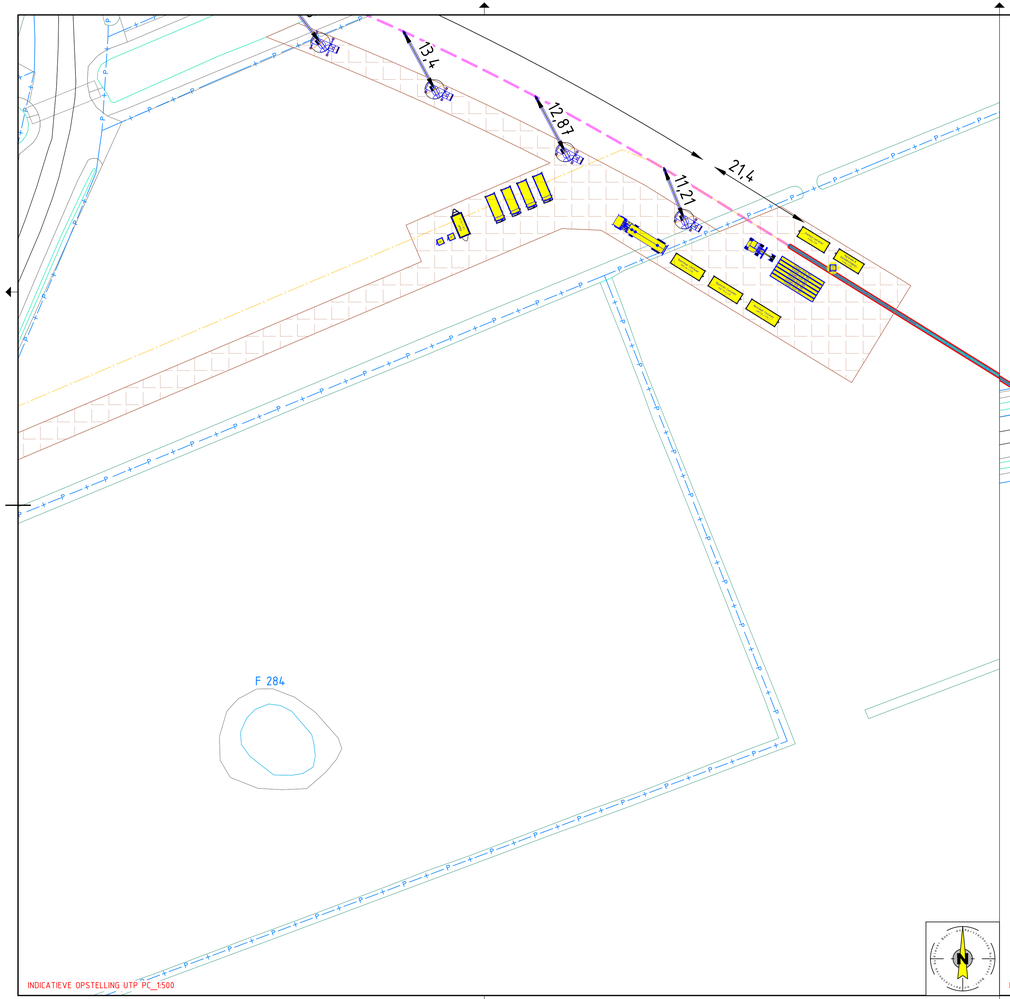
- Boorlijn
- Beslande Boring
- Hartlijn
- Huig (recht) lijn
- Uitleggen buis
- Steel/beton/pvc buis
- Retour leiding
- Kadastertijn
- Topografie
- Werkmaatte
- Veiligheidsgebied
- Rijplaten staal
- Dwl-berichtenkringsgebied
- Waherwingebied
- WKO Restricted verbod

Ontwerp van dit profiel is op basis van de door opdrachtgever verstrekte gegevens en wensen. De werkelijke uitvoering kan wijzigen i.v.m. ligging van kabels en leidingen en of obstakels, welke van te voren niet inzichtelijk zijn en of waren.
Kabels en leidingen dienen in het werk opgezocht te worden. De in en uittredepunten worden in het werk bepaald bij het graven van de in en uittredegeul voor de boring.
De locatie en werkelijke lengte van de boring(en) wordt uiteindelijk bepaald door de situatie van de ondergrondse infra wanneer deze is blootgelegd, en de opstelmogelijkheid van het divers materieel in de beslaande aangetroffen situatie.

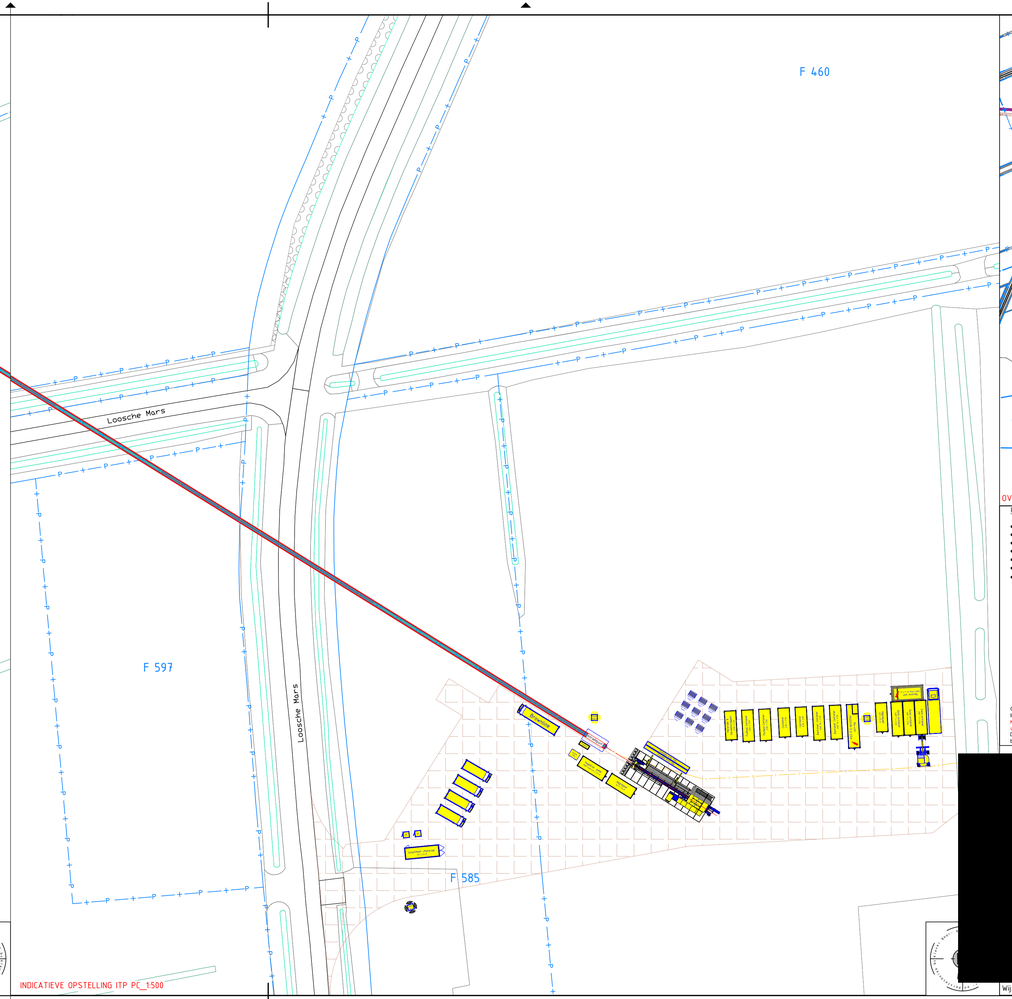
Ontwerp akkoord voor oplevering:	Paraaf akkoord
Uitvoerder	
Datum	

[redacted]

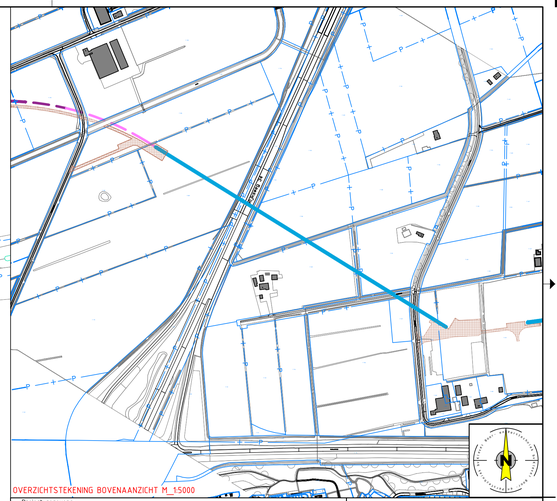
Wijziging



INDICATIEVE OPSTELLING UTP PC_1500



INDICATIEVE OPSTELLING ITP PC_1500



OVERZICHTSTEKENING BOVENAANZICHT M_15000

Project gegevens:

- BIJ ITP SCHOTTENPLATEAU'S TOEPASSEN OVER GASUNIE LEIDING
- ITP 10 GRAGUNESCHOTTEN TOEPASSEN T.B.V. BOORRIG EN BESCHERMING GASUNIELEIDING
- BIJ ITP WERKWATER AANWEZIG
- BIJ ITP EN UTP RUPLATEN TOEPASSEN
- BIJ UTP ITELEMKRANEN BENODIGD, AANTAL VOLGENS INTREKBOOGBEREKENING EN HIJSPLAN
- BIJ UTP ROLSTELLEN TOEPASSEN
- UITLEGTRACÉ EN INTREKBOOG CONFORM TEKENING

Legenda:

- Boorlijn
- Bestaande Boring
- Hartlijn
- Hulp (zicht) lijn
- Uitleggen buis
- Doorvaarbaar buis
- Retour leiding
- Kadastarlijn
- Topografie
- Merkruimte
- Veiligheidsgebied
- Rijplaten staat
- GW-beschermingsgebied
- Waterwingebied
- WRO Restrictie/ verbod

Ontwerp van dit profiel is op basis van de door opdrachtgever verstrekte gegevens en wensen. De werkelijke uitvoering kan wijzigen i.v.m. ligging van kabels en leidingen en of obstakels, welke van te voren niet inzichtelijk zijn en of waren.
Kabels en leidingen dienen in het werk opgezocht te worden. De in en uittredepunten worden in het werk bepaald bij het graven van de in en uittredegaul voor de boring.
De locatie en werkelijke lengte van de boring(en) wordt uiteindelijk bepaald door de situatie van de ondergrondse infra wanneer deze is blootgelegd, en de opstelmogelijkheid van het divers materieel in de beschikbare aangetroffen situatie.

Ontwerp akkoord voor oplevering		Paraaf akkoord
Uitvoerder		
Datum		

[redacted]

Wijziging

Risico-Inventarisatie Boren (HDD)

Inhoud

Projectorganisatie 2
Coördinatie op de bouwplaats 3
Wegafzettingen en verkeersmaatregelen 4
Inrichting werkterrein 5
Aanvoeren/afvoeren materieel, transport 5
Grondwerk, putten en sleuven 6
Grondonderzoeken 7
Pilotboring 7
Ruimfase 8
Intrekfase 8
Werken met boorequipment 9

Projectorganisatie

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Werkvoorbereiding/ planning	Onvoldoende aandacht voor Arbo- en milieuzaken Onvoldoende projectgerichte informatie van de opdrachtgever	KAM-afdeling betrekken bij voorbereiding Opvragen van projectgerichte V&G informatie ontwerpfase	Werkvoorbereiding
Werkplekbezoek en oriëntatie	Niet geïnventariseerde risico's	Oriënterend werkplek bezoek Analyseren van de risico's en gevaren van de werkplek/ omgeving	Uitvoerder/ Voorman
Algemene werkzaamheden	Onvoldoende voorlichting en controle van medewerkers	Projectintroductie houden met iedereen die werkzaamheden gaat verrichten op het projectterrein	Uitvoerder
		Vereiste certificaten en keuringen controleren van uitvoerenden	Uitvoerder
		Bezoekers begeleiden en de vereiste PBM verschaffen	Uitvoerder
	Alcohol en drugsgebruik, ongevallen en letsel	Het bezit en/of onder invloed zijn van alcohol is verboden	Iedereen
	Onvoldoende toezicht	Zorg voor vervanger tijdens afwezigheid van leidinggevende	Projectleider
	Onervaren leidinggevende	Selectie van leidinggevende op basis van uit te voeren werk	Projectleider
Hygiëne / orde en netheid	Rommel op en rond tracé, struikelen/vallen	Afval direct in container/afvalzak milieu deponeren	Iedereen
		Regelmatig opruim ronde houden	Iedereen
	Vuile schaftwagens	Regelmatig opruimen en vegen van de schaftwagens door gebruikers zelf	Iedereen
	Rommelige werkplek, struikelen/vallen	Ruim gereedschappen die niet gebruikt worden op	Iedereen
	Losliggende kabels, struikelen/vallen	Bind de kabels op/pas de zogenoemde S-haken toe zodat men niet kan vallen	Iedereen
	Gevaarlijke stoffen, letsel/milieudelict	Gebruik maken van lekbakken Spill-kit aanwezig Veiligheidsinformatiebladen aanwezig Gevaarlijke stoffen voorzien van etiket	Iedereen
Communicatie omwonenden	Opwekken van agressie door onaangekondigd het terrein betreden, handgemeen	Contact op nemen met eigenaar en/of betrokkenen Zorg dat betrokkenen op de hoogte zijn en een klachten formulier hebben met een contactpersoon Zorg voor goede communicatie en gebruik hulpmiddelen	Opdrachtgever
Communicatie onderling	Gevaarlijke situaties door onvoldoende communicatie	Zorg voor goed overleg (dag start) Betrek onderaannemers bij overleg Zorg voor de aanwezigheid en goede werking van communicatieapparatuur	Iedereen
Buizen lassen	Afkeur las	Alle lassen volgens digitale laseisen vastleggen	Lasser
Hulpverlening	Niet adequaat kunnen handelen tijdens een ongeval/bij letsel	Zorg ervoor dat iedereen weet wie de BHV'er is (bespreken tijdens de dag start) Zorg voor de aanwezigheid van BHV-middelen zoals een EHBO-koffer, brandblusmiddelen en een pleisterdispenser Er dient een alarmkaart aanwezig te zijn in de keet of in de bus Zorg ervoor dat iedereen de 112-NL app op zijn telefoon heeft Houd vluchtroutes vrij en spreek een verzamelplaats af	Werkvoorbereiding/ iedereen

Coördinatie op de bouwplaats

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Diverse werkzaamheden (gelijktijdig)	Geen/beperkte overleg en coördinatie	Coördinatie op de bouwplaats door uitvoerder/V&G-coördinator	Uitvoerder/V&G-coördinator
		Overleg werkzaamheden afstemmen en risico's en beheersmaatregelen bespreken	Uitvoerder
		Coördinatie overleggen voor uitvoeren intrekoperatie	Opdrachtgever/ Uitvoerder
Werkzaamheden onderaannemers	Onbekende risico's Niet nemen van beheersmaatregelen Ongevallen	Startwerk-overleg met onderaannemers	Uitvoerder
	Het niet nakomen van veiligheidsvoorschriften en/of het niet naleven van de samenwerkingsverplichting door onderaannemers	Aanwijzingen geven, nemen van maatregelen	Uitvoerder
Betreden bouwplaats onbevoegden	Vandalisme Diefstal Ongevallen door gevaren op de werkplek	Borden verboden toegang en hekwerk plaatsen (koppelen met klemmen)	Uitvoerder
		Opruimen materiaal en materieel, putten/sleuven zoveel als mogelijk aanvullen	Uitvoerder
		Indien noodzakelijk beveiliging van bouwplaats instellen	Uitvoerder

Wegafzettingen en verkeersmaatregelen

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Werken nabij wegen	Aanrijdingsgevaar bij plaatsen van bebording	Draag reflecterende/fluorescerende PBM	Uitvoerenden
	Onvoldoende communicatie met wegbeheerder	In overleg met opdrachtgever afspraken maken met wegbeheerder	Werkvoorbereiding
	Onduidelijke verkeerssituatie voor verkeersdeelnemers	Verkeersplan opstellen	Opdrachtgever
	Onvoldoende/onjuiste verkeersmaatregelen, aanrijdingen tot gevolg	Maatregelen treffen conform CROW 96a voor autosnelwegen Maatregelen treffen conform CROW 96b voor niet-autosnelwegen	Uitvoerder/ Opdrachtgever
	Ongeval bij het wegrijden van voertuigen	Indien mogelijk operationeel parkeren (met de voorkant richting de weg)	Uitvoerenden
	Slipgevaar weggebruikers	Wegen schoonhouden van modder/grond, bij constateren z.s.m. opruimen/vegen	Uitvoerenden
	Onjuist plaatsen van wegafzetting/-bebording, letsel medewerkers/weggebruikers	Het plaatsen van afzettingen door erkend bedrijf, interne cursus veilig werken langs de weg	Uitvoerder
	Onbekendheid van de verkeersmaatregelen door medewerkers	Medewerkers voorlichting geven over de genomen verkeersmaatregelen, cursus veilig werken langs de weg	Uitvoerder
Werken nabij waterwegen	Verdrinking	Werkterrein inrichten zodat er niet naast waterwegen gewerkt hoeft te worden	Uitvoerder
		Collectieve maatregelen treffen ter voorkoming te water te geraken	Uitvoerder
Het kruisen van wegen met materieel	Onvoldoende verkeersmaatregelen	Verkeersmaatregelen conform CROW96a/b en in overleg met wegbeheerder	Opdrachtgever/ uitvoerder
	Achteruitrijden	Machinisten/chauffeur begeleiden bij manoeuvres vanaf een defensieve positie (niet op de weg), hierbij reflecterende/fluorescerende PBM dragen	Uitvoerenden
	Aanrijdingsgevaar bij het regelen van het verkeer	Aanwijzingen aan het overige verkeer door gecertificeerd verkeersregelaar	Uitvoerder

Inrichting werkterrein

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Ketenpark/ schaftketen opstellen	Aanrijding bij uitstappen keet Schade of letsel door verkeershinder aan derden Letsel door struikelgevaar/aanrijdgevaar	Keten opstellen i.o.m. opdrachtgever / eigenaar locatie Bebording plaatsen i.o.m. beheerder Orde en netheid aanhouden	Uitvoerder
Keten	Ontbreken van hygiënische voorzieningen	Nieuwe jerrycans gebruiken en regelmatig schoonspoelen	Uitvoerder
Lossen van platen	Oplopen van letsel door instabiliteit equipment	Aanvullen weggespoeld zand onder rijplaten	Uitvoerder
Parkeren	Blokkeren van aanvoerwegen	Inrichten voldoende parkeergelegenheid	Uitvoerenden
	Oplopen letsel door stuurloze auto	Auto parkeren met handrem of in versnelling	Uitvoerenden
	Belemmerd uitzicht	Indien mogelijk operationeel parkeren (met de voorkant richting de weg)	Uitvoerenden

Aanvoeren/afvoeren materieel, transport

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Transport-bewegingen	Gebrekkige organisatie, letsel door ongevallen	Begeleiden transporten	Uitvoerder
Aanvoer/afvoeren (zwaar)materieel	Kantelen/omvallen materieel	Draagkrachtige ondergrond	Uitvoerder
		Bij twijfel over de stabiliteit van de ondergrond sondering uitvoeren om de stabiliteit te bepalen	Uitvoerder
		Stempelen van kranen	Machinist
		Aantoonbare onderrichte machinist voor bedienen kraan	Uitvoerder
	Geblokkeerde wegen/bouwplaats/ manoeuvres (zwaar) materieel	Chauffeurs op bouwplaats begeleiden door medewerker met reflecterende kleding, medewerker geeft aanwijzingen vanuit defensieve positie	Uitvoerder
		Verkeersregelaar afroepen wanneer er aanwijzingen gegeven dienen te worden aan verkeer op de openbare weg	Uitvoerder
		Chauffeurs uitsluitend afroepen wanneer er ruimte is om te laden/lossen	Uitvoerder
Uitrijden rijplaten en productiebuizen	Oplopen van letsel	Buiten bereik van kraan blijven en communiceren	Uitvoerder
Hijswerkzaamheden	Oplopen van letsel	Nooit onder de last begeven, maak voorafgaand duidelijke afspraken over de communicatie tijdens de werkzaamheden	Iedereen
		Werkgebied afzetten	Iedereen
		Hijsmiddelen controleren op staat en keuring, tijdig vervangen	Iedereen
		Hijswerkzaamheden alleen uit laten voeren door medewerkers die een aantoonbare instructie gehad hebben of in het bezit zijn van een certificaat	Uitvoerder

Grondwerk, putten en sleuven

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Werkzaamheden in de bodem	Ontbreken van/gebrekkige bodeminformatie, treffen van ontoereikende maatregelen, blootstelling aan gevaarlijke stoffen	Informatie aanleveren omtrent de bodem door opdrachtgever	Opdrachtgever
Werken in verontreinigde grond	Inhalatie en huidopname van schadelijke stoffen, brand- en explosiegevaar, en toxiciteit (acuut of vertraagd).	Opstellen en naleven van Veiligheids- & Gezondheidsplan voor het Werken in Verontreinigde grond	Werkvoorbereiding
Werkzaamheden in de bodem	Medewerkers niet op de hoogte van indicaties van verontreinigde grond	Bespreken met betrokken medewerkers over de Bodemverontreiniging	Uitvoerder
	Aantreffen van verontreinigde grond, blootstelling aan gevaarlijke stoffen	Staken werkzaamheden en dit melden bij uitvoerder	Uitvoerenden
		Melden bij opdrachtgever	Uitvoerder
		Bodemonderzoek laten uitvoeren door opdrachtgever	Opdrachtgever
	Aantreffen van Niet Gesprongen Explosieven, fataal letsel	Aanleveren van informatie omtrent NGE in de bodem door opdrachtgever	Opdrachtgever
		Werkzaamheden onmiddellijk stoppen en gebied van 200 meter rond de vondst ontruimen en afzetten Melding maken bij uitvoerder/112 bellen voor Explosievenopruimingsdienst en opdrachtgever	Uitvoerenden/ Uitvoerder
Graven van en werken in putten en sleuven	Instortingsgevaar Oplopen letsel door zich in het draaibereik van de machine te bevinden	Talud graven en in stand houden	Uitvoerder
		Communiceer met machinist en visueel contact houden	Uitvoerder
	Raken van reeds aanwezige kabels- en leidingen in de ondergrond bij graafwerkzaamheden	Vooraf graafmelding uitvoeren	Uitvoerder
		Contact opnemen met kabels en leiding eigenaren/beheerders	Uitvoerder
		Voorschriften van kabel- en leidingeigenaren aanhouden	Uitvoerder
		KLIC op de werkplek bespreken met betrokkenen bij de graafklus	Uitvoerder
	Beschadigen van Kabels en leidingen, Elektrocutie en/of blootstelling aan medium van leiding	Voorzichtig voorsteken, machinaal niet dieper graven dan voorgestoken is. Nabij kabels en leidingen handmatig graven, werken conform CROW 500 Instructiekaart zorgvuldig graven	Uitvoerder/ uitvoerenden
		Ophangen en afschermen van kruisende/parallel-lopende kabels en leidingen opdat deze niet doorzakken of beschadigd raken. Voorschriften van kabel/leiding eigenaar/beheerder toepassen	Uitvoerder
		Beschadiging door zettingen voorkomen door voldoende aan te vullen en te verdichten	Uitvoerder
Aanvullen en verdichten van putten en sleuven	Fysieke overbelasting	Zoveel mogelijk mechanisch uitvoeren Regelmatig werkzaamheden afwisselen of rusten	Uitvoerder
	In aanraking komen met draaiende machines	Communiceer met machinist en visueel contact houden Bij geen communicatie of zicht geen activiteiten uitvoeren	Iedereen

Grondonderzoeken

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Overgang grondlagen	Afwijken boortracé Afbreken boorbuis Stuurproblemen Vast lopen boring Verlies boring	In ontwerpfase de juiste grondsoort/laag gaan bochten	Engineer/ werkvoorbereider
Overgang zoet -/ zout water	Degeneratie boorspoeling Vast lopen boring Verlies boring	In ontwerpfase vermelden, zodat men in de uitvoering rekening kan houden	Engineer/ werkvoorbereider
Grind/Grindbedden	Afwijken boortracé Afbreken boorkop Stuurproblemen Vast lopen boring Verlies boring	In de juiste grondsoort het ontwerp opstellen Als dit niet mogelijk is, dit vermelden aan de uitvoering	Engineer/ werkvoorbereider/ uitvoerenden
Loopzand	Dichtvallen van het gemaakte boorgat	Regelmatige controle op kwaliteit boorspoeling	Uitvoerenden
Obstakels	Niet kunnen passeren Afbreken boorkop Afwijken boortracé	Boring terugtrekken en nogmaals proberen	Engineer/ werkvoorbereider
Boorradius	De radius te klein ontworpen voor de te gebruiken machine	In ontwerpfase de juiste radius aanhouden van de te gebruiken machine	Engineer/ werkvoorbereider
Lengteboring	Boring is te lang voor de machine in samenwerking met grondsoort en diameter	In ontwerpfase de gewenste machine aangeven	Engineer/ werkvoorbereider

Pilotboring

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Slechte menging boorspoeling	Instorten boorgat Vastlopen pilot	Mengverhouding volgens fabrikantspecificaties handhaven Nadelige effecten kunnen verminderd worden met speciale toevoegingen aan de boorspoeling	Uitvoerenden/Uitvoerder
Keuze boorbit anders dan verwacht	Stuurproblemen Vastlopen pilot	Door juiste vooronderzoek van de bodemgesteldheid, in uitvoering beslissen welke het beste van toepassing is	Uitvoerenden/Uitvoerder
Instabiele bovengrond	Mud uitbraak t.p.v. instabiele bovengrond Schade aan derden Wegvallen bentoniet-druk Milieudelict	Door het verminderen van debiet, pompdruk en voortgangssnelheid wordt het risico op een blow-out geminimaliseerd Daarnaast wordt gestreefd naar de minimaal benodigde pompdruk Het gebruik van een zwaardere boorinstallatie vermindert de kans op een blow-out Regelmatig visueel controleren van de retourstroom verkleint het risico verder	Uitvoerenden/Uitvoerder
Verouderd materiaal en materieel	Defecte onderdelen van de boorinstallatie Verliezen van materieel/ boring	Aangeven voordat de werkzaamheden uitgevoerd gaan worden dat het materiaal/materieel niet meer voldoet aan de eisen	Uitvoerenden/Uitvoerder

Ruimfase

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Het dichtslibben van de nozzels tijdens de uitvoering	Afname snijeigenschappen Vollopen ruimer en het blokkeren van het ruimproces	Juiste ruimer kiezen bij de grondsoort	Uitvoerenden/Uitvoerder
Verkeerde keuze ruimer	Slechte menging cuttings en boorspoeling Verkeerde snijeigenschappen voor deze boring	Juiste ruimer kiezen bij de grondsoort	Uitvoerenden/Uitvoerder
Snelheid ruimer	Instabiliteit boorgat en vervorming boorgat	Tijdens uitvoering controle uitvoeren op snelheid	Uitvoerenden/Uitvoerder
Defecten aan ruimer	Tijdelijk blokkeren boorgat Verlies boring Vast lopen boring	Controle uitvoeren voordat men de ruimer gaat gebruiken	Uitvoerenden/ Uitvoerder
Obstakels in de grond	Tijdelijk blokkeren boorgat Verlies boring Vast lopen boring	De klic nalopen op obstakels Het niet vermelde obstakel kan men niet altijd in kaart brengen	Uitvoerenden/ Uitvoerder

Intrekfase

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Defecte Swivel	Overbelasting Overmatig gebruik olie/vet gevolg met milieuschade Stagnatie intrekproces	Controle uit blijven voeren tijdens het intrekproces	Uitvoerenden/Uitvoerder
Overschrijding maximale trekkracht op productiepijp	Overbelasting Stagnatie intrekproces	Controle uit blijven voeren tijdens het intrekproces Niet meer dan de voorgeschreven maximale trekkracht	Uitvoerenden/Uitvoerder
Te steile invoerbocht	Te hoge trekkracht waardoor de productiebuis beschadigd kan worden	Tijdens de ontwerpfase de juiste hoeken aangeven en dit aanhouden tijdens de uitvoering	Uitvoerenden/Uitvoerder
Beschadiging productiebuis	Afkeur buis Overbelasting/kromme buis Slechte verbindingen	Tijdens uitvoering de buis zorgvuldig behandelen De overgangen moeten door een erkende lasser aan elkaar verbonden worden	Uitvoerenden/Uitvoerder
Storing boormachine	Vastlopen boring	Back-up machine ter beschikking (binnen 1 dag)	Uitvoerder
Stagnatie vanwege calamiteiten melding op terrein opdrachtgever	(bij langer dan één dag stagnatie) Vastlopen boring, buizen kunnen er niet meer uit.	Geen.	Opdrachtgever

Werken met boorequipment

Situatie	Risico's	Maatregelen	Verantwoordelijk
Elektrische connecties	Gewond raken door elektrocutie	Aarden van divers equipment	Uitvoerder
Boren	Wegglijden bij boor- of ontvangstgat	Tijdens het boren niet in de directe omgeving van de boor of het ontvangstgat komen en onbevoegden op afstand houden	Uitvoerenden
	Letsel door wegzakken/vallen in mud pit	Fysieke afzetting plaatsen (bouwhekkenbesluit)	Uitvoerder
	Verwond raken door draaiende en bewegende kraan	Buiten draaicirkel van de kraan blijven, "Zie je mij Zie ik jou" principe toepassen	Uitvoerenden
	Blow-out: wegzakken of vallen in mud pit. Vast komen te zitten in bentoniet/drijfzand	Fysieke afzetting plaatsen	V&G-coördinator uitvoering/uitvoerder
	Letsel door draaiende delen	Waar mogelijk draaiende delen afschermen	Uitvoerder
		Geen loshangende kleding en haar opbinden	Uitvoerenden
	Weg spuiten van boor-mud onder druk met letsel als mogelijk gevolg	Tijdens opstellen de fittingen, koppelingen en stangen visueel controleren, leidingen vastzetten met borgingspinnen/kettingen	Uitvoerenden/Uitvoerder
	Lawaai van machine, gehoorschade	Lawaaibron zoveel mogelijk afschermen, omgeving op de hoogte stellen	Uitvoerenden/Uitvoerder
		Gehoorbescherming verstrekken >80 dB(A)	Uitvoerenden/Uitvoerder
		Verplicht gehoorbescherming dragen >85dB(A)	Uitvoerenden/Uitvoerder
Aanbrengen en/of losmaken van de boorbuis	Letsel bij het aanbrengen en/ of losmaken van de boorbuis/mantelbuis	Geen draaiende delen tijdens het aanbrengen/loskoppelen Communicatie	Uitvoerenden/Uitvoerder
		Gebruik juiste gereedschappen en hijsmiddelen (tijdig vervangen)	Uitvoerenden/Uitvoerder
		Omgeving afschermen	Uitvoerenden/Uitvoerder
Intrekken van de leiding	Letsel of schade bij vastlopen of aflopen van de streng van de rollenbaan	Draag zorg voor onderhoud en begeleiding van de streng tijdens de trekoperatie	Uitvoerenden/Uitvoerder
	Knellen van vingers tussen rollen tijdens trekken	Houd afstand tijdens de trekoperatie	Uitvoerenden
	Letsel bij breken van hijsmiddelen tijdens de trekoperatie	Gebruik alleen gecertificeerde en gekeurde hijsmiddelen die op gewicht en/of trekkracht zijn afgestemd met het werk	Uitvoerder
Aanmaken van bentoniet / water	Inademen van stof	Gebruik van stoffilters (P3)	Uitvoerder
	Geraakt worden door bewegend materieel.	Gebruik van gecertificeerd hijsequipment en hijsgereedschap Geen personen nabij bewegende delen Eén man die de aanwijzingen geeft	Uitvoerder
Arbeidsmiddelen/ handgereedschap	Letsel	Maak enkel gebruik van gekeurd en geïnspecteerd materieel	Iedereen
		Gebruik de juiste PBM	Iedereen
		Gebruik arbeidsmiddelen op de juiste wijze en enkel voor de werkzaamheden waarvoor ze zijn gemaakt	Iedereen

Grondmechanisch rapport

Aanleg DN600
waterstoftransportleiding A-820
tracé 'Elim-Vlieghuis'
Kruising: 'N34 en Loosche Mars'

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

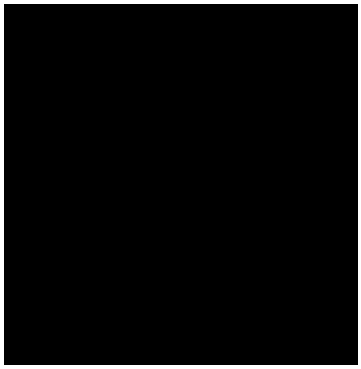
projectnummer 0491216.100
definitief revisie 01
7 oktober 2024

www.anteagroup.nl

Grondmechanisch rapport

Aanleg DN600 waterstoftransportleiding A-820 tracé 'Elim-Vlieghuis' Kruising: 'N34 en Loosche Mars'

projectnummer 0491216.100
documentnummer 0491216.100-GMO-006
documentnummer Gasunie WNN1-ANT-EM-REP-0006
definitief revisie 01
7 oktober 2024





Inhoudsopgave

1. Inleiding 5
1.1 Projectomschrijving 5
1.2 Doel en status rapport 6
1.3 Leeswijzer 6

2. Grondonderzoek 7
2.1 Uitgevoerd mechanisch veldonderzoek 7
2.2 Uitgevoerd handmatig veldonderzoek 7
2.3 Uitgevoerd laboratoriumonderzoek 8

3. Inventarisatie bodemopbouw en geohydrologie 9
3.1 Algemeen 9
3.2 Geologie van de ondergrond 9
3.3 Maaiveldniveau 10
3.4 Bodemopbouw 10
3.5 Geohydrologie 11
3.5.1 Oppervlaktewater 11
3.5.2 Freatische grondwaterstanden 11
3.5.3 Stijghoogte eerste watervoerend pakket 11
3.5.4 Grondwaterkwaliteit 11

4. Inventarisatie kruising en materiaal 12
4.1 Ontwerp van de HDD 12

5. Beschouwing HDD 13
5.1 Schematisatie 13
5.2 Beschouwde risicofactoren 13
5.3 Boorspoeldrukken HDD 14
5.3.1 Evenwicht tussen waterdruk en boorvloeistofdruk 14
5.3.2 Maximale boorspoeldrukken 14
5.3.3 Minimale boorspoeldrukken 14
5.4 Trekkracht HDD 15
5.5 Kwelanalyse HDD 16
5.5.1 Algemeen 16
5.5.2 Risicobepaling 16
5.5.1 Absolute toetsing kwel 17
5.5.2 Relatieve toetsing kwel 18
5.5.3 Conclusie kwelwegbeschouwing 18

6. Grondmechanische parameters 19

7. Risico's en aandachtspunten 20
7.1 Risico's en aandachtspunten als gevolg van bodemopbouw 20
7.2 Overige risico's en aandachtspunten 20

Bijlage 1 Tekeningen

Bijlage 2 Sondeerresultaten

Bijlage 3 (Puls)boringen

Bijlage 4 Analyse resultaten

Bijlage 5 D-Geo Pipeline berekening

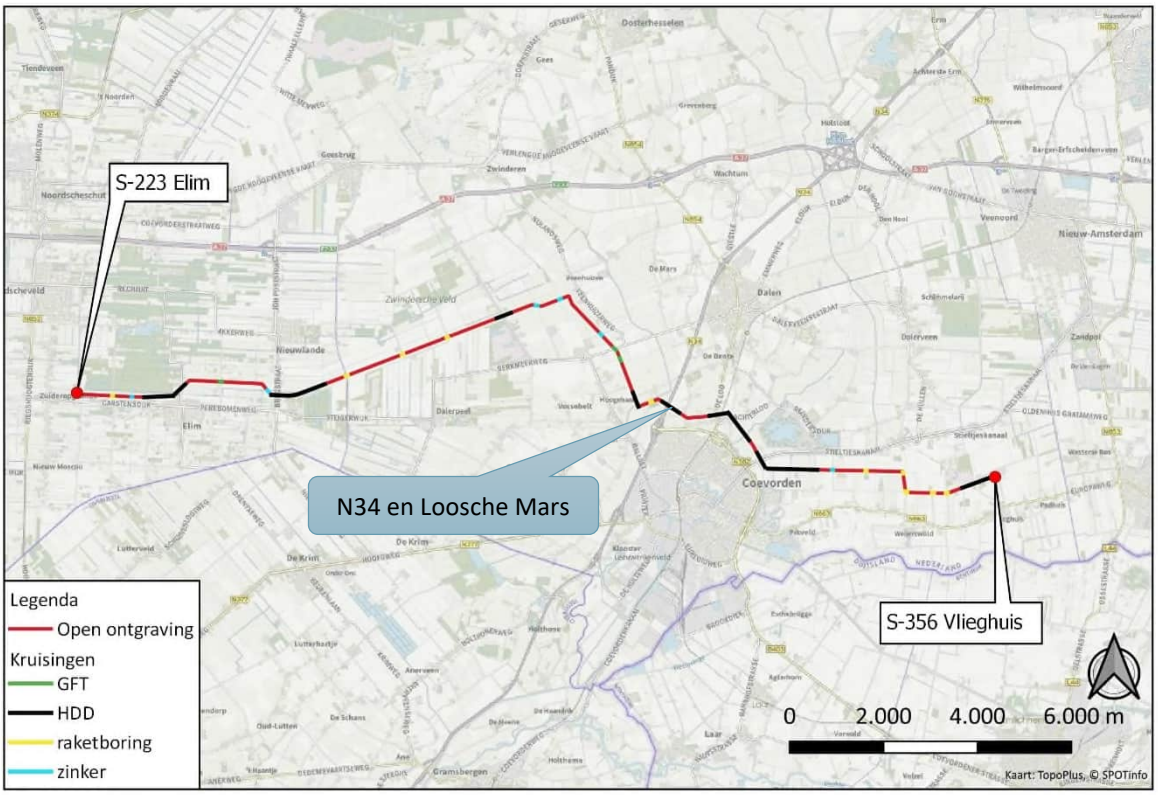
Bijlage 6 Grondmechanische Parameters

1. Inleiding

1.1 Projectomschrijving

In opdracht van N.V. Nederlandse Gasunie zijn door Antea Group grondmechanische rapportages opgesteld met betrekking tot de kruisingen met sleufloze technieken op het tracé een waterstoftransportleiding tussen Elim en Vlieghuis.

De nieuw aan te leggen leiding heeft code A-820 en bevindt zich tussen de afsluiterschema's S-223 te Elim en S-356 te Vlieghuis. De ligging van het tracé is weergegeven in figuur 1.1. In deze figuur zijn tevens de kruisingen aangeduid. De kruisingen worden uitgevoerd in open ontgraving of met behulp van sleufloze (boor-) technieken. De in te zetten sleufloze technieken betreffen persingen (pneumatische boortechniek / PBT en gesloten front techniek / GFT) en horizontaal gestuurd boren (HDD). Ter plaatse van de veldstrekkingen tussen de kruisingen wordt de leiding in open ontgraving aangelegd.



Figuur 1.1: Topografische ligging tracé waterstoftransportleiding 'Elim-Vlieghuis'

In figuur 1.1 zijn de locaties van de horizontaal gestuurde boringen met een zwarte lijn weergegeven, de rode lijnen betreffen de veldstrekkingen (open ontgraving).

Deze rapportage betreft de kruising met de N34 en Loosche Mars, zie detailkaart 'A820-XW-026-1' van 17-07-2024 in bijlage 1.

De rapportage is opgesteld met inachtneming van de bepalingen, voorwaarden en voorschriften als aangegeven in NEN3650:2020 en NEN3651:2020.

1.2 Doel en status rapport

Dit grondmechanisch rapport presenteert het uitgevoerde grondonderzoek en geeft inzicht in de optredende muddrukken en benodigde trekkrachten van de horizontaal gestuurde boring. Daarnaast worden risico's met betrekking tot optredende kwel beschouwd en wordt in de werkmethode beschrijving aandacht besteed aan de uitvoering en eventueel optredende risico's. Ten behoeve van de toetsing van de integriteit van de leiding is een vereenvoudigde sterkteanalyse uitgevoerd ten tijde van de intrekoperatie en na aanleg van de gestuurde boring.

Dit rapport dient als basis voor de vergunningsaanvraag en ter informatie voor de aannemer.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het uitgevoerde grondonderzoek beschreven. De inventarisatie van de bodemopbouw, het maaiveldniveau en de (grond)waterstanden staan gepresenteerd in hoofdstuk 3, de inventarisatie van het HDD ontwerp staat in hoofdstuk 4. De geïnventariseerde gegevens zijn vervolgens gebruikt voor het opstellen van het geotechnisch model van de gestuurde boring. Met behulp van het model wordt een analyse gedaan van de minimaal benodigde en maximaal toegestane boorspoeldrukken en worden de benodigde trekkrachten berekend, zie hoofdstuk 5. Daarnaast wordt in hoofdstuk 5 een kwelwegbeschouwing gedaan om te toetsen welke risico's er aanwezig zijn op het ontstaan van een ongewenste kwelsituatie. Tot slot worden de grondmechanische parameters behandeld in hoofdstuk 6 en zijn uitvoeringsrisico's samengevat in hoofdstuk 7.

2. Grondonderzoek

2.1 Uitgevoerd mechanisch veldonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd in de periode van april t/m augustus 2024. De werkzaamheden hebben bestaan uit het verrichten van totaal 144 sonderingen tot een diepte van maximaal ca. 40,0 meter minus maaiveld.
De sonderingen zijn verricht met 20-tons sondeerapparatuur en een minirups met behulp van de elektrische kleefmantelconus volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 (klasse 2). 27 Sonderingen zijn tevens uitgevoerd met behulp van een elektrische waterspanningsconus type U_2 (filter achter de punt) welke, naast de punt- en wrijvingsweerstand, tevens de waterspanning (uitgedrukt in MPa) continu meet en registreert.

Ter plaatse van de betreffende kruising zijn totaal 7 sonderingen uitgevoerd. In bijlage 2 zijn de aldus verkregen sondeerresultaten (van de betreffende kruising) grafisch gepresenteerd waarbij de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand uitgezet is tegen de diepte in meters ten opzichte van NAP. Het wrijvingsgetal (plaatselijke wrijvingsweerstand uitgedrukt in % van de conusweerstand) is kenmerkend voor de diverse grondsoorten. Tijdens het sonderen is met behulp van een in de conus ingebouwde hellingmeter de afwijking van de conus ten opzichte van de verticaal gecontroleerd.

Om een beter inzicht te krijgen in de aard van de verschillende bodemlagen en in de hoogte van de grondwaterspiegel zijn totaal 29 pulsboringen gemaakt tot een maximaal diepte van ca. 35 meter minus maaiveld. Het opgeboorde materiaal is in het veld geclassificeerd en aan de hand daarvan is het boorprofiel vastgelegd

Ter plaatse van de betreffende kruising zijn totaal 2 pulsboringen uitgevoerd, de boorstaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden zijn ongeroerde grondmonsters gestoken met het steekapparaat van Ackermann. De diepte en nummering van de grondmonsters zijn vermeld in de betreffende boorstaten.

De sondeer en boorpunten zijn in het terrein uitgezet (nauwkeurigheid 10 cm) en gewaterpast met een nauwkeurigheid van 5 cm ten opzichte van NAP. De resultaten van deze waterpassing zijn gepresenteerd op het sondeer- en boorresultaat. Alle gegevens van de inmetingen en waterpassingen genoemd in deze rapportage zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor het grondonderzoek.

Op de situatietekeningen in bijlage 1 is de plaats aangegeven waar de sonderingen en de boringen zijn uitgevoerd. Met behulp van 06-GPS zijn de X- en de Y-coördinaten van het handmatig veldonderzoek bepaald.

2.2 Uitgevoerd handmatig veldonderzoek

Ten behoeve van de aanleg van de leiding is cultuurtechnisch en geohydrologisch onderzoek verricht, waarbij handboringen en peilbuizen zijn geplaatst.
De peilbuizen zijn, na een minimale wachttijd van 1 week, bemonsterd voor laboratoriumanalyse. Voorafgaand aan de bemonstering zijn de actuele grondwaterstand/stijghoogte, zuurgraad (pH) en het elektrisch geleidingsvermogen (EC) gemeten.

De profielbeschrijvingen van het uitgevoerde cultuurtechnisch en geohydrologisch veldwerk zijn in bijlage 3 opgenomen.
Aan de hand van de hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel zijn, voor zover mogelijk, de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) geschat. De actuele grondwaterstand is voorafgaand aan de bemonstering gemeten.
De hydromorfe kenmerken zijn niet altijd maatgevend, plaatselijk kunnen deze ten gevolge van recente veranderingen in de waterhuishoudkundige omstandigheden afwijken van het huidige grondwaterregime.

2.3 Uitgevoerd laboratoriumonderzoek

In het laboratorium zijn de ongeroerde monsters aan een nadere analyse onderworpen, waarbij het nat en droog volumegewicht, watergehalte, het poriënvolume en de verzadigingsgraad zijn bepaald.
Tevens is op de ongeroerde monsters, middels handvinproeven, de ongedraineerde schuifweerstand in kN/m^2 bepaald.

Daarnaast zijn er korrelverdelingen bepaald. Voor de zandmonsters is aan de hand van de zeefanalyse de gradatie van het zand bepaald. Dit kan variëren van fijn tot grof en ook eventuele aanwezigheid van grind wordt hiermee duidelijk zichtbaar. Dit is van belang voor het onderkennen van uitvoeringsrisico's van een gestuurde boring.

Het (freatische) grondwater in het plangebied is onderzocht op de lozingsparameters ijzer-totaal, onopgeloste bestanddelen en chloride.

De resultaten van het laboratorium onderzoek zijn opgenomen in bijlage 4.

3. Inventarisatie bodemopbouw en geohydrologie

3.1 Algemeen

Voor het vaststellen van de bodemopbouw en de geohydrologische eigenschappen is gebruik gemaakt van de resultaten van het uitgevoerde veldonderzoek en de volgende bronnen:

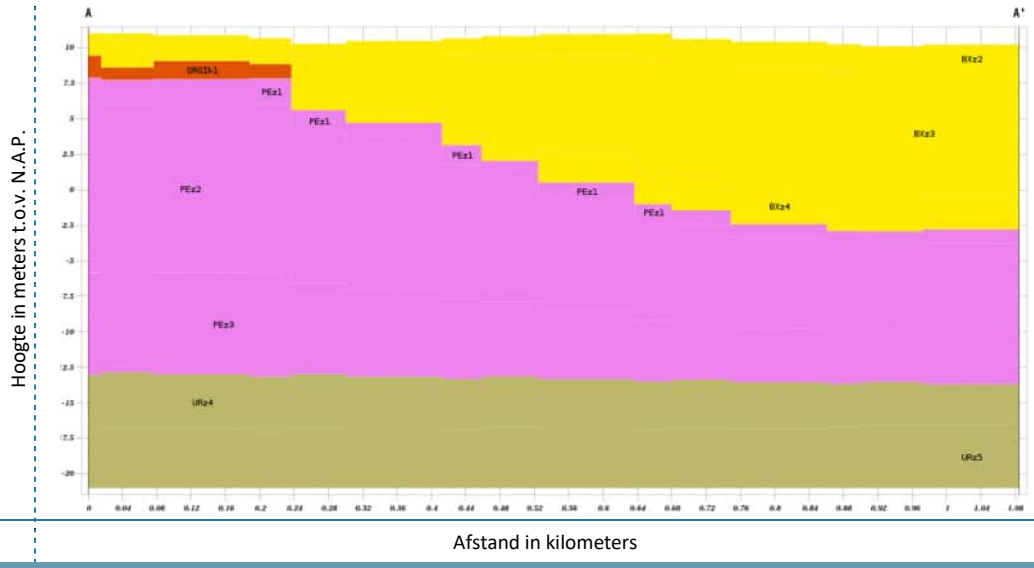
- Handmatig veldonderzoek Antea Group;
- Mechanisch veldonderzoek 'Koops Grondmechanica';
- Bodemkaart van Nederland;
- REGIS II, TNO (www.dinoloket.nl);

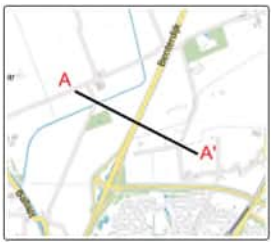
Met behulp van REGIS II is de regionale bodemopbouw bepaald. De lokale bodemopbouw is vastgesteld op basis van het uitgevoerd bodemonderzoek en de bodemkaart.

3.2 Geologie van de ondergrond

In Tabel 3.1 staat de regionale bodemopbouw ter plaatse van de horizontaal gestuurde boring weergegeven.

Tabel 3.1: Schematisatie van de bodemopbouw volgens REGIS II



Situatie	Verklaring codes	
	BXz	Formatie van Boxtel, zandige eenheid
	DRGIkl	Formatie van Drente, laag van Gieten, kleiige eenheid
	PEz	Formatie van Peelo, zandige eenheid
	URz	Formatie van Urk, zandige eenheid

In tabel 3.1 is te zien dat de HDD boring, welke aangelegd worden op een diepte van NAP -12,66 m (hart leiding), door de formaties van Boxtel, Drente, Peelo en Urk wordt geboord.

De formatie van Boxtel bestaat met name uit zeer fijn tot matig grof zand welke zwak tot sterk siltig kan zijn. Lokaal komen er zwak tot sterk grindhoudende lagen voor. Tevens komen er bruine tot geelbruine leem (lösss) lagen voor in de formatie. Ten slotte kan men zwak tot sterk zandige, kalkloze tot sterk kalkhoudende leem en dunne veen- of gyttialagen aantreffen.

De formatie van Drente is sterk variabel. Lagen van keileem, compacte mengsels van zand, klei / leem en soms stenen, keien of blokken kunnen worden aangetroffen. Tevens kan zandige tot zwak siltige klei voorkomen.

De formatie van Peelo wordt gekenmerkt door fijn tot zeer grof zand en (zeer) stevige zandige/siltige kleilagen (potklei).

De Formatie van Urk wordt gekenmerkt door fijne tot grove zand en kan zwak tot sterk grindige lagen bevatten. Daarnaast kan ook klei voorkomen in de formatie, met plaatselijke humeuze bijmenging.

3.3 Maaiveldniveau

Ten behoeve van het geotechnisch model zijn de maaiveldhoogtes gehanteerd welke zijn gebaseerd op de inmetingen welke ten behoeve van dit project zijn uitgevoerd. Het maaiveldprofiel staat op de detailkaart weergegeven, welke zijn toegevoegd in bijlage 1.

Het maaiveld ter plaatse van het in- en uittredepunt is ingemeten en resulteren in ca. NAP +10,19 m ter plaatse van het intredepunt (zuid-west) en ca. NAP +10,56 m ter plaatse van het uittredepunt (noord-oost).

Tussen het in- en uittredepunt varieert het maaiveld tussen maximaal NAP +11,40 m en minimaal NAP +9,05 m.

De watergangen ter plaatse van de kruising zijn volgens de detailtekening (zie bijlage 1) nog niet ingemeten.

3.4 Bodemopbouw

De bodemopbouw ter plaatste van de HDD wordt bepaald aan de hand van de geologie, het uitgevoerde grondonderzoek en gegevens op DINOloket. De grondeigenschappen van de verschillende grondlagen worden aan de hand van het uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoek, tabel B.1. van de NEN3650:2020 en tabel 2.b van de NEN9997-1:2017+C2 bepaald. Voor locaties en/of grondlagen waarvoor geen boorbeschrijvingen aanwezig zijn, is een interpretatie/interpolatie gemaakt met behulp van omliggend grondonderzoek en aangevuld rekening houdend met eerder genoemde tabellen. In Tabel 3.2 worden de verschillende grondlagen, met bijhorende eigenschappen systematisch weergegeven.

Tabel 3.2: Bodemeigenschappen HDD

Grondsoort	Volumiek gewicht (droog)	Volumiek gewicht (nat)	Wrijvingshoek	Elasticiteit	Cohesie	Ongedraineerde schuifsterkte
	Ydroog	ynat	φ	E	c	cu
	kN/m3	kN/m3	°	MPa	kPa	kPa
Los gepakt zand	17	19	30	15	-	-
Los gepakt zand, siltig	17	19	27,5	10	-	-
Matig gepakt zand	18	20	32,5	45	-	-
Vast gepakt zand	19	21	35,0	75	-	-
Silt, sterk zandig	19	19	27,5	3	0	50
Veen	12	12	15,0	0,5	2	15
Klei, organisch	15	15	15,0	1,50	1	25
Overgeconsolideerde klei	19	19	25,0	15	10	100
Vast gepakt silt, sterk zandig	18	18	27,5	5	0	0

3.5 Geohydrologie

Ten behoeve van de freatische grondwaterstand, oppervlaktewaterstand en eventuele stijghoogtes in diepere grondlagen is het geohydrologische rapport gebruikt.
In dit grondmechanisch rapport wordt beknopt de gehanteerde grondwaterstand gepresenteerd, voor de volledig uitgewerkte analyse wordt verwezen naar het geohydrologische rapport met kenmerk '0491216.100-GHR-001'.

3.5.1 Oppervlaktewater

Rondom het tracé zijn meerdere kleinere watergangen (sloten) aanwezig. Tevens kruist het tracé meerdere grotere watergangen: het Kanaal Coevorden-Zwinderen, het Loodiep, het Drostendiep en het Stieltjeskanaal. Binnen het plangebied is actief peilbeheer van toepassing. Ter plaatse van zowel het intredepunt als het uittredepunt als het grootste deel van de kruising wordt een vast peil gehanteerd van NAP +8,7 m. Direct ten oosten van de N34 kruist de boring echter een gebied met een hoger peil, namelijk een zomerpeil van NAP +9.8 m en een winterpeil van NAP +9,5 m.

De betreffende horizontaal gestuurde boring kruist geen grote waterweg.

Volgens de legger van Waterschap Vechtstromen is er een waterkering aanwezig ter plaatse van de Loosche Mars.

3.5.2 Freatische grondwaterstanden

De volgende waarden voor de GHG en de GLG zijn vastgesteld voor de intredezijde:

- GHG: NAP +9,60 m
- GLG: NAP +8,50 m

De volgende waarden voor de GHG en de GLG zijn vastgesteld voor de uittredezijde:

- GHG: NAP +10,20 m
- GLG: NAP +9,60 m

In het geotechnische model zal de GLG situatie gehanteerd worden.

3.5.3 Stijghoogte eerste watervoerend pakket

De volgende waarden voor de GHS en de GLS zijn vastgesteld voor de intredezijde:

- GHS: NAP +9,80 m
- GLS: NAP +9,00 m

De volgende waarden voor de GHS en de GLS zijn vastgesteld voor de uittredezijde:

- GHS: NAP +10,20 m
- GLS: NAP +9,60 m

In het geotechnische model zal de GLS situatie gehanteerd worden.

3.5.4 Grondwaterkwaliteit

Het grondwater uit de peilbuizen is onderzocht op de lozingsparameters ijzer (II), ijzer (III), ijzer-totaal, onopgeloste bestanddelen en chloride. Uit de resultaten blijkt dat er zoet water aanwezig is ter plaatse van het tracé. De analysecertificaten zijn in bijlage 4 opgenomen.

4. Inventarisatie kruising en materiaal

4.1 Ontwerp van de HDD

De kruising bestaat uit een DN600 stalen transportleiding en zal worden aangelegd door middel van een horizontaal gestuurde boring. Hierdoor wordt belemmering van de te kruisen infrastructuur vermeden. Deze infrastructuur bestaat volgens de beschikbare informatie onder andere uit:

- Rijksweg N34;
- Loosche Mars;
- Diverse watergangen;
- Bestaande kabels en leidingen.

Voor de horizontaal gestuurde boringen wordt als uitgangspunt boogstralen van minimaal 1036 m aangehouden in verband met de buiging van de boorstangen en de leiding.
Rekening houdend met het boorequipement, de leidingeigenschappen, de te kruisen objecten en de ondergrond, is gekozen voor een in- en uittredehoek van 11°. De boring zal uitgevoerd worden tot een maximale diepte van ca. NAP -12,66 m (hart leiding).

In tabel 4.1 zijn de uitgangspunten voor de HDD boringen schematisch weergegeven.

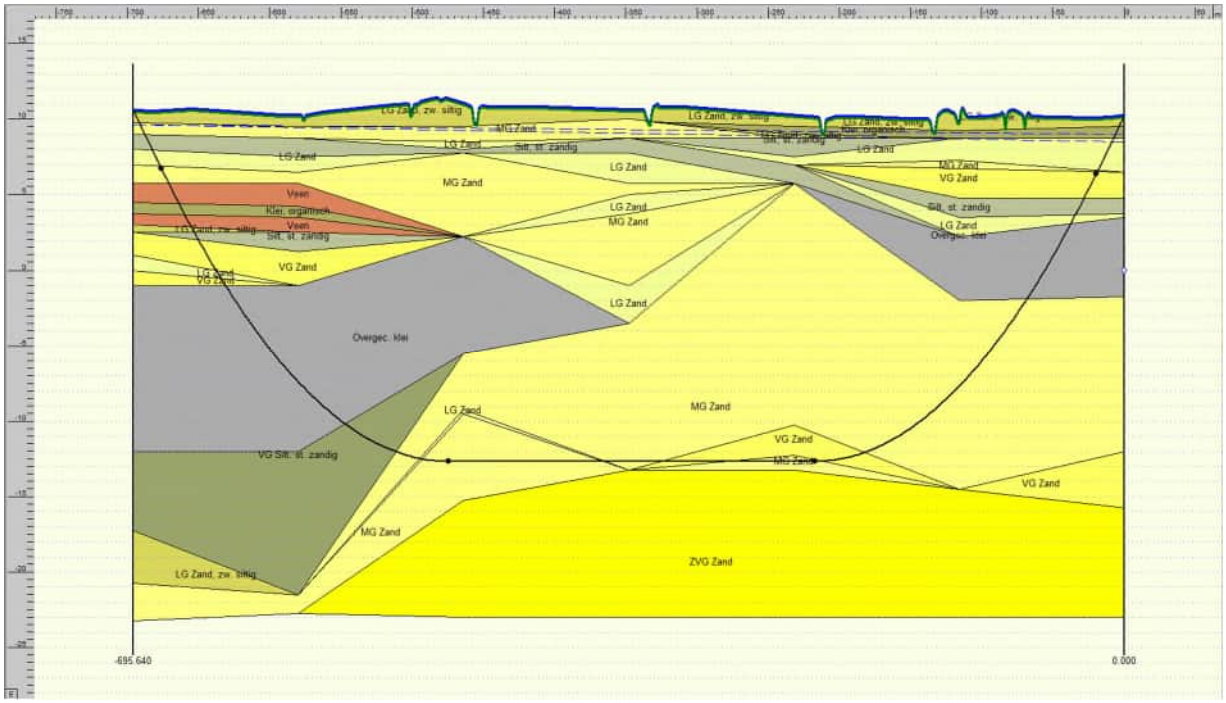
Tabel 4.1: Uitgangspunten HDD

Grondwaterstand	m NAP	Freatisch (GLG): +8,50 m NAP (intrede - zuid) Freatisch (GLG): +9,60 m NAP (uittrede - noord) Stijghoogte (GLS): +9,00 m NAP (intrede - zuid) Stijghoogte (GLS): +9,60 m NAP (uittrede - noord)
Staalkwaliteit	-	240 N/mm²
Uitwendige diameter	Deq	24 inch = 610 mm
Wanddikte	tb	13,30 mm
Lengte van de boring over maaiveld	L	Ca. 696 m
Diepteligging (t.o.v. hart leiding)	m NAP	-12,66 m
Diameter van het boorgat	Db	915 mm
Intredehoek	αi	11°
Uittredehoek	αu	11°
Boogstraal (intrede)	Ri	1036,00 m
Boogstraal (uittrede)	Ru	1056,01 m
Boogstraal (horizontaal)	Rh	n.v.t.
Boogstraal (gecombineerd)	Rcomb	n.v.t.
Importantiefactor	S	1,0

5. Beschouwing HDD

5.1 Schematisatie

De bodemopbouw langs de horizontaal gestuurde boring is weergegeven in figuur 5.1. De bepaling van de grondeigenschappen ten behoeve van de D-Geo-Pipeline berekening is uitgevoerd op basis van het uitgevoerde veldonderzoek, tabel B.1. van de NEN3650:2020 en tabel 2.b van de NEN9997-1:2017+C2.



Figuur 5.1: Schematisatie van de bodemopbouw ter plaatse van gestuurde boring

5.2 Beschouwde risicofactoren

In deze rapportage worden een aantal risicofactoren beschouwd die direct gerelateerd zijn aan het boorproces in relatie tot de geotechniek. Deze risicofactoren hebben alleen betrekking op het boorproces en **niet** op de hulpconstructies, bemaling of overige aspecten, zoals de samenstelling van de boorspoeling.

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

- overschrijding toelaatbare boorspoeldruk (blow-out);
- kwel langs de geboorde leiding;
- drukverlies boorspoeling door los gepakt zand;
- drukverlies boorspoeling door grind;
- instabiliteit van het boorgat door slappe lagen;
- zettingen en maaiveldzakking.

Deze lijst is een niet limitatieve weergave van mogelijk optredende risico's. De risicobeschouwing is géén volledige risico analyse.

5.3 Boorspoeldrukken HDD

5.3.1 Evenwicht tussen waterdruk en boorvloeistofdruk

Bij het toepassen van de HDD methode is er een bentoniet spoeling (mud) nodig voor het in stand houden van het boorgat, afvoeren van de geboorde grond en de smering van de boring.
Om inspoeling van water in het boorgat te voorkomen, dient de hydrostatische kolomdruk van de boorvloeistof groter te zijn dan de waterdruk. In bijlage 5 worden de resultaten gepresenteerd.
Uit de resultaten blijkt de waterdruk niet hoger te liggen dan de boorvloeistof-druk.

5.3.2 Maximale boorspoeldrukken

In verband met het voorkomen van opbarsten van het maaiveld of het uitstromen van de boorvloeistof (het bentoniet-watermengsel) aan de oppervlakte, dient de werkdruk in het boorgat van de boorvloeistof lager te zijn dan de maximaal toelaatbare muddruk. De maximaal toelaatbare muddruk wordt bepaald aan de hand van de boorgat-expansie-theorie (conform NEN 3651).

Het boorproces voor de aanleg van de leiding bestaat uit de volgende drie fasen:

- het uitvoeren van de pilotboring;
- het voorruimen van het boorgat;
- het intrekken van de leiding.

In tabel 5.1 zijn de gegevens weergegeven die zijn gebruikt voor het bepalen van de maximaal toelaatbare muddrukken, aangeleverd door de opdrachtgever.

Tabel 5.1: Uitgangspunten t.b.v. maximaal toelaatbare muddrukken

Fase	Boorstang	Boorgat t.g.v. pilotboorkop / ruimer	Productpijp
Pilotboring	127 mm	250 mm	-
Voorruim operatie	127 mm	915 mm	-
Ruim- en intrekoperatie	127 mm	915 mm	Ø610,0 mm

De maximaal toelaatbare muddrukken zijn tijdens de drie fasen voor de maatgevende verticalen berekend, en opgegeven in de D-Geo-Pipeline berekening (bijlage 5). De drukken worden tevens grafisch weergegeven in deze bijlage.

5.3.3 Minimale boorspoeldrukken

Om een horizontaal gestuurde boring te kunnen uitvoeren moet in het boorgat een bepaalde minimale muddruk opgebouwd kunnen worden. Deze minimale muddruk is nodig voor het afvoeren van de geboorde grond, het in stand houden van het boorgat en de smering van de boring.
Het ontwerp (de diepteligging) van de HDD dient zodanig te zijn dat de minimaal benodigde muddruk kleiner is dan de berekende maximaal toelaatbare muddruk. De uitgangspunten die zijn gehanteerd voor het bepalen van de minimaal benodigde muddruk tijdens de drie fasen zijn gebaseerd op het gebruik van minimaal een Maxi-rig boorstelling en zijn opgenomen in tabel 5.2.

Tabel 5.2: Uitgangspunten t.b.v. minimaal benodigde muddrukken

Fase	Gewenst debiet (Q)	Volumegewicht boorvloeistof (γ)	Yieldpoint boorvloeistof (τ)	Viscositeit boorvloeistof (μ)
Pilotboring	700 l/min	11,1 kN/m^3	0,014 kPa	$4 \cdot 10^{-5}$ kPa·s
Voorruim operatie	1200 l/min	11,1 kN/m^3	0,014 kPa	$4 \cdot 10^{-5}$ kPa·s
Ruim- en intrekoperatie	800 l/min	11,1 kN/m^3	0,014 kPa	$4 \cdot 10^{-5}$ kPa·s

Tijdens de pilotboring (van zuid naar noord) overschrijden de minimaal voor het boorproces vereiste vloeistofdrukken over laatste ca. 40 à 50 meter, de maximaal toelaatbare vloeistofdrukken op basis van de gronddruk van de bovenliggende lagen. Over de laatste ca. 180 à 200 meter van de boring overschrijden de vereiste boorvloeistofdrukken de grenswaarde waarboven deformatie van het boorgat optreedt. In beginsel kunnen scheuren die rondom het boorgat ontstaan zich uitbreiden tot aan het maaiveld, met uitbraak van boorvloeistof tot gevolg.

Het risico op uitbraak van boorvloeistof kan worden gemitigeerd door aanpassing van de het ontwerp, boorsnelheid, de boorgangdiameter te vergroten en/of de samenstelling en/of flow van de boorvloeistof op de situatie aan te passen.
Geadviseerd wordt om te onderzoeken of het in- en uittredepunt kan worden omgedraaid, zodat de klei-, leem- en veenlagen zich aan de intredezijde bevinden, waarmee het risico op een uitbraak van boorvloeistof kan worden verlaagd.
De watergangen ter plaatse van de kruising zijn volgens de detailtekening (zie bijlage 1) nog niet ingemeten. Indien deze watergangen na inmeting relatief diep blijken te zijn, wordt geadviseerd deze tijdens de boring te dempen om het risico op uitbraak van boorvloeistof terug te brengen.

Uit het resultaat van de berekeningen blijkt dat tijdens het voorruimen en tijdens de intrekoperatie de minimaal benodigde muddrukken lager zijn dan de maximaal toelaatbare muddrukken.

Het resultaat van de berekeningen van de minimaal benodigde muddruk (Pmin) tijdens de drie fasen is weergegeven in bijlage 5. De drukken worden tevens grafisch weergegeven in deze bijlage.

5.4 Trekkracht HDD

Bij het uitvoeren van de intrekoperatie wordt er een trekkracht uitgeoefend op de aan te leggen leiding. Deze trekkracht is afhankelijk van een aantal factoren:

- Opdrijvend vermogen
- Toe te passen boogstralen
- Lengte van de boring
- Grondslag waarin geboord wordt

Bovenstaande factoren leiden tot een maximale trekkracht op de leiding. Met de berekende trekkracht kan er bepaald worden of de leiding voldoet aan de betreffende situatie en uitvoeringswijze.

De maximale trekkracht welke nodig is om de horizontale gestuurde boring uit te voeren is
364 kN, zie bijlage 5. Deze berekende trekkracht is exclusief veiligheidsfactoren. Uit de berekeningen blijkt dat het eigen gewicht van de leiding lager is dan de opwaartse druk, waardoor de leiding opdrijft. Door de leiding voor 48% te vullen met (ballast)water kan de benodigde trekkracht geoptimaliseerd worden tot 178 kN.

Spanningen
Ten behoeve van een toetsing aan de integriteit van de leiding tijdens het intrekken en de bedrijfsfase, is een vereenvoudigde spanningsanalyse uitgevoerd voor de volgende fasen:

- Belastingcombinatie 1a : begin van de trekoperatie
- Belastingcombinatie 1b : einde van de trekoperatie
- Belastingcombinatie 3 : bedrijfsfase, niet op druk

De spanningen in de (drukloze) leiding ten gevolge van het intrekken van de leiding, combinaties 1a/1b en 3, zijn weergegeven in tabel 5.3.

Tabel 5.3: Maximaal toelaatbare spanningen ten gevolge van het intrekken

Spanningen	Max. toelaatbare spanningen (N/mm2)	Belasting combinatie 1A (N/mm²)	Belasting combinatie 1B (N/mm²)	Belasting combinatie 3 (N/mm²)	Voldoet
$Sigma_v$	218,18	97	132 116 (ballast)	-	Ja

Spanningen	Max. toelaatbare spanningen (N/mm2)	Belasting combinatie 1A (N/mm²)	Belasting combinatie 1B (N/mm²)	Belasting combinatie 3 (N/mm²)	Voldoet
$Sigma_{vmax}$	370,91	-	-	166	Ja

Uit de berekeningen blijkt dat de optredende spanningen in de leiding de toelaatbare spanningen niet overschrijden.
Om de spanningen in de leiding bij het intrekken te reduceren kan eventueel worden overwogen de diameter van het boorgat aan te passen (ruimer boorgat) en/of de samenstelling van de boorvloeistof aan te passen (lagere wandwrijvingshoek).

5.5 Kwelanalyse HDD

5.5.1 Algemeen

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

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

Bovenstaande situaties dienen getoetst te worden conform de NEN3651 Bijlage D.

Daarnaast geld voor kruisingen met primaire en secundaire waterkeringen dat conform de NEN3650/ NEN3651:2020 de leiding in langsrichting, over een lengte van 10 m of meer, onder de waterkering voorzien moet worden van een kwelreducerende maatregel om te voorkomen dat kwel langs de leiding optreedt. Als alternatief kan de langsloopsheid worden voorkomen door toepassing van kwelschermen in kleikoffers ter weerszijden van de waterkering.

De beschouwde kruising is met een waterkering. Conform de NEN3650/NEN3651:2020 dienen er kwelschermen te worden geplaatst. Volledigheidshalve wordt de kruising ook nader beschouwd om vast te stellen wat de risico's op kwel zijn.

5.5.2 Risicobepaling

Situatie 1
Ter plaatse van de toekomstige horizontaal gestuurde boring is een grondwaterwaterstijghoogte in het watervoerend pakket vastgesteld van NAP +9,00 m ter plaatse van het intredepunt en NAP +9,60 m ter plaatse van het uittredepunt. De stijghoogte ter plaatse van het uittredepunt is gelijk aan de freatische grondwaterstand ter plaatse van het uittredepunt. Ter plaatse van het intredepunt is een verschil van 50 cm tussen de stijghoogte (NAP +9,00 m) en de freatische grondwaterstand bij het intredepunt (NAP +8,50 m), zie paragraaf 3.5. Het risico op kwel als gevolg van een stijghoogte in het watervoerend pakket wordt in paragraaf 5.5.3. nader beschouwd.

Situatie 2
Ter plaatse van de kruising is een verschil vastgesteld tussen de waterstand nabij het in- en uittredepunt van 1,10 m, zie paragraaf 3.5. Het risico op kwel door verschil in freatische waterstanden ter plaatse van het in- en uittredepunt wordt in paragraaf 5.5.3. nader beschouwd.

Situatie 3
De gestuurde boring kruist geen grote watergang. Een risico op kwel als gevolg van verschillen tussen oppervlaktewater en freatische grondwaterstanden wordt dan ook niet verwacht.

5.5.1 Absolute toetsing kwel

Door het verschil tussen de freatische waterstand ter plaatse van het in- en uittredepunt, kan een kwelweg ontstaan langs het boorgat.
Deze potentiële kwelweg wordt gecontroleerd met behulp van Bligh-Lane, zoals staat beschreven in bijlage D van NEN 3651. De resultaten van deze beschouwing zijn opgenomen in tabel 5.5.3.

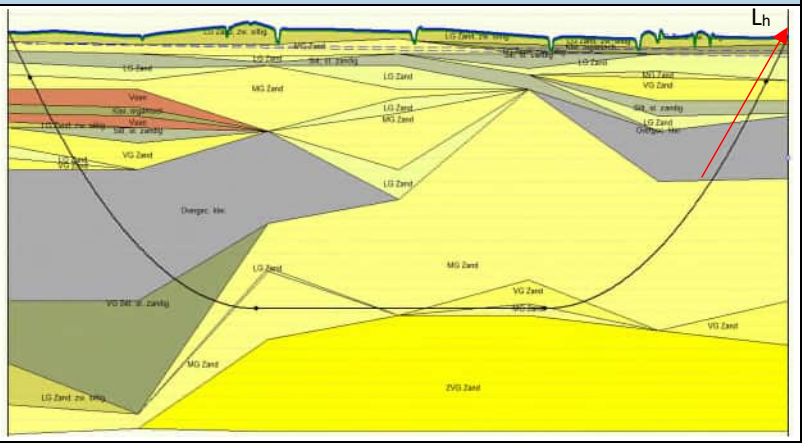
Absolute toetsing

$$\sum L_v + \sum(⅓ * L_h) \geq C_l * H$$

Hierbij is:

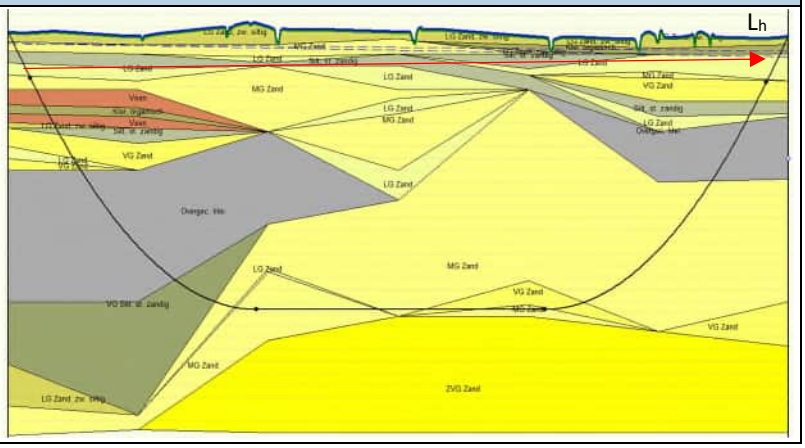
L_v : de lengte van de kwelweg voor hellingen steiler dan 45°, in m.
L_h : de lengte van de kwelweg voor hellingen flauwer dan 45°, in m.
C_l : een grondsoortafhankelijke factor, die zowel de doorlatendheid als de erosiebestendigheid (korrelgrootte of cohesie) representeert.
H : het peilverschil in m.
⅓ : factor tussen 0 en ⅓ voor contactvlak grond/bentoniet

Tabel 5.5.3. Absolute toetsing van de kwelweg

Kwelwegsituatie	Situatie 1	
Van	1e WVP	
Naar	Intredepunt	
Lv	ca. 0 m	
Lh	ca. 45 m	
H	0,50 m	
Cl	7*	
Linker lid	15,00	
Rechter lid	3,50	
Absolute toetsing	**Voldoet**	

*Uitgegaan van een worst-case benadering, wordt er voor de Cl een waarde van 7 aangenomen.

Tabel 5.5.4. Absolute toetsing van de kwelweg

Kwelwegsituatie	Situatie 2	
Van	Uittredepunt	
Naar	Intredepunt	
Lv	ca. 0 m	
Lh	ca. 696 m	
H	1,10 m	
Cl	7*	
Linker lid	232,00	
Rechter lid	7,70	
Absolute toetsing	**Voldoet**	

*Uitgegaan van een worst-case benadering, wordt er voor de Cl een waarde van 7 aangenomen.

Op basis van de resultaten in de bovenstaande tabellen wordt voor alle kwelsituaties voldaan aan de absolute toetsingsregel.

5.5.2 Relatieve toetsing kwel

Ook dient er gecontroleerd te worden op interne erosie. De eis is dat de minimale diepteligging van de boorgang onder de waterkering zo moet zijn dat de kortste natuurlijke kwelweg door of onder de waterkering korter is dan de alternatieve kwelwegen langs de boorgang. De resultaten van deze relatieve beschouwing zijn opgenomen in tabel 5.5.5.

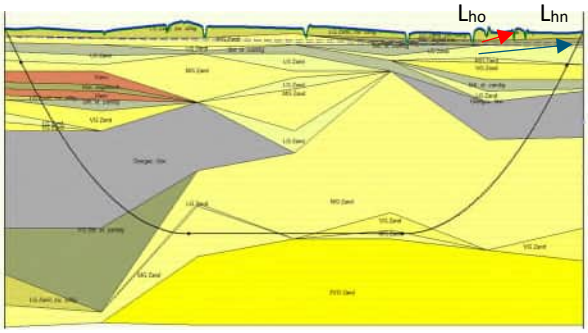
Relatieve toetsing

$$\sum L_{vo} + \sum(⅓ * L_{ho}) \leq \sum L_{vn} + \sum(\alpha * L_{hn})$$

Hierbij is:

L_{vo} : de lengte van de kortst natuurlijk kwelweg voor hellingen steiler dan 45°, in m.
L_{ho} : de lengte van de kortst natuurlijk kwelweg voor hellingen flauwer dan 45°, in m.
L_{vn} : de lengte van de alternatieve kwelweg voor hellingen steiler dan 45°, in m.
L_{hn} : de lengte van de alternatieve kwelweg voor hellingen flauwer dan 45°, in m.
α : weegfactor, volgens NEN3651 liggend tussen 0 en ⅓

Tabel 5.5.5: Relatieve toetsing van de kwelweg

Situatie	Kortst natuurlijke		Alternatief
Van	Loosche Mars		Loosche Mars
Naar	Perceelsloot		Intredepunt
L_{vo}	0,00		-
L_{ho}	Ca. 40 m		-
L_{vn}	-		0,00 m
L_{hn}	-		Ca. 124 m
Linker lid	*13,33*		-
Rechter lid	-		*18,60*
Praktijk (α=0,15)	-		*18,60 (voldoet)*
Worst-case (α=0)	-		*0,00 (voldoet niet)*

Op basis van tabel 5.5.5 geldt dat voor wat het betreft het risico op kwel vanuit de watergang, door de waterkering niet wordt voldaan aan de relatieve toetsingsregel in de worst-case scenario. Er is dus sprake van een ongewenste kortsluiting.

Om een stroming langs de boorgang te voorkomen (en te voldoen aan het worst-case scenario in de NEN-norm) dient in het ontwerp van de HDD te worden voorzien in de plaatsing van een kwelscherm in een kleikist rondom de boorgang in de deklaag, nabij het in- /uittredepunt van de horizontaal gestuurde boring.

5.5.3 Conclusie kwelwegbeschouwing

In verband met het risico op een kwelstroming langs het boorgat en de kruising met een waterkering dient de leiding in langsrichting, over een lengte van 10 m of meer, aan weerzijden van de waterkering te worden voorzien van een kwelreducerende maatregel. Als alternatief kan de langsloopsheid worden voorkomen door toepassing van kwelschermen in kleikoffers ter weerszijden van de waterkering nabij het in- en uittredepunt van de boring, zoals omschreven in de NEN3650/ NEN3651:2020.
Indien kwelschermen in kleikoffers moeilijk aan te brengen zijn, dient de gehele boorgang te worden gevuld met krimpvrij opvulmateriaal.

6. Grondmechanische parameters

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek en de door opdrachtgever aangeleverde (dwars)profielen zijn voor de gestuurde boring de grondmechanische parameters bepaald.

De volgende brongegevens zijn gebruikt ten behoeve van de berekening:

- “Kruising met bestaande leidingen” X-820-XW-026-1 (17-07-2024).

De grondparameters zijn bepaald op basis van de buitenmantel van de stalen leiding. De resultaten zijn gepresenteerd in bijlage 6.

De volgende parameters zijn berekend:

- horizontale beddingsconstante (N/mm³);
- verticale beddingsconstante omlaag (N/mm³);
- verticale beddingsconstante omhoog (N/mm³);
- wrijving (N/mm²);
- axiale verplaatsing bij maximale wrijving (mm);
- verticaal evenwichtsdraagvermogen (N/mm²);
- passieve grondbelasting (N/mm²);
- horizontale gronddruk (N/mm²);
- neutrale grondbelasting (N/mm²);
- reële grondbelasting (N/mm²).

De leidingparameters geven een representatieve afspiegeling van de grondopbouw van het betreffende tracégedeelte. In paragraaf 3.4 zijn de eigenschappen van de verschillende grondlagen beschreven.

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De grondmechanische leidingparameters zijn berekend overeenkomstig de norm NEN 3650:2020 serie;
- De berekende waarden zijn berekend exclusief onzekerheidsfactoren;
- Bij leidingdieptes dieper dan 8 maal de nominale leidingdiameter is rekening gehouden met gewelfwerking;
- Aanvulling van leidingsleuven wordt uitgevoerd met het oorspronkelijke materiaal.

Bij berekening van de HDD-parameters wordt uitgegaan van een ligging in een stabiel boorgat, gevuld met bentoniet.

7. Risico's en aandachtspunten

7.1 Risico's en aandachtspunten als gevolg van bodemopbouw

In het bodemonderzoek zijn zandlagen van los tot (zeer) vast gepakt zand aangetroffen. Tevens tonen de geologie en de pulsboringen aan, grindhoudende lagen en stenen/keien te kunnen aantreffen.
Vast gepakte lagen (hoge conus weerstand) kunnen stagnatie in de voortgang van het boren als gevolg hebben.

Tijdens de uitvoering van de gestuurde boring dient de muddruk in de gaten gehouden te worden bij het naderen van het uittredepunt. Zo nodig dient de boorsnelheid en/of boorvloeistof, in verband met risico's op een blowout, op de situatie aan te worden gepast. De volgende punten worden dan ook onder de aandacht gebracht:

- verlies van boorvloeistof. De retourstroom kan slechts worden gehandhaafd als er voldoende druk, volume en viscositeit aanwezig is.
- voor afpleistering (afsluiting boorgang) in grove zand- en grindlagen kan men:
    - viscositeit van de boorspoeling verhogen
    - toeslagstoffen toepassen in boorvloeistof
- draagkracht boorvloeistof moet worden aangepast voor retourtransport
- verstopping retourleiding
- Tijdens de pilotboring (van zuid naar noord) overschrijden de minimaal voor het boorproces vereiste vloeistofdrukken over laatste ca. 40 à 50 meter, de maximaal toelaatbare vloeistofdrukken op basis van de gronddruk van de bovenliggende lagen. Over de laatste ca. 180 à 200 meter van de boring overschrijden de vereiste boorvloeistofdrukken de grenswaarde waarboven deformatie van het boorgat optreedt. In beginsel kunnen scheuren die rondom het boorgat ontstaan zich uitbreiden tot aan het maaiveld, met uitbraak van boorvloeistof tot gevolg.
  Geadviseerd wordt om te onderzoeken of het in- en uittredepunt kan worden omgedraaid, zodat de klei-, leem- en veenlagen zich aan de intredezijde bevinden, waarmee het risico op een uitbraak van boorvloeistof kan worden verlaagd.
  De watergangen ter plaatse van de kruising zijn volgens de detailtekening (zie bijlage 1) nog niet ingemeten. Indien deze watergangen na inmeting relatief diep blijken te zijn, wordt geadviseerd deze tijdens de boring te dempen om het risico op uitbraak van boorvloeistof terug te brengen.
  Uit het resultaat van de berekeningen blijkt dat tijdens het voorruimen en tijdens de intrekoperatie de minimaal benodigde muddrukken lager zijn dan de maximaal toelaatbare muddrukken.

7.2 Overige risico's en aandachtspunten

Naast de risico's en aandachtspunten ten gevolge van de bodemopbouw, verdienen ook de volgende punten aandacht:


- Voorafgaande aan de uitvoering dienen de eventuele aanwezige kabels en leidingen van derden opgespoord te worden.
- Visueel dient gecontroleerd te worden op het uittreden van bentoniet uit het maaiveld (blowout), tijdens het uitvoeren van de pilotboring van de HDD.
- Tijdens uitvoering dient er visueel gecontroleerd te worden op verontreiniging van de bodem.
- Uitgangspunten en risico's genoemd in dit rapport dienen geverifieerd te worden door het boorbedrijf. Daarnaast dient het uitvoeringsplan afgestemd te worden op de lokale omstandigheden.
- De maximale trekkracht welke nodig is om de horizontale gestuurde boring uit te voeren is 364 kN, zie bijlage 5. Deze berekende trekkracht is exclusief veiligheidsfactoren. Uit de berekeningen blijkt dat het eigen gewicht van de leiding lager is dan de opwaartse druk, waardoor de leiding opdrijft. Door de leiding voor 48% te vullen met (ballast)water kan de benodigde trekkracht geoptimaliseerd worden tot 178 kN.
- In verband met het risico op een kwelstroming langs het boorgat en de kruising met een waterkering dient de leiding in langsrichting, over een lengte van 10 m of meer, aan weerzijden van de waterkering te worden voorzien van een kwelreducerende maatregel. Als alternatief kan de langsloopsheid worden

voorkomen door toepassing van kwelschermen in kleikoffers ter weerszijden van de waterkering nabij het in- en uittredepunt van de boring, zoals omschreven in de NEN3650/ NEN3651:2020.
Indien kwelschermen in kleikoffers moeilijk aan te brengen zijn, dient de gehele boorgang te worden gevuld met krimpvrij opvulmateriaal.

Antea Group | Heerenveen, oktober 2024


Bijlage 1 Tekeningen

TEK. NR. A-820-KW-026-1



OPMERKINGEN

1. Minimale elastische straal is 1000D in open ontgraving
2. Maten in meters tenzij anders vermeld, peilmaten t.o.v. N.A.P. in meters
3. K&L derden zonder dieptevermelding zijn indicatief ingetekend
4. Voor aanvang werk dient aannemer maatvoering, hoogtematen e.d. d.m.v. proefsleuven te controleren
5. Bochtstraal van knikpunten zijn 40D, tenzij anders vermeld
6. Datum levering KLIC: 2023-09-26
7. Evt. maatregelen volgend uit geotechnisch advies zijn niet in dit ontwerp verwerkt
8. Riolering staat als binnenkant-onderkant-buis (BOB) aangegeven, overige K&L als bovenkant object
9. Onderlinge afstand tussen parallel gelegen leidingen bedraagt min. 7 meter (h.o.h.)
10. De dagmaat tussen kruisende leidingen moeten min. 0.5m zijn.
11. Voor pijpmaterialen en coating zie bijbehorende routekaart



BIJBEHORENDE TEKENINGEN

DETAIL	TEKENING TITEL	TEKENING NR.
-	ROUTEKAART	A-820-KR-025
-	ROUTEKAART	A-820-KR-026
-	ROUTEKAART	A-820-KR-027

LEGENDA

K&L Derden

- Datatransport
- Gas lage druk
- Gas hoge druk
- Landelijk hoogspanningsnet
- Hoogspanning (HS)
- Middenspanning
- Laagspanning
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- (Petro)chemie
- Riool (vrijverval)
- Riool (druk)
- Warmtenet
- Koudenet
- Water
- Overige
- Weesleiding

Topografie & kadastraal

- Bebouwing
- Wegen (verhard)
- Water
- Kadastrale grens
- Gemeentegrens
- Waterstaatswerk
- Beschermingszone
- Veiligheidszone
- Bestaande situatie
- Toekomstige situatie
- Belemmerde strook
- Mantelbuis
- Spoorlijn
- Te verwijderen leiding
- Vullen met schuimbeton
- Hekwerk

Symboliek

- Aanwijspaal
- Meetpaal
- Schemapaal
- Lekdetectiepaal
- Damwand
- Sondering
- Zinkerbord
- Ingemeten proefsleuf
- Ingemeten put
- (ELO) Exacte ligging onbekend
- Ingemeten boom (Ø cm)
- Niet gemeten boom

Leiding

- Te leggen GU leiding
- Bestaande GU leiding
- Geprojecteerde GU leiding
- Knikpunt
- In/Uittredepunt boring

ONTWERPCONDITIES

Medium:	Waterstof
Ontwerptemperatuur	+5 / +50°C
Ontwerpdruk	66.2 BAR(G)
Sterkte test	87 BAR(G) (15 min.)
Dichtheidstest	73 BAR(G) (24 uur)
Sterktetest kruisingssectie	170 BAR(G) (15 min.)

[redacted]

GETEKEND IN CIVIL 3D 2022

DKM-118-001
DKM-118-002
MB-118-001
DKMP-118-003
DKM-118-004
DKMP-118-005
DKM-118-006
MB-118-002
DKM-119-002
DKM-119-001
DKM-120-001
DKM-120-002
MB-120-001
DKMP-120-003
DKM-120-004
DKMP-120-005
DKM-120-006
MB-120-002
DKM-120-007
DKM-VS-004
DKM-VS-005
DKM-121-001
DKM-121-002
MB-121-001
DKMP-121-003
DKM-121-004
DKMP-121-005
DKM-121-006
MB-121-002
DKM-121-007
DKM-122-001
DKM-122-002
MB-122-001
DKMP-122-003
DKM-122-004
DKM-122-005
MB-122-002
DKM-122-006
DKMP-122-007
DKM-122-008
DKM-122-009
MB-122-003
DKMP-122-010

LEGENDA

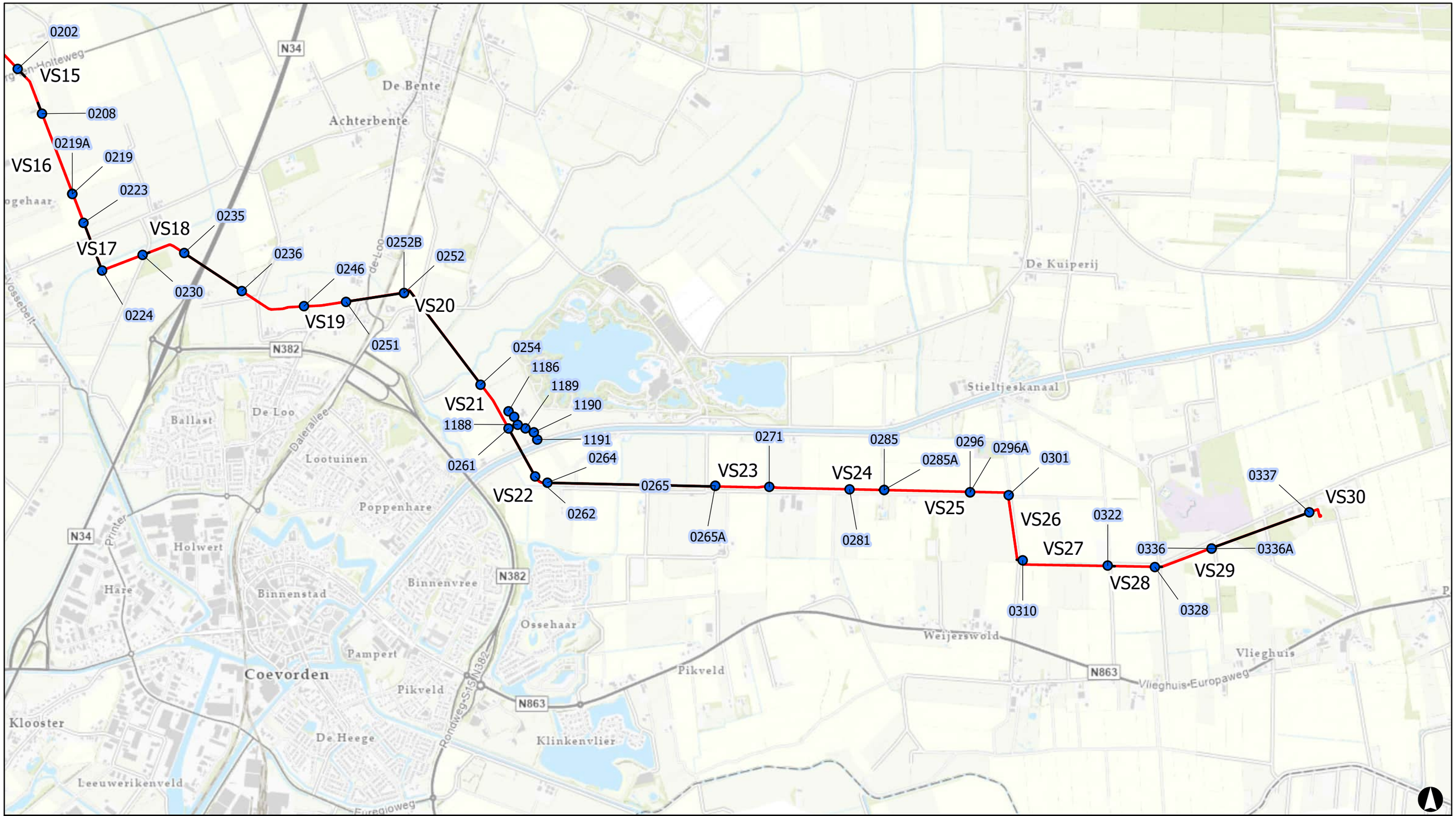
- DKM — Diepsondering met plaatselijke wrijving
- DKMP — Diepsondering met plaatselijke wrijving en waterspanning
- B — Mechanische boring met peilbuis

Getekend door	Schaal	Formaat	Blad	Aantal	Wijziging
EVDV	1 : 2500	A0	6	8	27.05.24 MBK
Projectnr.	Documenttype	Datum uitgifte			10.06.24 MBK
9120	TEKENING	25.03.24			28.06.24 MBK

Project

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé
Elim - Vlieghuis

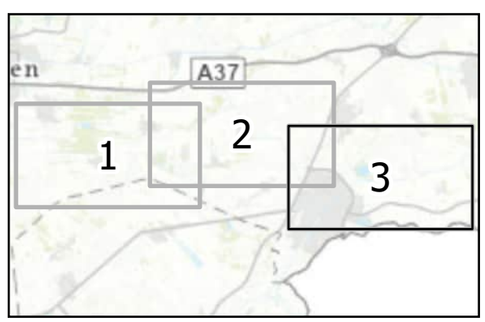
0 25 50 75 100m



Tracé Elim-Vlieghuis

- Sleufloze aanleg
- Open ontgravingen
- Geohydrologische boringen

Esri Nederland, Community Map Contributors



CO	1-8-2024	Concept REV0A	CO
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER
N.V. Nederlandse Gasunie

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch rapport Elim-Vlieghuis

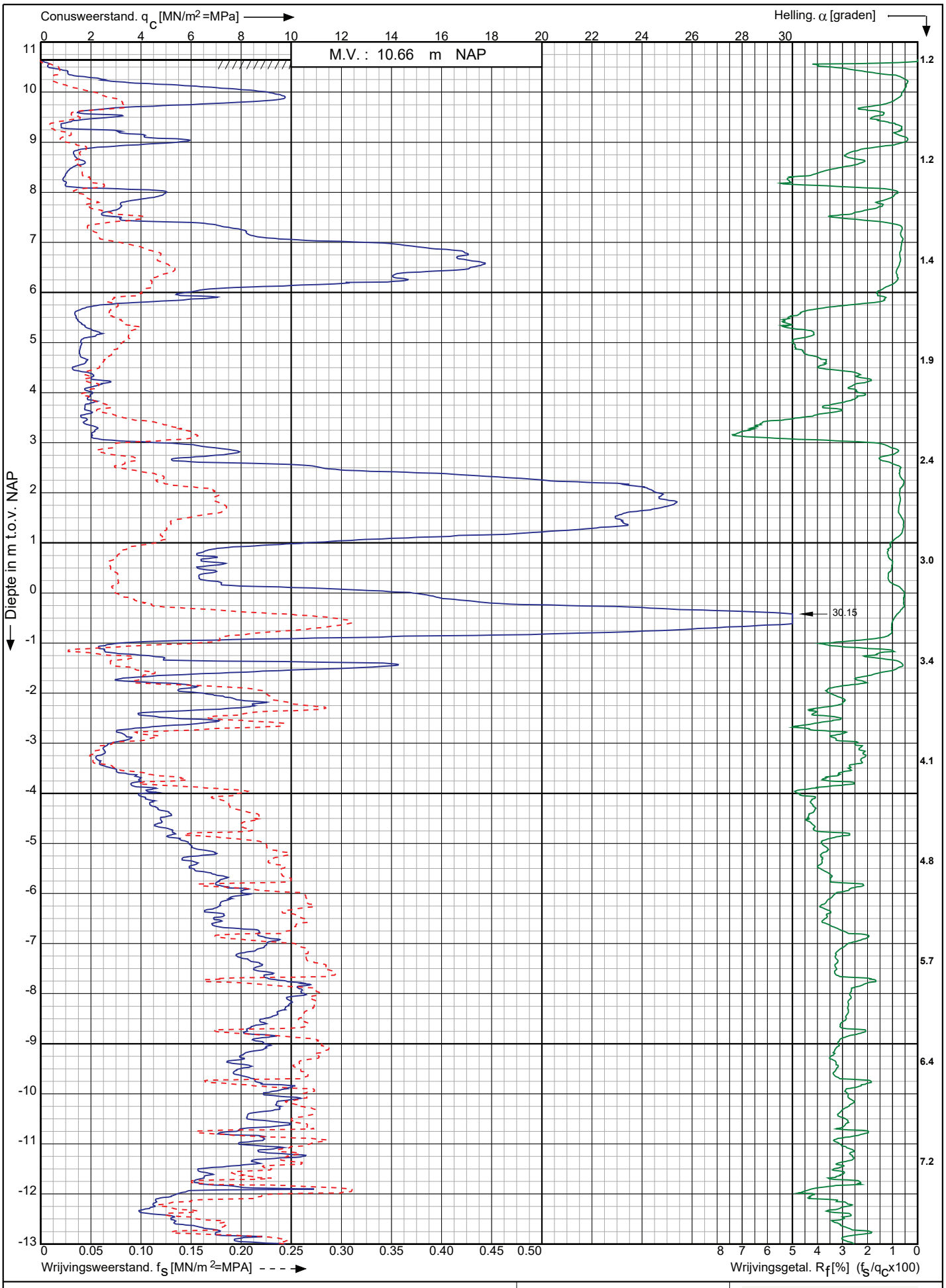
KAARTTITEL
Geohydrologische boringen

KAARTNUMMER
0491216-GHR-3

[redacted]

C:\Users\D18706\AppData\Local\Temp\ArcGISProTemp8748\Untitled\Untitled.aprx

Bijlage 2 Sondeerresultaten



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2 Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

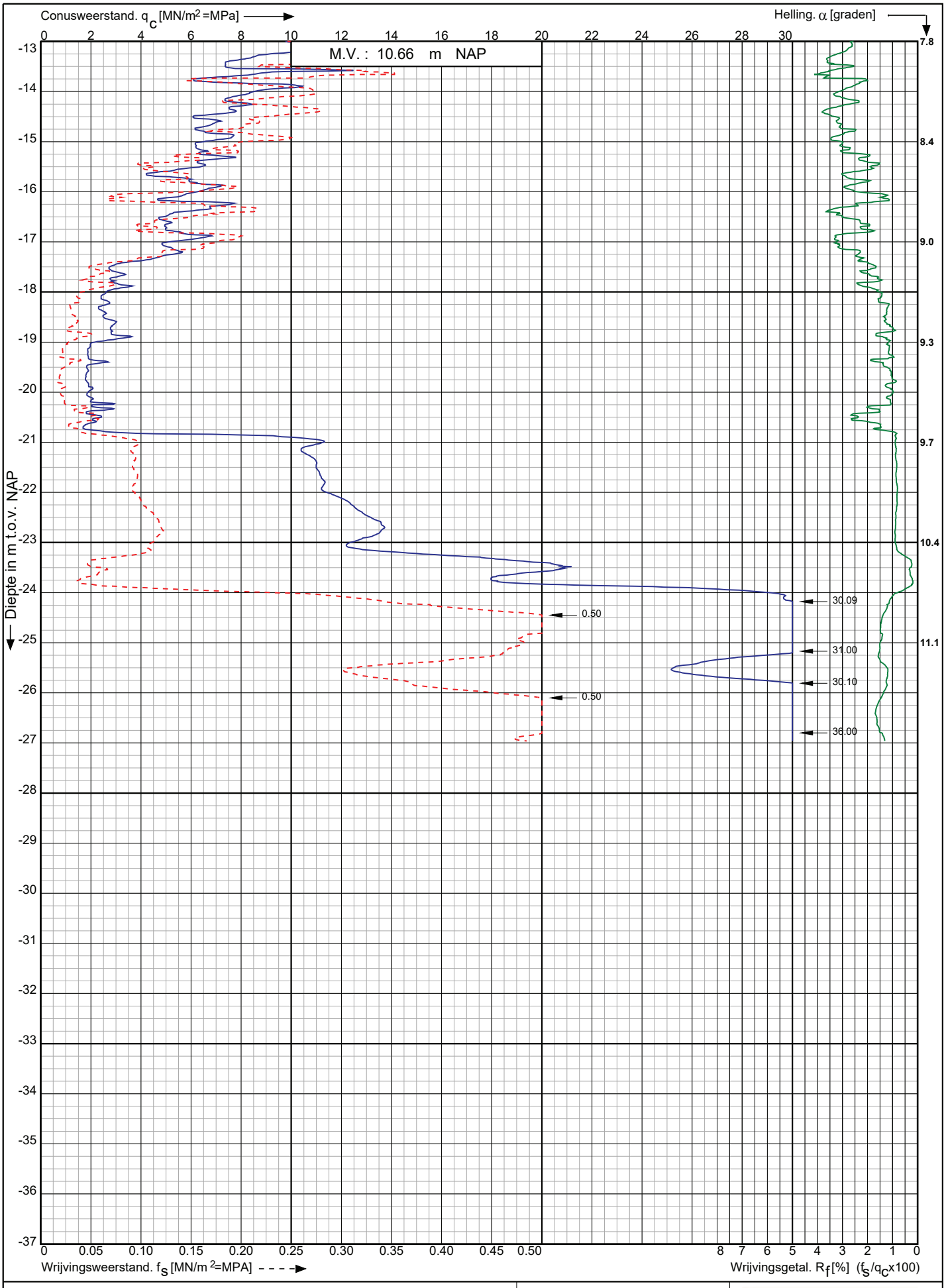
RD-coördinaten : X = 245911.97 Y = 522462.96

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-001

[redacted]



Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

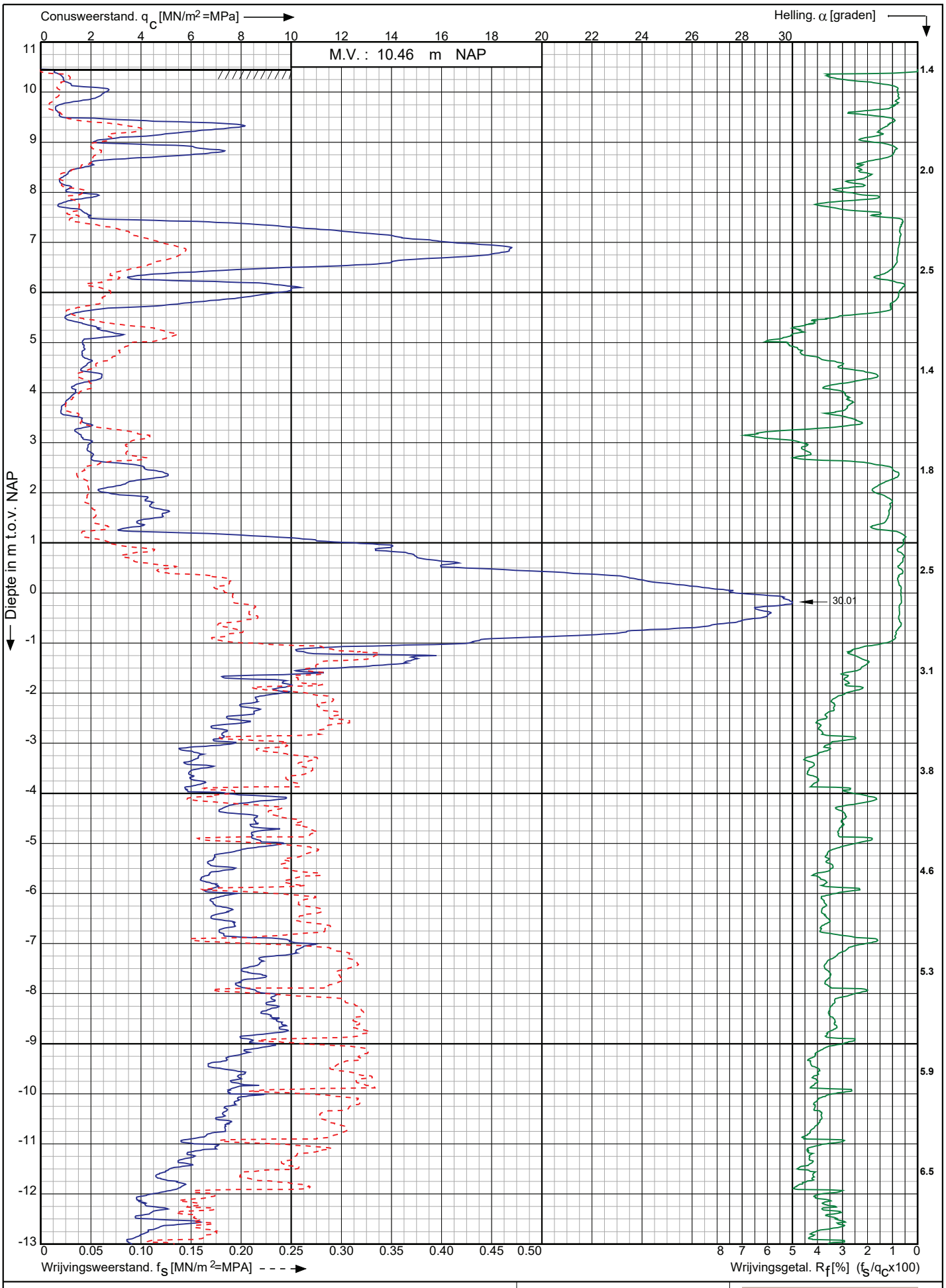
RD-coördinaten : X = 245911.97 Y = 522462.96

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-001

[redacted]



Conusserienummer: 71247

Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

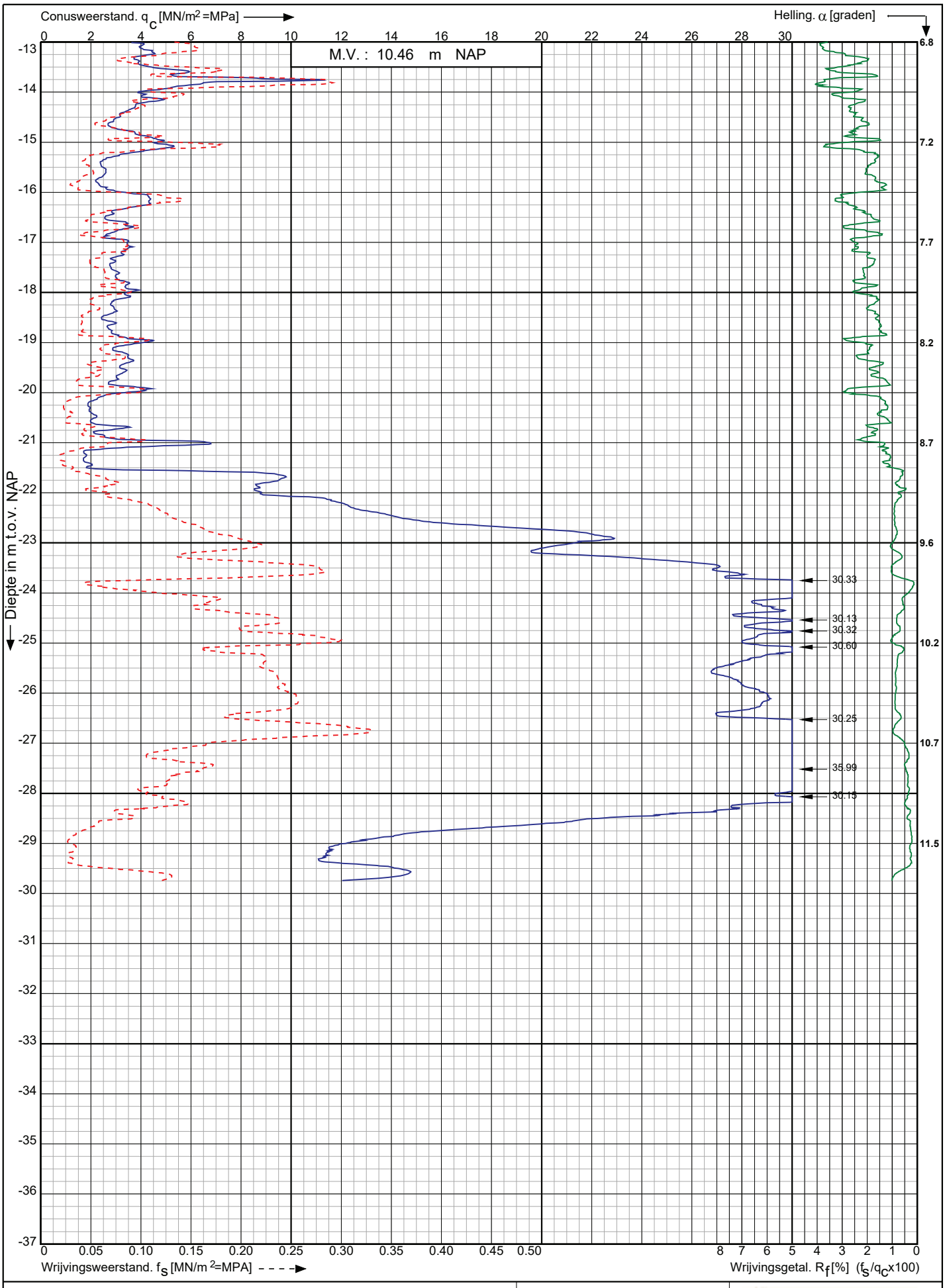
RD-coördinaten : X = 245960.76 Y = 522387.09

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-002

[redacted]



Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

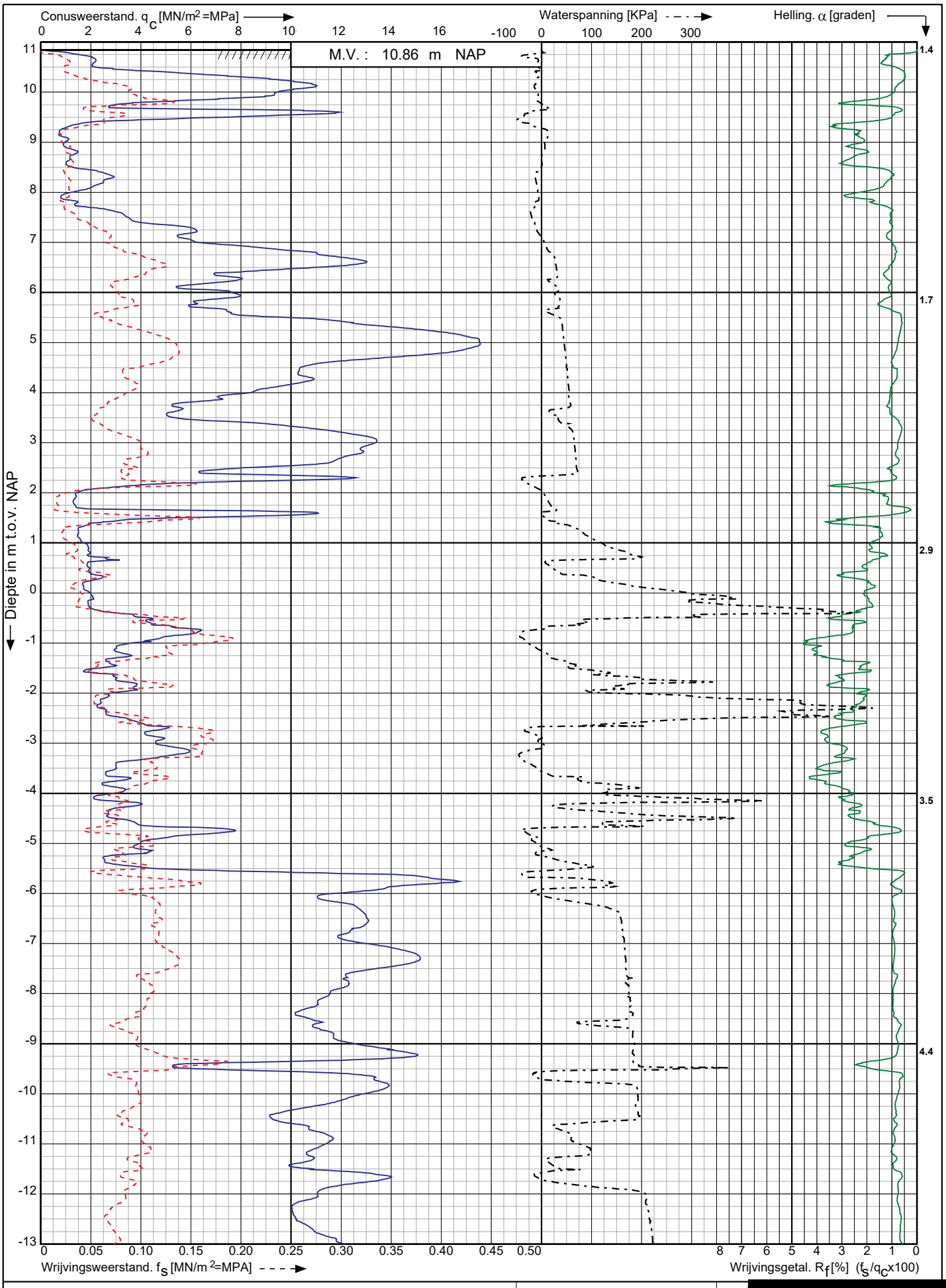
RD-coördinaten : X = 245960.76 Y = 522387.09

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-002

[redacted]



Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

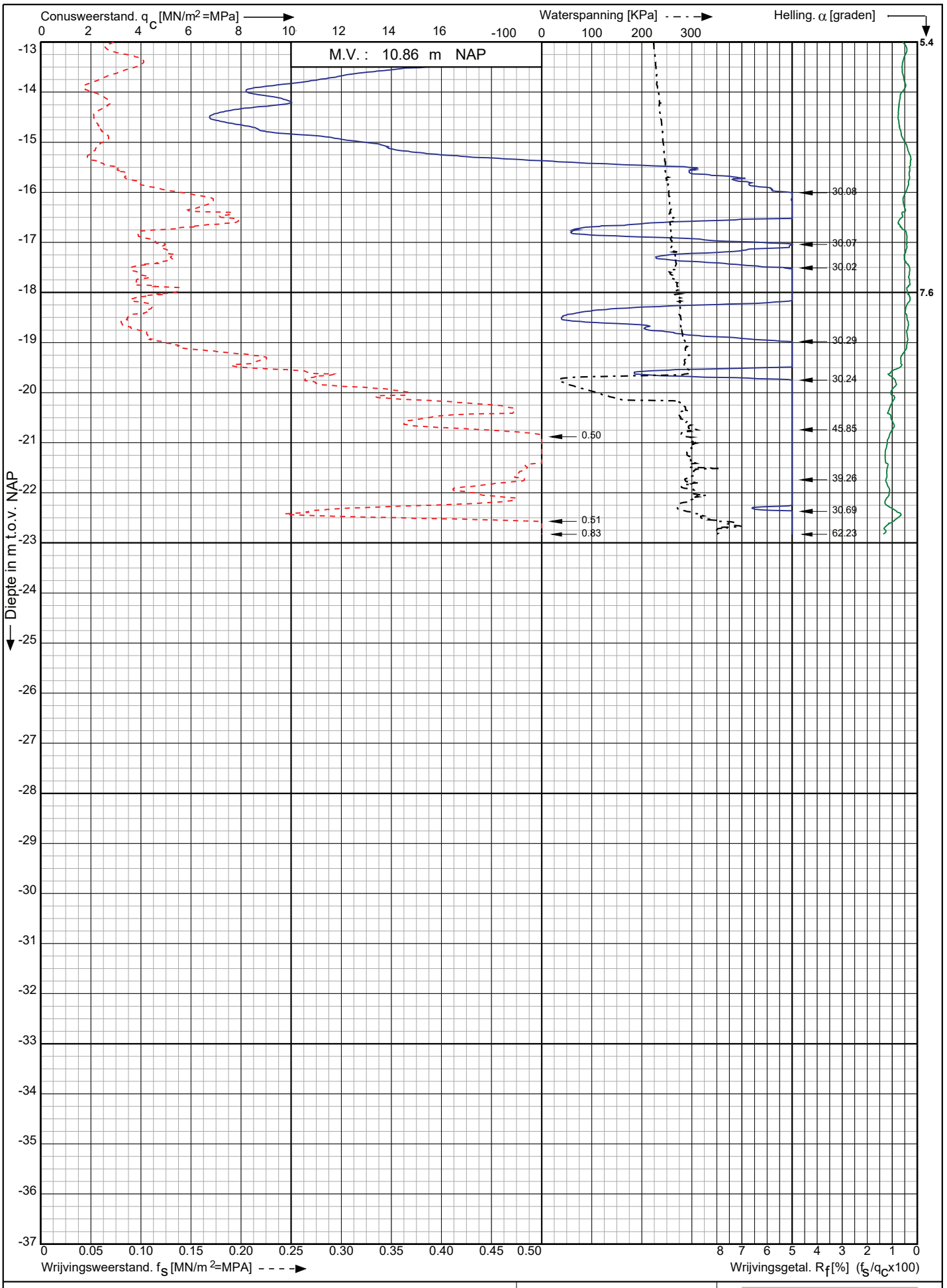
RD-coördinaten : X = 246052.75 Y = 522371.29

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKMP-120-003

[redacted]



Conusserienummer: 71417

Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

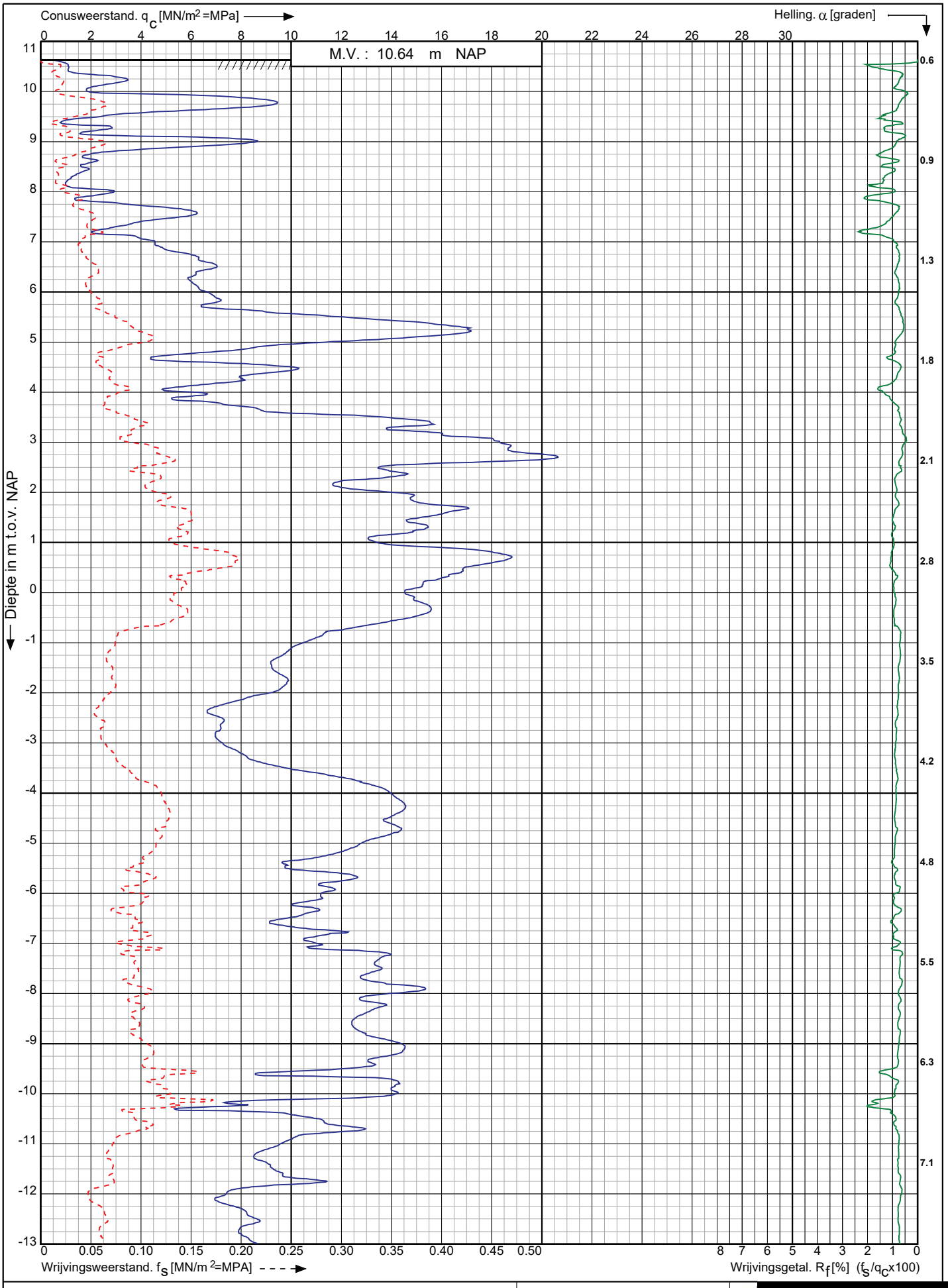
RD-coördinaten : X = 246052.75 Y = 522371.29

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKMP-120-003

[redacted]



Conusserienummer: 71247

Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

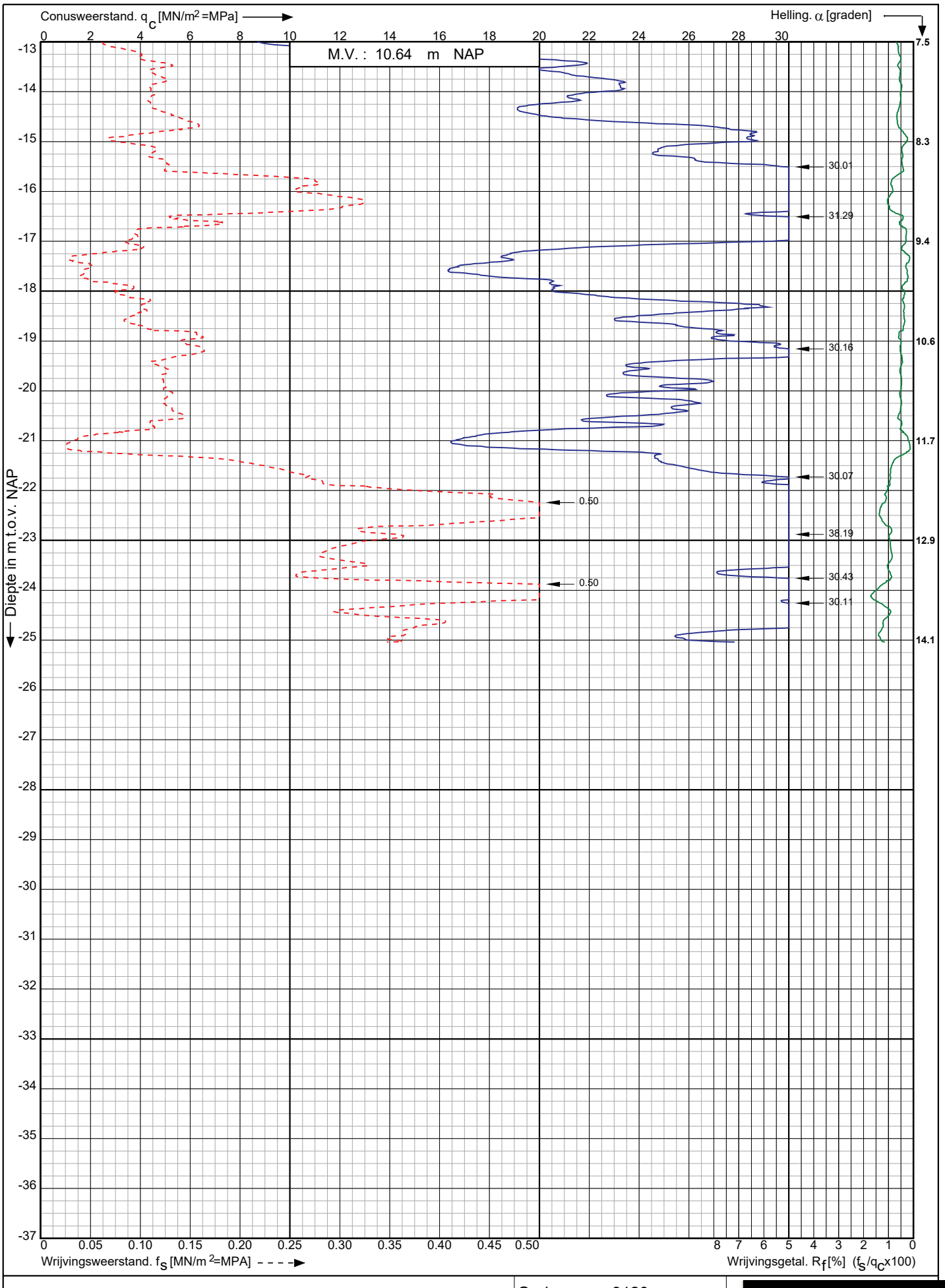
RD-coördinaten : X = 246082.97 Y = 522305.73

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-004

[redacted]



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy

Conusserienummer: 71247

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

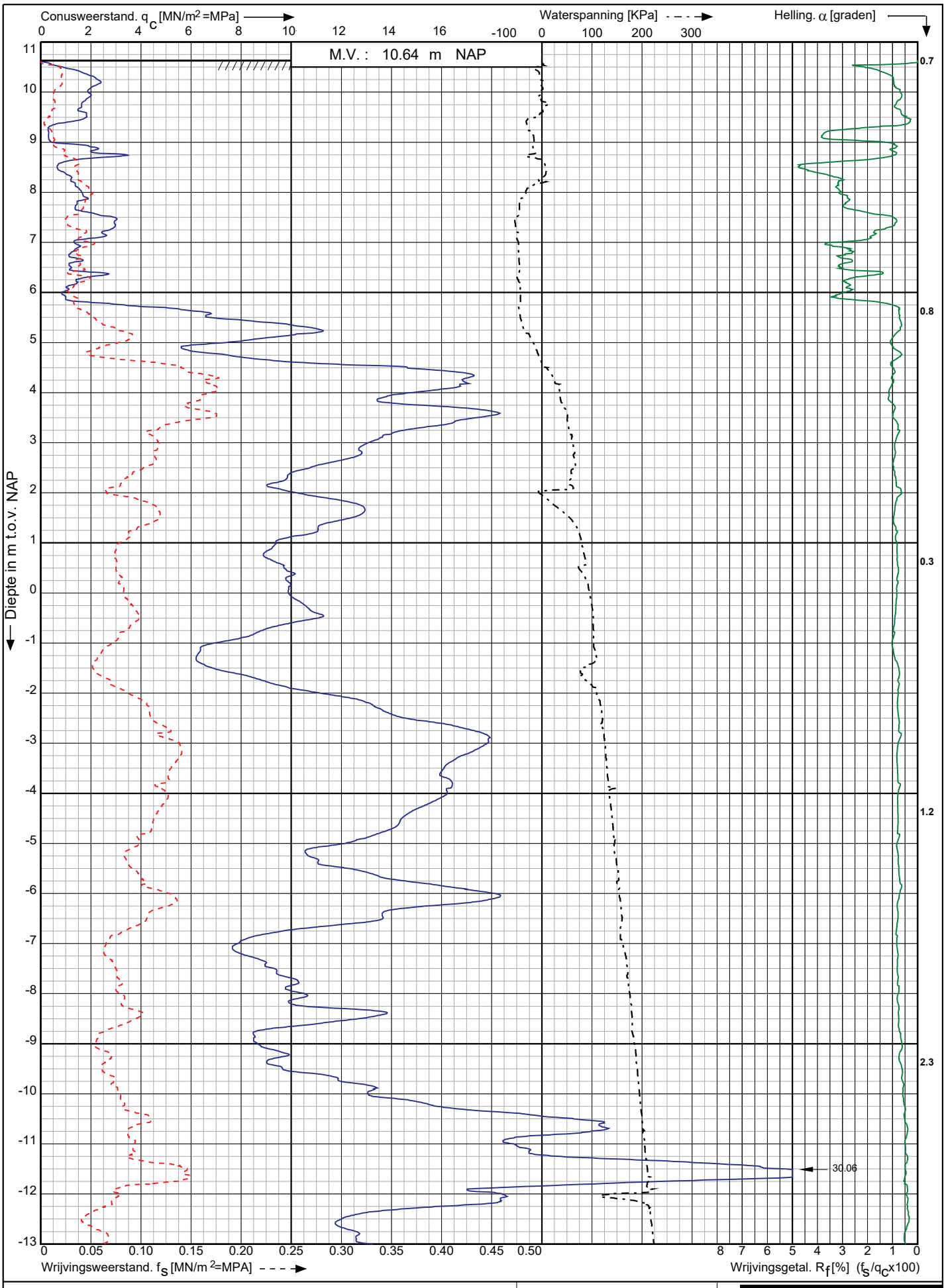
RD-coördinaten : X = 246082.97 Y = 522305.73

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-004

[redacted]



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2 Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71417

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

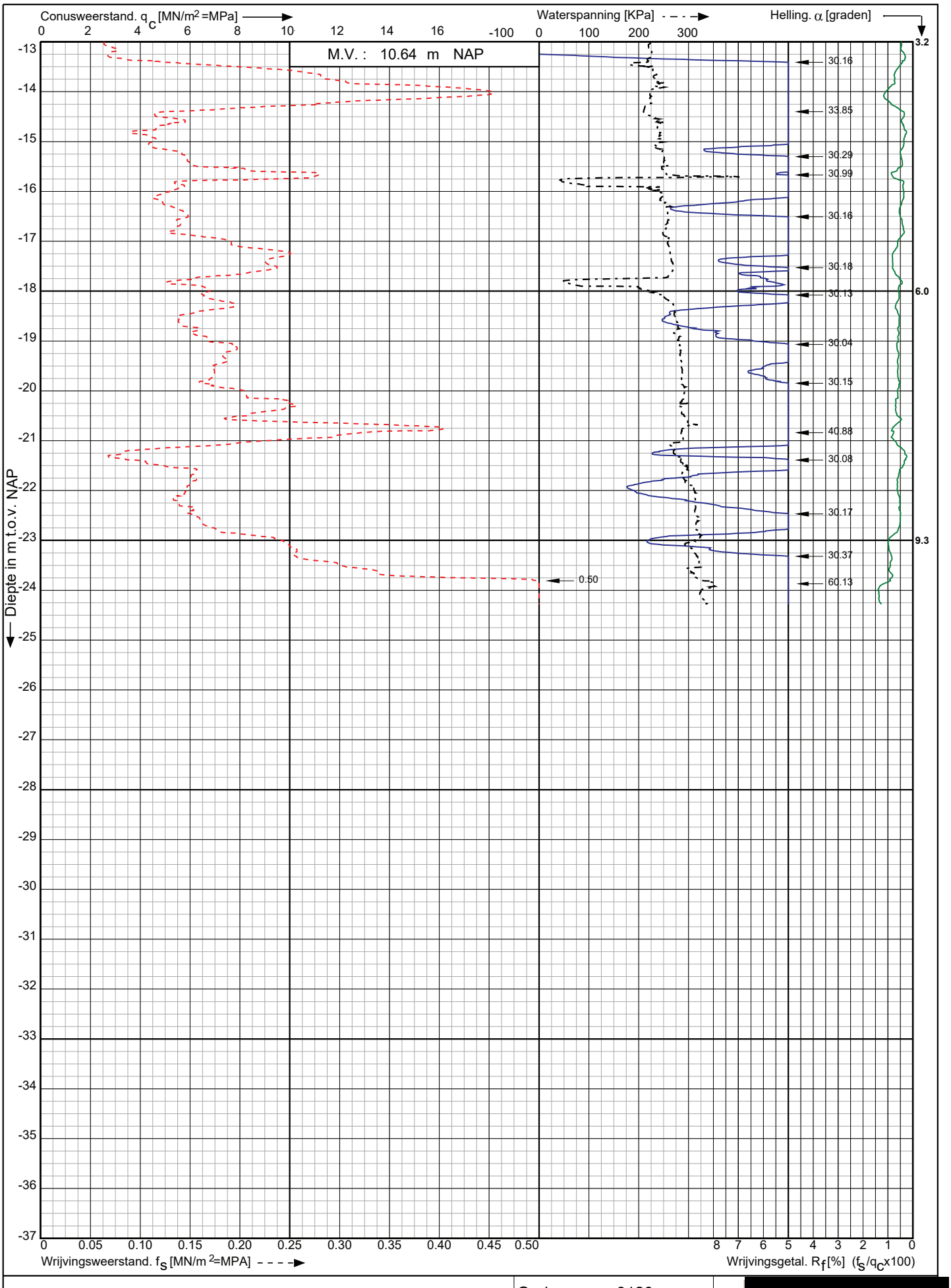
Elim - Vlieghuis

RD-coördinaten : X = 246135.85 Y = 522272.26

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 25-4-2024

Sond. nr. : DKMP-120-005



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2 Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71417

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

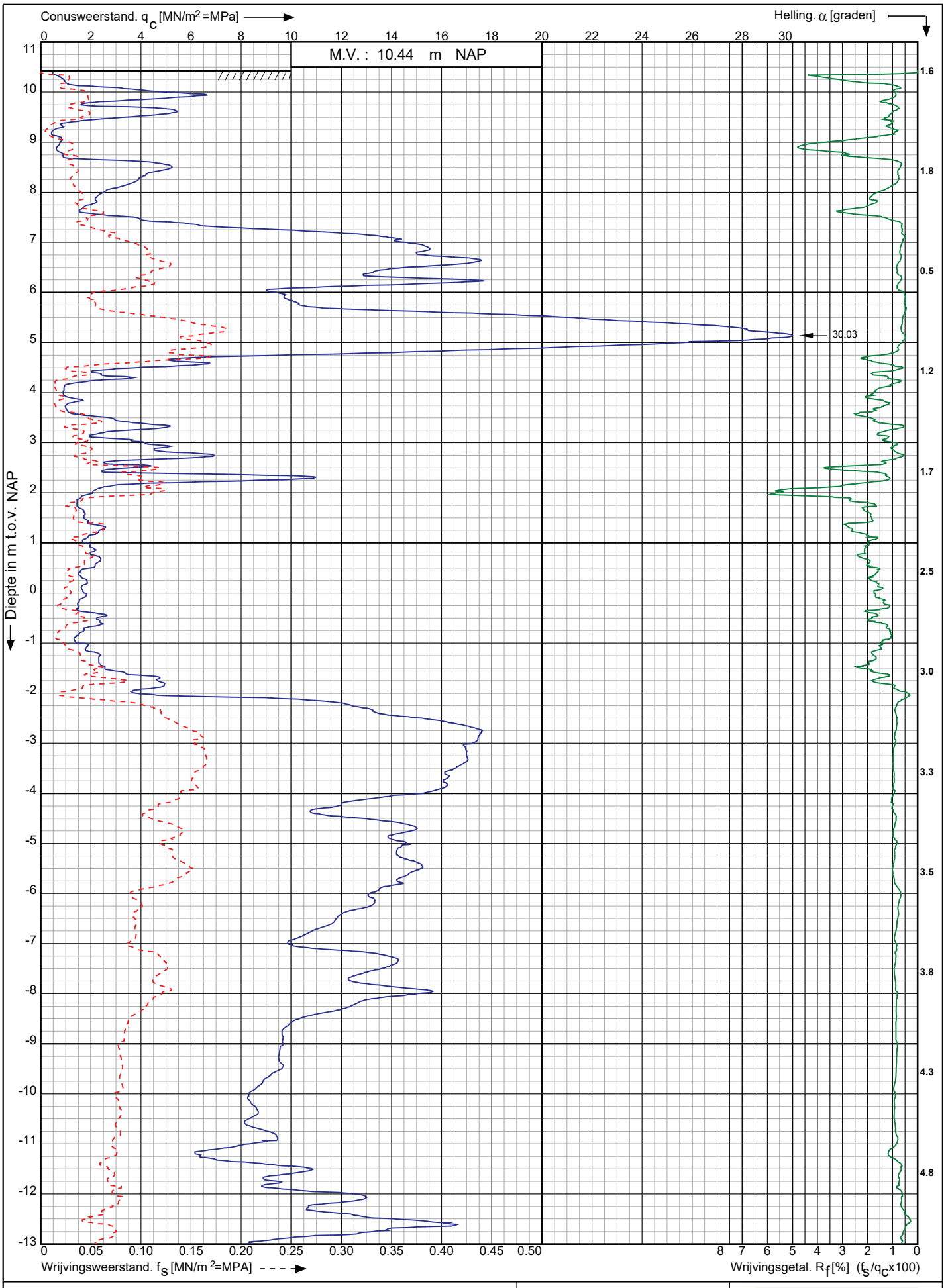
RD-coördinaten : X = 246135.85 Y = 522272.26

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 25-4-2024

Sond. nr. : DKMP-120-005

[redacted]



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2 Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

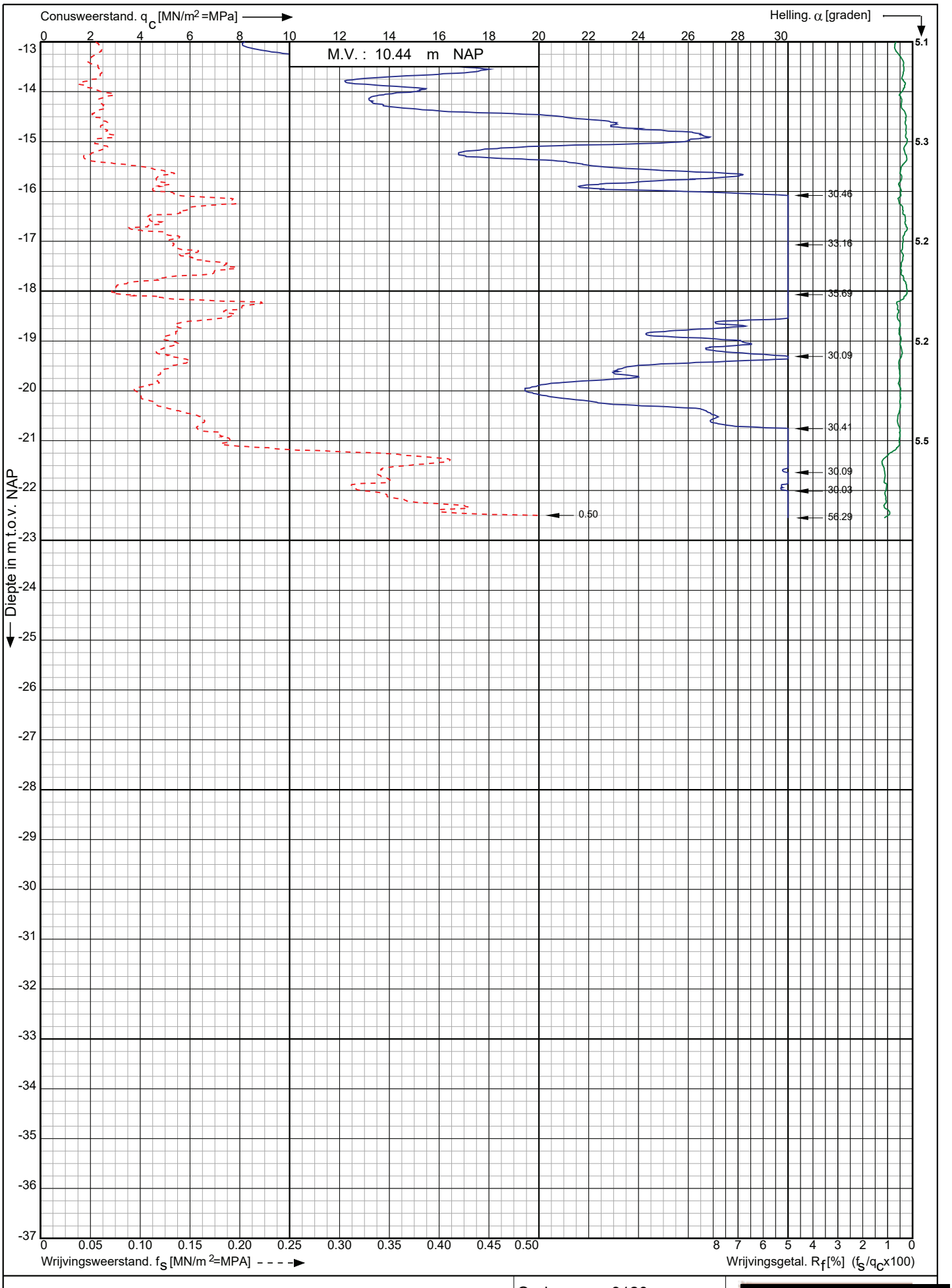
RD-coördinaten : X = 246226.50 Y = 522259.57

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-006

[redacted]



Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

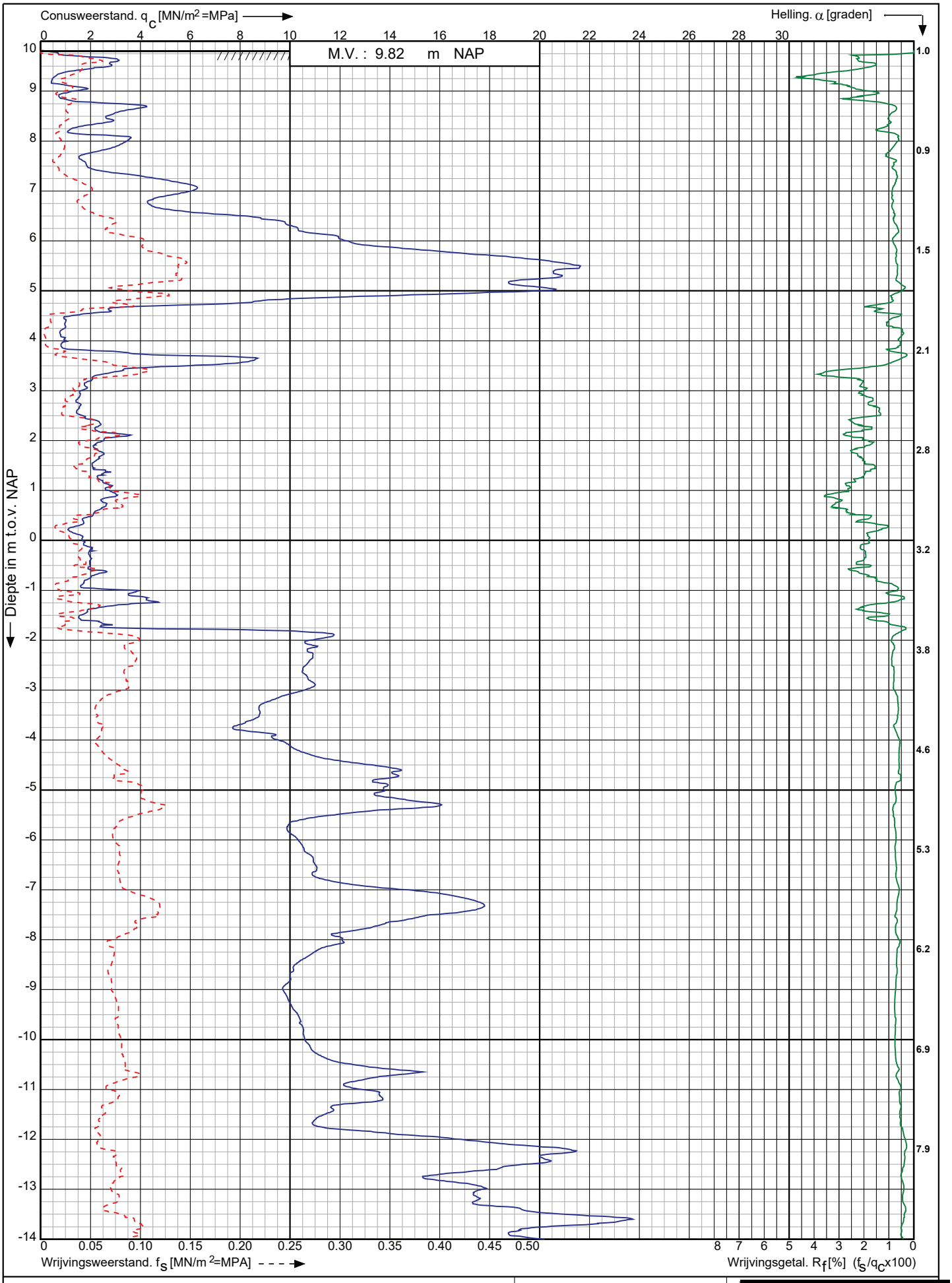
RD-coördinaten : X = 246226.50 Y = 522259.57

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-006

[redacted]



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2 Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

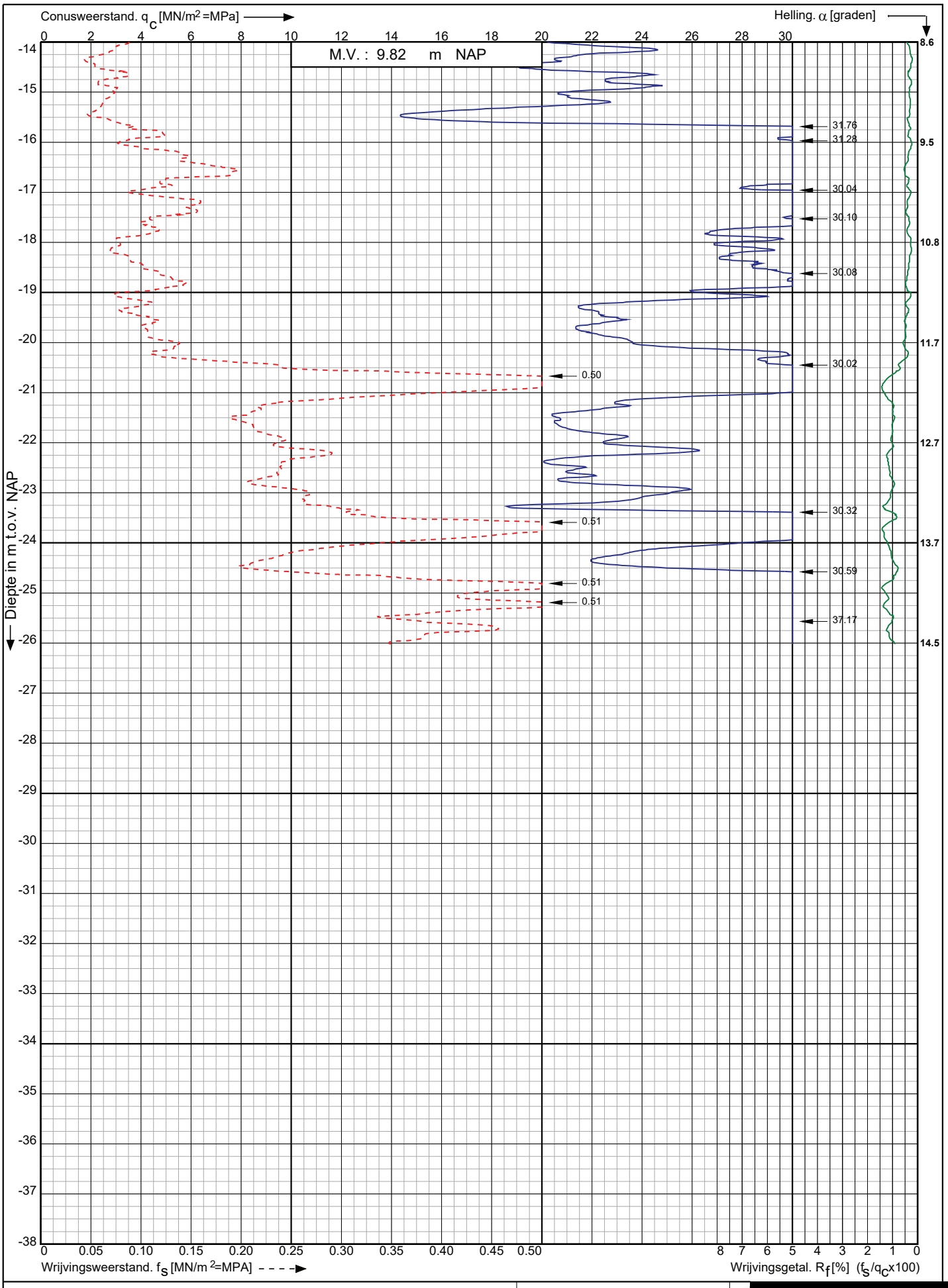
RD-coördinaten : X = 246249.87 Y = 522198.20

Opdr. nr. : 9120

Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-007

[redacted]



Conustype: cylindrisch elektrisch DP15-CFPTxy Conusserienummer: 71247

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé

Elim - Vlieghuis

RD-coördinaten : X = 246249.87 Y = 522198.20

Opdr. nr. : 9120

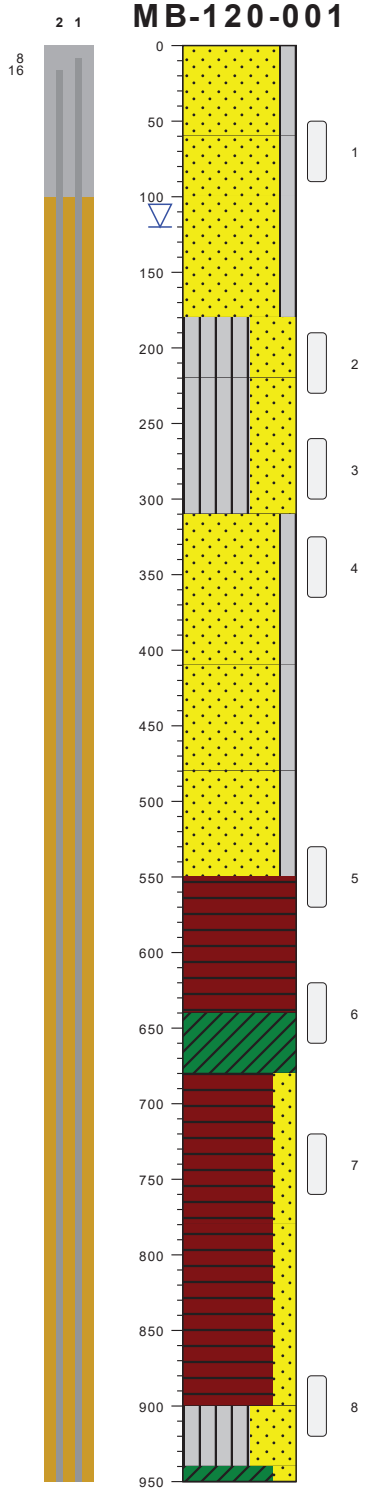
Datum uitv. : 24-4-2024

Sond. nr. : DKM-120-007

[redacted]

Bijlage 3 (Puls)boringen

MB-120-001



gras / cm tov NAP

1044 ZAND, met silt, standaard bruin, subhoekig, bol, afgeleid, zwak organisch, ijzerconcreties weinig, fijn150tot200um, antropogeen, qm5, siltbrokjes weinig

984 ZAND, met silt, lichtbruin, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, ijzerconcreties weinig, middelgrof200tot300um, niet antropogeen, qm5, siltbrokjes veel

944 ZAND, met silt, standaard grijs, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, middelgrof200tot300um, niet antropogeen, qm5

864 SILT, sterk zandig, standaard bruin, afgeleid, sterk organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

824 SILT, sterk zandig, standaard bruin, afgeleid, sterk organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

734 ZAND, met silt, lichtbruin, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, middelgrof200tot300um, niet antropogeen, qm5

634 ZAND, met silt, lichtbruin, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, middelgrof200tot300um, niet antropogeen, qm5

564 ZAND, met silt, lichtbruin, subhoekig, bol, afgeleid, zwak organisch, plantenresten niet houtig weinig, fijn150tot200um, niet antropogeen, qm5

494 VEEN, donkerbruin, afgeleid, stevig, amorf, niet antropogeen, qm5

404 KLEI, donkergrijs, afgeleid, zwak organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

364 VEEN, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, niet organisch, stevig, amorf, niet antropogeen, qm5

264 VEEN, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, niet organisch, stevig, amorf, niet antropogeen, qm5

164 VEEN, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, niet organisch, stevig, amorf, niet antropogeen, qm5

144 SILT, sterk zandig, standaard blauw, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

104 KLEI, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, sterk organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

type	**grondboring**
datum	**06-06-2024**
boormeester	**Henk Veenstra**
x , y	**245953.92 , 522382.83**
gws (m-mv)	**1.2**
bemonsteringsprocedure	**ISO22475d1v2006**
beschrijfkwaliteit	**klasse2geroerd**
beschrijflocatie	**veld**
beschrijfprocedure	**ISO14688d1v2019c2020**
boorprocedure	**SIKB2001vanafV6.0**
type maaiveld	**grasland**
tijdelijke verbuizing	**nee**

bodemprofielen **schaal 1:50**

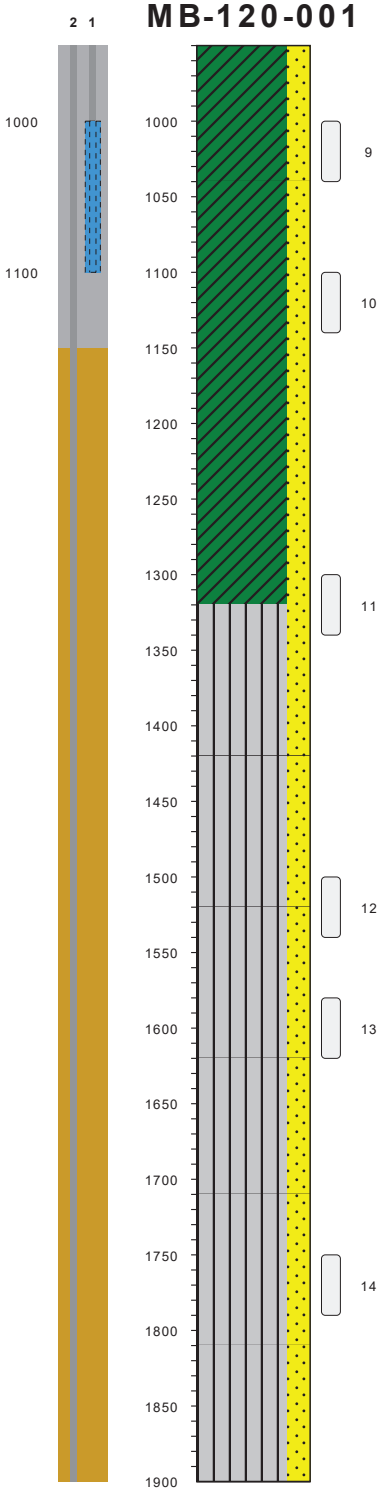
onderzoek **Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis**

projectcode **9120**

getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

[redacted]

MB-120-001



type	**grondboring**
datum	**06-06-2024**
boormeester	**Henk Veenstra**
x , y	**245953.92 , 522382.83**
gws (m-mv)	**1.2**
bemonsteringsprocedure	**ISO22475d1v2006**
beschrijfkwaliteit	**klasse2geroerd**
beschrijflocatie	**veld**
beschrijfprocedure	**ISO14688d1v2019c2020**
boorprocedure	**SIKB2001vanafV6.0**
type maaiveld	**grasland**
tijdelijke verbuizing	**nee**

94	KLEI, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, sterk organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
4	KLEI, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, sterk organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-96	KLEI, zwak zandig, donkerbruin, afgeleid, zwak organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-196	KLEI, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, zwak organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-276	SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-376	SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-476	SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-576	SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, plantenresten niet houtig weinig, niet antropogeen, qm5, stevig
-666	SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig
-766	SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis**

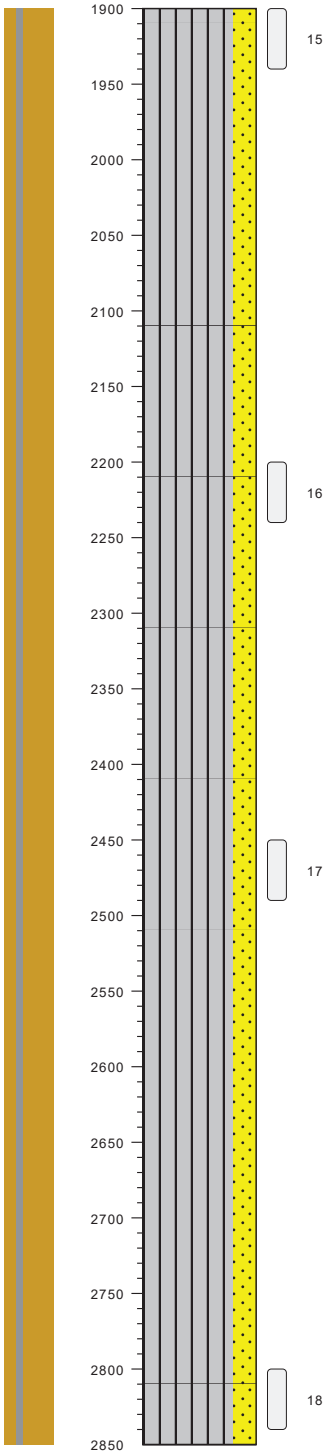
projectcode **9120**

getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

[redacted]

2

MB-120-001



-856 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-866 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-966 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1066 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1166 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1266 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1366 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1466 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1566 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1666 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1766 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

type	**grondboring**
datum	**06-06-2024**
boormeester	**Henk Veenstra**
x , y	**245953.92 , 522382.83**
gws (m-mv)	**1.2**
bemonsteringsprocedure	**ISO22475d1v2006**
beschrijfkwaliteit	**klasse2geroerd**
beschrijflocatie	**veld**
beschrijfprocedure	**ISO14688d1v2019c2020**
boorprocedure	**SIKB2001vanafV6.0**
type maaiveld	**grasland**
tijdelijke verbuizing	**nee**

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis**

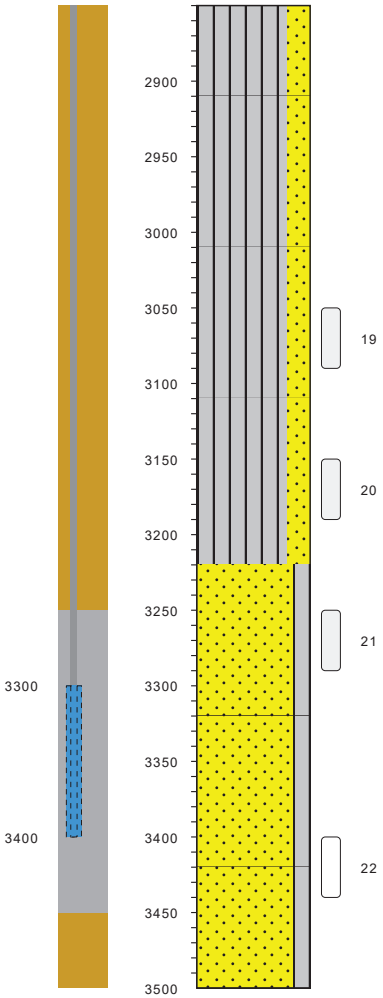
projectcode **9120**

getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

[redacted]

2

MB-120-001



type	**grondboring**
datum	**06-06-2024**
boormeester	**Henk Veenstra**
x , y	**245953.92 , 522382.83**
gws (m-mv)	**1.2**
bemonsteringsprocedure	**ISO22475d1v2006**
beschrijfkwaliteit	**klasse2geroerd**
beschrijflocatie	**veld**
beschrijfprocedure	**ISO14688d1v2019c2020**
boorprocedure	**SIKB2001vanafV6.0**
type maaiveld	**grasland**
tijdelijke verbuizing	**nee**

-1806 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1866 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-1966 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-2066 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-2166 SILT, zwak zandig, lichtbruin, afgeleid, niet organisch, niet antropogeen, qm5, stevig

-2176 ZAND, met silt, standaard grijs, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, fijn150tot200um, niet antropogeen, qm5, siltlensjes weinig

-2276 ZAND, met silt, lichtbruin, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, fijn150tot200um, niet antropogeen, qm5, siltbrokjes weinig

-2376 ZAND, met silt, lichtbruin, subhoekig, bol, afgeleid, niet organisch, fijn150tot200um, niet antropogeen, qm5, siltbrokjes weinig

-2456

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis**

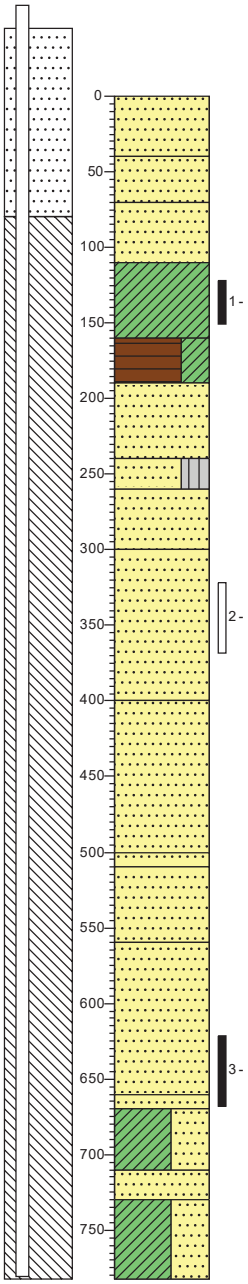
projectcode **9120**

getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**

[redacted]

Boring: MB-120-002

Datum: 6-6-2024
X: 246233,76 *Grondwaterstand cm-mv:* 120
Y: 522257,20
NAP-hoogte maaiveld 10.481
Referentievlak: N.A.P.
Opmerking: Gestaakt ivm fijn zand



1048 gras

Zand fijn 105-150, sterk organisch, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig wortels, donkerbruin, Edelmanboor, gelaagdheid intact

1008

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtrood, Edelmanboor, Roest veel, gelaagdheid intact

978

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig kleilagen, licht bruingrijs, Edelmanboor, Roest weinig, gelaagdheid intact

938

Klei, stevig, weinig plastisch, kalkloos, niet antropogeen, donkergrijs, Edelmanboor, gelaagdheid intact

888

Veen, matig stevig, kleïg, kalkloos, niet antropogeen, fijn pseudo-vezelig, donkerbruin, Edelmanboor, gelaagdheid intact

858

Zand fijn 150-200, kalkloos, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

808

Zand fijn 105-150, siltig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, donker bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

788

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

748

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkrijk, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

648

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig veenbrokken, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

548

538 Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig veenbrokken, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

488

Zand middelgrof 200-300, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

388

378 Zand middelgrof 200-300, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

Klei, stijf, sterk zandig, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

338

Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

318

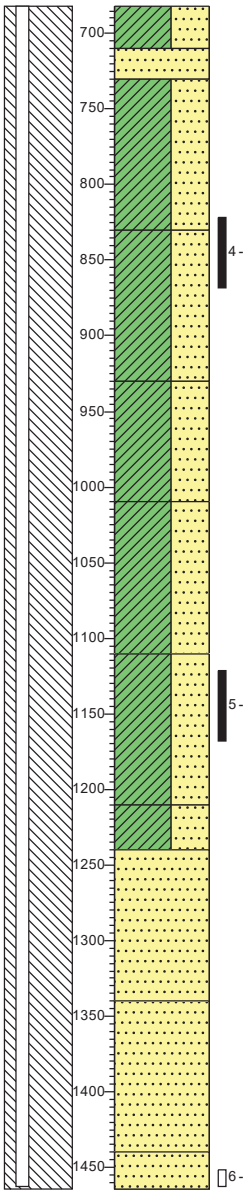
Klei, stijf, sterk zandig, met grind, matig plastisch, kalkloos, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

266

Projectnaam: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Projectcode: 9120
Schaal 1: 50

Boring: MB-120-002

Datum: 6-6-2024
X: 246233,76 *Grondwaterstand cm-mv:* 120
Y: 522257,20
NAP-hoogte maaiveld 10.481
Referentievlak: N.A.P.
Opmerking: Gestaakt ivm fijn zand



366
Klei, stijf, sterk zandig, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
338
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
318
Klei, stijf, sterk zandig, met grind, matig plastisch, kalkloos, niet antropogeen, donkergrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

218
Klei, stijf, sterk zandig, met grind, matig plastisch, kalkrijk, niet antropogeen, donkerbruin, Machinale Boring, gelaagdheid intact

118
Klei, stijf, sterk zandig, met grind, matig plastisch, kalkrijk, niet antropogeen, donkerbruin, Machinale Boring, gelaagdheid intact

38
Klei, stevig, sterk zandig, met grind, weinig plastisch, kalkloos, niet antropogeen, donker grijsbruin, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-62
Klei, stevig, sterk zandig, met grind, weinig plastisch, kalkloos, niet antropogeen, donker grijsbruin, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-162
Klei, stevig, sterk zandig, met grind, weinig plastisch, kalkloos, niet antropogeen, donker grijsbruin, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-192
Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

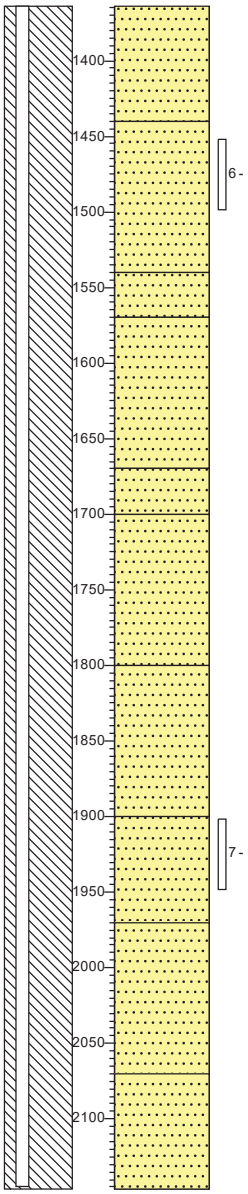
-292
Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-392
Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-416

Projectnaam: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Projectcode: 9120
Schaal 1: 50

Boring: MB-120-002

Datum: 6-6-2024
X: 246233,76 *Grondwaterstand cm-mv:* 120
Y: 522257,20
NAP-hoogte maaiveld 10.481
Referentievlak: N.A.P.
Opmerking: Gestaakt ivm fijn zand



-316
Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-392
Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-492
Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-522
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-622
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-652
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-752
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-852
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten niet-houtig, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-922
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

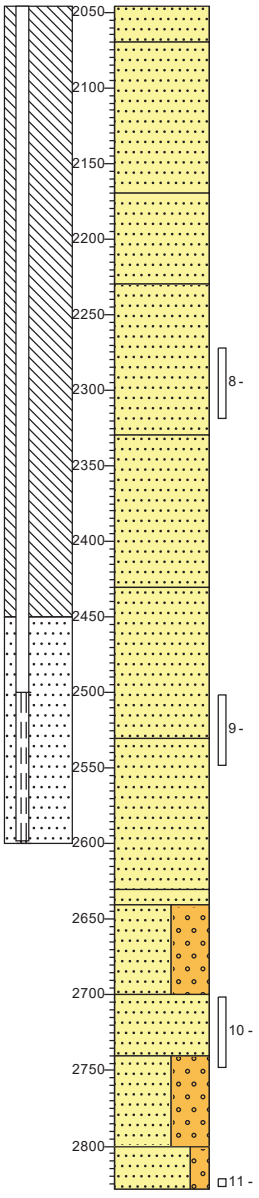
-1022
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact

-1098

Projectnaam: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Projectcode: 9120
Schaal 1: 50

Boring: MB-120-002

Datum: 6-6-2024
X: 246233,76 *Grondwaterstand cm-mv:* 120
Y: 522257,20
NAP-hoogte maaiveld 10.481
Referentievlak: N.A.P.
Opmerking: Gestaakt ivm fijn zand

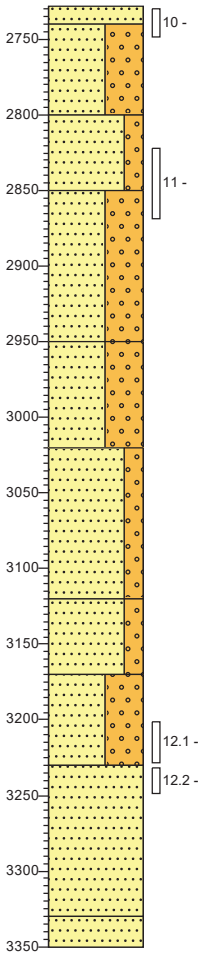


-998
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1022
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1122
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, licht bruingrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1182
Zand middelgrof 200-300, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1282
Zand middelgrof 200-300, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1382
Zand middelgrof 200-300, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1482
Zand middelgrof 200-300, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1582
-1592
Zand middelgrof 200-300, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
Zand middelgrof 420-630, sterk grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1652
Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1692
Zand middelgrof 420-630, sterk grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1752
Zand middelgrof 420-630, zwak grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact
-1780

Projectnaam: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Projectcode: 9120
Schaal 1: 50

Boring: MB-120-002

Datum:	*6-6-2024*		
X:	*246233,76*	*Grondwaterstand cm-mv:*	*120*
Y:	*522257,20*		
NAP-hoogte maaiveld	*10.481*		
		Referentievlak:	*N.A.P.*
Opmerking:	*Gestaakt ivm fijn zand*		



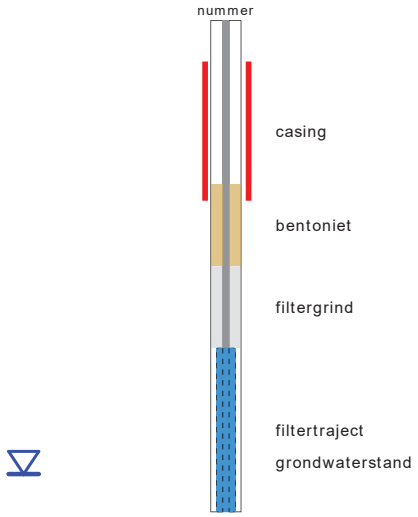
-1680		
-1692	Zand fijn 150-200, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
	Zand middelgrof 420-630, sterk grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-1752		
	Zand middelgrof 420-630, zwak grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-1802		
	Zand middelgrof 420-630, sterk grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-1902		
	Zand middelgrof 420-630, sterk grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-1972		
	Zand middelgrof 300-420, zwak grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-2072		
	Zand middelgrof 300-420, zwak grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-2122		
	Zand middelgrof 420-630, sterk grindig, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, weinig plantenresten houtig, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-2182		
	Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	
-2282		
-2302	Zand fijn 105-150, subhoekig, bolvormig, kalkloos, niet antropogeen, lichtgrijs, Machinale Boring, gelaagdheid intact	

Projectnaam: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis

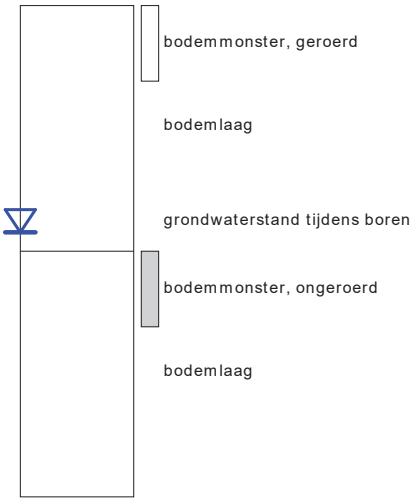
Projectcode: 9120

Schaal 1: 50

PEILBUIS



BORING



GRONDSOORTEN

KEIEN/KEITJES, keiig

GRIND, grindig

ZAND, zandig

KLEI, kleiig

SILT, siltig

VEEN

OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENSITEIT



ORGANISCHE STOF



SECUNDAIRE FRACTIES

zwak (5-20%)

sterk (20-50%)

GRADATIE ZAND

grof (0,63-2mm)
middelgrof (0,2-0,63mm)
fijn (0,063-0,2 mm)

VERHARDINGEN

asfalt, beton, klinkers, tegels
stelconplaat, ondoordringbare laag

GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

OVERIG

bodemvreemde bestandsdelen aanwezig

water

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water
tb = tertiaire bestanddelen
di = disperse inhomogeniteit
cf = consistentie fijn

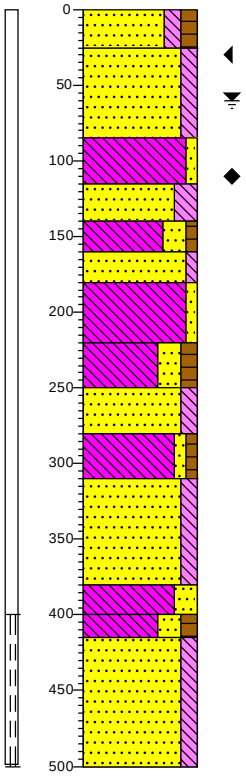
diepte aanduidingen links op de y-as zijn in cm onder maaiveld
diepte aanduidingen rechts van het profiel zijn in cm boven NAP

Projectnaam: Waterstofleiding A-820 Elim-Vlieghuis
Projectnr. 0491216.100-A

Boring: 0235

Datum: 15-4-2024
[redacted]
X-coördinaat: 245899,06
Y-coördinaat: 522451,09
Z (m t.o.v. NAP): 10.459

GWS (cm -mv): 60
GHG (cm -mv): 30
GLG (cm - mv): 110

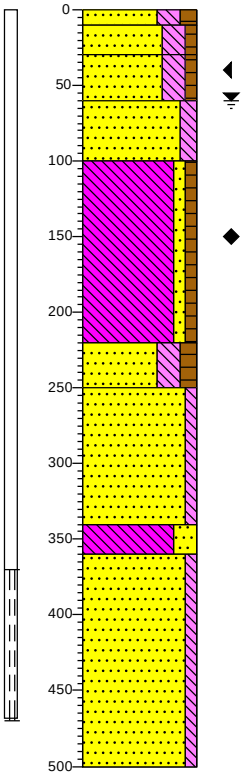


0 weiland
(25) 25 Zand matig fijn, matig siltig, matig humeus, M50 (160), zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
(60) 85 Zand matig fijn, matig siltig, M50 (165), zwak roesthoudend, licht geelbeige, Edelmanboor
(30) 115 Leem, zwak zandig, zwak roesthoudend, neutraal roestgrijs, Edelmanboor
(25) 140 Zand matig fijn, sterk siltig, M50 (165), lichtgrijs, Edelmanboor
(20) 160 Leem, sterk zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
180 (40) 220 Zand matig fijn, zwak siltig, M50 (170), zwak roesthoudend, neutraal roestgrijs, Edelmanboor
(30) 250 Leem, zwak zandig, neutraal blauwgrijs, Edelmanboor
(30) 280 Leem, sterk zandig, matig humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor, beekleem
(30) 310 Zand matig fijn, matig siltig, M50 (155), neutraal bruingrijs, Pulsboor
(70) Leem, zwak zandig, zwak humeus, neutraal bruingrijs, Veenboor
380 (20) 400 Zand matig fijn, matig siltig, M50 (160), neutraalgrijs, Zuigerboor handmatig
(15) 415 Leem, sterk zandig, neutraalgrijs, Zuigerboor handmatig
(85) Leem, sterk zandig, matig humeus, donker grijsbruin, Zuigerboor handmatig
500 Zand matig fijn, matig siltig, M50 (160), lichtgrijs, Zuigerboor handmatig

Boring: 0236

Datum: 19-4-2024
[redacted]
X-coördinaat: 246256,92
Y-coördinaat: 522214,38
Z (m t.o.v. NAP): 10.022

GWS (cm -mv): 60
GHG (cm -mv): 40
GLG (cm - mv): 150



0 weiland
10 (20) 30 Zand matig fijn, sterk siltig, matig humeus, M50 (160), zwak roesthoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
(30) 60 Zand zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, M50 (140), zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
(40) 100 Zand matig fijn, sterk siltig, zwak humeus, M50 (165), matig roesthoudend, neutraal grijsbruin, Edelmanboor, geroerd
(120) Zand matig fijn, matig siltig, M50 (190), zwak roesthoudend, licht grijsbeige, Edelmanboor
Leem, zwak zandig, zwak humeus, zwak plantenresten houdend, donker bruingrijs, Edelmanboor, beekleem
220 (30) 250 Zand matig fijn, sterk siltig, matig humeus, M50 (160), donker bruingrijs, Edelmanboor
(90) Zand matig fijn, zwak siltig, M50 (185), neutraal blauwgrijs, Edelmanboor
340 (20) 360 Leem, sterk zandig, neutraalgrijs, Zuigerboor handmatig
Zand matig fijn, zwak siltig, M50 (175), sporen grind, neutraal blauwgrijs, Zuigerboor handmatig
▲ (140)
500

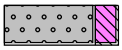
Projectrunner: Jeroen Kruse
Schaal: 1: 50

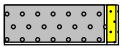
Getekend volgens NEN 5104

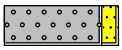
Projectnaam: Waterstofleiding A-820 Elim-Vlieghuis
Projectnr. 0491216.100-A

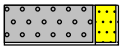
Legenda (conform NEN 5104)

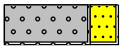
grind


Grind, siltig

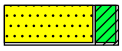

Grind, zwak zandig

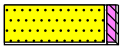

Grind, matig zandig

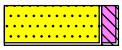

Grind, sterk zandig


Grind, uiterst zandig

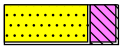
zand


Zand, kleïig


Zand, zwak siltig


Zand, matig siltig


Zand, sterk siltig


Zand, uiterst siltig

veen


Veen, mineraalarm

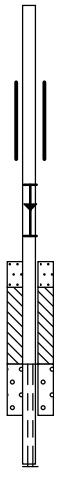

Veen, zwak kleïig


Veen, sterk kleïig

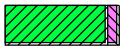

Veen, zwak zandig

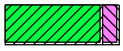

Veen, sterk zandig

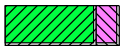
peilbuis

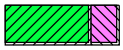


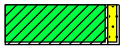
klei

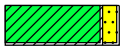

Klei, zwak siltig

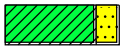

Klei, matig siltig


Klei, sterk siltig

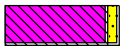

Klei, uiterst siltig


Klei, zwak zandig


Klei, matig zandig

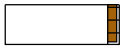

Klei, sterk zandig

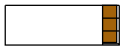
leem


Leem, zwak zandig

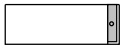

Leem, sterk zandig

overige toevoegingen


zwak humeus


matig humeus


sterk humeus


zwak grindig


matig grindig


sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

geroerd monster

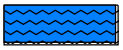
ongeroerd monster

volumering

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand


slib


water

Projectrunner: Jeroen Kruse
Schaal: 1: 50

Getekend volgens NEN 5104

4 Analyse Resultaten

Project omschr.: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Project nummer: 9120
Datum: 21-8-2024

BEPALING VAN VOLUMEGEWICHT EN WATERGEHALTE *VOLGENS NEN-EN-ISO 17892-1:2014 EN NEN 5110:2001*

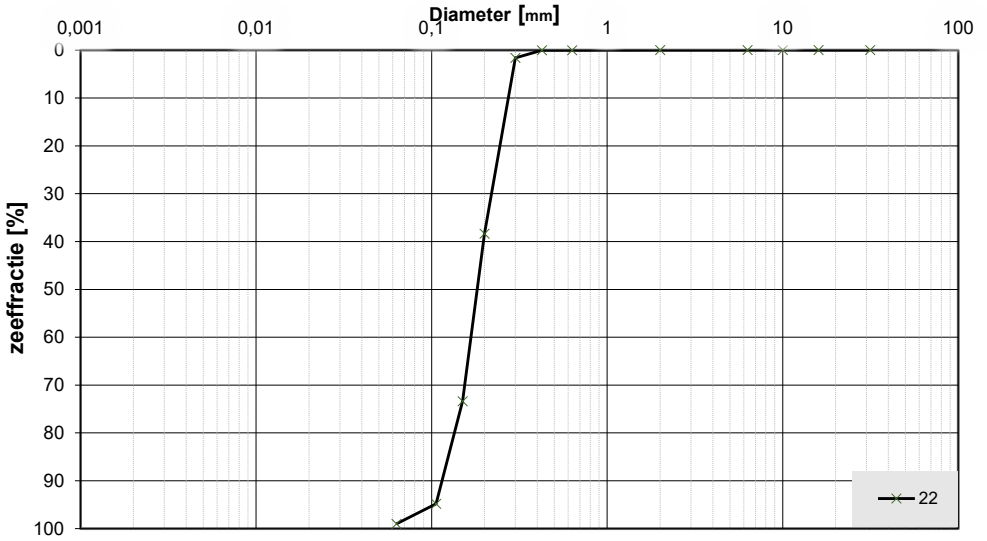
BORING-nummer	MONSTER-nummer	DIEPTE m-NAP	GRONDBESCHRIJVING *conform NEN-EN-ISO 14688-1:2019*	Penetroproef kN/m^2	Torvane kN/m²	*nat* VOLUMEGEWICHT kN/m^3	*verz.** VOLUMEGEWICHT kN/m^3	*droog* VOLUMEGEWICHT kN/m^3	WATER-*gehalte* % (massa)	*deeltjes-*DICHTHEID** Mg/m^3	PORIËN-*getal* -	PORIËN-*volume* cm³	WATER-*gehalte* % (volume)	VERZADIGINGS-*graad* %
MB-112-002	2	10,15	VEEN, pseudo-vezelig, grof, kalkloos, donkerbruin	-	22	9,84	10,36	1,76	459,3	1,45	7,086	87,4	82,4	94,0
MB-116-001	1	10,40	SILT, sterk zandig, weinig ijzerconcreties, lichtgrijs	-	64	20,90	20,99	17,96	16,4	2,65	0,448	30,8	30,0	97,1
MB-117-001	1	10,08	KLEI, zwak zandig, weinig ijzerconcreties, weinig houtresten, kalkloos, grijs	-	47	19,01	19,16	15,01	26,6	2,65	0,732	42,1	40,7	96,3
MB-117-001	5	2,38	KLEI, zwak zandig, kalkloos, grijs	-	39	18,86	18,92	14,63	28,9	2,65	0,777	43,6	43,1	98,6
MB-118-001	1	8,58	ZAND, fijn 150-200, matig siltig, zwak grindig, kalkloos, subhoekig, bol, lichtbruin	20	-	21,49	21,51	18,79	14,4	2,65	0,383	27,6	27,5	99,3
MB-120-001	2	8,54	SILT, zwak zandig, zwak organisch, kalkloos, bruin	-	28	17,85	17,98	13,28	34,4	2,6	0,920	47,8	46,6	97,1
MB-120-001	5	5,14	ZAND, fijn 150-200, zwak siltig, subhoekig, bol, zwak kalkhoudend, grijs	-	-	20,35	20,55	17,25	17,9	2,65	0,507	33,6	31,6	93,8
MB-120-001	5	5,05	VEEN, fijn vezelig, kalkloos, donkerbruin	-	55	10,04	10,55	2,39	320,0	1,45	4,953	83,0	77,9	93,7
MB-120-001	7	3,24	VEEN, amorf, siltig, zwak zandig, kalkloos, donkerbruin	-	43	11,95	12,05	5,05	136,8	1,8	2,498	71,2	70,4	98,6
MB-120-001	9	0,44	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, zwak kalkhoudend, donkergrijs	-	70	21,18	21,42	18,65	13,5	2,65	0,394	28,2	25,7	91,1
MB-120-001	10	-0,56	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, zwak kalkhoudend, donkergrijs	-	39	21,35	21,60	18,93	12,7	2,65	0,373	27,1	24,6	90,6
MB-120-001	13	-5,36	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, zwak kalkhoudend, donkergrijs	-	30	21,05	21,42	18,64	12,9	2,65	0,395	28,2	24,6	86,8
MB-120-001	15	-8,56	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, zwak kalkhoudend, donkergrijs	-	40	21,65	21,74	19,16	13,0	2,65	0,357	26,2	25,4	96,6
MB-120-001	18	-17,56	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, zwak kalkhoudend, donkergrijs	-	25	21,15	21,30	18,46	14,6	2,65	0,409	28,9	27,5	94,6
MB-120-002	1	9,28	KLEI, zwak zandig, kalkloos, donkergrijs	-	55	19,94	19,99	16,35	22,0	2,65	0,590	37,0	36,6	98,6
MB-120-002	4	2,28	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, kalkloos, donkergrijs	-	86	21,32	21,44	18,67	14,2	2,65	0,392	28,1	27,0	95,7
MB-120-002	5	-0,72	ZAND, fijn 150-200, uiterst siltig, subhoekig, bol, kalkloos, donkergrijs	-	39	21,26	21,28	18,42	15,4	2,65	0,411	29,1	28,9	99,2
MB-121-001	1	9,10	ZAND, fijn 105-150, uiterst siltig, weinig ijzerconcreties, subhoekig, bol, kalkloos, lichtgrijs	-	84	21,41	21,51	18,79	13,9	2,65	0,383	27,7	26,7	96,2

*Indicatief, gebaseerd op 100 % verzadigingsgraad van grond in situ condities

**Ingeschat

Project omschr.: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Project nummer: 9120
Boringnummer: MB-120-001
Monsternummer: 22
Diepte m-NAP: -23,56

Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeeffracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
22			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	38,4	73,4	94,8	99,0

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
22	0,18	2,08	0,12	0,18	0,20	1,68	

Algemene Informatie:

Classificatie volgens NEN-EN-ISO 14688-1:

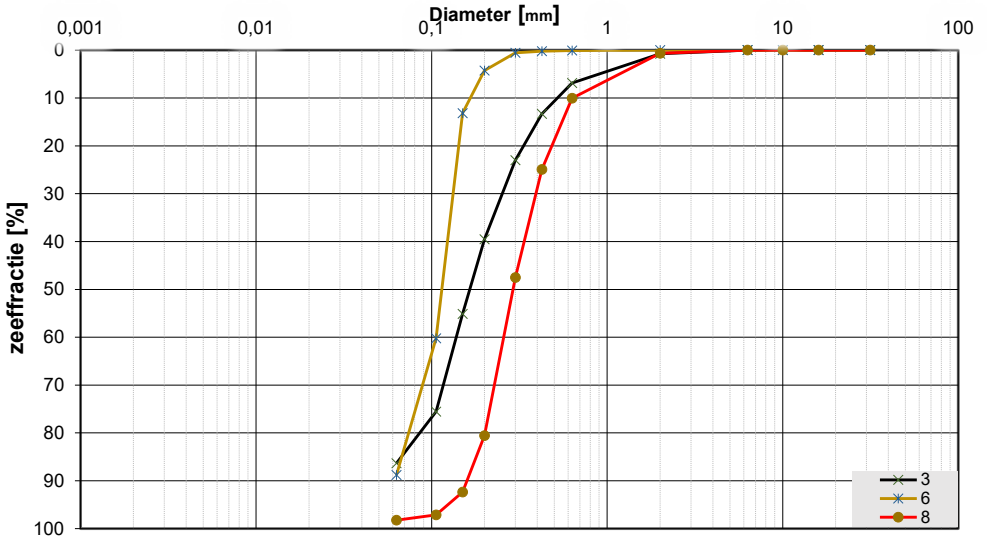
22	ZAND, fijn 150-200, subhoekig, bol, kalkloos, grijs

Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	bepaald (10% HCl)
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven

Project omschr.:	Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis		
Project nummer:	9120		
Boringnummer:	MB-120-002	MB-120-002	MB-120-002
Monsternummer:	3	6	8
Diepte m-NAP:	4,28	-4,02	-12,22

Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeeffracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
3			0,0	0,0	0,0	0,8	6,9	13,3	23,0	39,5	55,1	75,6	86,3
6			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	4,3	13,2	60,2	88,8
8			0,0	0,0	0,0	0,6	10,0	24,9	47,5	80,6	92,4	97,1	98,2

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
3	0,19	2,14	0,10	0,19	0,23	2,32	
6	0,12	0,79	0,08	0,12	0,13	1,69	
8	0,30	3,53	0,17	0,30	0,35	2,05	

Algemene Informatie:

Classificatie volgens NEN-EN-ISO 14688-1:

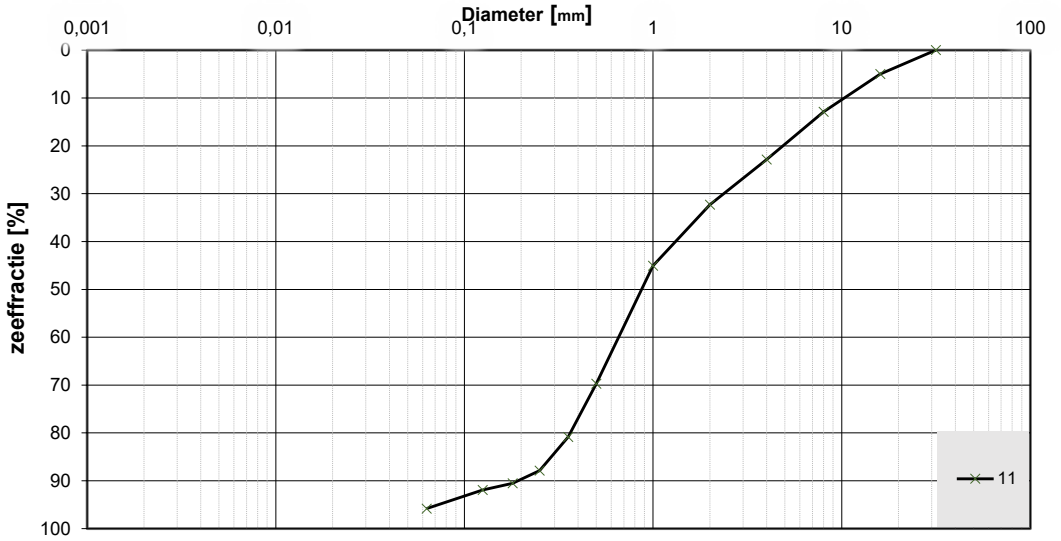
3	ZAND, fijn 150-200, matig siltig, subhoekig, bol, kalkloos, lichtgrijs
6	ZAND, fijn 105-150, matig siltig, subhoekig, bol, kalkloos, grijs
8	ZAND, middelgrof 200-300, subhoekig, bol, kalkloos, grijs

Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	bepaald (10% HCl)
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven

Project omschr.: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Project nummer: 9120
Boringnummer: MB-120-002
Monsternummer: 11
Diepte m-NAP: -17,72

Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeeffracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	8	4	2	1	0,5	0,355	0,25	0,18	0,125	0,063
	Grind						Zand						
11			5,0	12,9	22,9	32,3	45,1	69,7	80,8	87,9	90,5	91,9	95,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
11	1,27	5,39	1,07	1,27	1,40	1,31	

Algemene Informatie:

Classificatie volgens NEN-EN-ISO 14688-1:

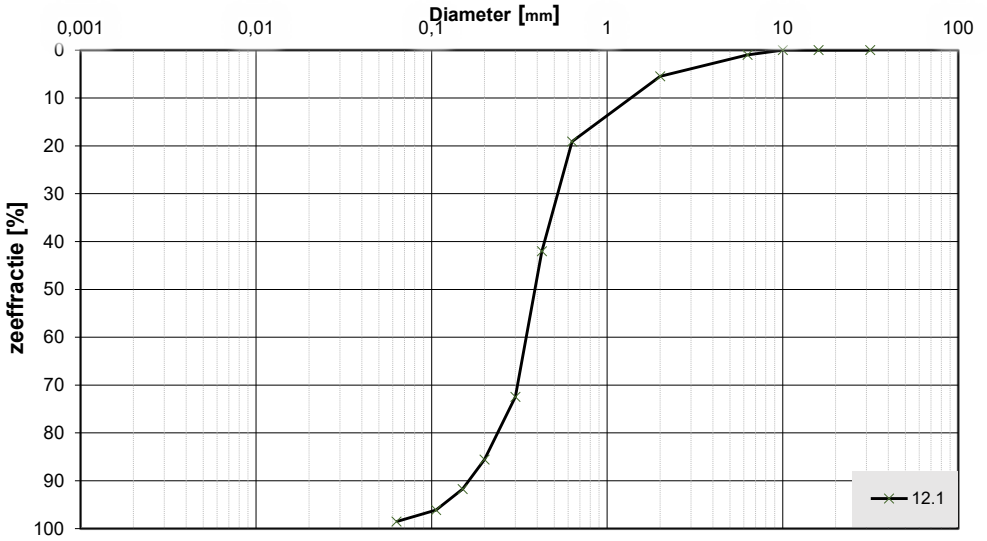
11	ZAND, grof, sterk grindig, zwak siltig, subhoekig, bol, kalkloos, grijs

Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	bepaald (10% HCl)
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven

Project omschr.: Waterstof Netwerk Noord-Nederland tracé Elim - Vlieghuis
Project nummer: 9120
Boringnummer: MB-120-002
Monsternummer: 12.1
Diepte m-NAP: -21,52

Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeeffracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
12.1			0,0	0,0	1,0	5,5	19,1	42,0	72,4	85,6	91,7	96,1	98,5

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
12.1	0,41	4,13	0,21	0,41	0,44	2,07	

Algemene Informatie:

Classificatie volgens NEN-EN-ISO 14688-1:

12.1	ZAND, middelgrof 300-420, zwak grindig, subhoekig, bol, kalkloos, grijs

Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	bepaald (10% HCl)
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven

Bijlage 5 D-Geo Pipeline berekening

Exclusief ballast

Rapport voor D-Geo Pipeline 23.2

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Antea Group
Datum van rapport:	27-9-2024
Tijd van rapport:	09:10:26
Rapport met versie:	23.2.1.42333
Berekend met versie:	23.2.1.42333
Bestandsnaam:	HDD 06 - A820-XZ-026-1 _ N34 en Loosche Mars - Rev00

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 PN-Lijnen 3
2.3 Freatische Lijn 3
2.4 Grondprofielen 3
2.5 Grenslagen 4
2.6 Grondeigenschappen 4
2.7 Geometrie 5
2.7.1 Geometrie Sectie, Detail 5
2.8 Berekenings Verticalen 5
2.9 Configuratie van de Pijpleiding 6
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 6
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 6
2.12 Boorvloeistof Gegevens 7
2.13 Factoren 7
2.14 Rekenopties 7
3 Boorvloeistofdrukken 8
3.1 Boorvloeistof Gegevens 8
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk 10
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken 11
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring 11
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen 11
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie 12
4 Gegevens voor Sterkteberekening 13
4.1 Algemene Gegevens 13
4.2 Ballasten Leiding 13
4.3 Trekkrachtberekening 13
5 Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 14
5.1 Materiaalgegevens van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 14
5.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 14
5.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 14
5.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 15
5.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 15
5.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 15
5.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 15
5.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 16

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Gebruikt model	Horizontaal Gestuurde Boring
Eindigt aan de oppervlakte	Ja
Norm voor spannings analyse	Nederlandse norm NEN
Abrupt zakkingsverschil	Nee

2.2 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-695.640	0.000			
1 - Z -	9.600	8.500			
2 - L -	-695.640	0.000			
2 - Z -	9.600	9.000			

2.3 Freatische Lijn

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

2.4 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
40	LG Zand, zw. siltig	1	1
39	LG Zand, zw. siltig	1	1
38	LG Zand, zw. siltig	1	1
37	LG Zand, zw. siltig	1	1
36	Klei, organisch	1	1
35	LG Zand, zw. siltig	1	1
34	MG Zand	1	1
33	LG Zand	1	1
32	Silt, st. zandig	1	1
31	LG Zand	1	1
30	MG Zand	1	1
29	VG Zand	1	1
28	Silt, st. zandig	1	1
27	LG Zand	1	1
26	Silt, st. zandig	1	2
25	LG Zand	2	2
24	LG Zand	2	2
23	MG Zand	2	2
22	Veen	2	2
21	Klei, organisch	2	2
20	Veen	2	2
19	LG Zand, zw. siltig	2	2
18	Silt, st. zandig	2	2
17	VG Zand	2	2
16	LG Zand	2	2
15	VG Zand	2	2
14	LG Zand	2	2
13	MG Zand	2	2
12	LG Zand	2	2
11	Overgec. klei	2	2
10	VG Silt. st. zandig	2	2
9	LG Zand, zw. siltig	2	2
8	Overgec. klei	1	2
7	MG Zand	2	2
6	LG Zand	2	2
5	MG Zand	2	2
4	VG Zand	2	2
3	MG Zand	2	2

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
2	VG Zand	2	2
1	ZVG Zand	2	2

2.5 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 40: LG Zand, zw. siltig
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 40: LG Zand, zw. siltig

2.6 Grondeigenschappen

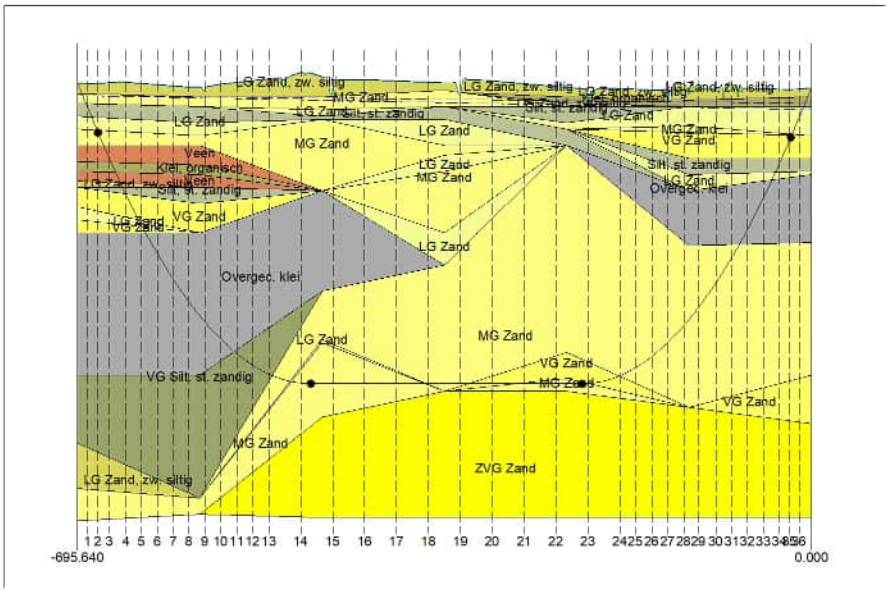
Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [grd]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
LG Zand	17.00	19.00	0.00	30.00	0.00	0.00
LG Zand, zw. siltig	17.00	19.00	0.00	27.50	0.00	0.00
MG Zand	18.00	20.00	0.00	32.50	0.00	0.00
MG Zand, zw. siltig	18.00	20.00	0.00	30.00	0.00	0.00
VG Zand	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00
ZVG Zand	20.00	22.00	0.00	37.50	0.00	0.00
Silt, st. zandig	19.00	19.00	0.00	27.50	50.00	50.00
Veen	12.00	12.00	2.00	15.00	15.00	15.00
Klei, organisch	13.00	13.00	1.00	15.00	10.00	10.00
VG Silt. st. zandig	18.00	18.00	0.00	27.50	0.00	0.00
Overgec. klei	19.00	19.00	10.00	25.00	100.00	100.00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
LG Zand	Zand	15000.00	-	-
LG Zand, zw. siltig	Zand	10000.00	-	-
MG Zand	Zand	45000.00	-	-
MG Zand, zw. siltig	Zand	35000.00	-	-
VG Zand	Zand	75000.00	-	-
ZVG Zand	Zand	100000.00	-	-
Silt, st. zandig	Leem	3000.00	-	-
Veen	Veen	500.00	-	-
Klei, organisch	Klei	750.00	-	-
VG Silt. st. zandig	Leem	5000.00	-	-
Overgec. klei	Klei	15000.00	-	-

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [grd]	Nu [-]
LG Zand	-	-	0.30
LG Zand, zw. siltig	-	-	0.30
MG Zand	-	-	0.30
MG Zand, zw. siltig	-	-	0.30
VG Zand	-	-	0.30
ZVG Zand	-	-	0.30
Silt, st. zandig	-	-	0.35
Veen	-	-	0.40
Klei, organisch	-	-	0.35
VG Silt. st. zandig	-	-	0.35
Overgec. klei	-	-	0.35

2.7 Geometrie

2.7.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	-685.665	8.617
2	-676.477	6.831
3	-665.395	4.733
4	-649.702	1.972
5	-635.150	-0.372
6	-619.776	-2.622
7	-604.905	-4.580
8	-589.850	-6.344
9	-574.660	-7.901
10	-559.925	-9.201
11	-544.415	-10.344
12	-529.474	-11.229
13	-514.170	-11.915
14	-483.925	-12.618
15	-453.680	-12.660
16	-423.435	-12.660
17	-393.190	-12.660
18	-362.945	-12.660
19	-332.700	-12.660
20	-302.455	-12.660
21	-272.210	-12.660
22	-241.965	-12.660
23	-211.720	-12.645
24	-181.475	-12.040
25	-166.691	-11.423
26	-151.230	-10.551

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
27	-136.240	-9.484
28	-120.985	-8.173
29	-106.840	-6.755
30	-90.740	-4.901
31	-75.339	-2.888
32	-60.495	-0.725
33	-45.413	1.698
34	-30.250	4.366
35	-20.738	6.158
36	-11.555	7.942

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

2.9 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	-695.640	[m]
Y coördinaat linker punt	0.000	[m]
Z coördinaat linker punt	10.556	[m]
X coördinaat rechter punt	0.000	[m]
Y coördinaat rechter punt	0.000	[m]
Z coördinaat rechter punt	10.188	[m]
Hoek links	11.0000	[grd]
Hoek rechts	11.0000	[grd]
Kromtestraal links	1056.010	[m]
Kromtestraal rechts	1036.000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	1036.000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-12.660	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0.0000	[grd]
Aantal horizontale bochten	0	

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Materiaal	Staal	
Kwaliteit	FE240	
Negatieve wanddikte tolerantie	0.00	[%]
Vloeigrens bij 20 graden Celsius (R_e)	240.00	[N/mm²]
Vloeigrens bij ontwerptemperatuur (R_e(theta))	240.00	[N/mm²]
Partiele materiaal factor	1.10	[-]
Partiele materiaal factor voor test druk	1.00	[-]
Elasticiteitsmodulus	205800.00	[N/mm²]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0.0000117	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	610.00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	13.30	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	78.50	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0.00	[bar]
Incidentele druk	0.00	[bar]
Temperatuur variatie	0.00	[gr C]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10.00	[kN/m³]
Opleghoek	120	[grd]
Belastingshoek	180	[grd]
Relatieve verplaatsing	10.00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6.00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00	[grd]

Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20	[-]

2.12 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0.250	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0.127	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0.915	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0.127	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0.915	[m]
Uitwendige diameter leiding	0.610	[m]
Debiet tijdens pilotboring	700.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	1200.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	800.0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0.30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0.20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0.20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11.1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0.014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0.000040	[kN.s/m²]

2.13 Factoren

Onzekerheidsfactor volumegewicht van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1.40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1.40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1.25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2.00	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht (Staal)	2.00	[-]
Onzekerheidsfactor druk boorgat (Staal)	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor kromte straal (Staal)	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment (Staal)	1.40	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (Staal)	1.25	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Staal)	1.15	[-]
Belastingsfactor testdruk (Staal)	1.10	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Staal)	1.10	[-]
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q_n;r (Staal)	1.50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Staal)	1.10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Staal)	1.35	[-]
Importantie factor (S)	1.00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15.00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5.00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	10.00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5.00	[%]
Volumegewicht water	10.00	[kN/m³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0.50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0.50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7.50	[-]

2.14 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	74	92	27	404
2	135	213	52	418
3	123	162	82	435
4	177	259	121	457
5	375	641	156	475
6	368	573	189	491
7	406	623	220	504
8	444	676	248	515
9	478	725	274	524
10	524	796	296	530
11	508	767	318	534
12	491	731	336	535
13	505	751	352	535
14	906	1590	377	525
15	883	1547	394	509
16	910	1601	411	492
17	908	1598	428	475
18	889	1560	445	458
19	844	1471	462	441
20	1058	1950	479	424
21	1061	1962	496	407
22	963	1728	513	390
23	1002	1845	530	373
24	824	1437	540	349
25	805	1407	541	334
26	778	1361	540	316
27	738	1292	537	296
28	726	1280	531	272
29	664	1169	523	249
30	602	1063	512	219
31	536	945	498	188
32	327	518	483	156
33	268	435	464	120
34	214	366	443	82
35	220	301	429	57
36	80	106	414	32

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	50	50	22	27
2	126	126	43	52
3	160	178	67	82
4	182	244	99	121
5	396	533	126	156
6	391	578	152	187
7	413	630	175	208
8	447	683	195	227
9	480	729	214	243
10	525	798	229	256
11	544	813	243	268
12	512	768	254	276
13	517	773	263	283
14	876	1521	273	289
15	873	1515	275	287
16	898	1574	278	285

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
17	888	1554	280	282
18	885	1551	282	280
19	841	1459	284	278
20	932	1649	286	276
21	1012	1785	289	274
22	1005	1769	291	271
23	962	1651	293	269
24	822	1433	288	260
25	803	1392	283	252
26	775	1329	274	241
27	735	1237	263	228
28	720	1205	250	213
29	655	1061	235	196
30	588	917	216	174
31	487	737	188	151
32	329	490	156	126
33	273	381	120	98
34	200	252	82	67
35	134	134	57	46
36	50	50	32	26

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	50	50	23	22
2	126	126	45	43
3	160	178	71	67
4	182	244	104	99
5	396	533	133	126
6	391	578	161	152
7	413	630	186	175
8	447	683	208	195
9	480	729	228	214
10	525	798	246	229
11	544	813	261	243
12	512	768	274	254
13	517	773	283	263
14	876	1521	289	273
15	873	1515	287	275
16	898	1574	285	278
17	888	1554	282	280
18	885	1551	280	282
19	841	1459	278	284
20	932	1649	276	286
21	1012	1785	274	289
22	1005	1769	271	291
23	962	1651	269	293
24	822	1433	260	282
25	803	1392	252	272
26	775	1329	241	260
27	735	1237	228	245
28	720	1205	213	227
29	655	1061	196	209
30	588	917	174	185
31	487	737	151	160
32	329	490	126	133
33	273	381	98	103
34	200	252	67	71
35	134	134	46	49
36	50	50	26	27

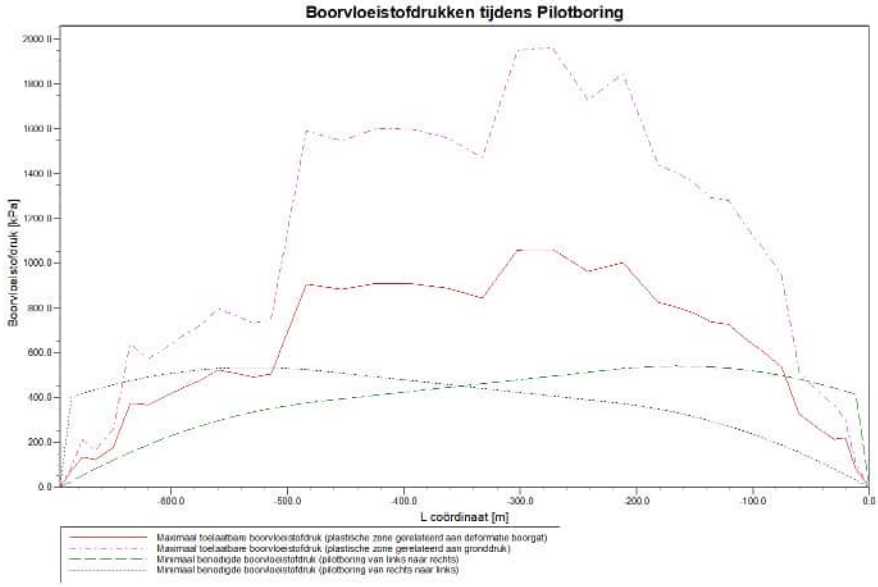
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	22	10	2.22	voldoet
2	41	28	1.50	voldoet
3	65	48	1.33	voldoet
4	95	76	1.25	voldoet
5	121	99	1.22	voldoet
6	146	122	1.20	voldoet
7	168	141	1.19	voldoet
8	187	159	1.18	voldoet
9	204	174	1.17	voldoet
10	219	187	1.17	voldoet
11	231	198	1.17	voldoet
12	241	207	1.16	voldoet
13	248	214	1.16	voldoet
14	256	220	1.16	voldoet
15	256	221	1.16	voldoet
16	256	220	1.16	voldoet
17	256	220	1.16	voldoet
18	256	220	1.16	voldoet
19	256	219	1.16	voldoet
20	255	219	1.16	voldoet
21	255	219	1.17	voldoet
22	255	219	1.17	voldoet
23	255	218	1.17	voldoet
24	248	212	1.17	voldoet
25	241	206	1.17	voldoet
26	231	197	1.17	voldoet
27	219	186	1.18	voldoet
28	204	173	1.18	voldoet
29	189	158	1.19	voldoet
30	168	140	1.20	voldoet
31	145	120	1.22	voldoet
32	121	97	1.26	voldoet
33	94	70	1.35	voldoet
34	65	42	1.55	voldoet
35	45	24	1.88	voldoet
36	25	6	4.33	voldoet

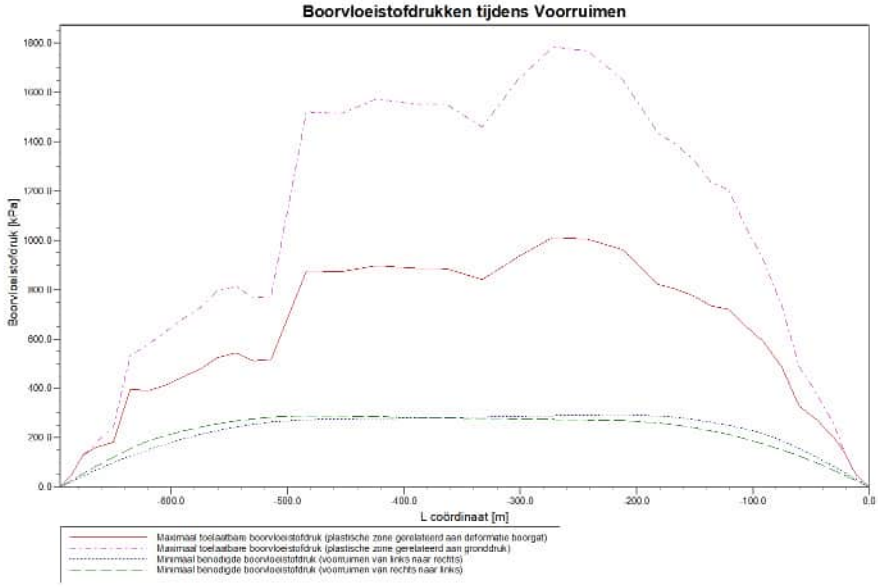
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1.10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

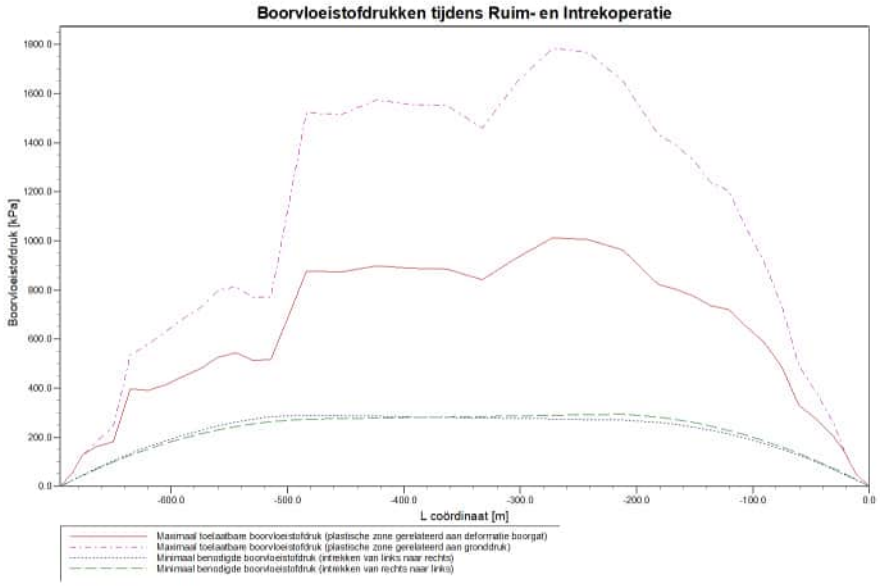
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Gegevens voor Sterkteberekening

4.1 Algemene Gegevens

Equivalente diameter leiding	:	Do = 610.00 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 13.30 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78.50 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 124216 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11.10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 1036.000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0.10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0.000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0.20

4.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	331	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	199	[kg/m]	

Resultaat	:	131	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

4.3 Trekkrachtberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0.10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0.000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0.20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	137
T2	20	140
T3	223	228
T4	480	268
T5	679	361
T6	699	364

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2020. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 2.00 gebruikt en een belasting factor van 1.10.

De maximale representatieve trekkracht is 6509 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkracht zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de vloeigrens.

5 Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

5.1 Materiaalgegevens van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Staal FE240
Buitendiameter	:	Do = 610.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 13.30 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 1
Negatieve wanddikte tolerantie	:	0.00 %
Ontwerpdruk	:	pd = 0.00 bar
Test druk	:	pt = 0.00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0.00 graden Celsius
Lengte leiding	:	L = 699 m
Elasticiteitsmodulus	:	E = 205800 N/mm²
Vloeigrens bij 20 graden Celsius	:	R_e = 240 N/mm²
Vloeigrens bij ontwerptemperatuur	:	R_e(theta) = 240 N/mm²
Partiele materiaal factor	:	gamma_m = 1.10
Partiele materiaal factor voor test druk	:	gamma_mtest = 1.00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78.50 kN/m³
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0.061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0.083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0.131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0.138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0.048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0.089
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 63 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 124216 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 1036.000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1.10
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1.50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1.25
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1.15
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1.10
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1.10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1.35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1.10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2.00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1.40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 2.00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0.0000117 mm/mmK

5.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De nominale wanddikte is 13.3 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 en 3651 aangetoond dat deze wanddikte voldoet

5.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb)	=	85	N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	12	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	97	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

5.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	85	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	32	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	117	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	6.4E-4	1/mm
qr	=	0.0521	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	27	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	27	N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²

5.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	85	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	85	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	27	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	80	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	107	N/mm²

5.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	85	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	85	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	27	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	80	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1.000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1.000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	107	N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

Volgens de NEN 3650-2:2020 D.3.1 moet de berekende spanning voldoen aan volgende voorwaarden:

Belasting combinatie 1
sigma_v =< R_e/gamma_m

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest =< R_e/gamma_test
- sigma_py =< R_e/gamma_m
- sigma_pm =< 1.1·R_e/gamma_m

Belasting combinatie 3
- sigma_vmax_3 =< 0.85·(R_e + R_e)/gamma_m

Belasting combinatie 4
- sigma_vmax_4 =< 0.85·(R_e + R_e(theta))/gamma_m

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_v	218.18	97	132	-	-	-
sigma_ptest	240.00	-	-	0	-	-
sigma_py	218.18	-	-	0	-	-
sigma_pm	240.00	-	-	0	-	-
sigma_vmax_3	370.91	-	-	-	166	-
sigma_vmax_4	370.91	-	-	-	-	166

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2.0 mm (0.33% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 91.5 mm (15.00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 30.5 mm (5.00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

Einde Rapport

Inclusief ballast

Rapport voor D-Geo Pipeline 23.2

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam:	Antea Group
Datum van rapport:	27-9-2024
Tijd van rapport:	09:10:58
Rapport met versie:	23.2.1.42333
Berekend met versie:	23.2.1.42333
Bestandsnaam:	HDD 06 - A820-XZ-026-1 _ N34 en Loosche Mars - Rev00

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Geometrie 3
2.2.1 Geometrie Sectie, Detail 3
2.3 Gegevens voor Leidingberekening 3
3 Gegevens voor Sterkteberekening 4
3.1 Algemene Gegevens 4
3.2 Ballasten Leiding 4
3.3 Trekkrachtberekening 4
4 Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 5
4.1 Materiaalgegevens van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 5
4.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 5
4.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 5
4.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 6
4.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 6
4.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 6
4.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 6
4.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D. 7

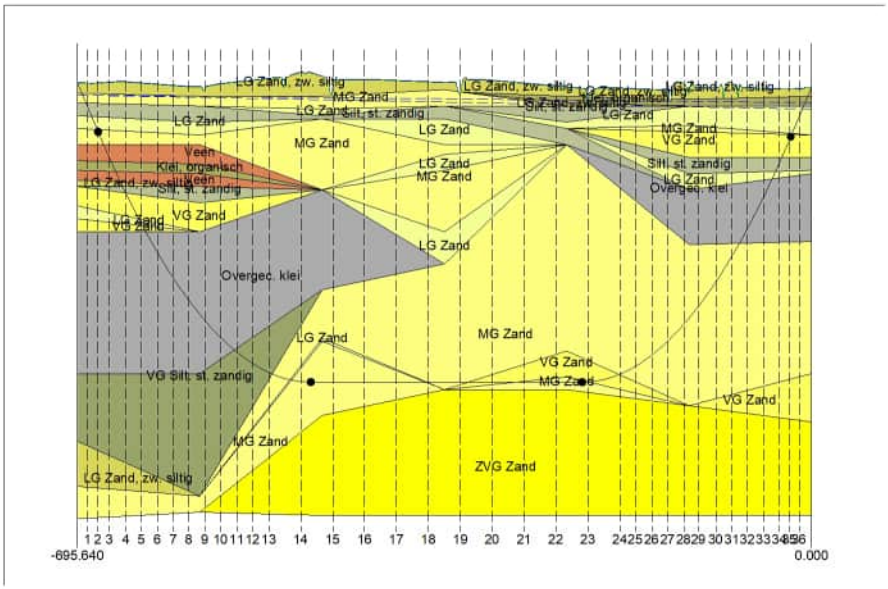
2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Gebruikt model	Horizontaal Gestuurde Boring
Eindigt aan de oppervlakte	Ja
Norm voor spannings analyse	Nederlandse norm NEN
Abrupt zakkingsverschil	Nee

2.2 Geometrie

2.2.1 Geometrie Sectie, Detail



2.3 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	48	[%]
Volume gewicht vloeistof	10.00	[kN/m³]
Opleghoek	120	[grd]
Belastingshoek	180	[grd]
Relatieve verplaatsing	10.00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6.00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00	[grd]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20	[-]

3 Gegevens voor Sterkteberekening

3.1 Algemene Gegevens

Equivalente diameter leiding	:	Do = 610.00 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 13.30 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78.50 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 124216 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11.10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 1036.000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0.10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0.000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0.20

3.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 48% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	331	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	330	[kg/m]	

Resultaat	:	0	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

3.3 Trekkrachtberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0.10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0.000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0.20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	137
T2	20	135
T3	223	168
T4	480	143
T5	679	178
T6	699	176

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2020. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 2.00 gebruikt en een belasting factor van 1.10.

De maximale representatieve trekkracht is 6509 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkracht zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de vloeigrens.

4 Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

4.1 Materiaalgegevens van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Staal FE240
Buitendiameter	:	Do = 610.00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 13.30 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 1
Negatieve wanddikte tolerantie	:	0.00 %
Ontwerpdruk	:	pd = 0.00 bar
Test druk	:	pt = 0.00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0.00 graden Celsius
Lengte leiding	:	L = 699 m
Elasticiteitsmodulus	:	E = 205800 N/mm²
Vloeigrens bij 20 graden Celsius	:	R_e = 240 N/mm²
Vloeigrens bij ontwerptemperatuur	:	R_e(theta) = 240 N/mm²
Partiele materiaal factor	:	gamma_m = 1.10
Partiele materiaal factor voor test druk	:	gamma_mtest = 1.00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78.50 kN/m³
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0.061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0.083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0.131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0.138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0.048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0.089
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 63 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 124216 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 1036.000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1.10
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1.50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1.25
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1.15
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1.10
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1.10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1.35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1.10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2.00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1.40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 2.00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0.0000117 mm/mmK

4.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De nominale wanddikte is 13.3 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 en 3651 aangetoond dat deze wanddikte voldoet

4.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 85 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	12	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	97	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

4.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	85	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	15	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	100	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	6.4E-4	1/mm
qr	=	0.0521	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	27	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	27	N/mm²

4.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²

4.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	85	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	85	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	27	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	80	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	107	N/mm²

4.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	85	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	0	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·(Do - t)/(2·t)	=	0	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	0	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	85	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	27	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	80	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	1.000	
'Rerounding'-factor F'rr	=	1.000	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	107	N/mm²

4.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: DN600 x 13.3mm W.D.

Volgens de NEN 3650-2:2020 D.3.1 moet de berekende spanning voldoen aan volgende voorwaarden:

Belasting combinatie 1
sigma_v =< R_e/gamma_m

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest =< R_e/gamma_test
- sigma_py =< R_e/gamma_m
- sigma_pm =< 1.1·R_e/gamma_m

Belasting combinatie 3
- sigma_vmax_3 =< 0.85·(R_e + R_e)/gamma_m

Belasting combinatie 4
- sigma_vmax_4 =< 0.85·(R_e + R_e(theta))/gamma_m

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_v	218.18	97	116	-	-	-
sigma_ptest	240.00	-	-	0	-	-
sigma_py	218.18	-	-	0	-	-
sigma_pm	240.00	-	-	0	-	-
sigma_vmax_3	370.91	-	-	-	166	-
sigma_vmax_4	370.91	-	-	-	-	166

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2.0 mm (0.33% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 91.5 mm (15.00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 30.5 mm (5.00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

Einde Rapport

Bijlage 6 Grondmechanische Parameters

GRONDMECHANISCHE PARAMETERS CONFORM NEN 3650-2020

Opdrachtgever NV Nederlandse Gasunie
Project DN600 Leiding 'Elim-Schoonebeek'
Projectnummer 0491216.100
Datum 27-9-2024

Leidingdiameter 609,0 mm
Kruising N34 en Loosche Mars
Route- / Detailkaart(en) A820-XW-026-1

						Maaiveldniveau	Grondwaterstand	Niveau bovenzijde leiding	Gronddekking	Grondsoort (leidingasniveau)	Horizontale beddingsconstante	Verticale beddingsconstante, omlaag		Verticale beddingsconstante, omhoog	Maximale grondwrijving	Verticale zettingsverschillen	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	Passieve gronddruk	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	Reële verticale grondbelasting	Neutrale grondbelasting	Neutrale grondbelasting bij gewelfwerking	Neutrale horizontale gronddruk	Verplaatsing tgv grondwrijving
						Leidinginformatie					**Resultaten; tbv Ple4Win**										**Resulaten; overig**			
Parameter nr.	Kruisend object	Stationing	Symbool	Symbool Ple4Win	-	-	-	H	-	$k_{h,30}$	$k_{v,1}$	$k_{v,2}$	$K_{v,top}$	W	St_v	P_{we}	q_p / P'_{max}	q_{he}	q_k	q_n	$q_{n;r}$	$q_{n;h}$	u
											KLH	KLS		KLT	F	UF	RVS	RVT	RH	SOILNB	-	-	-	-
		m	Eenheid		m NAP	m NAP	m NAP	m	-	N/mm^3	N/mm^3	N/mm^3	N/mm^3	N/mm^2	mm	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	mm
1		-685,67			10,531	9,60	8,92	1,61	Silt, st. zandig	0,0050	0,0072	n.v.t.	0,00077	0,00005	-	0,573	0,042	0,187	0,023	0,023	0,023	0,017	7,5
2		-676,48			10,544	9,60	7,14	3,41	MG zand	0,0040	0,0058	n.v.t.	0,00364	0,00005	-	0,850	0,106	0,341	0,040	0,040	0,040	0,029	7,5
3		-665,40			10,602	9,60	5,04	5,56	Veen	0,0092	0,0132	n.v.t.	0,01055	0,00005	-	0,322	0,099	0,099	0,055	0,055	0,055	0,041	7,5
4		-649,70			10,632	9,60	2,28	8,36	VG zand	0,0273	0,0390	n.v.t.	0,00084	0,00005	-	3,163	0,338	0,691	0,066	0,066	0,019	0,014	7,5
5		-635,15			10,541	9,60	-0,07	10,61	LG zand	0,0116	0,0166	n.v.t.	0,03202	0,00005	-	2,159	0,537	0,537	0,089	0,089	0,019	0,014	7,5
6		-619,78			10,445	9,58	-2,32	12,76	Overgec. Klei	0,0094	0,0134	n.v.t.	0,03009	0,00005	-	2,013	0,622	0,622	0,108	0,108	0,021	0,016	7,5
7		-604,91			10,351	9,56	-4,28	14,63	Overgec. Klei	0,0104	0,0148	n.v.t.	0,01186	0,00005	-	2,258	0,698	0,698	0,124	0,124	0,021	0,016	7,5
8		-589,85			10,271	9,54	-6,04	16,31	Overgec. Klei	0,0112	0,0160	n.v.t.	0,01313	0,00005	-	2,478	0,765	0,765	0,138	0,138	0,021	0,016	7,5
9		-574,66			10,165	9,51	-7,60	17,76	Overgec. Klei	0,0120	0,0171	n.v.t.	0,01428	0,00005	-	2,681	0,827	0,827	0,151	0,151	0,022	0,016	7,5
10		-559,93			10,485	9,49	-8,90	19,38	Overgec. Klei	0,0076	0,0109	n.v.t.	0,01604	0,00005	-	2,996	0,921	0,921	0,171	0,171	0,022	0,017	7,5
11		-544,42			10,628	9,47	-10,04	20,67	VG Silt, st. zandig	0,0035	0,0050	n.v.t.	0,01732	0,00005	-	3,805	0,666	0,666	0,186	0,186	0,022	0,016	7,5
12		-529,47			10,765	9,45	-10,92	21,69	VG Silt, st. zandig	0,0038	0,0054	n.v.t.	0,01034	0,00005	-	4,041	0,701	0,701	0,198	0,198	0,022	0,017	7,5
13		-514,17			10,906	9,43	-11,61	22,52	VG Silt, st. zandig	0,0328	0,0469	n.v.t.	0,00493	0,00005	-	6,632	0,731	0,731	0,208	0,208	0,022	0,017	7,5
14		-483,93			11,375	9,41	-12,31	23,69	MG zand	0,0388	0,0555	n.v.t.	0,04861	0,00005	-	8,247	1,890	1,890	0,234	0,234	0,022	0,017	7,5
15		-453,68			10,239	9,39	-12,36	22,59	MG zand	0,0537	0,0768	n.v.t.	0,04722	0,00005	-	7,889	1,819	1,819	0,224	0,224	0,022	0,016	7,5
16		-423,44			10,795	9,36	-12,36	23,15	MG zand	0,0639	0,0913	n.v.t.	0,04917	0,00005	-	8,249	1,889	1,889	0,234	0,234	0,022	0,017	7,5
17		-393,19			10,73	9,34	-12,36	23,09	MG zand	0,0729	0,1042	n.v.t.	0,04987	0,00005	-	8,239	1,887	1,887	0,234	0,234	0,022	0,017	7,5
18		-362,95			10,631	9,32	-12,36	22,99	MG zand	0,0818	0,1169	n.v.t.	0,05093	0,00005	-	11,947	1,881	1,881	0,233	0,233	0,022	0,017	7,5
19		-332,70			9,665	9,30	-12,36	22,02	MG zand	0,0849	0,1212	n.v.t.	0,04892	0,00005	-	12,775	1,772	1,772	0,217	0,217	0,022	0,016	7,5
20		-302,46			10,734	9,28	-12,36	23,09	VG zand	0,0870	0,1242	n.v.t.	0,05471	0,00005	-	13,464	2,429	2,429	0,236	0,236	0,022	0,016	7,5

GRONDMECHANISCHE PARAMETERS CONFORM NEN 3650-2020

Opdrachtgever NV Nederlandse Gasunie
Project DN600 Leiding 'Elim-Schoonebeek'
Projectnummer 0491216.100
Datum 27-9-2024

Leidingdiameter 609,0 mm
Kruising N34 en Loosche Mars
Route- / Detailkaart(en) A820-XW-026-1

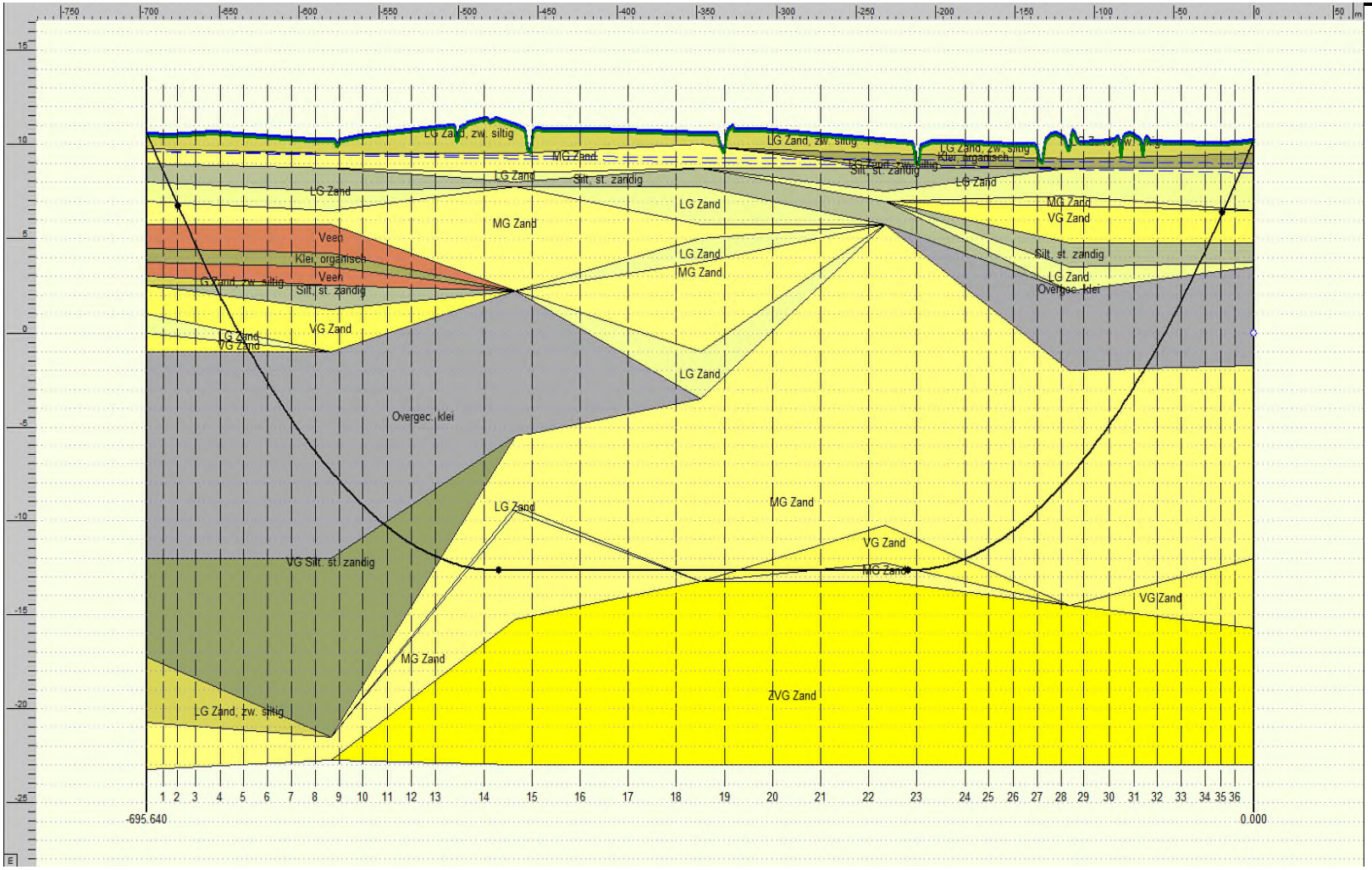
					Maaiveldniveau	Grondwaterstand	Niveau bovenzijde leiding	Gronddekking	Grondsoort (leidingasniveau)	Horizontale beddingsconstante	Verticale beddingsconstante, omlaag		Verticale beddingsconstante, omhoog	Maximale grondwrijving	Verticale zettingsverschillen	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	Passieve grondduk	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	Reële verticale grondbelasting	Neutrale grondbelasting	Neutrale grondbelasting bij gewelfwerking	Neutrale horizontale gronddruk	Verplaatsing tgv grondwrijving
					Leidinginformatie					**Resultaten; tbv Ple4Win**										**Resulaten; overig**			
Parameter nr.	Kruisend object	Stationing	Symbool	-	-	-	-	H	-	$k_{h,30}$	$k_{v,1}$	$k_{v,2}$	$K_{v,top}$	W	St_v	P_{we}	q_p / P'_{max}	q_{he}	q_k	q_n	$q_{n;r}$	$q_{n;h}$	u
			Symbool Ple4Win							KLH	KLS		KLT	F	UF	RVS	RVT	RH	SOILNB	-	-	-	-
		m	Eenheid	m NAP	m NAP	m NAP	m	-		N/mm^3	N/mm^3	N/mm^3	N/mm^3	N/mm^2	mm	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2	mm
21		-272,21		10,521	9,26	-12,36	22,88	MG zand		0,0864	0,1235	n.v.t.	0,06382	0,00005	-	13,315	1,885	1,885	0,233	0,233	0,022	0,017	7,5
22		-241,97		10,309	9,24	-12,36	22,66	MG zand		0,0859	0,1227	n.v.t.	0,07250	0,00005	-	13,162	1,865	1,865	0,231	0,231	0,022	0,017	7,5
23		-211,72		9,09	9,21	-12,34	21,43	MG zand		0,0784	0,1120	n.v.t.	0,06344	0,00005	-	10,936	1,727	1,727	0,210	0,210	0,021	0,016	7,5
24		-181,48		10,141	9,19	-11,74	21,88	MG zand		0,0722	0,1032	n.v.t.	0,04913	0,00005	-	9,235	1,783	1,783	0,219	0,219	0,022	0,016	7,5
25		-166,69		10,085	9,17	-11,12	21,20	MG zand		0,0582	0,0831	n.v.t.	0,04816	0,00005	-	8,109	1,731	1,731	0,211	0,211	0,022	0,017	7,5
26		-151,23		10,028	9,15	-10,25	20,27	MG zand		0,0414	0,0591	n.v.t.	0,04683	0,00005	-	7,098	1,659	1,659	0,201	0,201	0,022	0,017	7,5
27		-136,24		9,84	9,13	-9,18	19,02	MG zand		0,0348	0,0498	n.v.t.	0,04489	0,00005	-	6,601	1,557	1,557	0,187	0,187	0,022	0,016	7,5
28		-120,99		10,474	9,11	-7,87	18,34	MG zand		0,0346	0,0494	n.v.t.	0,04452	0,00005	-	6,507	1,536	1,536	0,184	0,184	0,023	0,017	7,5
29		-106,84		10,136	9,09	-6,45	16,59	MG zand		0,0327	0,0468	n.v.t.	0,04159	0,00005	-	5,797	1,387	1,387	0,164	0,164	0,023	0,017	7,5
30		-90,74		10,203	9,06	-4,60	14,80	MG zand		0,0310	0,0444	n.v.t.	0,03575	0,00005	-	5,179	1,214	1,251	0,147	0,147	0,023	0,017	7,5
31		-75,34		10,528	9,04	-2,58	13,11	MG zand		0,0296	0,0422	n.v.t.	0,01812	0,00005	-	4,660	0,982	1,131	0,132	0,132	0,023	0,017	7,5
32		-60,50		10,146	9,02	-0,42	10,57	Overgec. Klei		0,0219	0,0313	n.v.t.	0,01040	0,00005	-	1,982	0,607	0,607	0,106	0,106	0,025	0,018	7,5
33		-45,41		10,119	9,00	2,00	8,12	Overgec. Klei		0,0079	0,0113	n.v.t.	0,00982	0,00005	-	1,663	0,430	0,504	0,086	0,086	0,025	0,018	7,5
34		-30,25		10,089	8,50	4,67	5,42	Silt, st. zandig		0,0059	0,0084	n.v.t.	0,02682	0,00005	-	1,499	0,224	0,224	0,063	0,063	0,063	0,046	7,5
35		-20,74		10,073	8,50	6,46	3,61	VG zand		0,0274	0,0392	n.v.t.	0,00425	0,00005	-	1,944	0,119	0,517	0,043	0,043	0,043	0,032	7,5
36		-11,56		10,1	8,50	8,25	1,85	LG zand		0,0144	0,0206	n.v.t.	0,00056	0,00005	-	0,718	0,052	0,142	0,027	0,027	0,027	0,020	7,5

GRONDMECHANISCHE PARAMETERS CONFORM NEN 3650-2020

Opdrachtgever	NV Nederlandse Gasunie
Project	DN600 Leiding 'Elim-Schoonebeek'
Projectnummer	0491216.100
Datum	27-9-2024
Leidingdiameter	609,0 mm
Kruising	N34 en Loosche Mars
Route- / Detailkaart(en)	A820-XW-026-1

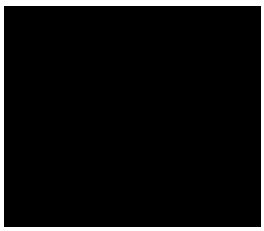
anteagroup

Blad	1 van 1
Revisie	00
Opsteller	J.F.



Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1700 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensoring en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.



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

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@antegroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontlenen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.



restart :

$x := 'x'$: $OD := 610.0$; $wd := 13.3$; $ID := OD - 2 \cdot wd$; $Izz := \frac{\pi \cdot (OD^4 - ID^4)}{64}$; $A := \frac{\pi \cdot (OD^2 - ID^2)}{4}$; $\mathrm{rho} := 7850 \cdot 10^{-9}$; $E := 210000$; $g := -9.81$; $G := \mathrm{rho} \cdot A \cdot g$; $uittredehoek := 11$; $MV := 10580$;

$$OD := 610.0$$

$$wd := 13.3$$

$$ID := 583.4$$

$$Izz := 1.110184985 \times 10^{9}$$

$$A := 24932.02488$$

$$\rho := \frac{157}{20000000}$$

$$E := 210000$$

$$g := -9.81$$

$$G := -1.919977838$$

$$uittredehoek := 11$$

$$MV := 10580 \quad \textbf{(1)}$$

$L1 := 30000$; $L2 := 30000$; $L3 := 30000$; $L4 := 30000$; $L5 := 30000$; $L6 := 30000$; $L7 := 30000$; $L8 := 30000$; $L9 := 30000$; $L10 := 15000$; $L11 := 15000$;

$$L1 := 30000$$

$$L2 := 30000$$

$$L3 := 30000$$

$$L4 := 30000$$

$$L5 := 30000$$

$$L6 := 30000$$

$$L7 := 30000$$

$$L8 := 30000$$

$$L9 := 30000$$

$$L10 := 15000$$

$$L11 := 15000 \quad \textbf{(2)}$$

$w0 := 10580$; $w1 := 15630$; $w2 := 19130$; $w3 := 21110$; $w4 := 21580$; $w5 := 20560$; $w6 := 18020$; $w7 := 14600$; $w8 := 12500$; $w9 := 11900$; $w10 := 11900$; $w11 := 11900$

$$w0 := 10580$$

$$w1 := 15630$$

$$w2 := 19130$$

$$w3 := 21110$$

$$w4 := 21580$$
$$w5 := 20560$$
$$w6 := 18020$$
$$w7 := 14600$$
$$w8 := 12500$$
$$w9 := 11900$$
$$w10 := 11900$$
$$w11 := 11900 \quad \textbf{(3)}$$

$$delta1 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + C3 \cdot x^3 + C2 \cdot x^2 + C1 \cdot x + C0 :$$
$$phi1 := -diff(delta1, x) :$$
$$M1 := E \cdot Izz \cdot diff(phi1, x) :$$
$$V1 := diff(M1, x) :$$

$$delta2 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + D3 \cdot x^3 + D2 \cdot x^2 + D1 \cdot x + D0 :$$
$$phi2 := -diff(delta2, x) :$$
$$M2 := E \cdot Izz \cdot diff(phi2, x) :$$
$$V2 := diff(M2, x) :$$

$$delta3 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + E3 \cdot x^3 + E2 \cdot x^2 + E1 \cdot x + E0 :$$
$$phi3 := -diff(delta3, x) :$$
$$M3 := E \cdot Izz \cdot diff(phi3, x) :$$
$$V3 := diff(M3, x) :$$
$$delta4 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + F3 \cdot x^3 + F2 \cdot x^2 + F1 \cdot x + F0 :$$
$$phi4 := -diff(delta4, x) :$$
$$M4 := E \cdot Izz \cdot diff(phi4, x) :$$
$$V4 := diff(M4, x) :$$
$$delta5 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + G3 \cdot x^3 + G2 \cdot x^2 + G1 \cdot x + G0 :$$
$$phi5 := -diff(delta5, x) :$$
$$M5 := E \cdot Izz \cdot diff(phi5, x) :$$
$$V5 := diff(M5, x) :$$

$$delta6 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + H3 \cdot x^3 + H2 \cdot x^2 + H1 \cdot x + H0 :$$
$$phi6 := -diff(delta6, x) :$$
$$M6 := E \cdot Izz \cdot diff(phi6, x) :$$
$$V6 := diff(M6, x) :$$
$$delta7 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + J3 \cdot x^3 + J2 \cdot x^2 + J1 \cdot x + J0 :$$

$$phi7 := -diff(delta7, x):$$
$$M7 := E \cdot Izz \cdot diff(phi7, x):$$
$$V7 := diff(M7, x):$$

$$delta8 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + K3 \cdot x^3 + K2 \cdot x^2 + K1 \cdot x + K0:$$
$$phi8 := -diff(delta8, x):$$
$$M8 := E \cdot Izz \cdot diff(phi8, x):$$
$$V8 := diff(M8, x):$$

$$delta9 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + O3 \cdot x^3 + O2 \cdot x^2 + O1 \cdot x + O0:$$
$$phi9 := -diff(delta9, x):$$
$$M9 := E \cdot Izz \cdot diff(phi9, x):$$
$$V9 := diff(M9, x):$$

$$delta10 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + P3 \cdot x^3 + P2 \cdot x^2 + P1 \cdot x + P0:$$
$$phi10 := -diff(delta10, x):$$
$$M10 := E \cdot Izz \cdot diff(phi10, x):$$
$$V10 := diff(M10, x):$$
$$delta11 := \frac{G \cdot x^4}{24 \cdot E \cdot Izz} + Q3 \cdot x^3 + Q2 \cdot x^2 + Q1 \cdot x + Q0:$$
$$phi11 := -diff(delta11, x):$$
$$M11 := E \cdot Izz \cdot diff(phi11, x):$$
$$V11 := diff(M11, x):$$

$$x := 0$$

$$x := 0 \quad \textbf{(4)}$$

$$EQ1 := delta1 = w0$$

$$EQ1 := C0 = 10580 \quad \textbf{(5)}$$

$$EQ2 := phi1 = -evalf\left(\tan\left(\frac{uittredehoek \cdot \pi}{180}\right)\right)$$

$$EQ2 := -C1 = -0.1943803091 \quad \textbf{(6)}$$

$$x := L1$$

$$x := 30000 \quad \textbf{(7)}$$

$$EQ3 := delta1 = delta2$$

$$EQ3 := -277.9427492 + 27000000000000\,C3 + 900000000\,C2 + 30000\,C1 + C0 = -277.9427492 + 27000000000000\,D3 + 900000000\,D2 + 30000\,D1 + D0 \quad \textbf{(8)}$$

$$EQ4 := phi1 = phi2$$

$$EQ4 := 0.03705903322 - 2700000000\,C3 - 60000\,C2 - C1 = 0.03705903322 - 2700000000\,D3 - 60000\,D2 - D1 \quad \textbf{(9)}$$

$$EQ5 := M1 = M2$$

$$EQ5 := 8.639900269 \times 10^{8} - 4.196499243 \times 10^{19}\, C3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, C2 = 8.639900269 \times 10^{8} - 4.196499243 \times 10^{19}\, D3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, D2 \quad (10)$$

$EQ6 := delta1 = w1$

$$EQ6 := -277.9427492 + 27000000000000\, C3 + 900000000\, C2 + 30000\, C1 + C0 = 15630 \quad (11)$$

$x := L1 + L2$

$$x := 60000 \quad (12)$$

$EQ7 := delta2 = delta3$

$$EQ7 := -4447.083987 + 216000000000000\, D3 + 3600000000\, D2 + 60000\, D1 + D0 = -4447.083987 + 216000000000000\, E3 + 3600000000\, E2 + 60000\, E1 + E0 \quad (13)$$

$EQ8 := phi2 = phi3$

$$EQ8 := 0.2964722658 - 10800000000\, D3 - 120000\, D2 - D1 = 0.2964722658 - 10800000000\, E3 - 120000\, E2 - E1 \quad (14)$$

$EQ9 := M2 = M3$

$$EQ9 := 3.455960108 \times 10^{9} - 8.392998486 \times 10^{19}\, D3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, D2 = 3.455960108 \times 10^{9} - 8.392998486 \times 10^{19}\, E3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, E2 \quad (15)$$

$EQ10 := delta2 = w2$

$$EQ10 := -4447.083987 + 216000000000000\, D3 + 3600000000\, D2 + 60000\, D1 + D0 = 19130 \quad (16)$$

$x := L1 + L2 + L3$

$$x := 90000 \quad (17)$$

$EQ11 := delta3 = delta4$

$$EQ11 := -22513.36268 + 729000000000000\, E3 + 8100000000\, E2 + 90000\, E1 + E0 = -22513.36268 + 729000000000000\, F3 + 8100000000\, F2 + 90000\, F1 + F0 \quad (18)$$

$EQ12 := phi3 = phi4$

$$EQ12 := 1.000593897 - 24300000000\, E3 - 180000\, E2 - E1 = 1.000593897 - 24300000000\, F3 - 180000\, F2 - F1 \quad (19)$$

$EQ13 := M3 = M4$

$$EQ13 := 7.775910242 \times 10^{9} - 1.258949773 \times 10^{20}\, E3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, E2 = 7.775910242 \times 10^{9} - 1.258949773 \times 10^{20}\, F3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, F2 \quad (20)$$

$EQ14 := delta3 = w3$

$$EQ14 := -22513.36268 + 729000000000000\, E3 + 8100000000\, E2 + 90000\, E1 + E0 = 21110 \quad (21)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4$

$$x := 120000 \quad (22)$$

$EQ15 := delta4 = delta5$

$$EQ15 := -71153.34379 + 1728000000000000\, F3 + 14400000000\, F2 + 120000\, F1 + F0 = -71153.34379 + 1728000000000000\, G3 + 14400000000\, G2 + 120000\, G1 + G0 \quad (23)$$

$EQ16 := phi4 = phi5$

$$EQ16 := 2.371778126 - 43200000000\, F3 - 240000\, F2 - F1 = 2.371778126 - 43200000000\, G3 - 240000\, G2 - G1 \quad (24)$$

$EQ17 := M4 = M5$

$$EQ17 := 1.382384043 \times 10^{10} - 1.678599697 \times 10^{20}\, F3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, F2 = 1.382384043 \times 10^{10} - 1.678599697 \times 10^{20}\, G3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, G2 \quad (25)$$

$EQ18 := delta4 = w4$

$$EQ18 := -71153.34379 + 1728000000000000\, F3 + 14400000000\, F2 + 120000\, F1 + F0 = 21580 \quad (26)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5$

$$x := 150000 \quad (27)$$

$EQ19 := delta5 = delta6$

$$EQ19 := -173714.2182 + 3375000000000000\, G3 + 22500000000\, G2 + 150000\, G1 + G0 = -173714.2182 + 3375000000000000\, H3 + 22500000000\, H2 + 150000\, H1 + H0 \quad (28)$$

$EQ20 := phi5 = phi6$

$$EQ20 := 4.632379153 - 67500000000\, G3 - 300000\, G2 - G1 = 4.632379153 - 67500000000\, H3 - 300000\, H2 - H1 \quad (29)$$

$EQ21 := M5 = M6$

$$EQ21 := 2.159975067 \times 10^{10} - 2.098249622 \times 10^{20}\, G3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, G2 = 2.159975067 \times 10^{10} - 2.098249622 \times 10^{20}\, H3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, H2 \quad (30)$$

$EQ22 := delta5 = w5$

$$EQ22 := -173714.2182 + 3375000000000000\, G3 + 22500000000\, G2 + 150000\, G1 + G0 = 20560 \quad (31)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6$

$$x := 180000 \quad (32)$$

$EQ23 := delta6 = delta7$

$$EQ23 := -360213.8029 + 5832000000000000\, H3 + 32400000000\, H2 + 180000\, H1 + H0 = -360213.8029 + 5832000000000000\, J3 + 32400000000\, J2 + 180000\, J1 + J0 \quad (33)$$

$EQ24 := phi6 = phi7$

$$EQ24 := 8.004751176 - 97200000000\, H3 - 360000\, H2 - H1 = 8.004751176 - 97200000000\, J3 - 360000\, J2 - J1 \quad (34)$$

$EQ25 := M6 = M7$

$$EQ25 := 3.110364097 \times 10^{10} - 2.517899546 \times 10^{20}\, H3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, H2 = 3.110364097 \times 10^{10} - 2.517899546 \times 10^{20}\, J3 - 4.662776936 \times 10^{14}\, J2 \quad (35)$$

$EQ26 := delta6 = w6$

$$EQ26 := -360213.8029 + 5832000000000000\, H3 + 32400000000\, H2 + 180000\, H1 + H0 = 18020 \quad (36)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7$

$$x := 210000 \quad (37)$$

$EQ27 := delta7 = delta8$

$$EQ27 := -667340.5407 + 9261000000000000\, J3 + 44100000000\, J2 + 210000\, J1 + J0 = -667340.5407 + 9261000000000000\, K3 + 44100000000\, K2 + 210000\, K1 + K0 \quad (38)$$

$$EQ28 := phi7 = phi8$$

$$EQ28 := 12.71124840 - 132300000000\,J3 - 420000\,J2 - J1 = 12.71124840 - 132300000000\,K3 - 420000\,K2 - K1 \quad (39)$$

$$EQ29 := M7 = M8$$

$$EQ29 := 4.233551132 \times 10^{10} - 2.937549470 \times 10^{20}\,J3 - 4.662776936 \times 10^{14}\,J2 = 4.233551132 \times 10^{10} - 2.937549470 \times 10^{20}\,K3 - 4.662776936 \times 10^{14}\,K2 \quad (40)$$

$$EQ30 := delta7 = w7$$

$$EQ30 := -667340.5407 + 9261000000000000\,J3 + 44100000000\,J2 + 210000\,J1 + J0 = 14600 \quad (41)$$

$$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8$$

$$x := 240000 \quad (42)$$

$$EQ31 := delta8 = delta9$$

$$EQ31 := -1.138453501 \times 10^{6} + 13824000000000000\,K3 + 57600000000\,K2 + 240000\,K1 + K0 = -1.138453501 \times 10^{6} + 13824000000000000\,O3 + 57600000000\,O2 + 240000\,O1 + O0 \quad (43)$$

$$EQ32 := phi8 = phi9$$

$$EQ32 := 18.97422501 - 172800000000\,K3 - 480000\,K2 - K1 = 18.97422501 - 172800000000\,O3 - 480000\,O2 - O1 \quad (44)$$

$$EQ33 := M8 = M9$$

$$EQ33 := 5.529536172 \times 10^{10} - 3.357199394 \times 10^{20}\,K3 - 4.662776936 \times 10^{14}\,K2 = 5.529536172 \times 10^{10} - 3.357199394 \times 10^{20}\,O3 - 4.662776936 \times 10^{14}\,O2 \quad (45)$$

$$EQ34 := delta8 = w8$$

$$EQ34 := -1.138453501 \times 10^{6} + 13824000000000000\,K3 + 57600000000\,K2 + 240000\,K1 + K0 = 12500 \quad (46)$$

$$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9$$

$$x := 270000 \quad (47)$$

$$EQ35 := delta9 = delta10$$

$$EQ35 := -1.823582377 \times 10^{6} + 19683000000000000\,O3 + 72900000000\,O2 + 270000\,O1 + O0 = -1.823582377 \times 10^{6} + 19683000000000000\,P3 + 72900000000\,P2 + 270000\,P1 + P0 \quad (48)$$

$$EQ36 := phi9 = phi10$$

$$EQ36 := 27.01603522 - 218700000000\,O3 - 540000\,O2 - O1 = 27.01603522 - 218700000000\,P3 - 540000\,P2 - P1 \quad (49)$$

$$EQ37 := M9 = M10$$

$$EQ37 := 6.998319218 \times 10^{10} - 3.776849319 \times 10^{20}\,O3 - 4.662776936 \times 10^{14}\,O2 = 6.998319218 \times 10^{10} - 3.776849319 \times 10^{20}\,P3 - 4.662776936 \times 10^{14}\,P2 \quad (50)$$

$$EQ38 := delta9 = w9$$

$$EQ38 := -1.823582377 \times 10^{6} + 19683000000000000\,O3 + 72900000000\,O2 + 270000\,O1 \quad (51)$$

$$+ O0 = 11900$$

$$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10$$

$$x := 285000 \quad (52)$$

$$EQ39 := delta10 = delta11$$

$$EQ39 := -2.263861063 \times 10^{6} + 23149125000000000\ P3 + 81225000000\ P2 + 285000\ P1 + P0 = -2.263861063 \times 10^{6} + 23149125000000000\ Q3 + 81225000000\ Q2 + 285000\ Q1 + Q0 \quad (53)$$

$$EQ40 := phi10 = phi11$$

$$EQ40 := 31.77348861 - 243675000000\ P3 - 570000\ P2 - P1 = 31.77348861 - 243675000000\ Q3 - 570000\ Q2 - Q1 \quad (54)$$

$$EQ41 := M10 = M11$$

$$EQ41 := 7.797509993 \times 10^{10} - 3.986674281 \times 10^{20}\ P3 - 4.662776936 \times 10^{14}\ P2 = 7.797509993 \times 10^{10} - 3.986674281 \times 10^{20}\ Q3 - 4.662776936 \times 10^{14}\ Q2 \quad (55)$$

$$EQ42 := delta10 = w10$$

$$EQ42 := -2.263861063 \times 10^{6} + 23149125000000000\ P3 + 81225000000\ P2 + 285000\ P1 + P0 = 11900 \quad (56)$$

$$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11$$

$$x := 300000 \quad (57)$$

$$EQ43 := delta11 = w11$$

$$EQ43 := -2.779427492 \times 10^{6} + 27000000000000000\ Q3 + 90000000000\ Q2 + 300000\ Q1 + Q0 = 11900 \quad (58)$$

$$EQ44 := phi11 = 0$$

$$EQ44 := 37.05903322 - 270000000000\ Q3 - 600000\ Q2 - Q1 = 0 \quad (59)$$

$$Oplossing := solve(\{EQ1, EQ2, EQ3, EQ4, EQ5, EQ6, EQ7, EQ8, EQ9, EQ10, EQ11, EQ12, EQ13, EQ14, EQ15, EQ16, EQ17, EQ18, EQ19, EQ20, EQ21, EQ22, EQ23, EQ24, EQ25, EQ26, EQ27, EQ28, EQ29, EQ30, EQ31, EQ32, EQ33, EQ34, EQ35, EQ36, EQ37, EQ38, EQ39, EQ40, EQ41, EQ42, EQ43, EQ44\}, \{C0, C1, C2, C3, D0, D1, D2, D3, E0, E1, E2, E3, F0, F1, F2, F3, G0, G1, G2, G3, H0, H1, H2, H3, J0, J1, J2, J3, K0, K1, K2, K3, O0, O1, O2, O3, P0, P1, P2, P3, Q0, Q1, Q2, Q3\});$$

$$Oplossing := \{C0 = 10580., C1 = 0.1943803091, C2 = -1.179033331 \times 10^{-6}, C3 = 2.065420276 \times 10^{-11}, D0 = 9462.522361, D1 = 0.3061280730, D2 = -4.903958795 \times 10^{-6}, D3 = 6.204226345 \times 10^{-11}, E0 = 641.9629395, E1 = 0.7471560440, E2 = -0.00001225442498, E3 = 1.028781867 \times 10^{-10}, F0 = -29675.49062, F1 = 1.757737829, F2 = -0.00002348311147, F3 = 1.444659144 \times 10^{-10}, G0 = -99216.69994, G1 = 3.496268062, G2 = -0.00003797086342, G3 = 1.847096698 \times 10^{-10}, H0 = -243145.6850, H1 = 6.374847763, H2 = -0.00005716139475, H3 = 2.273552950 \times 10^{-10}, J0 = -599182.1384, \quad (60)$$

$$J1 = 12.30878865,\ J2 = -0.00009012773301,\ J3 = 2.884040695 \times 10^{-10},\ K0 = -765855.1179,\ K1 = 14.68983122,\ K2 = -0.0001014660309,\ K3 = 3.064013678 \times 10^{-10},\ O0 = -1.307857635 \times 10^{6},\ O1 = 21.46486268,\ O2 = -0.0001296953287,\ O3 = 3.456087259 \times 10^{-10},\ P0 = -1.869551364 \times 10^{6},\ P1 = 27.70590411,\ P2 = -0.0001528102969,\ P3 = 3.741457237 \times 10^{-10},\ Q0 = -2.554144339 \times 10^{6},\ Q1 = 34.91214595,\ Q2 = -0.0001780953561,\ Q3 = 4.037188922 \times 10^{-10}\}$$

```
assign(Oplossing);
x :='x'
```

$$x := x \tag{61}$$

```
with(plots) :
Veld1 := plot(delta1, x = 0 .. L1, y = 11000 ..25000) :
Veld2 := plot(delta2, x = L1 .. L1 + L2, y = 11000 ..25000) :
Veld3 := plot(delta3, x = L1 + L2 ..L1 + L2 + L3, y = 11000 ..25000) :
Veld4 := plot(delta4, x = L1 + L2 + L3 ..L1 + L2 + L3 + L4, y = 11000 ..25000) :
Veld5 := plot(delta5, x = L1 + L2 + L3 + L4 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5, y = 11000 ..25000) :
Veld6 := plot(delta6, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6, y = 11000
    ..25000) :
Veld7 := plot(delta7, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7, y
    = 11000 ..25000) :
Veld8 := plot(delta8, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7
    + L8, y = 11000 ..25000) :
Veld9 := plot(delta9, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6
    + L7 + L8 + L9, y = 11000 ..25000) :

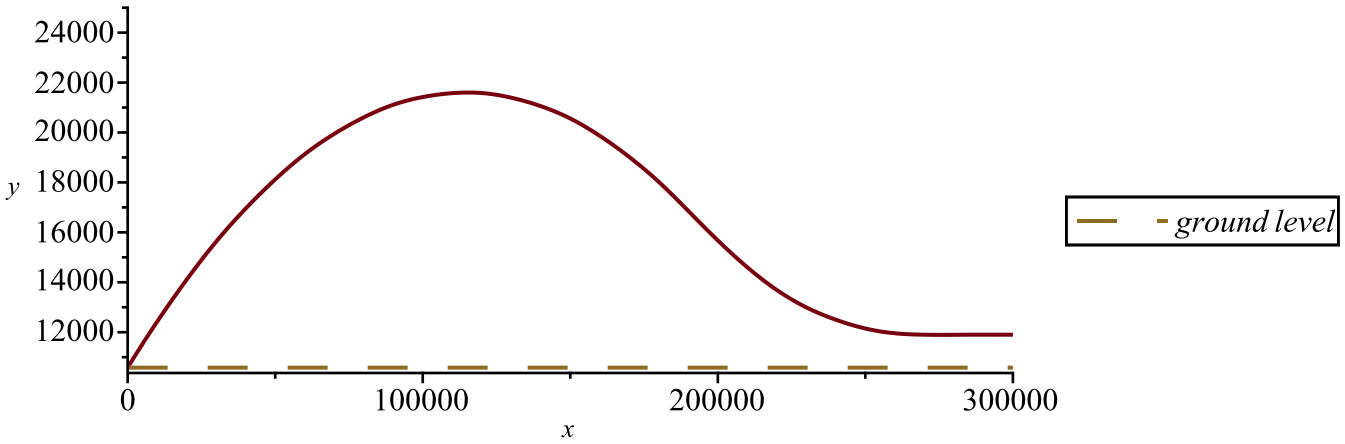
Veld10 := plot(delta10, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5
    + L6 + L7 + L8 + L9 + L10, y = 11000 ..25000) :

Veld11 := plot(delta11, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 ..L1 + L2 + L3
    + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11, y = 11000 ..25000) :

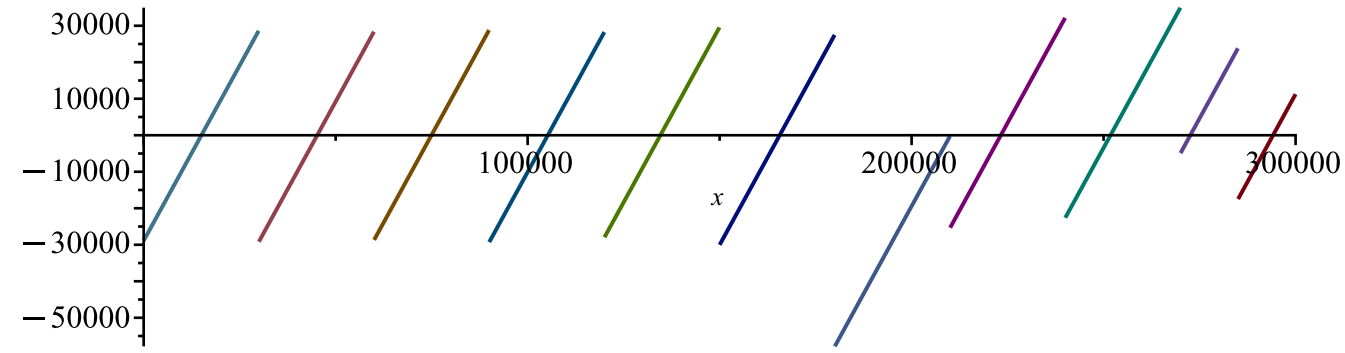


GL := plot(MV, x = 0 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11, color
    = "sienna", linestyle = "spacedash", legend = 'ground level' , legendstyle = [location = right]) :

display( {Veld1, Veld2, Veld3, Veld4, Veld5, Veld6, Veld7, Veld8, Veld9, Veld10, Veld11, GL})
```



$Vx1 := plot(V1, x = 0 .. L1)$:
$Vx2 := plot(V2, x = L1 .. L1 + L2)$:
$Vx3 := plot(V3, x = L1 + L2 .. L1 + L2 + L3)$:
$Vx4 := plot(V4, x = L1 + L2 + L3 .. L1 + L2 + L3 + L4)$:
$Vx5 := plot(V5, x = L1 + L2 + L3 + L4 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5)$:
$Vx6 := plot(V6, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6)$:
$Vx7 := plot(V7, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7)$:
$Vx8 := plot(V8, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8)$:
$Vx9 := plot(V9, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9)$:
$Vx10 := plot(V10, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10)$:
$Vx11 := plot(V11, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11)$:
$display(\{Vx1, Vx2, Vx3, Vx4, Vx5, Vx6, Vx7, Vx8, Vx9, Vx10, Vx11\})$



$x := L1$:

$$Cradle1 := \frac{\mathrm{abs}(V1) + \mathrm{abs}(V2)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle1 := 5901.629811 \quad \textbf{(62)}$$

$x := L1 + L2$:

$$Cradle2 := \frac{\mathrm{abs}(V2) + \mathrm{abs}(V3)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle2 := 5822.899120 \quad \textbf{(63)}$$

$x := L1 + L2 + L3$:

$$Cradle3 := \frac{\mathrm{abs}(V3) + \mathrm{abs}(V4)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle3 := 5930.100836 \quad (64)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4$:

$$Cradle4 := \frac{\mathrm{abs}(V4) + \mathrm{abs}(V5)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle4 := 5738.460387 \quad (65)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5$:

$$Cradle5 := \frac{\mathrm{abs}(V5) + \mathrm{abs}(V6)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle5 := 6080.949164 \quad (66)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6$:

$$Cradle6 := \frac{\mathrm{abs}(V6) + \mathrm{abs}(V7)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle6 := 8705.101458 \quad (67)$$

$x := L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7$:

$$Cradle7 := \frac{\mathrm{abs}(V7) + \mathrm{abs}(V8)}{\mathrm{abs}(g)}$$

$$Cradle7 := 2613.948053 \quad (68)$$

$x :='x'$

$$x := x \quad (69)$$

$$Smaxy1 := \frac{M1 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy1 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.007937410120\, x + 151.0341696 \quad (70)$$

$$Smaxy2 := \frac{M2 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy2 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.02384284184\, x + 628.1971215 \quad (71)$$

$$Smaxy3 := \frac{M3 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy3 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.03953608715\, x + 1569.791840 \quad (72)$$

$$Smaxy4 := \frac{M4 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy4 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.05551825090\, x + 3008.186577 \quad (73)$$

$$Smaxy5 := \frac{M5 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy5 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.07098392610\, x + 4864.067603 \quad (74)$$

$$Smaxy6 := \frac{M6 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy6 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.08737263985\, x + 7322.374665 \quad (75)$$

$$Smaxy7 := \frac{M7 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy7 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.1108336839\, x + 11545.36260 \quad \textbf{(76)}$$

$$Smaxy8 := \frac{M8 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy8 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.1177500456\, x + 12997.79856 \quad \textbf{(77)}$$

$$Smaxy9 := \frac{M9 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy9 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.1328174334\, x + 16613.97160 \quad \textbf{(78)}$$

$$Smaxy10 := \frac{M10 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy10 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.1437842016\, x + 19574.99903 \quad \textbf{(79)}$$

$$Smaxy11 := \frac{M11 \cdot OD}{Izz \cdot 2}$$

$$Smaxy11 := 2.637367864 \times 10^{-7}\, x^2 - 0.1551491702\, x + 22814.01511 \quad \textbf{(80)}$$

$$Smax := 415$$

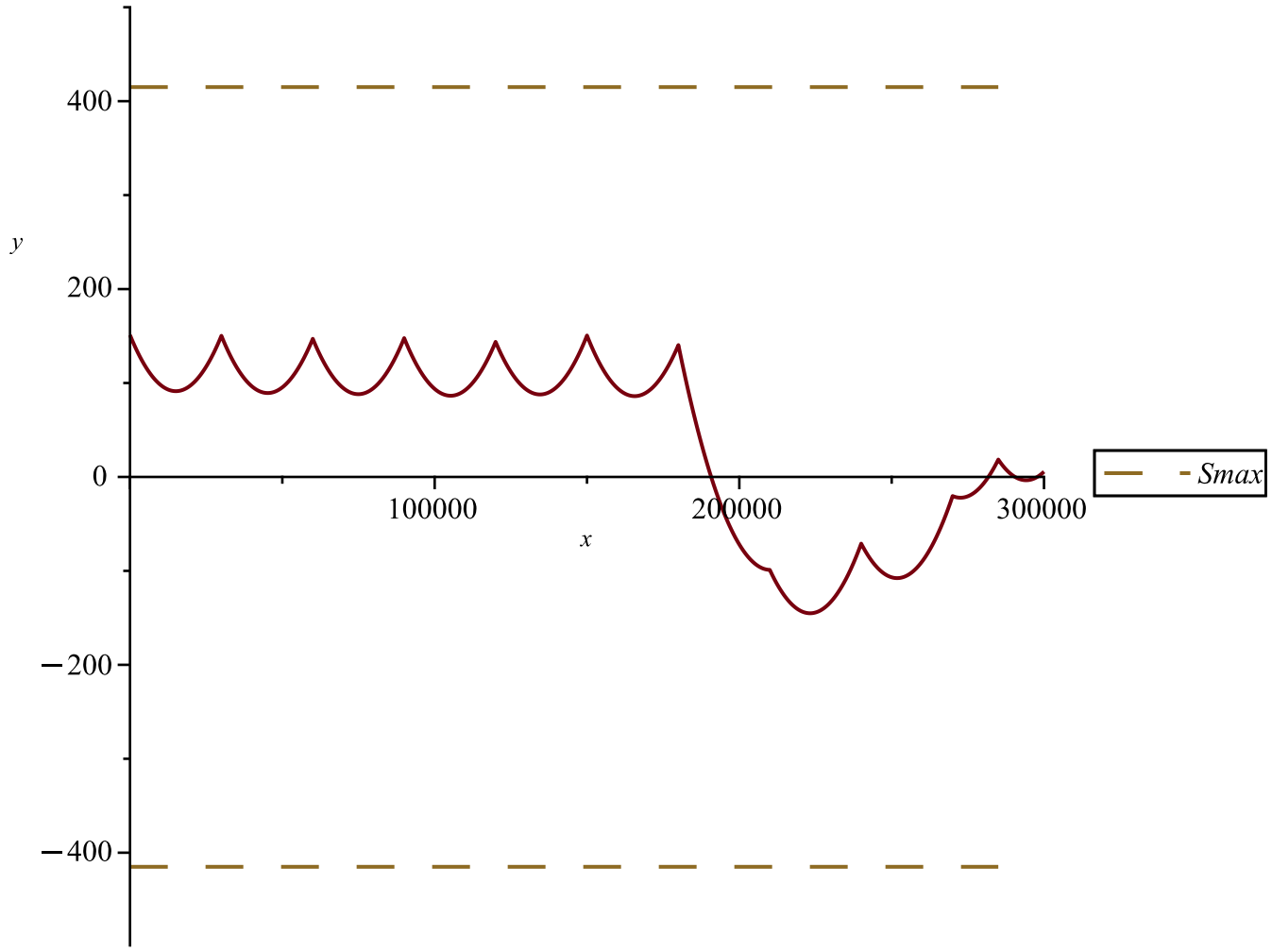
$$Smax := 415 \quad \textbf{(81)}$$

```
S1 := plot(Smaxy1, x = 0 .. L1, y = -500 ..500) :
S2 := plot(Smaxy2, x = L1 .. L1 + L2, y = -500 ..500) :
S3 := plot(Smaxy3, x = L1 + L2 ..L1 + L2 + L3, y = -500 ..500) :
S4 := plot(Smaxy4, x = L1 + L2 + L3 ..L1 + L2 + L3 + L4, y = -500 ..500) :
S5 := plot(Smaxy5, x = L1 + L2 + L3 + L4 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5, y = -500 ..500) :
S6 := plot(Smaxy6, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6, y = -500 ..500) :

S7 := plot(Smaxy7, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7, y =
    -500 ..500) :

S8 := plot(Smaxy8, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7
    + L8, y = -500 ..500) :
S9 := plot(Smaxy9, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6
    + L7 + L8 + L9, y = -500 ..500) :
S10 := plot(Smaxy10, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 ..L1 + L2 + L3 + L4 + L5
    + L6 + L7 + L8 + L9 + L10, y = -500 ..500) :
S11 := plot(Smaxy11, x = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 ..L1 + L2 + L3
    + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10 + L11, y = -500 ..500) :
Splus := plot(Smax, x = 0 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10, color = "sienna",
    linestyle = "spacedash", legend = 'Smax' , legendstyle = [location = right]) :
Smin := plot( -Smax, x = 0 .. L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8 + L9 + L10, color
    = "sienna", linestyle = "spacedash") :

display( {S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, Splus, Smin} )
```


400
200
0
−200
−400
y
100000
200000
300000
x
Smax

Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: [redacted]

Datum van rapport:	3/30/2026
Tijd van rapport:	11:36:07 AM
Rapport met versie:	24.1.2.1914
Berekend met versie:	24.1.2.1914
Bestandsnaam:	B250388.02 Sterkteberekening v1.0
Projectbeschrijving:	Horizontaal gestuurde boring 1 x DN600St wd 13.3mm L415 ME t.b.v. installatie H2 leiding

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Laagscheidingen 3
2.3 PN-Lijnen 8
2.4 Freatische Lijn 8
2.5 Grondprofielen 8
2.6 Grenslagen 8
2.7 Grondeigenschappen 8
2.8 Geometrie 9
2.8.1 Geometrie Sectie, Detail 9
2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht 10
2.9 Berekenings Verticalen 10
2.10 Verkeersbelasting 11
2.11 Configuratie van de Pijpleiding 12
2.12 Materiaalgegevens van de Leiding 12
2.13 Gegevens voor Leidingberekening 12
2.14 Boorvloeistof Gegevens 13
2.15 Factoren 13
2.16 Rekenopties 13
3 Boorvloeistofdrukken 14
3.1 Boorvloeistof Gegevens 14
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk 17
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken 19
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring 19
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen 19
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie 20
4 Grondmechanische Data 21
4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: DN600St wd 13.3mm L415) 21
4.2 Young's Modulus per Laag per Verticaal 23
5 Gegevens voor Sterkteberekening 30
5.1 Algemene Gegevens 30
5.2 Ballasten Leiding 30
5.3 Trekkrachtberekening 30
6 Sterkteberekening van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415 31
6.1 Materiaalgegevens van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415 31
6.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415 31
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 31
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 32
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 32
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 32
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk 32
6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415 33

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Gebruikt model	Horizontaal Gestuurde Boring
Eindigt aan de oppervlakte	Ja
Norm voor spannings analyse	Nederlandse norm (NEN 3650)
Abrupt zakkingsverschil	Nee

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - L -	-15.000	-14.564	-14.000	-13.000	-12.000
12 - Z -	10.236	10.213	10.183	10.162	10.091
12 - L -	-11.000	-10.448	-10.000	-9.000	-8.000
12 - Z -	10.057	10.176	10.273	10.380	10.456
12 - L -	-7.000	-6.000	-5.000	-4.000	-3.000
12 - Z -	10.491	10.515	10.545	10.574	10.559
12 - L -	-2.000	-1.000	0.000	1.000	2.000
12 - Z -	10.559	10.572	10.584	10.559	10.577
12 - L -	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
12 - Z -	10.561	10.593	10.578	10.540	10.524
12 - L -	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000
12 - Z -	10.556	10.555	10.553	10.536	10.524
12 - L -	13.000	14.000	15.000	16.000	17.000
12 - Z -	10.532	10.523	10.508	10.527	10.550
12 - L -	18.000	19.000	20.000	21.000	22.000
12 - Z -	10.538	10.573	10.589	10.604	10.600
12 - L -	23.000	24.000	25.000	26.000	27.000
12 - Z -	10.593	10.589	10.622	10.611	10.628
12 - L -	28.000	29.000	30.000	31.000	32.000
12 - Z -	10.641	10.657	10.640	10.656	10.683
12 - L -	33.000	34.000	35.000	36.000	37.000
12 - Z -	10.652	10.641	10.644	10.651	10.644
12 - L -	38.000	39.000	40.000	41.000	42.000
12 - Z -	10.646	10.659	10.674	10.667	10.632
12 - L -	43.000	44.000	45.000	46.000	47.000
12 - Z -	10.599	10.576	10.582	10.583	10.547
12 - L -	48.000	49.000	50.000	51.000	52.000
12 - Z -	10.521	10.530	10.513	10.511	10.485
12 - L -	53.000	54.000	55.000	56.000	57.000
12 - Z -	10.496	10.487	10.500	10.487	10.474
12 - L -	58.000	59.000	60.000	61.000	62.000
12 - Z -	10.464	10.412	10.393	10.372	10.371
12 - L -	63.000	64.000	65.000	66.000	67.000
12 - Z -	10.377	10.360	10.360	10.319	10.330
12 - L -	68.000	69.000	70.000	71.000	72.000
12 - Z -	10.327	10.317	10.335	10.324	10.332
12 - L -	73.000	74.000	75.000	76.000	77.000
12 - Z -	10.330	10.318	10.305	10.301	10.317
12 - L -	78.000	79.000	80.000	81.000	82.000
12 - Z -	10.324	10.336	10.345	10.363	10.346
12 - L -	83.000	84.000	85.000	86.000	87.000
12 - Z -	10.351	10.346	10.340	10.330	10.350
12 - L -	88.000	89.000	90.000	91.000	92.000
12 - Z -	10.345	10.349	10.344	10.351	10.356
12 - L -	93.000	94.000	95.000	96.000	97.000
12 - Z -	10.375	10.364	10.343	10.319	10.339
12 - L -	98.000	99.000	100.000	101.000	102.000
12 - Z -	10.351	10.342	10.313	10.307	10.300
12 - L -	103.000	104.000	105.000	106.000	107.000
12 - Z -	10.278	10.260	10.248	10.233	10.219
12 - L -	108.000	109.000	110.000	111.000	112.000

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - Z -	10.220	10.214	10.222	10.216	10.220
12 - L -	113.000	114.000	115.000	116.000	117.000
12 - Z -	10.217	10.240	10.244	10.278	10.270
12 - L -	118.000	119.117	120.736	121.500	122.500
12 - Z -	10.211	9.114	10.135	10.245	10.270
12 - L -	123.500	124.500	125.500	126.500	127.500
12 - Z -	10.288	10.321	10.306	10.346	10.361
12 - L -	128.500	129.500	130.500	131.500	132.500
12 - Z -	10.382	10.413	10.410	10.433	10.458
12 - L -	133.500	134.500	135.500	136.500	137.500
12 - Z -	10.470	10.469	10.479	10.488	10.476
12 - L -	138.500	139.500	140.500	141.500	142.500
12 - Z -	10.507	10.542	10.563	10.565	10.608
12 - L -	143.500	144.500	145.500	146.500	147.500
12 - Z -	10.571	10.575	10.558	10.559	10.547
12 - L -	148.500	149.500	150.500	151.500	152.500
12 - Z -	10.554	10.516	10.511	10.500	10.476
12 - L -	153.500	154.500	155.500	156.500	157.500
12 - Z -	10.490	10.506	10.499	10.522	10.546
12 - L -	158.500	159.500	160.500	161.500	162.500
12 - Z -	10.579	10.575	10.568	10.572	10.577
12 - L -	163.500	164.500	165.500	166.500	167.500
12 - Z -	10.606	10.640	10.642	10.657	10.710
12 - L -	168.500	169.500	170.500	171.500	172.500
12 - Z -	10.705	10.716	10.753	10.781	10.813
12 - L -	173.500	174.500	175.500	176.500	177.500
12 - Z -	10.822	10.814	10.805	10.836	10.873
12 - L -	178.500	179.500	180.500	181.500	182.500
12 - Z -	10.877	10.904	10.884	10.889	10.929
12 - L -	183.500	184.500	185.500	186.500	187.500
12 - Z -	10.914	10.954	10.936	10.924	10.916
12 - L -	188.500	189.500	190.500	191.500	192.500
12 - Z -	10.909	10.940	10.946	10.975	10.977
12 - L -	193.434	195.430	197.000	198.000	199.000
12 - Z -	10.798	9.798	10.902	10.935	10.971
12 - L -	200.000	200.500	201.500	202.500	203.500
12 - Z -	11.115	11.115	11.119	11.163	11.171
12 - L -	204.500	205.500	206.500	207.500	208.500
12 - Z -	11.179	11.242	11.262	11.299	11.318
12 - L -	209.500	210.500	211.500	212.500	213.500
12 - Z -	11.341	11.362	11.377	11.392	11.357
12 - L -	214.000	215.000	216.000	217.000	218.000
12 - Z -	11.327	11.249	11.262	11.297	11.387
12 - L -	218.500	219.500	220.500	221.500	222.500
12 - Z -	11.395	11.369	11.356	11.320	11.309
12 - L -	223.500	224.500	225.500	226.500	227.500
12 - Z -	11.312	11.272	11.230	11.164	11.159
12 - L -	228.500	229.500	230.500	231.326	232.000
12 - Z -	11.119	11.106	11.102	11.070	11.031
12 - L -	233.000	234.000	235.000	236.000	237.000
12 - Z -	10.994	10.942	10.887	10.823	10.773
12 - L -	237.872	241.351	243.000	244.000	245.000
12 - Z -	10.398	9.398	10.776	10.840	10.841
12 - L -	246.000	247.000	248.000	249.000	250.000
12 - Z -	10.822	10.794	10.818	10.799	10.788
12 - L -	251.000	252.000	253.000	254.000	255.000
12 - Z -	10.794	10.807	10.795	10.791	10.823
12 - L -	256.000	257.000	258.000	259.000	260.000
12 - Z -	10.795	10.768	10.825	10.820	10.834
12 - L -	261.000	262.000	263.000	264.000	265.000
12 - Z -	10.840	10.830	10.853	10.857	10.852
12 - L -	266.000	267.000	268.000	269.000	270.000
12 - Z -	10.848	10.852	10.882	10.833	10.862
12 - L -	271.000	272.000	273.000	274.000	275.000
12 - Z -	10.853	10.837	10.852	10.840	10.839

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - L -	276.000	277.000	278.000	279.000	280.000
12 - Z -	10.868	10.829	10.811	10.831	10.827
12 - L -	281.000	282.000	283.000	284.000	285.000
12 - Z -	10.842	10.825	10.809	10.777	10.813
12 - L -	286.000	287.000	288.000	289.000	290.000
12 - Z -	10.797	10.743	10.779	10.767	10.736
12 - L -	291.000	292.000	293.000	294.000	295.000
12 - Z -	10.780	10.740	10.771	10.797	10.762
12 - L -	296.000	297.000	298.000	299.000	300.000
12 - Z -	10.731	10.742	10.743	10.693	10.752
12 - L -	301.000	302.000	303.000	304.000	305.000
12 - Z -	10.720	10.726	10.739	10.727	10.710
12 - L -	306.000	307.000	308.000	309.000	310.000
12 - Z -	10.702	10.669	10.666	10.710	10.700
12 - L -	311.000	312.000	313.000	314.000	315.000
12 - Z -	10.663	10.690	10.693	10.699	10.697
12 - L -	316.000	317.000	318.000	319.000	320.000
12 - Z -	10.715	10.707	10.731	10.708	10.683
12 - L -	321.000	322.000	323.000	324.000	325.000
12 - Z -	10.750	10.698	10.666	10.688	10.707
12 - L -	326.000	327.000	328.000	329.000	330.000
12 - Z -	10.663	10.696	10.743	10.688	10.722
12 - L -	331.000	332.000	333.000	334.000	335.000
12 - Z -	10.696	10.686	10.672	10.695	10.674
12 - L -	336.000	337.000	338.000	339.000	340.000
12 - Z -	10.703	10.664	10.634	10.642	10.647
12 - L -	341.000	342.000	343.000	344.000	345.000
12 - Z -	10.651	10.619	10.634	10.537	10.595
12 - L -	346.000	347.000	348.000	349.000	350.000
12 - Z -	10.573	10.557	10.595	10.623	10.618
12 - L -	351.000	352.000	353.000	354.000	355.000
12 - Z -	10.611	10.617	10.623	10.664	10.628
12 - L -	356.000	357.000	358.000	359.990	364.258
12 - Z -	10.629	10.644	10.601	9.528	10.528
12 - L -	365.000	366.000	367.000	368.000	369.000
12 - Z -	10.773	10.874	10.911	10.967	10.830
12 - L -	370.000	371.000	372.000	373.000	374.000
12 - Z -	10.830	10.829	10.812	10.788	10.784
12 - L -	375.000	376.000	377.000	378.000	379.000
12 - Z -	10.779	10.777	10.789	10.784	10.798
12 - L -	380.000	381.000	382.000	383.000	384.000
12 - Z -	10.806	10.786	10.823	10.795	10.791
12 - L -	385.000	386.000	387.000	388.000	389.000
12 - Z -	10.797	10.779	10.788	10.785	10.777
12 - L -	390.000	391.000	392.000	393.000	394.000
12 - Z -	10.783	10.794	10.784	10.800	10.802
12 - L -	395.000	396.000	397.000	398.000	399.000
12 - Z -	10.820	10.818	10.805	10.800	10.788
12 - L -	400.000	401.000	402.000	403.000	404.000
12 - Z -	10.777	10.769	10.767	10.725	10.730
12 - L -	405.000	406.000	407.000	408.000	409.000
12 - Z -	10.743	10.736	10.732	10.739	10.736
12 - L -	410.000	411.000	412.000	413.000	414.000
12 - Z -	10.751	10.745	10.746	10.731	10.725
12 - L -	415.000	416.000	417.000	418.000	419.000
12 - Z -	10.719	10.727	10.727	10.729	10.711
12 - L -	420.000	421.000	422.000	423.000	424.000
12 - Z -	10.708	10.700	10.682	10.669	10.670
12 - L -	425.000	426.000	427.000	428.000	429.000
12 - Z -	10.660	10.666	10.652	10.664	10.638
12 - L -	430.000	431.000	432.000	433.000	434.000
12 - Z -	10.629	10.629	10.595	10.584	10.554
12 - L -	435.000	436.000	437.000	438.000	439.000
12 - Z -	10.571	10.542	10.538	10.513	10.497
12 - L -	440.000	441.000	442.000	443.000	444.000

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - Z -	10.485	10.483	10.457	10.430	10.412
12 - L -	445.000	446.000	447.000	448.000	449.000
12 - Z -	10.396	10.392	10.396	10.399	10.395
12 - L -	450.000	451.000	452.000	453.000	454.000
12 - Z -	10.397	10.402	10.396	10.370	10.374
12 - L -	455.000	456.000	457.000	458.000	459.000
12 - Z -	10.328	10.291	10.285	10.279	10.237
12 - L -	460.000	461.000	462.000	463.000	464.000
12 - Z -	10.245	10.253	10.258	10.254	10.223
12 - L -	465.000	466.000	467.000	468.000	469.000
12 - Z -	10.234	10.235	10.217	10.210	10.217
12 - L -	470.000	471.000	472.000	473.000	474.000
12 - Z -	10.211	10.221	10.248	10.256	10.224
12 - L -	475.000	476.000	477.000	478.000	479.000
12 - Z -	10.249	10.223	10.198	10.223	10.187
12 - L -	480.000	481.000	484.972	486.000	487.000
12 - Z -	10.145	10.077	8.101	9.934	9.935
12 - L -	488.000	489.000	490.000	491.000	492.000
12 - Z -	9.971	10.053	10.056	10.097	10.107
12 - L -	493.000	494.000	495.000	496.000	497.000
12 - Z -	10.086	10.131	10.132	10.156	10.113
12 - L -	498.000	499.000	500.000	501.000	502.000
12 - Z -	10.044	10.117	10.149	10.179	10.133
12 - L -	503.000	504.000	505.000	506.000	507.000
12 - Z -	10.130	10.159	10.146	10.170	10.114
12 - L -	508.000	509.000	510.000	511.000	512.000
12 - Z -	10.128	10.131	10.097	10.073	10.081
12 - L -	513.000	514.000	515.000	516.000	517.000
12 - Z -	10.063	10.031	10.043	10.038	10.068
12 - L -	518.000	519.000	520.000	521.000	522.000
12 - Z -	10.023	10.065	10.080	10.062	10.056
12 - L -	523.000	524.000	525.000	526.000	527.000
12 - Z -	10.074	10.072	10.056	10.042	10.055
12 - L -	528.000	529.000	530.000	531.000	532.000
12 - Z -	10.051	10.049	10.035	10.088	10.056
12 - L -	533.000	534.000	535.000	536.000	537.000
12 - Z -	10.062	10.045	10.068	10.056	10.053
12 - L -	538.000	539.000	540.000	541.000	542.000
12 - Z -	10.074	10.034	10.038	10.039	10.053
12 - L -	543.000	544.000	545.000	546.000	547.000
12 - Z -	10.010	10.026	10.008	10.056	10.005
12 - L -	548.000	549.000	550.000	551.000	552.000
12 - Z -	9.989	9.969	9.971	10.004	9.998
12 - L -	553.000	554.000	555.000	556.000	557.000
12 - Z -	10.015	10.000	10.008	10.056	10.030
12 - L -	558.000	559.000	560.677	564.605	565.500
12 - Z -	10.015	9.964	8.955	10.114	10.339
12 - L -	566.500	567.500	568.500	569.128	570.000
12 - Z -	10.367	10.507	10.568	10.575	10.590
12 - L -	571.000	572.000	572.975	573.500	574.500
12 - Z -	10.614	10.607	10.571	10.569	10.558
12 - L -	575.500	576.500	578.372	581.904	582.500
12 - Z -	10.456	10.340	9.353	10.831	10.615
12 - L -	583.500	584.500	585.500	586.500	587.500
12 - Z -	10.503	10.215	10.144	10.177	10.158
12 - L -	588.500	589.500	590.500	591.500	592.500
12 - Z -	10.130	10.138	10.115	10.118	10.109
12 - L -	593.500	594.500	595.500	596.500	597.500
12 - Z -	10.119	10.142	10.143	10.140	10.131
12 - L -	598.500	599.500	600.500	601.500	602.500
12 - Z -	10.153	10.137	10.136	10.151	10.159
12 - L -	603.500	604.500	605.500	606.500	607.500
12 - Z -	10.196	10.174	10.228	10.229	10.267
12 - L -	608.009	612.243	613.500	614.500	615.500
12 - Z -	10.236	9.231	10.362	10.476	10.543

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - L -	616.500	617.284	618.000	619.000	620.000
12 - Z -	10.560	10.599	10.600	10.557	10.541
12 - L -	621.000	621.500	622.500	623.500	624.500
12 - Z -	10.479	10.444	10.318	10.338	10.021
12 - L -	625.707	628.313	629.000	630.000	631.000
12 - Z -	8.731	10.314	10.180	10.168	10.154
12 - L -	632.000	633.000	634.000	635.000	636.000
12 - Z -	10.142	10.184	10.150	10.192	10.135
12 - L -	637.000	638.000	639.000	640.000	641.000
12 - Z -	10.133	10.105	10.135	10.157	10.134
12 - L -	642.000	643.000	644.000	645.000	646.000
12 - Z -	10.142	10.133	10.119	10.099	10.104
12 - L -	647.000	648.000	649.000	650.000	651.000
12 - Z -	10.110	10.125	10.120	10.116	10.123
12 - L -	652.000	653.000	654.000	655.000	656.000
12 - Z -	10.121	10.134	10.094	10.079	10.081
12 - L -	657.000	658.000	659.000	660.000	661.000
12 - Z -	10.075	10.074	10.047	10.057	10.075
12 - L -	662.000	663.000	664.000	665.000	666.000
12 - Z -	10.087	10.137	10.099	10.087	10.079
12 - L -	667.000	668.000	669.000	670.000	671.000
12 - Z -	10.071	10.087	10.113	10.096	10.113
12 - L -	672.000	673.000	674.000	675.000	676.000
12 - Z -	10.116	10.108	10.068	10.066	10.020
12 - L -	677.000	678.000	679.000	680.000	681.000
12 - Z -	10.040	10.094	10.081	10.065	10.094
12 - L -	682.000	683.000	684.000	685.000	686.000
12 - Z -	10.064	10.061	10.077	10.076	10.102
12 - L -	687.000	688.000	689.000	690.000	691.000
12 - Z -	10.126	10.148	10.162	10.171	10.168
12 - L -	692.000	693.000	694.000	695.000	696.000
12 - Z -	10.189	10.212	10.213	10.190	10.179
12 - L -	697.000	698.000	699.000	700.000	701.000
12 - Z -	10.178	10.168	10.153	10.149	10.157
12 - L -	702.000	703.000	704.000	705.000	706.000
12 - Z -	10.189	10.196	10.192	10.221	10.233
12 - L -	707.000	708.000	709.000	710.000	
12 - Z -	10.255	10.260	10.284	10.294	
11 - L -	-15.000	157.000	710.000		
11 - Z -	7.000	7.340	7.000		
10 - L -	-15.000	157.000	303.620	367.000	451.000
10 - Z -	5.147	4.940	-3.034	-2.000	3.780
10 - L -	502.000	710.000			
10 - Z -	4.500	4.500			
9 - L -	-15.000	157.000	303.620	367.000	451.000
9 - Z -	4.212	4.040	-3.034	-2.000	3.780
9 - L -	502.000	710.000			
9 - Z -	4.500	4.500			
8 - L -	-15.000	157.000	303.602	303.612	303.617
8 - Z -	3.649	3.640	-3.034	-3.034	-3.034
8 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
8 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
7 - L -	-15.000	157.000	303.602	303.612	303.617
7 - Z -	1.509	1.440	-3.034	-3.034	-3.034
7 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
7 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
6 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
6 - Z -	-2.699	-2.760	-5.089	-3.034	-3.034
6 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
6 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
5 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
5 - Z -	-13.000	-13.000	-5.089	-3.034	-3.034
5 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
5 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
4 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
4 - Z -	-18.000	-18.000	-5.089	-3.034	-3.034
4 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
4 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
3 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
3 - Z -	-18.000	-18.000	-5.089	-3.034	-3.034
3 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
3 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	-2.000	-2.000
2 - L -	-15.000	157.000	245.000	304.000	367.000
2 - Z -	-18.000	-18.000	-15.000	-12.750	-12.000
2 - L -	451.000	502.000	710.000		
2 - Z -	-14.000	-12.000	-12.000		
1 - L -	-15.000	157.000	245.000	304.000	367.000
1 - Z -	-18.000	-18.000	-15.000	-12.750	-12.750
1 - L -	451.000	502.000	710.000		
1 - Z -	-16.000	-16.000	-16.000		
0 - L -	-15.000	157.000	710.000		
0 - Z -	-18.000	-18.000	-18.000		

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-15.000	710.000			
1 - Z -	10.200	9.600			

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
12	Sand, sil, moderate	1	1
11	Sand, clean, moder...	1	1
10	Peat, mod pl, moder...	1	1
9	Clay, organ, weak	1	1
8	Peat, mod pl, moder...	1	1
7	Loam, ve san, stiff	1	1
6	Clay, ve san, stiff	1	1
5	Loam, ve san, stiff	1	1
4	Clay, ve san, stiff	1	1
3	Sand, clean, moder...	1	1
2	Sand, clean, stiff	1	1
1	Sand, clean, ve stiff	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 12: Sand, sil, moderate
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 12: Sand, sil, moderate

2.7 Grondeigenschappen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
Sand, clean, moder...	17.00	19.00	0.00	30.00	0.00	0.00
Sand, sil, moderate	18.00	20.00	0.00	25.00	0.00	0.00
Clay, ve san, weak	14.00	14.00	2.50	17.50	25.00	25.00
Sand, clean, stiff	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00
Sand, clean, ve stiff	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	19.50	19.50	0.50	31.25	75.00	75.00
Clay, ve san, stiff	19.00	19.00	0.50	30.00	5.00	5.00

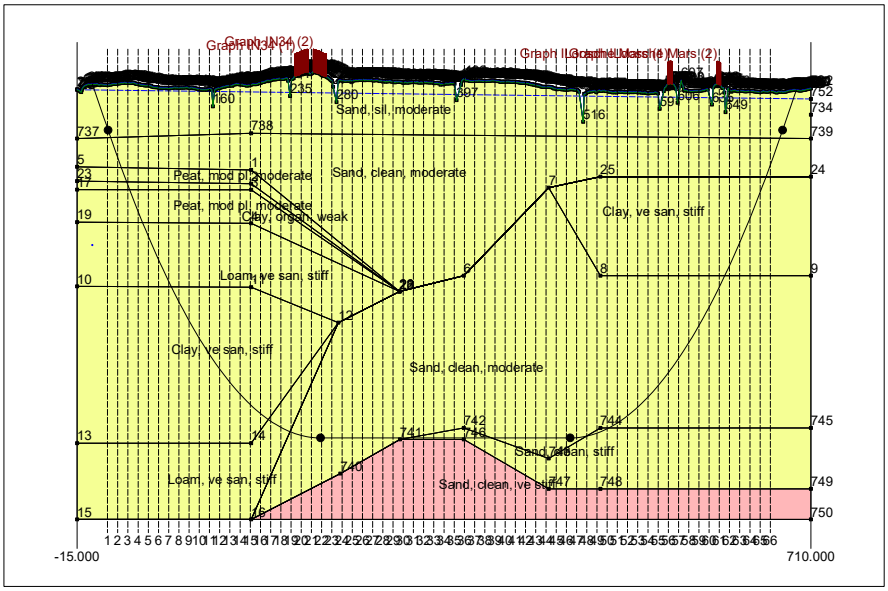
Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]
Clay, organ, weak	14.00	14.00	0.50	15.00	17.50	17.50
Peat, mod pl, moder...	12.50	12.50	3.75	15.00	25.00	25.00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Sand, clean, moder...	-	-	15000.00	15000.00
Sand, sil, moderate	-	-	15000.00	15000.00
Clay, ve san, weak	-	-	2250.00	2250.00
Sand, clean, stiff	-	-	92500.00	92500.00
Sand, clean, ve stiff	-	-	92500.00	92500.00
Loam, ve san, stiff	-	-	4000.00	4000.00
Clay, ve san, stiff	-	-	3500.00	3500.00
Clay, organ, weak	-	-	750.00	750.00
Peat, mod pl, moder...	-	-	750.00	750.00

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]
Sand, clean, moder...	-	-	0.35
Sand, sil, moderate	-	-	0.35
Clay, ve san, weak	-	-	0.45
Sand, clean, stiff	-	-	0.35
Sand, clean, ve stiff	-	-	0.35
Loam, ve san, stiff	-	-	0.35
Clay, ve san, stiff	-	-	0.45
Clay, organ, weak	-	-	0.45
Peat, mod pl, moder...	-	-	0.45

2.8 Geometrie

2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht

2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	15.000	7.668
2	25.076	5.753
3	35.152	3.934
4	45.228	2.212
5	55.304	0.586
6	65.380	-0.944
7	75.456	-2.379
8	85.532	-3.719
9	95.608	-4.964
10	105.684	-6.115
11	115.760	-7.172
12	125.836	-8.136
13	135.912	-9.006
14	145.988	-9.783
15	156.064	-10.466
16	166.140	-11.057
17	176.216	-11.555
18	186.292	-11.961
19	196.368	-12.274
20	206.444	-12.495
21	216.520	-12.623
22	226.596	-12.660
23	236.672	-12.660
24	246.748	-12.660
25	256.824	-12.660
26	266.900	-12.660
27	276.976	-12.660
28	287.052	-12.660
29	297.128	-12.660
30	307.204	-12.660

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
31	317.280	-12.660
32	327.356	-12.660
33	337.432	-12.660
34	347.508	-12.660
35	357.584	-12.660
36	367.660	-12.660
37	377.736	-12.660
38	387.812	-12.660
39	397.888	-12.660
40	407.964	-12.660
41	418.040	-12.660
42	428.116	-12.660
43	438.192	-12.660
44	448.268	-12.660
45	458.344	-12.660
46	468.420	-12.660
47	478.496	-12.642
48	488.572	-12.538
49	498.648	-12.342
50	508.724	-12.054
51	518.800	-11.673
52	528.876	-11.199
53	538.952	-10.633
54	549.028	-9.974
55	559.104	-9.222
56	569.180	-8.377
57	579.256	-7.439
58	589.332	-6.406
59	599.408	-5.280
60	609.484	-4.060
61	619.560	-2.746
62	629.636	-1.336
63	639.712	0.169
64	649.788	1.769
65	659.864	3.465
66	669.940	5.258

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

2.10 Verkeersbelasting

N34 (1)		
L begin	200.50	[m]
L einde	213.67	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
N34 (2)		
L begin	218.47	[m]
L einde	231.33	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Loosche Mars (1)		
L begin	569.13	[m]
L einde	572.98	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Loosche Mars (2)		
L begin	617.28	[m]
L einde	621.01	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	

2.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0.000	[m]
Y coördinaat linker punt	0.000	[m]
Z coördinaat linker punt	10.584	[m]
X coördinaat rechter punt	695.640	[m]
Y coördinaat rechter punt	0.000	[m]
Z coördinaat rechter punt	10.183	[m]
Hoek links	11.0000	[gr]
Hoek rechts	11.0000	[gr]
Kromtestraal links	1100.000	[m]
Kromtestraal rechts	1100.000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	400.000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-12.660	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0.0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	0	

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

2.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Materiaal	Staal	
Kwaliteit	L415 ME	
Negatieve wanddikte tolerantie	12.50	[%]
Vloeigrens bij 20 graden Celsius (R_e)	415.00	[N/mm²]
Vloeigrens bij ontwerptemperatuur (R_e(theta))	415.00	[N/mm²]
Partiele materiaal factor	1.10	[-]
Partiele materiaal factor voor test druk	1.00	[-]
Elasticiteitsmodulus	205800.00	[N/mm²]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0.0000117	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	609.60	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	13.30	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	78.50	[kN/m³]
Ontwerpdruk	67.21	[bar]
Incidentele druk	88.01	[bar]
Temperatuur variatie	45.00	[gr C]

2.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollenbaan	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10.00	[kN/m³]
Opleghoek	120	[gr]
Belastingshoek	180	[gr]
Relatieve verplaatsing	10.00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6.00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15.00	[gr]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0.10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0.000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0.20	[-]

2.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	3.250	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0.168	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0.820	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0.168	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	0.820	[m]
Uitwendige diameter leiding	0.610	[m]
Debiet tijdens pilotboring	1750.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	2500.0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	2000.0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0.30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0.20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0.20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11.1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0.014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0.000040	[kN.s/m²]

2.15 Factoren

Onzekerheidsfactor volumegewicht van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1.40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1.40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1.25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2.00	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht (Staal)	2.00	[-]
Onzekerheidsfactor druk boorgat (Staal)	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor kromte straal (Staal)	1.10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment (Staal)	1.40	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (Staal)	1.25	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Staal)	1.15	[-]
Belastingsfactor testdruk (Staal)	1.10	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Staal)	1.10	[-]
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q_n;r (Staal)	1.50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Staal)	1.10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Staal)	1.35	[-]
Importantie factor (S)	1.00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15.00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5.00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8.00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5.00	[%]
Volumegewicht water	10.00	[kN/m³]
Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0.50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0.50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7.50	[-]

2.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	52	52	33	40
2	106	106	54	61
3	144	144	74	81
4	175	175	94	100
5	202	206	112	118
6	235	261	129	135
7	271	324	145	151
8	298	377	160	165
9	321	422	174	179
10	337	455	187	192
11	355	490	199	203
12	372	522	210	214
13	389	555	220	223
14	403	581	229	232
15	414	599	237	239
16	428	625	243	245
17	441	648	249	251
18	452	665	254	255
19	461	683	257	258
20	509	764	260	261
21	570	831	262	262
22	586	843	262	262
23	588	833	262	262
24	594	840	263	262
25	596	843	263	262
26	601	851	263	261
27	604	855	263	261
28	605	855	263	261
29	608	860	263	261
30	608	859	264	261
31	610	863	264	260
32	612	865	264	260
33	612	864	264	260
34	612	863	264	260
35	615	867	265	260
36	623	887	265	260
37	616	873	265	259
38	613	869	265	259
39	611	867	265	259
40	610	864	265	259
41	610	863	266	259
42	608	860	266	258
43	605	852	266	258
44	603	846	266	258
45	599	838	266	258
46	597	835	267	258
47	596	833	267	257
48	588	818	266	256
49	587	816	264	254
50	579	803	261	250
51	568	782	257	246
52	557	761	251	240
53	544	736	245	234
54	528	704	238	226
55	509	668	230	218
56	504	667	221	208

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
57	462	580	211	198
58	444	556	199	186
59	409	505	187	173
60	348	434	174	160
61	312	404	159	145
62	281	337	144	129
63	260	282	127	112
64	223	223	110	94
65	161	161	91	75
66	104	104	71	55

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	84	84	34	33
2	182	190	56	54
3	159	197	77	74
4	159	202	97	94
5	203	288	116	112
6	243	364	134	129
7	272	411	151	145
8	292	435	165	160
9	312	461	179	174
10	330	486	192	187
11	349	513	203	199
12	367	537	214	210
13	384	563	223	220
14	399	584	232	229
15	409	599	239	237
16	423	619	245	243
17	436	639	251	249
18	457	684	255	254
19	462	691	258	257
20	586	922	261	260
21	600	946	262	262
22	603	952	262	262
23	599	943	262	262
24	601	948	262	263
25	602	950	262	263
26	606	957	261	263
27	607	960	261	263
28	607	960	261	263
29	609	963	261	263
30	609	963	261	264
31	611	967	260	264
32	612	971	260	264
33	613	973	260	264
34	634	1014	260	264
35	738	1232	260	265
36	793	1351	260	265
37	617	981	259	265
38	613	973	259	265
39	612	969	259	265
40	610	967	259	265
41	610	966	259	266
42	609	964	258	266
43	605	957	258	266
44	603	953	258	266
45	600	947	258	266
46	599	945	258	267
47	598	943	257	267
48	591	933	256	266
49	591	935	254	264

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
50	584	923	250	261
51	573	906	246	257
52	563	890	240	251
53	551	872	234	245
54	535	848	226	237
55	517	820	218	228
56	514	822	208	218
57	473	752	198	206
58	459	735	186	194
59	433	694	173	180
60	394	632	160	166
61	352	564	145	150
62	264	407	129	134
63	238	371	112	116
64	212	331	94	98
65	196	273	75	78
66	181	189	55	57

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	84	84	33	34
2	182	190	54	56
3	159	197	74	77
4	159	202	94	97
5	203	288	112	116
6	243	364	129	134
7	272	411	145	151
8	292	435	160	165
9	312	461	174	179
10	330	486	187	192
11	349	513	199	203
12	367	537	210	214
13	384	563	220	223
14	399	584	229	232
15	409	599	237	239
16	423	619	243	245
17	436	639	249	251
18	457	684	254	255
19	462	691	257	258
20	586	922	260	261
21	600	946	262	262
22	603	952	262	262
23	599	943	262	262
24	601	948	263	262
25	602	950	263	262
26	606	957	263	261
27	607	960	263	261
28	607	960	263	261
29	609	963	263	261
30	609	963	264	261
31	611	967	264	260
32	612	971	264	260
33	613	973	264	260
34	634	1014	264	260
35	738	1232	265	260
36	793	1351	265	260
37	617	981	265	259
38	613	973	265	259
39	612	969	265	259
40	610	967	265	259
41	610	966	266	259
42	609	964	266	258

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
43	605	957	266	258
44	603	953	266	258
45	600	947	266	258
46	599	945	267	258
47	598	943	267	257
48	591	933	266	256
49	591	935	264	254
50	584	923	261	250
51	573	906	257	246
52	563	890	251	240
53	551	872	245	234
54	535	848	237	226
55	517	820	228	218
56	514	822	218	208
57	473	752	206	198
58	459	735	194	186
59	433	694	180	173
60	394	632	166	160
61	352	564	150	145
62	264	407	134	129
63	238	371	116	112
64	212	331	98	94
65	196	273	78	75
66	181	189	57	55

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

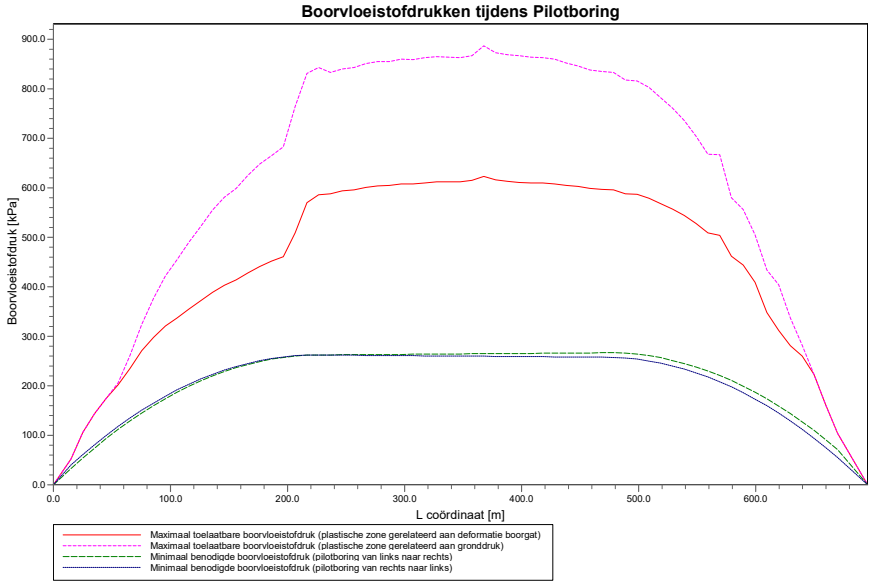
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	32	25	1.29	voldoet
2	54	44	1.21	voldoet
3	74	62	1.18	voldoet
4	93	79	1.17	voldoet
5	111	96	1.16	voldoet
6	128	111	1.15	voldoet
7	143	125	1.15	voldoet
8	158	138	1.14	voldoet
9	172	151	1.14	voldoet
10	185	162	1.14	voldoet
11	196	173	1.14	voldoet
12	207	182	1.14	voldoet
13	217	191	1.14	voldoet
14	225	198	1.13	voldoet
15	233	205	1.13	voldoet
16	239	211	1.13	voldoet
17	245	216	1.13	voldoet
18	249	220	1.13	voldoet
19	253	223	1.13	voldoet
20	255	225	1.13	voldoet
21	256	226	1.13	voldoet
22	257	227	1.13	voldoet
23	257	227	1.13	voldoet
24	256	226	1.13	voldoet
25	256	226	1.13	voldoet
26	256	226	1.13	voldoet
27	256	226	1.13	voldoet
28	256	226	1.13	voldoet
29	256	226	1.13	voldoet
30	256	226	1.13	voldoet
31	256	226	1.13	voldoet
32	256	226	1.13	voldoet
33	256	226	1.13	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
34	256	226	1.13	voldoet
35	256	226	1.13	voldoet
36	256	225	1.13	voldoet
37	256	225	1.13	voldoet
38	256	225	1.13	voldoet
39	255	225	1.13	voldoet
40	255	225	1.13	voldoet
41	255	225	1.13	voldoet
42	255	225	1.13	voldoet
43	255	225	1.13	voldoet
44	255	225	1.14	voldoet
45	255	225	1.14	voldoet
46	255	225	1.14	voldoet
47	255	224	1.14	voldoet
48	253	223	1.14	voldoet
49	251	221	1.14	voldoet
50	248	218	1.14	voldoet
51	244	214	1.14	voldoet
52	238	209	1.14	voldoet
53	232	204	1.14	voldoet
54	225	197	1.14	voldoet
55	216	189	1.14	voldoet
56	207	181	1.14	voldoet
57	196	171	1.14	voldoet
58	185	161	1.15	voldoet
59	172	150	1.15	voldoet
60	159	137	1.15	voldoet
61	144	124	1.16	voldoet
62	128	110	1.17	voldoet
63	111	95	1.17	voldoet
64	94	79	1.19	voldoet
65	75	62	1.21	voldoet
66	55	44	1.25	voldoet

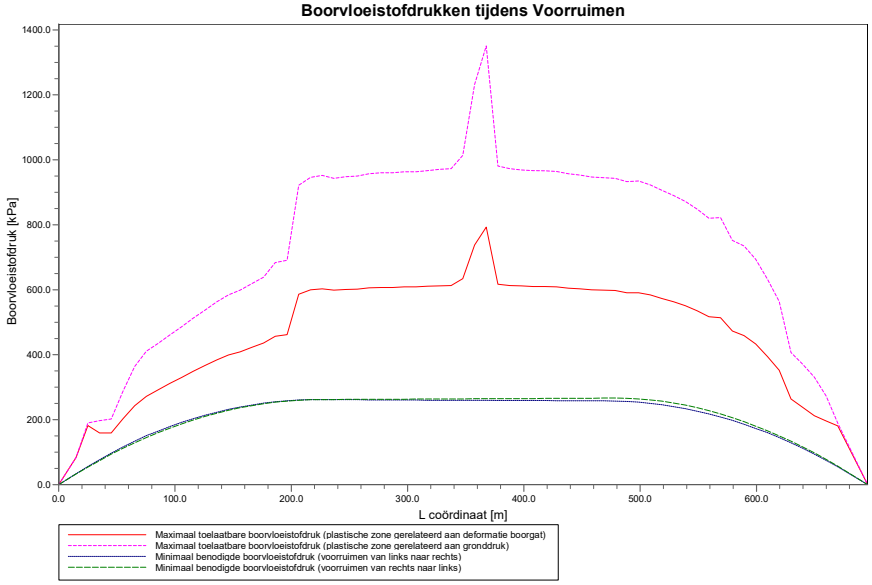
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1.10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

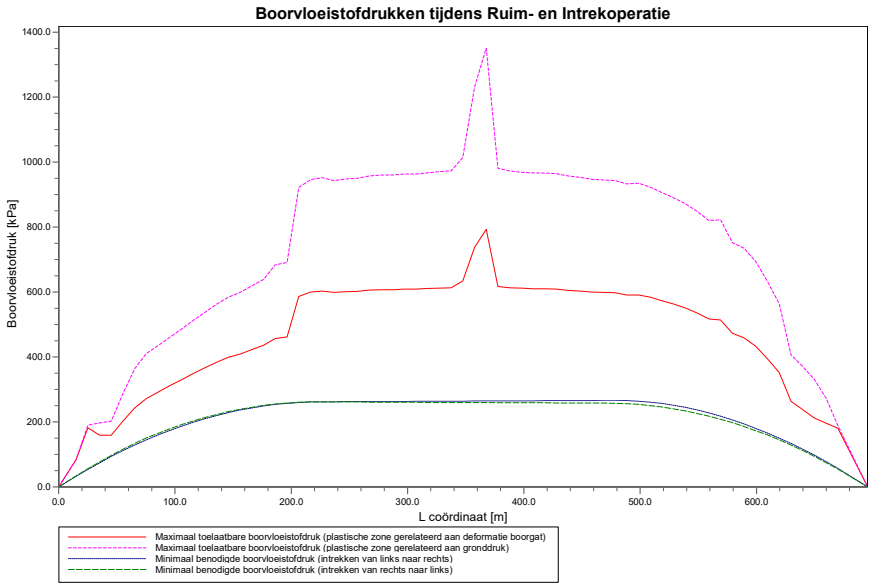
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Data

4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: DN600St wd 13.3mm L415)

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q_v;p	Passieve grondspanning	kN/m²
q_v;n	Neutrale grondspanning	kN/m²
q_h;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m²
q_v,r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m²
q_verkeer	Verkeersbelasting	kN/m²
q_v;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
q_h;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
k_v;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
k_v;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
t_max	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
d_max	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_verkeer [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
1	64	29	18	29	0	668
2	158	49	31	49	0	540
3	122	60	15	23	0	394
4	138	64	14	21	0	1013
5	316	71	12	18	0	2218
6	351	83	12	18	0	2581
7	386	96	12	19	0	2606
8	384	109	12	19	0	2939
9	409	120	12	19	0	3237
10	429	129	12	19	0	3472
11	451	139	12	19	0	3744
12	471	149	12	19	0	4001
13	494	160	13	20	0	4290
14	511	168	13	20	0	4515
15	522	173	13	20	0	4659
16	540	183	13	20	0	5133
17	607	192	13	20	0	5913
18	623	200	13	20	0	6147
19	936	196	13	20	0	5244
20	991	214	14	21	2	5716
21	1000	217	14	21	0	5791
22	998	216	14	21	2	5778
23	982	211	13	21	0	5633
24	986	212	14	21	0	5672
25	988	213	14	21	0	5692
26	997	216	14	21	0	5764
27	999	217	14	21	0	7058
28	999	216	14	21	0	8519
29	1002	218	14	21	0	10053
30	1001	217	14	21	0	10221
31	2107	218	13	21	0	10262
32	2108	218	13	21	0	10265
33	2103	217	13	21	0	10223
34	2096	216	13	20	0	10175
35	2103	217	13	20	0	10225
36	2143	223	13	21	0	10514
37	2122	220	13	21	0	10358
38	2119	220	13	21	0	10347
39	1010	220	14	21	0	10363
40	1007	219	14	22	0	10271
41	1007	219	14	22	0	9313
42	1003	218	14	22	0	8359

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_verkeer [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]
43	995	215	14	22	0	7353
44	989	213	14	21	0	5697
45	982	211	14	21	0	7146
46	979	210	14	21	0	8561
47	978	210	14	21	0	9882
48	2024	206	13	21	0	9684
49	2023	205	13	20	0	9666
50	2008	203	13	21	0	9581
51	943	199	14	21	0	9279
52	929	194	14	21	0	7445
53	912	189	14	21	0	5054
54	889	182	14	21	0	4866
55	863	174	14	21	0	4655
56	878	179	14	22	3	4777
57	797	155	13	21	0	4145
58	790	153	14	22	0	4097
59	754	143	14	22	0	3829
60	696	128	14	21	0	3417
61	696	128	14	23	4	3420
62	382	109	14	22	0	2910
63	349	95	14	22	0	2556
64	310	80	14	22	0	2157
65	260	63	14	22	0	1722
66	155	48	31	48	0	1304

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	184	6179	2308	4325	0.05	7.5
2	286	1056	9515	739	0.05	7.5
3	122	1209	8172	846	0.05	7.5
4	138	2451	2235	1715	0.05	7.5
5	316	2743	971	1920	0.05	7.5
6	351	2684	2090	1879	0.05	7.5
7	386	2639	2745	1848	0.05	7.5
8	384	2638	2717	1847	0.05	7.5
9	409	2638	2672	1847	0.05	7.5
10	429	2638	2638	1847	0.05	7.5
11	451	2638	2638	1847	0.05	7.5
12	471	2638	2638	1847	0.05	7.5
13	494	2638	2638	1847	0.05	7.5
14	511	2642	2638	1849	0.05	7.5
15	522	2662	2638	1863	0.05	7.5
16	540	2713	2638	1899	0.05	7.5
17	607	2745	2638	1922	0.05	7.5
18	623	7301	2680	5110	0.05	7.5
19	936	11014	2726	7710	0.05	7.5
20	991	11014	7018	7710	0.05	7.5
21	1000	11117	11014	7782	0.05	7.5
22	998	18715	11014	13100	0.05	7.5
23	982	25742	11014	18019	0.05	7.5
24	986	33034	11014	23124	0.05	7.5
25	988	41143	11014	28800	0.05	7.5
26	997	49355	11014	34548	0.05	7.5
27	999	57655	11014	40359	0.05	7.5
28	999	66035	11014	46224	0.05	7.5
29	1002	74486	11014	52140	0.05	7.5
30	1001	75530	11014	52871	0.05	7.5
31	2107	75530	11014	52871	0.05	7.5
32	2108	75530	11014	52871	0.05	7.5
33	2103	75530	11077	52871	0.05	7.5
34	2096	75530	13450	52871	0.05	7.5
35	2103	75530	15846	52871	0.05	7.5
36	2143	75530	17786	52871	0.05	7.5
37	2122	75530	12981	52871	0.05	7.5

Verticaal nr.	q_h;e [kN/m²]	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
38	2119	75530	11014	52871	0.05	7.5
39	1010	75530	11014	52871	0.05	7.5
40	1007	75297	11014	52708	0.05	7.5
41	1007	70009	11014	49006	0.05	7.5
42	1003	64747	11014	45323	0.05	7.5
43	995	59514	11014	41660	0.05	7.5
44	989	54310	11014	38017	0.05	7.5
45	982	59145	11014	41402	0.05	7.5
46	979	67777	11014	47444	0.05	7.5
47	978	75530	11014	52871	0.05	7.5
48	2024	75530	11014	52871	0.05	7.5
49	2023	75530	11014	52871	0.05	7.5
50	2008	75530	11014	52871	0.05	7.5
51	943	75033	11014	52523	0.05	7.5
52	929	64624	11014	45237	0.05	7.5
53	912	52324	11014	36627	0.05	7.5
54	889	38243	11014	26770	0.05	7.5
55	863	22577	11014	15804	0.05	7.5
56	878	11014	11014	7710	0.05	7.5
57	797	11014	11014	7710	0.05	7.5
58	790	11014	11014	7710	0.05	7.5
59	754	11014	10825	7710	0.05	7.5
60	696	11014	7567	7710	0.05	7.5
61	696	11014	3902	7710	0.05	7.5
62	382	10070	2638	7049	0.05	7.5
63	349	5994	2638	4196	0.05	7.5
64	310	2638	4416	1847	0.05	7.5
65	264	2638	9085	1847	0.05	7.5
66	537	5573	9296	3901	0.05	7.5

Maximale grondspanning : q_v;n;max = 223 kN/m²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen) : q_verkeer;max = 49 kN/m²
Maximale gereduceerde grondspanning : q_v;r;n;max = 49 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 75530 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) alleen voor verticalen in diepe situatie : k_v;max = 151060 kN/m³

4.2 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingtype
12	Sand, sil, moderate	Gebruikerswaarden
11	Sand, clean, moderate	Gebruikerswaarden
10	Peat, mod pl, moderate	Gebruikerswaarden
9	Clay, organ, weak	Gebruikerswaarden
8	Peat, mod pl, moderate	Gebruikerswaarden
7	Loam, ve san, stiff	Gebruikerswaarden
6	Clay, ve san, stiff	Gebruikerswaarden
5	Loam, ve san, stiff	Gebruikerswaarden
4	Clay, ve san, stiff	Gebruikerswaarden
3	Sand, clean, moderate	Gebruikerswaarden
2	Sand, clean, stiff	Gebruikerswaarden
1	Sand, clean, ve stiff	Gebruikerswaarden

Laag nummer	Verticaal 1 (L=15 m)		Verticaal 2 (L=25.076 m)		Verticaal 3 (L=35.152 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750

Laag nummer	Verticaal 1 (L=15 m)		Verticaal 2 (L=25.076 m)		Verticaal 3 (L=35.152 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 4 (L=45.228 m)		Verticaal 5 (L=55.304 m)		Verticaal 6 (L=65.38 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 7 (L=75.456 m)		Verticaal 8 (L=85.532 m)		Verticaal 9 (L=95.608 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 10 (L=105.684 m)		Verticaal 11 (L=115.76 m)		Verticaal 12 (L=125.836 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 13 (L=135.912 m)		Verticaal 14 (L=145.988 m)		Verticaal 15 (L=156.064 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750

Laag nummer	Verticaal 13 (L=135.912 m)		Verticaal 14 (L=145.988 m)		Verticaal 15 (L=156.064 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Laag nummer	Verticaal 16 (L=166.14 m)		Verticaal 17 (L=176.216 m)		Verticaal 18 (L=186.292 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 19 (L=196.368 m)		Verticaal 20 (L=206.444 m)		Verticaal 21 (L=216.52 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
5	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 22 (L=226.596 m)		Verticaal 23 (L=236.672 m)		Verticaal 24 (L=246.748 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	3.500	3.500	3.500	3.500	n.v.t.	n.v.t.
5	4.000	4.000	4.000	4.000	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 25 (L=256.824 m)		Verticaal 26 (L=266.9 m)		Verticaal 27 (L=276.976 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750

Laag nummer	Verticaal 25 (L=256.824 m)		Verticaal 26 (L=266.9 m)		Verticaal 27 (L=276.976 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
9	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
8	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
7	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 28 (L=287.052 m)		Verticaal 29 (L=297.128 m)		Verticaal 30 (L=307.204 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	0.750	0.750	0.750	0.750	n.v.t.	n.v.t.
9	0.750	0.750	0.750	0.750	n.v.t.	n.v.t.
8	0.750	0.750	0.750	0.750	n.v.t.	n.v.t.
7	4.000	4.000	4.000	4.000	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 31 (L=317.28 m)		Verticaal 32 (L=327.356 m)		Verticaal 33 (L=337.432 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 34 (L=347.508 m)		Verticaal 35 (L=357.584 m)		Verticaal 36 (L=367.66 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 37 (L=377.736 m)		Verticaal 38 (L=387.812 m)		Verticaal 39 (L=397.888 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000

Laag nummer	Verticaal 37 (L=377.736 m)		Verticaal 38 (L=387.812 m)		Verticaal 39 (L=397.888 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 40 (L=407.964 m)		Verticaal 41 (L=418.04 m)		Verticaal 42 (L=428.116 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 43 (L=438.192 m)		Verticaal 44 (L=448.268 m)		Verticaal 45 (L=458.344 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 46 (L=468.42 m)		Verticaal 47 (L=478.496 m)		Verticaal 48 (L=488.572 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 49 (L=498.648 m)		Verticaal 50 (L=508.724 m)		Verticaal 51 (L=518.8 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000

Laag nummer	Verticaal 49 (L=498.648 m)		Verticaal 50 (L=508.724 m)		Verticaal 51 (L=518.8 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 52 (L=528.876 m)		Verticaal 53 (L=538.952 m)		Verticaal 54 (L=549.028 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 55 (L=559.104 m)		Verticaal 56 (L=569.18 m)		Verticaal 57 (L=579.256 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 58 (L=589.332 m)		Verticaal 59 (L=599.408 m)		Verticaal 60 (L=609.484 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 61 (L=619.56 m)		Verticaal 62 (L=629.636 m)		Verticaal 63 (L=639.712 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

Laag nummer	Verticaal 64 (L=649.788 m)		Verticaal 65 (L=659.864 m)		Verticaal 66 (L=669.94 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
12	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
11	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
9	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
8	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
7	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
4	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
3	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
2	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500
1	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500	92.500

5 Gegevens voor Sterkteberekening

5.1 Algemene Gegevens

Equivalente diameter leiding	:	Do = 609.60 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 13.30 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78.50 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 75530 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11.10 kN/m³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 400.000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0.10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0.000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0.20

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	330.24	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	199.37	[kg/m]	

Resultaat	:	130.87	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkrachtberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0.10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0.000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0.20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	137
T2	16	139
T3	227	221
T4	474	259
T5	685	345
T6	699	348

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaalfactor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2020. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 2.00 gebruikt en een belasting factor van 1.10.

De maximale representatieve trekkracht is 11644 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkracht zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de vloeigrens.

6 Sterkteberekening van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415

6.1 Materiaalgegevens van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Staal L415 ME
Buitendiameter	:	Do = 609.60 mm
Nominale wanddikte	:	t = 13.30 mm
Tensile factor	:	alpha_sigma = 1
Negatieve wanddikte tolerantie	:	12.50 %
Ontwerpdruk	:	pd = 67.21 bar
Test druk	:	pt = 88.01 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 45.00 graden Celsius
Lengte leiding	:	L = 699 m
Elasticiteitsmodulus	:	E = 205800 N/mm²
Vloeigrens bij 20 graden Celsius	:	R_e = 415 N/mm²
Vloeigrens bij ontwerptemperatuur	:	R_e(theta) = 415 N/mm²
Partiele materiaal factor	:	gamma_m = 1.10
Partiele materiaal factor voor test druk	:	gamma_mtest = 1.00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 78.50 kN/m³
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0.061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0.083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0.131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0.138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0.048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0.089
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 49 kN/m²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 75530 kN/m³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 1100.000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1.10
Belastingsfactor gereduc. neutr. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1.50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1.25
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1.15
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1.10
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1.10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1.35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1.10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2.00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1.40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 2.00
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0.0000117 mm/mmK

6.2 Resultaten Sterkteberekening van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De nominale wanddikte is 13.3 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 en 3651 aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rrol·Wb) = 220 N/mm²

sigma_t = f·f_install·T1/A = f·f_install·(Lrol·Q·f1)/A	=	14	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	233	N/mm²

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	80	N/mm²
sigma_t = f·f_install·Tmax/A	=	35	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	115	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1:2020 D.3.3):

qr = kv·y = (0.322·lambda^2·E·I)/(Do·R/f_R)

lambda = (f_kv·kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5.6E-4	1/mm
qr	=	0.0383	N/mm²
sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	20	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	20	N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·(Do - t)/(2·t)	=	216	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	108	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·(Do - t)/(2·t)	=	249	N/mm²

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	80	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	80	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	20	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	62	N/mm²
Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	82	N/mm²

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib/(Rmin·Wb)	=	80	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk:

sigma_py = f_pd·pd·(Do - t)/(2·t)	=	199	N/mm²
sigma_px = 0.5·sigma_py	=	99	N/mm²
sigma_ptest = f_pt·pt·(Do - t)/(2·t)	=	249	N/mm²
sigma_temp = dt·gamma_t·alpha_g·E	=	119	N/mm²
Maximale axiale spanning sigma_a;max	=	298	N/mm²

Tangentiele spanning:

sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	20	N/mm²
sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	62	N/mm²
'Rerounding'-factor Frr	=	0.558	
'Rerounding'-factor F'rr	=	0.701	

sigma_t;max = sigma_py + alpha_sigma·((F'rr·sigma_qr) + (Frr·sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning sigma_t;max	=	247	N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Leiding: DN600St wd 13.3mm L415

Volgens de NEN 3650-2:2020 D.3.1 moet de berekende spanning voldoen aan volgende voorwaarden:

Belasting combinatie 1
sigma_v =< R_e/gamma_m

Belasting combinatie 2
- sigma_ptest =< R_e/gamma_test
- sigma_py =< R_e/gamma_m
- sigma_pm =< 1.1·R_e/gamma_m

Belasting combinatie 3
- sigma_vmax_3 =< 0.85·(R_e + R_e)/gamma_m

Belasting combinatie 4
- sigma_vmax_4 =< 0.85·(R_e + R_e(theta))/gamma_m

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
sigma_v	377.27	233	126	-	-	-
sigma_ptest	415.00	-	-	249	-	-
sigma_py	377.27	-	-	216	-	-
sigma_pm	415.00	-	-	187	-	-
sigma_vmax_3	641.36	-	-	-	140	-
sigma_vmax_4	641.36	-	-	-	-	276

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1.6 mm (0.26% x Dg). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 89.7 mm (15.00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 29.9 mm (5.00% x Dg). De deflectie is toelaatbaar.

Einde Rapport

Report for D-Sheet Piling 24.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company:

Date of report:
Time of report:
Report with version:

Date of calculation:
Time of calculation:
Calculated with version:

File name: B250388.02 Verankeringswandberekening v1.0

Project identification: Berekening verankeringswand
T.b.v. intrekken stalen leiding in HDD
DN600 ST 609.6 wd 13.3mm L415ME

Verification according to CUR 166

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 5
2.1 Overview per Stage and Test 5
2.2 Overall Stability per Stage 5
2.3 Warnings 5
2.4 CUR Verification Steps 6
3 Input Data for all Stages 7
3.1 General Input Data 7
3.2 Sheet Piling Properties 7
3.2.1 General Properties 7
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 7
3.2.3 Maximum Allowable Moments 7
3.2.4 Properties for Vertical Balance 7
3.3 Calculation Options 7
4 Outline Stage 1: Intrekken gasleiding 9
5 Overall Stability Stage 1: Intrekken gasleiding 10
5.1 Overall Stability 10
6 Step 6.1 Stage 1: Intrekken gasleiding 11
6.1 General Input Data 11
6.1.1 Horizontal Loads 11
6.2 Input Data Left 11
6.2.1 Calculation Method 11
6.2.2 Water Level 11
6.2.3 Surface 11
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 11
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 12
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 13
6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 15
6.5 Input Data Right 15
6.5.1 Calculation Method 16
6.5.2 Water Level 16
6.5.3 Surface 16
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 16
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 17
6.5.6 Surcharge Loads 17
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 17
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 20
6.8 Calculation Results 20
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 21
6.8.2 Moments, Forces and Displacements 21
6.8.3 Charts of Stresses 22
6.8.4 Stresses 23
6.8.5 Percentage Mobilized Resistance 24
6.8.6 Vertical Force Balance 24
6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 24
7 Step 6.2 Stage 1: Intrekken gasleiding 25
7.1 General Input Data 25
7.1.1 Horizontal Loads 25
7.2 Input Data Left 25
7.2.1 Calculation Method 25
7.2.2 Water Level 25
7.2.3 Surface 25
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 25
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 26
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 27
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 29
7.5 Input Data Right 29
7.5.1 Calculation Method 30
7.5.2 Water Level 30
7.5.3 Surface 30
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 30
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 31
7.5.6 Surcharge Loads 31

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 31
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 34
7.8 Calculation Results 34
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 35
7.8.2 Moments, Forces and Displacements 35
7.8.3 Charts of Stresses 36
7.8.4 Stresses 37
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance 38
7.8.6 Vertical Force Balance 38
7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 38
8 Step 6.3 Stage 1: Intrekken gasleiding 39
8.1 General Input Data 39
8.1.1 Horizontal Loads 39
8.2 Input Data Left 39
8.2.1 Calculation Method 39
8.2.2 Water Level 39
8.2.3 Surface 39
8.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 39
8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 40
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 41
8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 43
8.5 Input Data Right 43
8.5.1 Calculation Method 44
8.5.2 Water Level 44
8.5.3 Surface 44
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 44
8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 45
8.5.6 Surcharge Loads 45
8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 45
8.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 48
8.8 Calculation Results 48
8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 49
8.8.2 Moments, Forces and Displacements 49
8.8.3 Charts of Stresses 50
8.8.4 Stresses 51
8.8.5 Percentage Mobilized Resistance 52
8.8.6 Vertical Force Balance 52
8.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 52
9 Step 6.4 Stage 1: Intrekken gasleiding 53
9.1 General Input Data 53
9.1.1 Horizontal Loads 53
9.2 Input Data Left 53
9.2.1 Calculation Method 53
9.2.2 Water Level 53
9.2.3 Surface 53
9.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 53
9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 54
9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 55
9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 57
9.5 Input Data Right 57
9.5.1 Calculation Method 58
9.5.2 Water Level 58
9.5.3 Surface 58
9.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 58
9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 59
9.5.6 Surcharge Loads 59
9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 59
9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 62
9.8 Calculation Results 62
9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 63
9.8.2 Moments, Forces and Displacements 63
9.8.3 Charts of Stresses 64
9.8.4 Stresses 65
9.8.5 Percentage Mobilized Resistance 66
9.8.6 Vertical Force Balance 66
9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 66

10 Step 6.5 Stage 1: Intrekken gasleiding 67
10.1 General Input Data 67
10.1.1 Horizontal Loads 67
10.2 Input Data Left 67
10.2.1 Calculation Method 67
10.2.2 Water Level 67
10.2.3 Surface 67
10.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 67
10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 68
10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 69
10.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 71
10.5 Input Data Right 71
10.5.1 Calculation Method 71
10.5.2 Water Level 71
10.5.3 Surface 71
10.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF 72
10.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 73
10.5.6 Surcharge Loads 73
10.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 73
10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 76
10.8 Calculation Results 76
10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 76
10.8.2 Moments, Forces and Displacements 76
10.8.3 Charts of Stresses 78
10.8.4 Stresses 78
10.8.5 Percentage Mobilized Resistance 79
10.8.6 Vertical Force Balance 79
10.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer 80

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	CUR-Step 6.1		541.78	214.50	0.0	36.9	
1	CUR-Step 6.2		541.17	-228.96	0.0	**38.4**	
1	CUR-Step 6.3		522.09	214.50	0.0	34.7	
1	CUR-Step 6.4		521.13	-220.37	0.0	36.6	
1	CUR-Step 6.5	**-72.8**	457.87	213.50	0.0	29.1	
1	CUR-Step 6.5 x 1.200		**549.44**	**256.20**			
Max		**-72.8**	**549.44**	**256.20**	**0.0**	**38.4**	

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	CUR-Step 6.1	Upwards
1	CUR-Step 6.2	Upwards
1	CUR-Step 6.3	Upwards
1	CUR-Step 6.4	Upwards
1	CUR-Step 6.5	Upwards
1	CUR-Step 6.5 x 1.200	
Summary		Upwards/Sufficient

2.2 Overall Stability per Stage

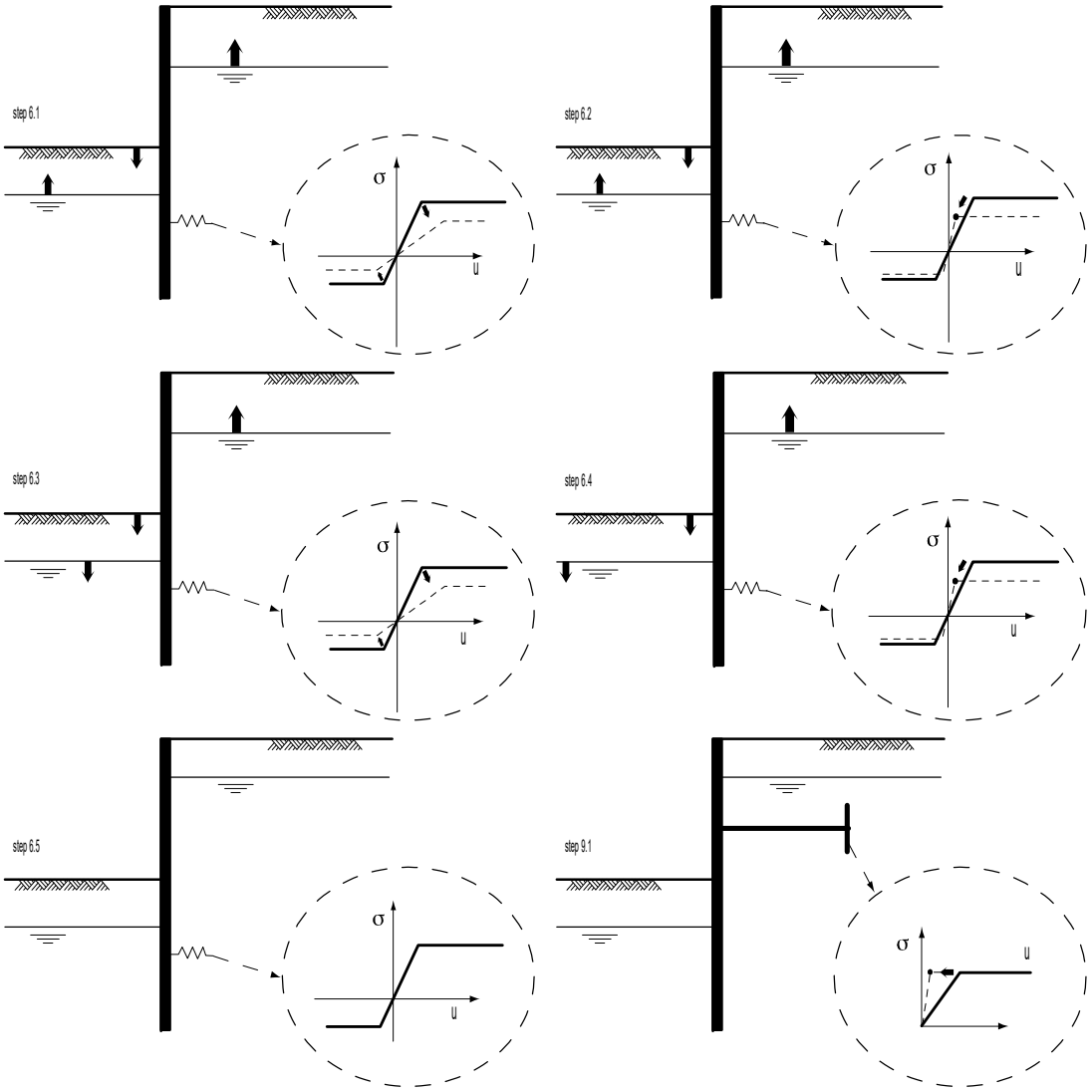
Stage name	Stability factor [-]
Intrekken gasleiding	4.63

2.3 Warnings

Phi values:
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
11795_1.GEF

Vertical balance:
The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

2.4 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to CUR 166

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	1
Unit weight of water	9.81 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	9.00 m
Level top side	10.69 m
Number of sections	1
q_b;max	20.00 MPa
Xi factor	1.39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
L 605 (S355)	1.69	10.69	Steel	1.00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
L 605 (S355)	8.8977E+04	1.00	8.8977E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
L 605 (S355)	717.00	1.00	1.00	1.00	717.00

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Section area [cm²/m']
L 605 (S355)	1.69	10.69	420.00	177.00

3.3 Calculation Options

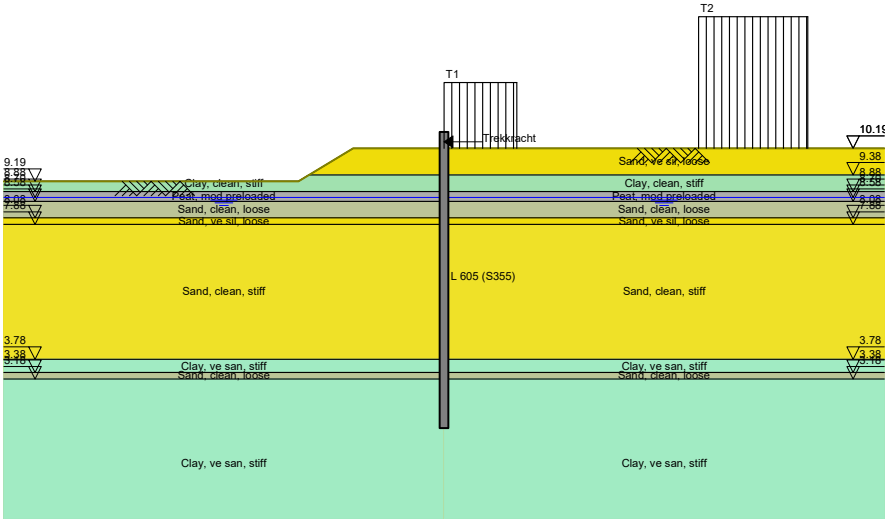
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Fine
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	CUR - method A: Partial factors (design values) in all stages.
Used partial factor set	Class I
Factors on loads	
- Permanent load, unfavourable	1.000
- Permanent load, favourable	1.000

- Variable load, unfavourable	1.000
- Variable load, favourable	0.000
Material factors	
- Cohesion	1.000
- Tangent phi	1.050
- Delta (wall friction angle)*	1.050
- Modulus of low representative subgrade reaction	1.300
Geometry modification	
- Reduction in surface level on passive side	0.20 m
- Reduction in phreatic line on passive side**	0.15 m
- Raise in phreatic line on passive side**	0.15 m
- Raise in phreatic line on active side	0.05 m
Overall stability factors	
- Driving moment	0.900
- Cohesion	1.500
- Tangent phi	1.200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1.200

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used
** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

4 Outline Stage 1: Intrekken gasleiding

Outline - Stage 1: Intrekken gasleiding

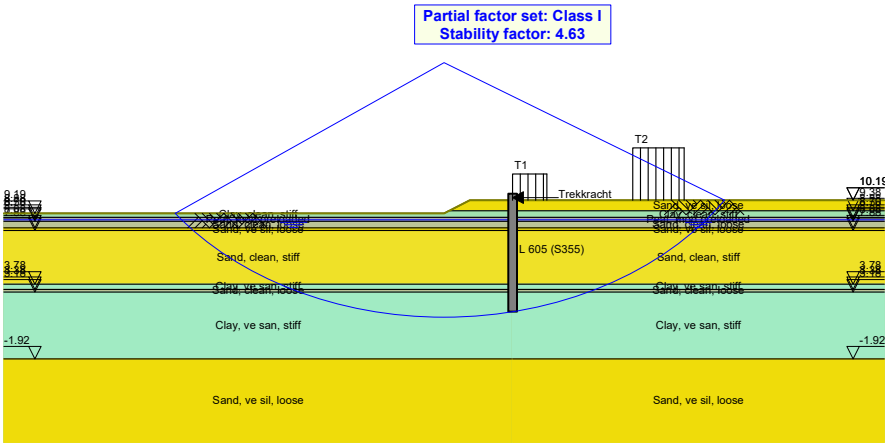


5 Overall Stability Stage 1: Intrekken gasleiding

Stability factor : 4.63

5.1 Overall Stability

Overall Stability - Stage 1: Intrekken gasleiding



6 Step 6.1 Stage 1: Intrekken gasleiding

6.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side Left side

6.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Trekkracht	10.39	-213.50	Unfavourable (Automatic)	Variable

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: 8.85 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	9.99
2.50	9.99
4.00	8.99

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, clean, stiff	9.38	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Peat, mod prelo...	8.88	1538.46	1538.46	615.38	615.38
Sand, clean, loo...	8.58	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, ve sil, loose	8.08	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, clean, stiff	7.88	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Clay, ve san, stiff	3.78	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, clean, loo...	3.38	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, ve san, stiff	3.18	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, ve sil, loose	-1.92	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	2307.69	2307.69
Clay, clean, stiff	9.38	1538.46	1538.46
Peat, mod prelo...	8.88	384.62	384.62
Sand, clean, loo...	8.58	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	8.08	2307.69	2307.69
Sand, clean, stiff	7.88	7692.31	7692.31
Clay, ve san, stiff	3.78	1538.46	1538.46
Sand, clean, loo...	3.38	2307.69	2307.69
Clay, ve san, stiff	3.18	1538.46	1538.46
Sand, ve sil, loose	-1.92	2307.69	2307.69

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	9.93	0.4	4.0	0.36	0.36	3.63
2	9.87	0.8	8.0	0.36	0.36	3.63
3	9.81	1.2	12.0	0.36	0.36	3.63
4	9.75	1.6	16.0	0.36	0.36	3.63
5	9.69	1.9	18.9	0.36	0.36	3.63
6	9.69	2.1	20.9	0.36	0.36	3.63
7	9.62	2.4	23.9	0.36	0.36	3.64
8	9.56	2.8	27.9	0.36	0.36	3.64
9	9.50	3.2	31.9	0.36	0.36	3.64
10	9.44	3.6	35.9	0.36	0.36	3.64
11	9.38	3.9	38.9	0.36	0.36	3.64
12	9.38	-11.5	76.1	0.00	0.48	6.80
13	9.33	-11.1	76.6	0.00	0.48	6.44
14	9.28	-7.4	77.9	0.00	0.48	6.07
15	9.23	0.0	79.6	0.00	0.48	5.77
16	9.18	0.0	81.4	0.00	0.48	5.53
17	9.13	0.0	82.9	0.00	0.49	5.37
18	9.13	0.0	83.9	0.00	0.49	5.28
19	9.08	0.0	85.4	0.00	0.49	5.15
20	9.03	0.0	87.5	0.00	0.49	4.99
21	8.98	0.0	89.6	0.00	0.49	4.85
22	8.93	0.0	91.7	0.00	0.50	4.73
23	8.88	0.0	93.3	0.00	0.50	4.64
24	8.88	0.0	52.0	0.00	0.58	2.56
25	8.87	0.0	52.1	0.00	0.58	2.55
26	8.87	0.0	52.3	0.00	0.58	2.55
27	8.86	0.0	52.4	0.00	0.58	2.55
28	8.86	0.0	52.6	0.00	0.58	2.54
29	8.85	0.0	52.7	0.00	0.58	2.54
30	8.85	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
31	8.83	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
32	8.81	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
33	8.79	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
34	8.77	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
35	8.75	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
36	8.75	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
37	8.74	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
38	8.73	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
39	8.72	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
40	8.71	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
41	8.70	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
42	8.70	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
43	8.68	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
44	8.65	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
45	8.63	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
46	8.60	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
47	8.58	0.0	0.6	0.00	0.03	0.03
48	8.58	0.0	51.7	0.00	0.31	2.36
49	8.53	0.0	54.1	0.00	0.31	2.43
50	8.48	0.0	57.1	0.00	0.31	2.51
51	8.43	0.0	60.0	0.00	0.31	2.59
52	8.38	0.0	62.9	0.00	0.31	2.66
53	8.33	0.4	65.1	0.02	0.31	2.71
54	8.33	7.9	66.5	0.33	0.33	2.74
55	8.28	8.0	68.8	0.33	0.33	2.79
56	8.23	8.2	71.8	0.33	0.33	2.86
57	8.18	8.3	75.0	0.33	0.33	2.93
58	8.13	8.5	78.3	0.33	0.33	3.01
59	8.08	8.6	80.9	0.33	0.33	3.06
60	8.08	9.8	60.7	0.37	0.37	2.28

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
61	8.04	9.9	62.9	0.37	0.37	2.34
62	8.00	10.1	65.8	0.37	0.37	2.41
63	7.96	10.2	68.8	0.37	0.37	2.48
64	7.92	10.4	71.7	0.37	0.37	2.55
65	7.88	10.5	72.0	0.37	0.37	2.54
66	7.88	7.6	121.2	0.27	0.27	4.23
67	7.80	7.8	106.3	0.27	0.27	3.63
68	7.72	8.0	99.1	0.27	0.27	3.29
69	7.63	8.3	103.1	0.27	0.27	3.33
70	7.55	8.5	107.4	0.27	0.27	3.37
71	7.47	8.7	111.6	0.27	0.27	3.44
72	7.47	8.8	114.7	0.27	0.27	3.49
73	7.39	9.0	119.3	0.27	0.27	3.56
74	7.31	9.3	125.4	0.27	0.28	3.65
75	7.22	9.5	129.0	0.27	0.28	3.66
76	7.14	9.7	130.4	0.27	0.28	3.62
77	7.06	9.9	131.4	0.27	0.29	3.58
78	7.06	10.0	130.5	0.27	0.29	3.52
79	6.98	10.2	128.3	0.27	0.29	3.40
80	6.90	10.5	127.7	0.27	0.30	3.31
81	6.81	10.7	132.2	0.27	0.30	3.35
82	6.73	11.0	136.7	0.27	0.30	3.39
83	6.65	11.1	140.2	0.27	0.31	3.43
84	6.65	11.3	142.5	0.27	0.31	3.45
85	6.57	11.4	146.0	0.27	0.31	3.48
86	6.49	11.7	150.6	0.27	0.31	3.52
87	6.40	11.9	155.2	0.27	0.32	3.55
88	6.32	12.1	159.9	0.27	0.32	3.59
89	6.24	12.2	163.4	0.27	0.32	3.62
90	6.24	12.3	165.7	0.27	0.32	3.64
91	6.16	12.4	169.3	0.27	0.33	3.66
92	6.08	12.5	174.0	0.27	0.33	3.70
93	5.99	12.7	178.7	0.26	0.33	3.73
94	5.91	12.8	183.4	0.26	0.34	3.76
95	5.83	12.9	187.0	0.26	0.34	3.79
96	5.83	13.0	189.4	0.26	0.34	3.80
97	5.75	13.1	193.0	0.26	0.34	3.83
98	5.67	13.3	197.7	0.26	0.35	3.85
99	5.58	13.4	202.5	0.26	0.35	3.88
100	5.50	13.5	207.3	0.26	0.35	3.91
101	5.42	13.7	210.9	0.25	0.35	3.93
102	5.42	13.7	213.3	0.25	0.35	3.95
103	5.34	13.8	216.9	0.25	0.36	3.97
104	5.26	13.9	221.8	0.25	0.36	3.99
105	5.17	14.0	226.6	0.25	0.36	4.02
106	5.09	14.2	231.5	0.25	0.36	4.04
107	5.01	14.2	235.1	0.25	0.37	4.06
108	5.01	14.3	237.5	0.25	0.37	4.07
109	4.93	14.4	241.2	0.24	0.37	4.09
110	4.85	14.5	246.0	0.24	0.37	4.11
111	4.76	14.6	250.9	0.24	0.37	4.13
112	4.68	14.7	255.8	0.24	0.38	4.16
113	4.60	14.8	259.5	0.24	0.38	4.17
114	4.60	14.9	261.9	0.24	0.38	4.18
115	4.52	14.9	265.6	0.24	0.38	4.20
116	4.44	15.0	270.5	0.23	0.38	4.22
117	4.35	15.1	275.4	0.23	0.38	4.24
118	4.27	15.2	280.3	0.23	0.39	4.26
119	4.19	15.3	284.0	0.23	0.39	4.27
120	4.19	15.3	286.4	0.23	0.39	4.28
121	4.11	15.4	290.1	0.23	0.39	4.29
122	4.03	15.5	295.0	0.23	0.39	4.31
123	3.94	15.6	300.0	0.22	0.39	4.33

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
124	3.86	15.7	304.9	0.22	0.39	4.34
125	3.78	15.8	308.6	0.22	0.40	4.36
126	3.78	20.2	228.3	0.28	0.48	3.21
127	3.70	23.7	230.3	0.33	0.48	3.21
128	3.62	24.3	233.1	0.34	0.48	3.22
129	3.54	24.5	235.8	0.34	0.48	3.24
130	3.46	24.6	238.5	0.33	0.48	3.25
131	3.38	24.7	240.6	0.33	0.48	3.25
132	3.38	24.3	253.5	0.33	0.47	3.42
133	3.34	24.3	254.9	0.33	0.47	3.42
134	3.30	24.4	256.7	0.33	0.47	3.43
135	3.26	24.5	258.5	0.33	0.48	3.43
136	3.22	24.6	260.3	0.33	0.48	3.44
137	3.18	24.7	261.6	0.32	0.48	3.44
138	3.18	25.2	250.5	0.33	0.48	3.29
139	3.11	25.3	252.5	0.33	0.49	3.30
140	3.03	25.3	255.0	0.33	0.49	3.30
141	2.96	25.3	257.9	0.32	0.49	3.32
142	2.88	25.2	262.9	0.32	0.49	3.36
143	2.81	25.1	266.9	0.32	0.49	3.39
144	2.81	25.2	269.5	0.32	0.49	3.41
145	2.73	25.1	273.5	0.32	0.49	3.44
146	2.66	25.0	278.7	0.31	0.49	3.48
147	2.58	25.0	284.1	0.31	0.49	3.52
148	2.51	24.9	289.3	0.31	0.49	3.56
149	2.44	24.9	293.1	0.30	0.49	3.59
150	2.44	24.8	295.3	0.30	0.49	3.60
151	2.36	24.8	297.0	0.30	0.50	3.61
152	2.29	24.7	299.4	0.30	0.50	3.61
153	2.21	24.7	302.0	0.30	0.50	3.62
154	2.14	24.6	304.6	0.29	0.50	3.62
155	2.06	24.6	306.6	0.29	0.50	3.63
156	2.06	24.6	307.9	0.29	0.50	3.63
157	1.99	24.5	309.9	0.29	0.50	3.64
158	1.91	24.5	312.9	0.29	0.50	3.65
159	1.84	24.4	315.9	0.28	0.50	3.66
160	1.76	24.4	318.7	0.28	0.50	3.66
161	1.69	24.3	320.7	0.28	0.50	3.67

6.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	12.13
Clay, clean, stiff	41.89
Peat, mod prelo...	1.75
Sand, clean, loo...	33.01
Sand, ve sil, loose	13.42
Sand, clean, stiff	390.01
Clay, ve san, stiff	9.56
Sand, clean, loo...	4.89
Clay, ve san, stiff	37.04
Sand, ve sil, loose	0.00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: 8.75 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	10.19

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, clean, stiff	9.38	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Peat, mod prelo...	8.88	1538.46	1538.46	615.38	615.38
Sand, clean, loo...	8.58	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, ve sil, loose	8.08	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, clean, stiff	7.88	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Clay, ve san, stiff	3.78	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, clean, loo...	3.38	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, ve san, stiff	3.18	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, ve sil, loose	-1.92	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	2307.69	2307.69
Clay, clean, stiff	9.38	1538.46	1538.46
Peat, mod prelo...	8.88	384.62	384.62
Sand, clean, loo...	8.58	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	8.08	2307.69	2307.69
Sand, clean, stiff	7.88	7692.31	7692.31
Clay, ve san, stiff	3.78	1538.46	1538.46
Sand, clean, loo...	3.38	2307.69	2307.69
Clay, ve san, stiff	3.18	1538.46	1538.46
Sand, ve sil, loose	-1.92	2307.69	2307.69

6.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
T1	0.00	10.31	Unfavourable (Automatic)	Variable
	2.00	10.31		
T2	7.00	20.63	Unfavourable (Automatic)	Variable
	10.00	20.63		

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	10.15	4.0	40.1	0.68	1.77	6.82
2	10.11	4.2	42.7	0.64	1.60	6.47
3	10.07	4.5	45.3	0.62	1.46	6.19
4	10.03	4.8	47.9	0.59	1.35	5.96
5	9.99	5.0	49.9	0.58	1.26	5.82
6	9.99	5.1	51.5	0.57	1.26	5.71
7	9.93	5.4	54.5	0.55	1.14	5.54

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
8	9.87	5.8	58.5	0.53	1.06	5.35
9	9.81	6.2	62.5	0.52	0.98	5.19
10	9.75	6.6	66.5	0.50	0.93	5.06
11	9.69	6.9	69.5	0.50	0.88	4.98
12	9.69	7.1	69.1	0.49	0.88	4.77
13	9.62	7.4	48.8	0.48	0.84	3.19
14	9.56	7.8	51.9	0.48	0.80	3.17
15	9.50	8.2	55.0	0.47	0.78	3.15
16	9.44	8.6	58.2	0.46	0.75	3.14
17	9.38	8.9	60.7	0.46	0.73	3.13
18	9.38	-4.8	99.8	0.00	0.82	5.03
19	9.33	-4.4	97.5	0.00	0.80	4.74
20	9.28	-4.0	95.6	0.00	0.79	4.45
21	9.23	-3.5	94.7	0.00	0.78	4.23
22	9.18	-3.0	94.5	0.00	0.77	4.05
23	9.13	-2.7	94.6	0.00	0.76	3.94
24	9.13	-2.5	94.8	0.00	0.76	3.87
25	9.08	-2.1	95.2	0.00	0.76	3.78
26	9.03	-1.6	95.9	0.00	0.75	3.68
27	8.98	-1.2	96.9	0.00	0.74	3.59
28	8.93	-0.7	98.0	0.00	0.74	3.51
29	8.88	-0.4	98.9	0.00	0.73	3.46
30	8.88	12.9	45.8	0.45	0.80	1.59
31	8.87	12.9	45.9	0.45	0.80	1.59
32	8.87	13.0	46.0	0.45	0.80	1.59
33	8.86	13.0	46.2	0.45	0.80	1.59
34	8.86	13.1	46.3	0.45	0.80	1.59
35	8.85	13.1	46.4	0.45	0.80	1.59
36	8.85	13.2	46.5	0.45	0.80	1.59
37	8.83	13.3	46.8	0.45	0.80	1.59
38	8.81	13.5	47.3	0.45	0.80	1.59
39	8.79	13.6	47.7	0.45	0.80	1.59
40	8.77	13.8	48.1	0.46	0.79	1.59
41	8.75	13.9	48.4	0.46	0.79	1.59
42	8.75	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
43	8.74	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
44	8.73	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
45	8.72	14.1	48.6	0.46	0.79	1.58
46	8.71	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
47	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
48	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
49	8.68	14.2	48.8	0.46	0.79	1.58
50	8.65	14.2	48.9	0.46	0.79	1.58
51	8.63	14.3	49.5	0.46	0.79	1.59
52	8.60	14.4	52.3	0.46	0.79	1.68
53	8.58	14.4	54.5	0.46	0.79	1.75
54	8.58	11.8	138.9	0.38	0.58	4.44
55	8.53	11.9	144.5	0.38	0.57	4.57
56	8.48	12.1	146.6	0.38	0.57	4.56
57	8.43	12.3	148.6	0.38	0.57	4.56
58	8.38	12.4	150.7	0.38	0.57	4.56
59	8.33	12.5	152.3	0.38	0.57	4.56
60	8.33	12.6	153.4	0.38	0.57	4.56
61	8.28	12.8	155.0	0.37	0.56	4.56
62	8.23	12.9	157.2	0.37	0.56	4.56
63	8.18	13.1	159.4	0.37	0.56	4.56
64	8.13	13.2	161.6	0.37	0.56	4.56
65	8.08	13.4	166.5	0.37	0.56	4.65
66	8.08	15.2	134.1	0.42	0.60	3.72
67	8.04	15.3	135.2	0.42	0.60	3.73
68	8.00	15.5	136.7	0.42	0.60	3.73
69	7.96	15.6	138.1	0.42	0.60	3.73
70	7.92	15.8	139.6	0.42	0.60	3.73

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
71	7.88	15.9	140.7	0.42	0.60	3.73
72	7.88	11.4	224.3	0.30	0.50	5.90
73	7.80	11.6	203.4	0.30	0.50	5.26
74	7.72	11.9	203.6	0.30	0.49	5.15
75	7.63	12.1	210.6	0.30	0.49	5.22
76	7.55	12.3	220.7	0.30	0.49	5.35
77	7.47	12.5	228.7	0.30	0.49	5.46
78	7.47	12.5	234.3	0.29	0.49	5.53
79	7.39	12.4	243.2	0.29	0.49	5.66
80	7.31	12.4	255.8	0.28	0.49	5.83
81	7.22	12.3	273.7	0.28	0.49	6.12
82	7.14	12.3	291.0	0.27	0.49	6.38
83	7.06	12.2	303.2	0.26	0.49	6.55
84	7.06	12.2	311.5	0.26	0.49	6.67
85	6.98	12.1	321.3	0.26	0.49	6.79
86	6.90	12.1	328.0	0.25	0.49	6.80
87	6.81	12.0	343.5	0.25	0.49	7.00
88	6.73	12.0	347.4	0.24	0.49	6.95
89	6.65	11.9	349.9	0.24	0.49	6.91
90	6.65	11.9	351.7	0.23	0.49	6.88
91	6.57	11.9	247.9	0.23	0.49	4.79
92	6.49	11.8	256.2	0.22	0.49	4.87
93	6.40	11.9	269.3	0.22	0.49	5.03
94	6.32	12.1	283.0	0.22	0.49	5.20
95	6.24	12.3	293.6	0.22	0.49	5.33
96	6.24	12.5	300.6	0.22	0.49	5.41
97	6.16	12.6	305.1	0.23	0.49	5.43
98	6.08	12.9	310.1	0.23	0.49	5.43
99	5.99	13.1	315.8	0.23	0.49	5.45
100	5.91	13.4	325.7	0.23	0.49	5.53
101	5.83	13.6	334.0	0.23	0.49	5.61
102	5.83	13.7	339.7	0.23	0.49	5.66
103	5.75	13.6	348.4	0.23	0.49	5.74
104	5.67	13.5	360.3	0.22	0.49	5.85
105	5.58	13.4	367.1	0.21	0.49	5.88
106	5.50	13.3	356.9	0.21	0.49	5.63
107	5.42	13.4	358.0	0.21	0.49	5.59
108	5.42	13.5	360.6	0.21	0.49	5.59
109	5.34	13.7	373.2	0.21	0.49	5.73
110	5.26	14.0	394.7	0.21	0.49	5.98
111	5.17	14.2	413.1	0.21	0.49	6.17
112	5.09	14.4	418.9	0.21	0.49	6.17
113	5.01	14.3	426.1	0.21	0.49	6.22
114	5.01	14.2	433.8	0.21	0.49	6.29
115	4.93	14.8	406.1	0.21	0.49	5.83
116	4.85	17.0	388.2	0.24	0.49	5.50
117	4.76	17.2	393.2	0.24	0.49	5.50
118	4.68	17.2	399.3	0.24	0.49	5.52
119	4.60	17.3	409.1	0.24	0.49	5.60
120	4.60	17.3	416.8	0.24	0.49	5.67
121	4.52	18.6	420.5	0.25	0.49	5.67
122	4.44	18.8	394.5	0.25	0.49	5.25
123	4.35	19.1	399.5	0.25	0.49	5.26
124	4.27	19.3	404.4	0.25	0.49	5.26
125	4.19	19.5	408.1	0.25	0.49	5.26
126	4.19	19.6	410.6	0.25	0.49	5.26
127	4.11	19.8	414.3	0.25	0.49	5.26
128	4.03	20.0	419.3	0.25	0.49	5.26
129	3.94	20.3	424.2	0.25	0.49	5.27
130	3.86	20.5	429.2	0.25	0.49	5.27
131	3.78	20.7	432.9	0.25	0.48	5.27
132	3.78	26.3	335.9	0.32	0.56	4.07
133	3.70	26.5	338.0	0.32	0.56	4.07

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
134	3.62	26.7	340.7	0.32	0.56	4.07
135	3.54	27.0	343.5	0.32	0.56	4.07
136	3.46	27.2	346.2	0.32	0.56	4.07
137	3.38	27.3	348.3	0.32	0.56	4.08
138	3.38	26.9	363.6	0.31	0.55	4.24
139	3.34	27.0	365.0	0.31	0.55	4.24
140	3.30	27.1	366.8	0.31	0.55	4.24
141	3.26	27.2	368.6	0.31	0.55	4.24
142	3.22	27.4	370.4	0.31	0.55	4.24
143	3.18	27.5	371.7	0.31	0.55	4.25
144	3.18	28.1	358.3	0.32	0.56	4.08
145	3.11	28.3	366.2	0.32	0.56	4.15
146	3.03	28.5	374.1	0.32	0.56	4.21
147	2.96	28.7	376.7	0.32	0.56	4.21
148	2.88	28.9	379.2	0.32	0.56	4.21
149	2.81	29.1	381.2	0.32	0.56	4.21
150	2.81	29.2	382.5	0.32	0.56	4.21
151	2.73	29.3	384.3	0.32	0.56	4.21
152	2.66	29.5	385.5	0.32	0.56	4.19
153	2.58	29.7	388.1	0.32	0.56	4.19
154	2.51	30.0	391.2	0.32	0.55	4.20
155	2.44	30.1	394.2	0.32	0.55	4.21
156	2.44	30.2	395.5	0.32	0.55	4.21
157	2.36	30.4	397.4	0.32	0.55	4.21
158	2.29	30.6	400.0	0.32	0.55	4.21
159	2.21	30.8	402.6	0.32	0.55	4.21
160	2.14	31.0	405.2	0.32	0.55	4.21
161	2.06	31.1	407.1	0.32	0.55	4.21
162	2.06	31.2	408.4	0.32	0.55	4.21
163	1.99	31.4	410.4	0.32	0.55	4.21
164	1.91	31.6	413.0	0.32	0.55	4.21
165	1.84	31.8	415.6	0.32	0.55	4.22
166	1.76	32.0	418.2	0.32	0.55	4.22
167	1.69	32.1	420.2	0.32	0.55	4.22

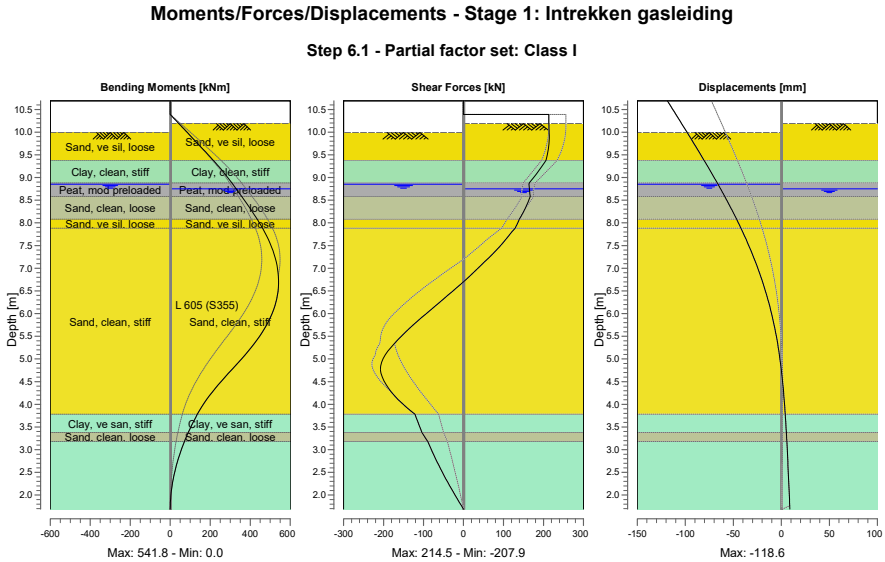
6.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	5.08
Clay, clean, stiff	0.00
Peat, mod prelo...	4.16
Sand, clean, loo...	6.29
Sand, ve sil, loose	3.11
Sand, clean, stiff	143.93
Clay, ve san, stiff	27.25
Sand, clean, loo...	19.56
Clay, ve san, stiff	127.99
Sand, ve sil, loose	0.00

6.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

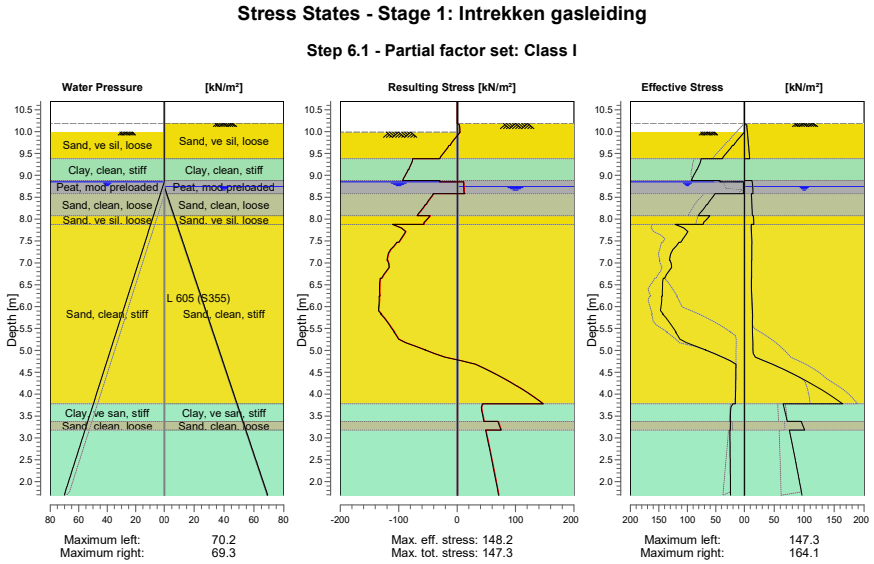


6.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	10.69	0.00	0.00	**-118.6**
1	10.39	0.00	0.00	-109.8
2	10.39	0.00	213.50	-109.8
2	10.19	42.70	213.50	-103.9
3	10.19	42.70	213.50	-103.9
3	9.99	85.47	**214.30**	-98.1
4	9.99	85.47	**214.30**	-98.1
4	9.69	150.79	213.12	-89.2
5	9.69	150.79	213.12	-89.2
5	9.38	214.90	206.44	-80.5
6	9.38	214.90	206.44	-80.5
6	9.13	264.08	186.69	-73.5
7	9.13	264.08	186.69	-73.5
7	8.88	308.04	164.56	-66.7
8	8.88	308.04	164.56	-66.7
8	8.85	312.96	163.66	-65.9
9	8.85	312.96	163.66	-65.9
9	8.75	329.39	164.79	-63.3
10	8.75	329.39	164.79	-63.3
10	8.70	337.64	165.36	-62.0
11	8.70	337.64	165.36	-62.0
11	8.58	357.57	166.76	-58.9
12	8.58	357.57	166.76	-58.9
12	8.33	397.85	154.93	-52.6
13	8.33	397.85	154.93	-52.6
13	8.08	434.73	139.55	-46.6
14	8.08	434.73	139.55	-46.6
14	7.88	461.63	129.05	-42.1
15	7.88	461.63	129.05	-42.1
15	7.47	506.46	89.90	-33.3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	7.47	506.46	89.90	-33.3
16	7.06	533.98	43.15	-25.6
17	7.06	533.98	43.15	-25.6
17	6.65	**541.68**	-6.45	-18.8
18	6.65	**541.68**	-6.49	-18.8
18	6.24	527.89	-60.85	-13.1
19	6.24	527.89	-60.85	-13.1
19	5.83	491.70	-115.64	-8.3
20	5.83	491.69	-115.70	-8.3
20	5.42	433.97	-164.30	-4.5
21	5.42	433.98	-164.38	-4.5
21	5.01	358.35	-200.85	-1.5
22	5.01	358.35	-201.03	-1.5
22	4.60	273.95	-203.20	0.8
23	4.60	273.96	-203.07	0.8
23	4.19	196.13	-172.66	2.6
24	4.19	196.13	-172.65	2.6
24	3.78	135.24	-121.27	4.0
25	3.78	135.24	-121.26	4.0
25	3.38	90.15	-103.96	5.2
26	3.38	90.15	-103.96	5.2
26	3.18	70.78	-89.49	5.7
27	3.18	70.78	-89.49	5.7
27	2.81	40.96	-70.26	6.6
28	2.81	40.96	-70.26	6.6
28	2.44	18.71	-48.89	7.4
29	2.44	18.71	-48.89	7.4
29	2.06	4.80	-25.45	8.1
30	2.06	4.80	-25.45	8.1
30	1.69	0.00	0.00	8.9
Max		**541.68**	**214.30**	**-118.6**
Max, minor nodes incl.		541.78	214.50	-118.6

6.8.3 Charts of Stresses



6.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	10.69	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
3	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
3	9.99	0.00	0.00	-		4.96	0.00	A	
4	9.99	0.00	0.00	P		5.12	0.00	A	
4	9.69	18.94	0.00	P		6.91	0.00	A	
5	9.69	20.94	0.00	P		7.11	0.00	A	
5	9.38	38.88	0.00	P		8.89	0.00	A	
6	9.38	76.11	0.00	P		0.00	0.00	A	
6	9.13	82.87	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	9.13	83.88	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	8.88	93.32	0.00	P		0.00	0.00	A	
8	8.88	42.66	0.00	3	82	12.88	0.00	A	
8	8.85	42.95	0.00	3	82	13.11	0.00	A	
9	8.85	1.76	0.00	P		13.17	0.00	A	
9	8.75	1.76	0.98	P		13.94	0.00	A	
10	8.75	1.76	0.98	P		13.99	0.00	A	
10	8.70	1.76	1.47	P		14.11	0.49	A	
11	8.70	1.76	1.47	P		14.13	0.49	A	
11	8.58	0.64	2.65	P		14.43	1.67	A	
12	8.58	51.69	2.65	P		11.81	1.67	A	
12	8.33	65.06	5.10	P		12.55	4.12	A	
13	8.33	66.55	5.10	P		12.63	4.12	A	
13	8.08	80.89	7.55	P		13.37	6.57	A	
14	8.08	60.70	7.55	P		15.22	6.57	A	
14	7.88	72.04	9.52	P		15.88	8.53	A	
15	7.88	121.20	9.52	P		11.41	8.53	A	
15	7.47	111.59	13.54	P		12.50	12.56	A	
16	7.47	114.67	13.54	P		12.49	12.56	A	
16	7.06	131.35	17.56	P		12.22	16.58	A	
17	7.06	130.50	17.56	P		12.19	16.58	A	
17	6.65	140.19	21.58	P		11.94	20.60	A	
18	6.65	142.49	21.58	P		11.91	20.60	A	
18	6.24	143.69	25.60	3	88	12.33	24.62	A	
19	6.24	145.27	25.60	3	88	12.46	24.62	A	
19	5.83	142.56	29.63	2	76	13.58	28.65	A	
20	5.83	143.47	29.63	2	76	13.70	28.65	A	
20	5.42	119.84	33.65	2	57	13.40	32.67	A	
21	5.42	120.75	33.65	2	57	13.53	32.67	A	
21	5.01	68.11	37.67	1	29	14.31	36.69	A	
22	5.01	68.27	37.67	1	29	14.24	36.69	A	
22	4.60	14.80	41.69	A		60.17	40.71	1	15
23	4.60	14.86	41.69	A		60.39	40.71	1	14
23	4.19	15.28	45.71	A		117.87	44.73	1	29
24	4.19	15.33	45.71	A		118.10	44.73	1	29
24	3.78	15.84	49.74	A		164.09	48.76	1	38
25	3.78	20.17	49.74	A		64.62	48.76	1	19
25	3.38	24.70	53.66	A		71.49	52.68	1	21
26	3.38	24.25	53.66	A		94.94	52.68	1	26
26	3.18	24.67	55.62	A		100.61	54.64	1	27
27	3.18	25.24	55.62	A		75.11	54.64	1	21
27	2.81	25.11	59.28	A		80.58	58.30	1	21
28	2.81	25.16	59.28	A		80.74	58.30	1	21
28	2.44	24.86	62.93	A		85.91	61.95	1	22
29	2.44	24.83	62.93	A		86.08	61.95	1	22
29	2.06	24.60	66.59	A		91.11	65.60	1	22
30	2.06	24.57	66.59	A		91.28	65.60	1	22
30	1.69	24.35	70.24	A		96.27	69.26	1	23

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

6.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	543.7	337.4
Water	251.5	244.5
Total	795.2	581.8

Maximum effective resistance at left side	1471.55 kN
Mobilized effective resistance at left side	543.69 kN
Percentage mobilized resistance at left side	37.0 %
Maximum effective resistance at right side	2397.12 kN
Mobilized effective resistance at right side	337.37 kN
Percentage mobilized resistance at right side	14.1 %

6.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.39
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	20.000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-119.87
Vertical force passive	203.81
Resulting vertical force (no dead weight)	83.94
Vertical toe capacity Rb;d	212.23
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-119.87
Vertical force passive	203.81
Resulting vertical force (no dead weight)	83.94
Vertical toe capacity Rb;d	5035.97
Resultant goes up	

6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
10.19	Sand, ve sil, loose	3.47	10.19	Sand, ve sil, loose	-1.45
9.38	Clay, clean, stiff	8.25	9.38	Clay, clean, stiff	0.00
8.88	Peat, mod prelo...	0.24	8.88	Peat, mod prelo...	-0.58
8.58	Sand, clean, loo...	10.67	8.58	Sand, clean, loo...	-2.03
8.08	Sand, ve sil, loose	3.84	8.08	Sand, ve sil, loose	-0.89
7.88	Sand, clean, stiff	160.99	7.88	Sand, clean, stiff	-59.41
3.78	Clay, ve san, stiff	3.03	3.78	Clay, ve san, stiff	-8.63
3.38	Sand, clean, loo...	1.58	3.38	Sand, clean, loo...	-6.32
3.18	Clay, ve san, stiff	11.73	3.18	Clay, ve san, stiff	-40.55
-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00	-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00

7 Step 6.2 Stage 1: Intrekken gasleiding

7.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side Left side

7.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Trekkracht	10.39	-213.50	Unfavourable (Automatic)	Variable

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: 8.85 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	9.99
2.50	9.99
4.00	8.99

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, clean, stiff	9.38	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Peat, mod prelo...	8.88	4500.00	4500.00	1800.00	1800.00
Sand, clean, loo...	8.58	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, ve sil, loose	8.08	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, clean, stiff	7.88	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, clean, loo...	3.38	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, ve san, stiff	3.18	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	6750.00	6750.00
Clay, clean, stiff	9.38	4500.00	4500.00
Peat, mod prelo...	8.88	1125.00	1125.00
Sand, clean, loo...	8.58	6750.00	6750.00
Sand, ve sil, loose	8.08	6750.00	6750.00
Sand, clean, stiff	7.88	22500.00	22500.00
Clay, ve san, stiff	3.78	4500.00	4500.00
Sand, clean, loo...	3.38	6750.00	6750.00
Clay, ve san, stiff	3.18	4500.00	4500.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	6750.00	6750.00

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	9.93	0.4	4.0	0.36	0.36	3.63
2	9.87	0.8	8.0	0.36	0.36	3.63
3	9.81	1.2	12.0	0.36	0.36	3.63
4	9.75	1.6	16.0	0.36	0.36	3.63
5	9.69	1.9	18.9	0.36	0.36	3.63
6	9.69	2.1	20.9	0.36	0.36	3.63
7	9.62	2.4	23.9	0.36	0.36	3.64
8	9.56	2.8	27.9	0.36	0.36	3.64
9	9.50	3.2	31.9	0.36	0.36	3.64
10	9.44	3.6	35.9	0.36	0.36	3.64
11	9.38	3.9	38.9	0.36	0.36	3.64
12	9.38	-11.5	76.1	0.00	0.48	6.80
13	9.33	-11.1	76.6	0.00	0.48	6.44
14	9.28	-7.4	77.9	0.00	0.48	6.07
15	9.23	0.0	79.6	0.00	0.48	5.77
16	9.18	0.0	81.4	0.00	0.48	5.53
17	9.13	0.0	82.9	0.00	0.49	5.37
18	9.13	0.0	83.9	0.00	0.49	5.28
19	9.08	0.0	85.4	0.00	0.49	5.15
20	9.03	0.0	87.5	0.00	0.49	4.99
21	8.98	0.0	89.6	0.00	0.49	4.85
22	8.93	0.0	91.7	0.00	0.50	4.73
23	8.88	0.0	93.3	0.00	0.50	4.64
24	8.88	0.0	52.0	0.00	0.58	2.56
25	8.87	0.0	52.1	0.00	0.58	2.55
26	8.87	0.0	52.3	0.00	0.58	2.55
27	8.86	0.0	52.4	0.00	0.58	2.55
28	8.86	0.0	52.6	0.00	0.58	2.54
29	8.85	0.0	52.7	0.00	0.58	2.54
30	8.85	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
31	8.83	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
32	8.81	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
33	8.79	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
34	8.77	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
35	8.75	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
36	8.75	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
37	8.74	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
38	8.73	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
39	8.72	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
40	8.71	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
41	8.70	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
42	8.70	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
43	8.68	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
44	8.65	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
45	8.63	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
46	8.60	0.0	1.8	0.00	0.08	0.08
47	8.58	0.0	0.6	0.00	0.03	0.03
48	8.58	0.0	51.7	0.00	0.31	2.36
49	8.53	0.0	54.1	0.00	0.31	2.43
50	8.48	0.0	57.1	0.00	0.31	2.51
51	8.43	0.0	60.0	0.00	0.31	2.59
52	8.38	0.0	62.9	0.00	0.31	2.66
53	8.33	0.4	65.1	0.02	0.31	2.71
54	8.33	7.9	66.5	0.33	0.33	2.74
55	8.28	8.0	68.8	0.33	0.33	2.79
56	8.23	8.2	71.8	0.33	0.33	2.86
57	8.18	8.3	75.0	0.33	0.33	2.93
58	8.13	8.5	78.3	0.33	0.33	3.01
59	8.08	8.6	80.9	0.33	0.33	3.06
60	8.08	9.8	60.7	0.37	0.37	2.28

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
61	8.04	9.9	62.9	0.37	0.37	2.34
62	8.00	10.1	65.8	0.37	0.37	2.41
63	7.96	10.2	68.8	0.37	0.37	2.48
64	7.92	10.4	71.7	0.37	0.37	2.55
65	7.88	10.5	72.0	0.37	0.37	2.54
66	7.88	7.6	121.2	0.27	0.27	4.23
67	7.80	7.8	106.3	0.27	0.27	3.63
68	7.72	8.0	99.1	0.27	0.27	3.29
69	7.63	8.3	103.1	0.27	0.27	3.33
70	7.55	8.5	107.4	0.27	0.27	3.37
71	7.47	8.7	111.6	0.27	0.27	3.44
72	7.47	8.8	114.7	0.27	0.27	3.49
73	7.39	9.0	119.3	0.27	0.27	3.56
74	7.31	9.3	125.4	0.27	0.28	3.65
75	7.22	9.5	129.0	0.27	0.28	3.66
76	7.14	9.7	130.4	0.27	0.28	3.62
77	7.06	9.9	131.4	0.27	0.29	3.58
78	7.06	10.0	130.5	0.27	0.29	3.52
79	6.98	10.2	128.3	0.27	0.29	3.40
80	6.90	10.5	127.7	0.27	0.30	3.31
81	6.81	10.7	132.2	0.27	0.30	3.35
82	6.73	11.0	136.7	0.27	0.30	3.39
83	6.65	11.1	140.2	0.27	0.31	3.43
84	6.65	11.3	142.5	0.27	0.31	3.45
85	6.57	11.4	146.0	0.27	0.31	3.48
86	6.49	11.7	150.6	0.27	0.31	3.52
87	6.40	11.9	155.2	0.27	0.32	3.55
88	6.32	12.1	159.9	0.27	0.32	3.59
89	6.24	12.2	163.4	0.27	0.32	3.62
90	6.24	12.3	165.7	0.27	0.32	3.64
91	6.16	12.4	169.3	0.27	0.33	3.66
92	6.08	12.5	174.0	0.27	0.33	3.70
93	5.99	12.7	178.7	0.26	0.33	3.73
94	5.91	12.8	183.4	0.26	0.34	3.76
95	5.83	12.9	187.0	0.26	0.34	3.79
96	5.83	13.0	189.4	0.26	0.34	3.80
97	5.75	13.1	193.0	0.26	0.34	3.83
98	5.67	13.3	197.7	0.26	0.35	3.85
99	5.58	13.4	202.5	0.26	0.35	3.88
100	5.50	13.5	207.3	0.26	0.35	3.91
101	5.42	13.7	210.9	0.25	0.35	3.93
102	5.42	13.7	213.3	0.25	0.35	3.95
103	5.34	13.8	216.9	0.25	0.36	3.97
104	5.26	13.9	221.8	0.25	0.36	3.99
105	5.17	14.0	226.6	0.25	0.36	4.02
106	5.09	14.2	231.5	0.25	0.36	4.04
107	5.01	14.2	235.1	0.25	0.37	4.06
108	5.01	14.3	237.5	0.25	0.37	4.07
109	4.93	14.4	241.2	0.24	0.37	4.09
110	4.85	14.5	246.0	0.24	0.37	4.11
111	4.76	14.6	250.9	0.24	0.37	4.13
112	4.68	14.7	255.8	0.24	0.38	4.16
113	4.60	14.8	259.5	0.24	0.38	4.17
114	4.60	14.9	261.9	0.24	0.38	4.18
115	4.52	14.9	265.6	0.24	0.38	4.20
116	4.44	15.0	270.5	0.23	0.38	4.22
117	4.35	15.1	275.4	0.23	0.38	4.24
118	4.27	15.2	280.3	0.23	0.39	4.26
119	4.19	15.3	284.0	0.23	0.39	4.27
120	4.19	15.3	286.4	0.23	0.39	4.28
121	4.11	15.4	290.1	0.23	0.39	4.29
122	4.03	15.5	295.0	0.23	0.39	4.31
123	3.94	15.6	300.0	0.22	0.39	4.33

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
124	3.86	15.7	304.9	0.22	0.39	4.34
125	3.78	15.8	308.6	0.22	0.40	4.36
126	3.78	20.2	228.3	0.28	0.48	3.21
127	3.70	23.7	230.3	0.33	0.48	3.21
128	3.62	24.3	233.1	0.34	0.48	3.22
129	3.54	24.5	235.8	0.34	0.48	3.24
130	3.46	24.6	238.5	0.33	0.48	3.25
131	3.38	24.7	240.6	0.33	0.48	3.25
132	3.38	24.3	253.5	0.33	0.47	3.42
133	3.34	24.3	254.9	0.33	0.47	3.42
134	3.30	24.4	256.7	0.33	0.47	3.43
135	3.26	24.5	258.5	0.33	0.48	3.43
136	3.22	24.6	260.3	0.33	0.48	3.44
137	3.18	24.7	261.6	0.32	0.48	3.44
138	3.18	25.2	250.5	0.33	0.48	3.29
139	3.11	25.3	252.5	0.33	0.49	3.30
140	3.03	25.3	255.0	0.33	0.49	3.30
141	2.96	25.3	257.9	0.32	0.49	3.32
142	2.88	25.2	262.9	0.32	0.49	3.36
143	2.81	25.1	266.9	0.32	0.49	3.39
144	2.81	25.2	269.5	0.32	0.49	3.41
145	2.73	25.1	273.5	0.32	0.49	3.44
146	2.66	25.0	278.7	0.31	0.49	3.48
147	2.58	25.0	284.1	0.31	0.49	3.52
148	2.51	24.9	289.3	0.31	0.49	3.56
149	2.44	24.9	293.1	0.30	0.49	3.59
150	2.44	24.8	295.3	0.30	0.49	3.60
151	2.36	24.8	297.0	0.30	0.50	3.61
152	2.29	24.7	299.4	0.30	0.50	3.61
153	2.21	24.7	302.0	0.30	0.50	3.62
154	2.14	24.6	304.6	0.29	0.50	3.62
155	2.06	24.6	306.6	0.29	0.50	3.63
156	2.06	24.6	307.9	0.29	0.50	3.63
157	1.99	24.5	309.9	0.29	0.50	3.64
158	1.91	24.5	312.9	0.29	0.50	3.65
159	1.84	24.4	315.9	0.28	0.50	3.66
160	1.76	24.4	318.7	0.28	0.50	3.66
161	1.69	24.3	320.7	0.28	0.50	3.67

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	12.13
Clay, clean, stiff	41.89
Peat, mod prelo...	2.03
Sand, clean, loo...	33.01
Sand, ve sil, loose	13.42
Sand, clean, stiff	410.49
Clay, ve san, stiff	9.56
Sand, clean, loo...	4.89
Clay, ve san, stiff	37.05
Sand, ve sil, loose	0.00

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: 8.75 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	10.19

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, clean, stiff	9.38	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Peat, mod prelo...	8.88	4500.00	4500.00	1800.00	1800.00
Sand, clean, loo...	8.58	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, ve sil, loose	8.08	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, clean, stiff	7.88	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, clean, loo...	3.38	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, ve san, stiff	3.18	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	6750.00	6750.00
Clay, clean, stiff	9.38	4500.00	4500.00
Peat, mod prelo...	8.88	1125.00	1125.00
Sand, clean, loo...	8.58	6750.00	6750.00
Sand, ve sil, loose	8.08	6750.00	6750.00
Sand, clean, stiff	7.88	22500.00	22500.00
Clay, ve san, stiff	3.78	4500.00	4500.00
Sand, clean, loo...	3.38	6750.00	6750.00
Clay, ve san, stiff	3.18	4500.00	4500.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	6750.00	6750.00

7.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
T1	0.00	10.31	Unfavourable (Automatic)	Variable
	2.00	10.31		
T2	7.00	20.63	Unfavourable (Automatic)	Variable
	10.00	20.63		

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	10.15	4.0	40.1	0.68	1.77	6.82
2	10.11	4.2	42.7	0.64	1.60	6.47
3	10.07	4.5	45.3	0.62	1.46	6.19
4	10.03	4.8	47.9	0.59	1.35	5.96
5	9.99	5.0	49.9	0.58	1.26	5.82
6	9.99	5.1	51.5	0.57	1.26	5.71
7	9.93	5.4	54.5	0.55	1.14	5.54

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
8	9.87	5.8	58.5	0.53	1.06	5.35
9	9.81	6.2	62.5	0.52	0.98	5.19
10	9.75	6.6	66.5	0.50	0.93	5.06
11	9.69	6.9	69.5	0.50	0.88	4.98
12	9.69	7.1	69.1	0.49	0.88	4.77
13	9.62	7.4	48.8	0.48	0.84	3.19
14	9.56	7.8	51.9	0.48	0.80	3.17
15	9.50	8.2	55.0	0.47	0.78	3.15
16	9.44	8.6	58.2	0.46	0.75	3.14
17	9.38	8.9	60.7	0.46	0.73	3.13
18	9.38	-4.8	99.8	0.00	0.82	5.03
19	9.33	-4.4	97.5	0.00	0.80	4.74
20	9.28	-4.0	95.6	0.00	0.79	4.45
21	9.23	-3.5	94.7	0.00	0.78	4.23
22	9.18	-3.0	94.5	0.00	0.77	4.05
23	9.13	-2.7	94.6	0.00	0.76	3.94
24	9.13	-2.5	94.8	0.00	0.76	3.87
25	9.08	-2.1	95.2	0.00	0.76	3.78
26	9.03	-1.6	95.9	0.00	0.75	3.68
27	8.98	-1.2	96.9	0.00	0.74	3.59
28	8.93	-0.7	98.0	0.00	0.74	3.51
29	8.88	-0.4	98.9	0.00	0.73	3.46
30	8.88	12.9	45.8	0.45	0.80	1.59
31	8.87	12.9	45.9	0.45	0.80	1.59
32	8.87	13.0	46.0	0.45	0.80	1.59
33	8.86	13.0	46.2	0.45	0.80	1.59
34	8.86	13.1	46.3	0.45	0.80	1.59
35	8.85	13.1	46.4	0.45	0.80	1.59
36	8.85	13.2	46.5	0.45	0.80	1.59
37	8.83	13.3	46.8	0.45	0.80	1.59
38	8.81	13.5	47.3	0.45	0.80	1.59
39	8.79	13.6	47.7	0.45	0.80	1.59
40	8.77	13.8	48.1	0.46	0.79	1.59
41	8.75	13.9	48.4	0.46	0.79	1.59
42	8.75	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
43	8.74	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
44	8.73	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
45	8.72	14.1	48.6	0.46	0.79	1.58
46	8.71	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
47	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
48	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
49	8.68	14.2	48.8	0.46	0.79	1.58
50	8.65	14.2	48.9	0.46	0.79	1.58
51	8.63	14.3	49.5	0.46	0.79	1.59
52	8.60	14.4	52.3	0.46	0.79	1.68
53	8.58	14.4	54.5	0.46	0.79	1.75
54	8.58	11.8	138.9	0.38	0.58	4.44
55	8.53	11.9	144.5	0.38	0.57	4.57
56	8.48	12.1	146.6	0.38	0.57	4.56
57	8.43	12.3	148.6	0.38	0.57	4.56
58	8.38	12.4	150.7	0.38	0.57	4.56
59	8.33	12.5	152.3	0.38	0.57	4.56
60	8.33	12.6	153.4	0.38	0.57	4.56
61	8.28	12.8	155.0	0.37	0.56	4.56
62	8.23	12.9	157.2	0.37	0.56	4.56
63	8.18	13.1	159.4	0.37	0.56	4.56
64	8.13	13.2	161.6	0.37	0.56	4.56
65	8.08	13.4	166.5	0.37	0.56	4.65
66	8.08	15.2	134.1	0.42	0.60	3.72
67	8.04	15.3	135.2	0.42	0.60	3.73
68	8.00	15.5	136.7	0.42	0.60	3.73
69	7.96	15.6	138.1	0.42	0.60	3.73
70	7.92	15.8	139.6	0.42	0.60	3.73

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
71	7.88	15.9	140.7	0.42	0.60	3.73
72	7.88	11.4	224.3	0.30	0.50	5.90
73	7.80	11.6	203.4	0.30	0.50	5.26
74	7.72	11.9	203.6	0.30	0.49	5.15
75	7.63	12.1	210.6	0.30	0.49	5.22
76	7.55	12.3	220.7	0.30	0.49	5.35
77	7.47	12.5	228.7	0.30	0.49	5.46
78	7.47	12.5	234.3	0.29	0.49	5.53
79	7.39	12.4	243.2	0.29	0.49	5.66
80	7.31	12.4	255.8	0.28	0.49	5.83
81	7.22	12.3	273.7	0.28	0.49	6.12
82	7.14	12.3	291.0	0.27	0.49	6.38
83	7.06	12.2	303.2	0.26	0.49	6.55
84	7.06	12.2	311.5	0.26	0.49	6.67
85	6.98	12.1	321.3	0.26	0.49	6.79
86	6.90	12.1	328.0	0.25	0.49	6.80
87	6.81	12.0	343.5	0.25	0.49	7.00
88	6.73	12.0	347.4	0.24	0.49	6.95
89	6.65	11.9	349.9	0.24	0.49	6.91
90	6.65	11.9	351.7	0.23	0.49	6.88
91	6.57	11.9	247.9	0.23	0.49	4.79
92	6.49	11.8	256.2	0.22	0.49	4.87
93	6.40	11.9	269.3	0.22	0.49	5.03
94	6.32	12.1	283.0	0.22	0.49	5.20
95	6.24	12.3	293.6	0.22	0.49	5.33
96	6.24	12.5	300.6	0.22	0.49	5.41
97	6.16	12.6	305.1	0.23	0.49	5.43
98	6.08	12.9	310.1	0.23	0.49	5.43
99	5.99	13.1	315.8	0.23	0.49	5.45
100	5.91	13.4	325.7	0.23	0.49	5.53
101	5.83	13.6	334.0	0.23	0.49	5.61
102	5.83	13.7	339.7	0.23	0.49	5.66
103	5.75	13.6	348.4	0.23	0.49	5.74
104	5.67	13.5	360.3	0.22	0.49	5.85
105	5.58	13.4	367.1	0.21	0.49	5.88
106	5.50	13.3	356.9	0.21	0.49	5.63
107	5.42	13.4	358.0	0.21	0.49	5.59
108	5.42	13.5	360.6	0.21	0.49	5.59
109	5.34	13.7	373.2	0.21	0.49	5.73
110	5.26	14.0	394.7	0.21	0.49	5.98
111	5.17	14.2	413.1	0.21	0.49	6.17
112	5.09	14.4	418.9	0.21	0.49	6.17
113	5.01	14.3	426.1	0.21	0.49	6.22
114	5.01	14.2	433.8	0.21	0.49	6.29
115	4.93	14.8	406.1	0.21	0.49	5.83
116	4.85	17.0	388.2	0.24	0.49	5.50
117	4.76	17.2	393.2	0.24	0.49	5.50
118	4.68	17.2	399.3	0.24	0.49	5.52
119	4.60	17.3	409.1	0.24	0.49	5.60
120	4.60	17.3	416.8	0.24	0.49	5.67
121	4.52	18.6	420.5	0.25	0.49	5.67
122	4.44	18.8	394.5	0.25	0.49	5.25
123	4.35	19.1	399.5	0.25	0.49	5.26
124	4.27	19.3	404.4	0.25	0.49	5.26
125	4.19	19.5	408.1	0.25	0.49	5.26
126	4.19	19.6	410.6	0.25	0.49	5.26
127	4.11	19.8	414.3	0.25	0.49	5.26
128	4.03	20.0	419.3	0.25	0.49	5.26
129	3.94	20.3	424.2	0.25	0.49	5.27
130	3.86	20.5	429.2	0.25	0.49	5.27
131	3.78	20.7	432.9	0.25	0.48	5.27
132	3.78	26.3	335.9	0.32	0.56	4.07
133	3.70	26.5	338.0	0.32	0.56	4.07

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
134	3.62	26.7	340.7	0.32	0.56	4.07
135	3.54	27.0	343.5	0.32	0.56	4.07
136	3.46	27.2	346.2	0.32	0.56	4.07
137	3.38	27.3	348.3	0.32	0.56	4.08
138	3.38	26.9	363.6	0.31	0.55	4.24
139	3.34	27.0	365.0	0.31	0.55	4.24
140	3.30	27.1	366.8	0.31	0.55	4.24
141	3.26	27.2	368.6	0.31	0.55	4.24
142	3.22	27.4	370.4	0.31	0.55	4.24
143	3.18	27.5	371.7	0.31	0.55	4.25
144	3.18	28.1	358.3	0.32	0.56	4.08
145	3.11	28.3	366.2	0.32	0.56	4.15
146	3.03	28.5	374.1	0.32	0.56	4.21
147	2.96	28.7	376.7	0.32	0.56	4.21
148	2.88	28.9	379.2	0.32	0.56	4.21
149	2.81	29.1	381.2	0.32	0.56	4.21
150	2.81	29.2	382.5	0.32	0.56	4.21
151	2.73	29.3	384.3	0.32	0.56	4.21
152	2.66	29.5	385.5	0.32	0.56	4.19
153	2.58	29.7	388.1	0.32	0.56	4.19
154	2.51	30.0	391.2	0.32	0.55	4.20
155	2.44	30.1	394.2	0.32	0.55	4.21
156	2.44	30.2	395.5	0.32	0.55	4.21
157	2.36	30.4	397.4	0.32	0.55	4.21
158	2.29	30.6	400.0	0.32	0.55	4.21
159	2.21	30.8	402.6	0.32	0.55	4.21
160	2.14	31.0	405.2	0.32	0.55	4.21
161	2.06	31.1	407.1	0.32	0.55	4.21
162	2.06	31.2	408.4	0.32	0.55	4.21
163	1.99	31.4	410.4	0.32	0.55	4.21
164	1.91	31.6	413.0	0.32	0.55	4.21
165	1.84	31.8	415.6	0.32	0.55	4.22
166	1.76	32.0	418.2	0.32	0.55	4.22
167	1.69	32.1	420.2	0.32	0.55	4.22

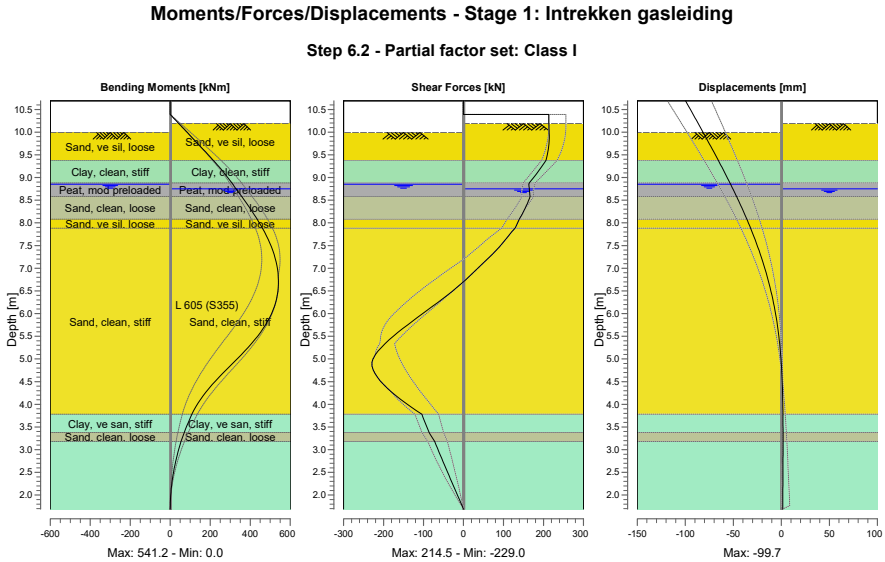
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	5.08
Clay, clean, stiff	0.00
Peat, mod prelo...	4.16
Sand, clean, loo...	6.29
Sand, ve sil, loose	3.11
Sand, clean, stiff	181.76
Clay, ve san, stiff	28.04
Sand, clean, loo...	19.16
Clay, ve san, stiff	110.63
Sand, ve sil, loose	0.00

7.8 Calculation Results

Number of iterations: 8

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

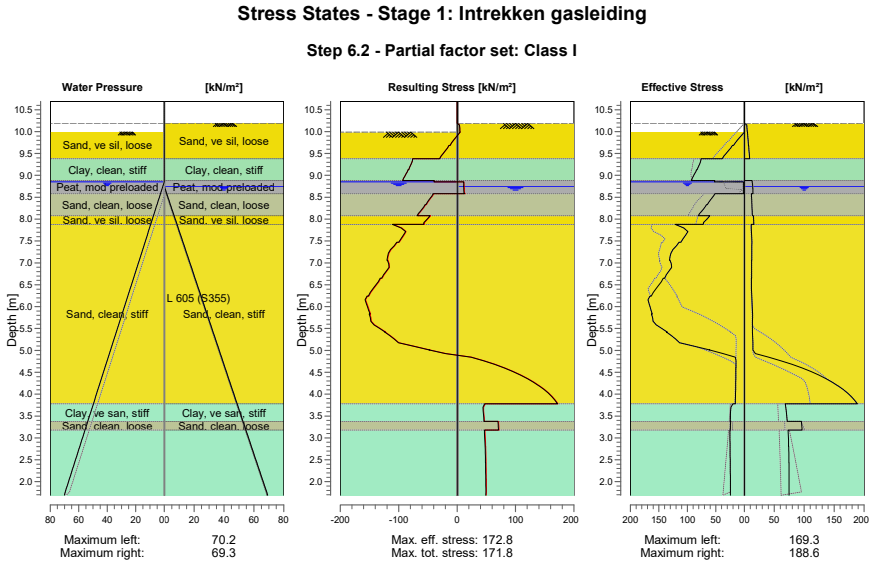


7.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	10.69	0.00	0.00	**-99.7**
1	10.39	0.00	0.00	-91.8
2	10.39	0.00	213.50	-91.8
2	10.19	42.70	213.50	-86.6
3	10.19	42.70	213.50	-86.6
3	9.99	85.47	214.30	-81.4
4	9.99	85.47	214.30	-81.4
4	9.69	150.79	213.12	-73.5
5	9.69	150.79	213.12	-73.5
5	9.38	214.90	206.44	-65.7
6	9.38	214.90	206.44	-65.7
6	9.13	264.08	186.69	-59.5
7	9.13	264.08	186.69	-59.5
7	8.88	308.04	164.56	-53.5
8	8.88	308.04	164.56	-53.5
8	8.85	312.96	163.38	-52.8
9	8.85	312.96	163.38	-52.8
9	8.75	329.35	164.51	-50.5
10	8.75	329.35	164.51	-50.5
10	8.70	337.59	165.07	-49.4
11	8.70	337.59	165.07	-49.4
11	8.58	357.49	166.47	-46.6
12	8.58	357.49	166.47	-46.6
12	8.33	397.69	154.65	-41.1
13	8.33	397.69	154.65	-41.1
13	8.08	434.51	139.27	-35.9
14	8.08	434.51	139.27	-35.9
14	7.88	461.35	128.76	-32.0
15	7.88	461.35	128.76	-32.0
15	7.47	506.06	89.62	-24.6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	7.47	506.06	89.62	-24.6
16	7.06	533.47	42.86	-18.1
17	7.06	533.47	42.86	-18.1
17	6.65	**541.05**	-6.73	-12.6
18	6.65	**541.05**	-6.73	-12.6
18	6.24	526.66	-64.92	-8.2
19	6.24	526.66	-64.98	-8.2
19	5.83	486.98	-128.06	-4.7
20	5.83	486.98	-128.13	-4.7
20	5.42	422.17	-186.19	-2.2
21	5.42	422.17	-186.29	-2.2
21	5.01	336.68	-225.86	-0.4
22	5.01	336.66	**-226.18**	-0.4
22	4.60	244.25	-215.61	0.7
23	4.60	244.26	-215.42	0.7
23	4.19	164.60	-169.09	1.3
24	4.19	164.60	-169.05	1.3
24	3.78	108.12	-104.30	1.7
25	3.78	108.12	-104.28	1.7
25	3.38	70.02	-86.20	1.8
26	3.38	70.02	-86.19	1.8
26	3.18	54.19	-72.12	1.8
27	3.18	54.19	-72.12	1.8
27	2.81	30.59	-54.51	1.8
28	2.81	30.59	-54.51	1.8
28	2.44	13.63	-36.52	1.7
29	2.44	13.63	-36.52	1.7
29	2.06	3.41	-18.32	1.6
30	2.06	3.41	-18.32	1.6
30	1.69	0.00	0.00	1.4
Max		**541.05**	**-226.18**	**-99.7**
Max, minor nodes incl.		541.17	-228.96	-99.7

7.8.3 Charts of Stresses



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	10.69	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
3	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
3	9.99	0.00	0.00	-		4.96	0.00	A	
4	9.99	0.00	0.00	P		5.12	0.00	A	
4	9.69	18.94	0.00	P		6.91	0.00	A	
5	9.69	20.94	0.00	P		7.11	0.00	A	
5	9.38	38.88	0.00	P		8.89	0.00	A	
6	9.38	76.11	0.00	P		0.00	0.00	A	
6	9.13	82.87	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	9.13	83.88	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	8.88	93.32	0.00	P		0.00	0.00	A	
8	8.88	52.02	0.00	P		12.88	0.00	A	
8	8.85	52.67	0.00	P		13.11	0.00	A	
9	8.85	1.76	0.00	P		13.17	0.00	A	
9	8.75	1.76	0.98	P		13.94	0.00	A	
10	8.75	1.76	0.98	P		13.99	0.00	A	
10	8.70	1.76	1.47	P		14.11	0.49	A	
11	8.70	1.76	1.47	P		14.13	0.49	A	
11	8.58	0.64	2.65	P		14.43	1.67	A	
12	8.58	51.69	2.65	P		11.81	1.67	A	
12	8.33	65.06	5.10	P		12.55	4.12	A	
13	8.33	66.55	5.10	P		12.63	4.12	A	
13	8.08	80.89	7.55	P		13.37	6.57	A	
14	8.08	60.70	7.55	P		15.22	6.57	A	
14	7.88	72.04	9.52	P		15.88	8.53	A	
15	7.88	121.20	9.52	P		11.41	8.53	A	
15	7.47	111.59	13.54	P		12.50	12.56	A	
16	7.47	114.67	13.54	P		12.49	12.56	A	
16	7.06	131.35	17.56	P		12.22	16.58	A	
17	7.06	130.50	17.56	P		12.19	16.58	A	
17	6.65	140.19	21.58	P		11.94	20.60	A	
18	6.65	142.49	21.58	P		11.91	20.60	A	
18	6.24	163.39	25.60	P		12.33	24.62	A	
19	6.24	165.73	25.60	P		12.46	24.62	A	
19	5.83	161.53	29.63	3	86	13.58	28.65	A	
20	5.83	163.13	29.63	3	86	13.70	28.65	A	
20	5.42	135.59	33.65	2	64	13.40	32.67	A	
21	5.42	136.51	33.65	2	64	13.53	32.67	A	
21	5.01	60.94	37.67	1	26	14.31	36.69	A	
22	5.01	61.10	37.67	1	26	14.24	36.69	A	
22	4.60	14.80	41.69	A		95.92	40.71	1	23
23	4.60	14.86	41.69	A		96.14	40.71	1	23
23	4.19	15.28	45.71	A		156.44	44.73	1	38
24	4.19	15.33	45.71	A		156.66	44.73	1	38
24	3.78	15.84	49.74	A		188.63	48.76	1	44
25	3.78	20.17	49.74	A		68.30	48.76	1	20
25	3.38	24.70	53.66	A		71.57	52.68	1	21
26	3.38	24.25	53.66	A		95.10	52.68	1	26
26	3.18	24.67	55.62	A		96.38	54.64	1	26
27	3.18	25.24	55.62	A		72.99	54.64	1	20
27	2.81	25.11	59.28	A		73.93	58.30	1	19
28	2.81	25.16	59.28	A		74.09	58.30	1	19
28	2.44	24.86	62.93	A		74.37	61.95	1	19
29	2.44	24.83	62.93	A		74.54	61.95	1	19
29	2.06	24.60	66.59	A		74.52	65.60	1	18
30	2.06	24.57	66.59	A		74.69	65.60	1	18
30	1.69	24.61	70.24	1		74.58	69.26	1	18

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	564.5	358.2
Water	251.5	244.5
Total	815.9	602.7

Maximum effective resistance at left side	1471.55 kN
Mobilized effective resistance at left side	564.47 kN
Percentage mobilized resistance at left side	38.4 %
Maximum effective resistance at right side	2397.12 kN
Mobilized effective resistance at right side	358.23 kN
Percentage mobilized resistance at right side	14.9 %

7.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.39
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	20.000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-130.10
Vertical force passive	212.30
Resulting vertical force (no dead weight)	82.20
Vertical toe capacity Rb;d	212.23
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-130.10
Vertical force passive	212.30
Resulting vertical force (no dead weight)	82.20
Vertical toe capacity Rb;d	5035.97
Resultant goes up	

7.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
10.19	Sand, ve sil, loose	3.47	10.19	Sand, ve sil, loose	-1.45
9.38	Clay, clean, stiff	8.25	9.38	Clay, clean, stiff	0.00
8.88	Peat, mod prelo...	0.28	8.88	Peat, mod prelo...	-0.58
8.58	Sand, clean, loo...	10.67	8.58	Sand, clean, loo...	-2.03
8.08	Sand, ve sil, loose	3.84	8.08	Sand, ve sil, loose	-0.89
7.88	Sand, clean, stiff	169.45	7.88	Sand, clean, stiff	-75.03
3.78	Clay, ve san, stiff	3.03	3.78	Clay, ve san, stiff	-8.88
3.38	Sand, clean, loo...	1.58	3.38	Sand, clean, loo...	-6.19
3.18	Clay, ve san, stiff	11.74	3.18	Clay, ve san, stiff	-35.04
-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00	-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00

8 Step 6.3 Stage 1: Intrekken gasleiding

8.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side Left side

8.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Trekkracht	10.39	-213.50	Unfavourable (Automatic)	Variable

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: 8.55 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	9.99
2.50	9.99
4.00	8.99

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, clean, stiff	9.38	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Peat, mod prelo...	8.88	1538.46	1538.46	615.38	615.38
Sand, clean, loo...	8.58	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, ve sil, loose	8.08	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, clean, stiff	7.88	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Clay, ve san, stiff	3.78	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, clean, loo...	3.38	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, ve san, stiff	3.18	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, ve sil, loose	-1.92	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	2307.69	2307.69
Clay, clean, stiff	9.38	1538.46	1538.46
Peat, mod prelo...	8.88	384.62	384.62
Sand, clean, loo...	8.58	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	8.08	2307.69	2307.69
Sand, clean, stiff	7.88	7692.31	7692.31
Clay, ve san, stiff	3.78	1538.46	1538.46
Sand, clean, loo...	3.38	2307.69	2307.69
Clay, ve san, stiff	3.18	1538.46	1538.46
Sand, ve sil, loose	-1.92	2307.69	2307.69

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	9.93	0.4	4.0	0.36	0.36	3.63
2	9.87	0.8	8.0	0.36	0.36	3.63
3	9.81	1.2	12.0	0.36	0.36	3.63
4	9.75	1.6	16.0	0.36	0.36	3.63
5	9.69	1.9	18.9	0.36	0.36	3.63
6	9.69	2.1	20.9	0.36	0.36	3.63
7	9.62	2.4	23.9	0.36	0.36	3.64
8	9.56	2.8	27.9	0.36	0.36	3.64
9	9.50	3.2	31.9	0.36	0.36	3.64
10	9.44	3.6	35.9	0.36	0.36	3.64
11	9.38	3.9	38.9	0.36	0.36	3.64
12	9.38	-11.5	76.1	0.00	0.48	6.80
13	9.33	-11.1	76.6	0.00	0.48	6.44
14	9.28	-7.4	77.9	0.00	0.48	6.07
15	9.23	0.0	79.6	0.00	0.48	5.77
16	9.18	0.0	81.4	0.00	0.48	5.53
17	9.13	0.0	82.9	0.00	0.49	5.37
18	9.13	0.0	83.9	0.00	0.49	5.28
19	9.08	0.0	85.4	0.00	0.49	5.15
20	9.03	0.0	87.5	0.00	0.49	4.99
21	8.98	0.0	89.6	0.00	0.49	4.85
22	8.93	0.0	91.7	0.00	0.50	4.73
23	8.88	0.0	93.3	0.00	0.50	4.64
24	8.88	0.0	52.1	0.00	0.58	2.55
25	8.85	0.0	52.6	0.00	0.58	2.54
26	8.83	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
27	8.80	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
28	8.78	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
29	8.75	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
30	8.75	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
31	8.74	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
32	8.73	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
33	8.72	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
34	8.71	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
35	8.70	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
36	8.70	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
37	8.68	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
38	8.65	0.0	4.3	0.00	0.18	0.18
39	8.63	0.0	4.3	0.00	0.18	0.18
40	8.60	0.0	4.1	0.00	0.17	0.17
41	8.58	0.0	7.4	0.00	0.30	0.30
42	8.58	0.0	69.8	0.00	0.33	2.86
43	8.57	0.0	70.3	0.00	0.34	2.87
44	8.57	0.0	70.8	0.00	0.34	2.87
45	8.56	0.0	71.2	0.00	0.34	2.88
46	8.56	0.0	71.6	0.00	0.34	2.88
47	8.55	0.0	71.9	0.00	0.34	2.89
48	8.55	0.0	72.1	0.00	0.34	2.88
49	8.50	0.0	72.6	0.00	0.34	2.86
50	8.46	0.0	73.7	0.00	0.34	2.85
51	8.41	0.0	75.2	0.00	0.34	2.86
52	8.36	8.0	77.0	0.30	0.34	2.88
53	8.31	8.8	78.5	0.32	0.34	2.90
54	8.31	8.9	79.6	0.32	0.34	2.92
55	8.27	9.0	81.2	0.32	0.34	2.94
56	8.22	9.1	84.1	0.33	0.34	2.99
57	8.17	9.3	86.6	0.33	0.34	3.04
58	8.13	9.4	89.5	0.33	0.34	3.09
59	8.08	9.5	91.9	0.33	0.34	3.13
60	8.08	10.9	69.3	0.37	0.38	2.35

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
61	8.04	11.0	71.5	0.37	0.38	2.40
62	8.00	11.1	74.4	0.37	0.39	2.47
63	7.96	11.3	77.4	0.37	0.39	2.53
64	7.92	11.4	80.3	0.37	0.39	2.60
65	7.88	11.5	82.5	0.37	0.39	2.64
66	7.88	8.4	138.5	0.27	0.27	4.39
67	7.80	8.5	135.4	0.27	0.28	4.21
68	7.72	8.8	118.2	0.27	0.28	3.58
69	7.63	9.0	118.1	0.27	0.28	3.49
70	7.55	9.3	122.1	0.27	0.28	3.52
71	7.47	9.5	125.6	0.27	0.29	3.55
72	7.47	9.6	128.6	0.27	0.29	3.60
73	7.39	9.8	133.2	0.27	0.29	3.66
74	7.31	10.0	139.4	0.27	0.29	3.74
75	7.22	10.3	144.5	0.27	0.30	3.79
76	7.14	10.5	146.3	0.27	0.30	3.76
77	7.06	10.7	147.5	0.27	0.30	3.73
78	7.06	10.8	148.3	0.27	0.30	3.71
79	6.98	11.0	147.1	0.27	0.31	3.62
80	6.90	11.2	144.7	0.27	0.31	3.49
81	6.81	11.5	147.0	0.27	0.31	3.47
82	6.73	11.7	151.6	0.27	0.31	3.51
83	6.65	11.9	155.1	0.27	0.32	3.54
84	6.65	12.0	157.4	0.27	0.32	3.56
85	6.57	12.2	160.8	0.27	0.32	3.59
86	6.49	12.4	165.5	0.27	0.32	3.62
87	6.40	12.7	170.2	0.27	0.33	3.66
88	6.32	12.8	174.8	0.27	0.33	3.69
89	6.24	12.9	178.4	0.27	0.33	3.71
90	6.24	13.0	180.7	0.27	0.33	3.73
91	6.16	13.1	184.3	0.27	0.34	3.75
92	6.08	13.3	189.0	0.27	0.34	3.79
93	5.99	13.4	193.8	0.26	0.34	3.82
94	5.91	13.6	198.5	0.26	0.34	3.85
95	5.83	13.7	202.1	0.26	0.35	3.87
96	5.83	13.7	204.5	0.26	0.35	3.88
97	5.75	13.9	208.1	0.26	0.35	3.90
98	5.67	14.0	212.9	0.26	0.35	3.93
99	5.58	14.1	217.7	0.26	0.36	3.96
100	5.50	14.3	222.5	0.26	0.36	3.98
101	5.42	14.4	226.2	0.25	0.36	4.00
102	5.42	14.4	228.6	0.25	0.36	4.01
103	5.34	14.5	232.2	0.25	0.36	4.03
104	5.26	14.6	237.1	0.25	0.36	4.06
105	5.17	14.8	241.9	0.25	0.37	4.08
106	5.09	14.9	246.8	0.25	0.37	4.10
107	5.01	15.0	250.4	0.25	0.37	4.12
108	5.01	15.0	252.9	0.25	0.37	4.13
109	4.93	15.1	256.5	0.24	0.37	4.15
110	4.85	15.2	261.4	0.24	0.38	4.17
111	4.76	15.3	266.3	0.24	0.38	4.19
112	4.68	15.4	271.2	0.24	0.38	4.21
113	4.60	15.5	274.9	0.24	0.38	4.22
114	4.60	15.6	277.3	0.24	0.38	4.23
115	4.52	15.6	281.0	0.24	0.38	4.25
116	4.44	15.7	285.9	0.23	0.39	4.27
117	4.35	15.8	290.8	0.23	0.39	4.28
118	4.27	15.9	295.7	0.23	0.39	4.30
119	4.19	15.9	299.4	0.23	0.39	4.31
120	4.19	16.0	301.9	0.23	0.39	4.32
121	4.11	16.1	305.6	0.23	0.39	4.34
122	4.03	16.1	310.5	0.23	0.39	4.35
123	3.94	16.3	315.4	0.23	0.40	4.37

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
124	3.86	16.4	320.4	0.22	0.40	4.38
125	3.78	16.5	324.1	0.22	0.40	4.40
126	3.78	22.9	240.6	0.31	0.48	3.25
127	3.70	25.1	242.6	0.34	0.48	3.25
128	3.62	25.3	245.4	0.34	0.48	3.26
129	3.54	25.4	248.1	0.34	0.48	3.27
130	3.46	25.5	250.8	0.33	0.48	3.28
131	3.38	25.6	252.9	0.33	0.48	3.29
132	3.38	25.2	266.3	0.33	0.48	3.45
133	3.34	25.2	267.6	0.33	0.48	3.46
134	3.30	25.3	269.4	0.33	0.48	3.46
135	3.26	25.4	271.2	0.33	0.48	3.47
136	3.22	25.5	273.0	0.32	0.48	3.48
137	3.18	25.6	274.4	0.32	0.48	3.48
138	3.18	26.2	262.9	0.33	0.49	3.32
139	3.11	26.3	264.8	0.33	0.49	3.33
140	3.03	26.2	267.3	0.33	0.49	3.34
141	2.96	26.2	270.2	0.32	0.49	3.35
142	2.88	26.1	275.0	0.32	0.49	3.39
143	2.81	26.0	279.0	0.32	0.49	3.42
144	2.81	26.0	281.7	0.32	0.49	3.44
145	2.73	25.9	285.6	0.32	0.49	3.47
146	2.66	25.9	290.9	0.31	0.49	3.51
147	2.58	25.8	296.3	0.31	0.50	3.55
148	2.51	25.7	301.5	0.31	0.50	3.59
149	2.44	25.7	305.3	0.30	0.50	3.61
150	2.44	25.7	307.6	0.30	0.50	3.63
151	2.36	25.6	309.4	0.30	0.50	3.63
152	2.29	25.5	311.8	0.30	0.50	3.63
153	2.21	25.5	314.4	0.29	0.50	3.64
154	2.14	25.4	317.0	0.29	0.50	3.65
155	2.06	25.4	319.0	0.29	0.50	3.65
156	2.06	25.3	320.3	0.29	0.50	3.65
157	1.99	25.3	322.3	0.29	0.50	3.66
158	1.91	25.2	325.3	0.28	0.50	3.67
159	1.84	25.2	328.3	0.28	0.50	3.68
160	1.76	25.1	331.1	0.28	0.50	3.68
161	1.69	25.1	333.1	0.28	0.51	3.69

8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	12.13
Clay, clean, stiff	41.86
Peat, mod prelo...	2.74
Sand, clean, loo...	39.76
Sand, ve sil, loose	15.18
Sand, clean, stiff	379.48
Clay, ve san, stiff	10.05
Sand, clean, loo...	5.08
Clay, ve san, stiff	38.26
Sand, ve sil, loose	0.00

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: 8.75 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	10.19

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, clean, stiff	9.38	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Peat, mod prelo...	8.88	1538.46	1538.46	615.38	615.38
Sand, clean, loo...	8.58	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, ve sil, loose	8.08	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Sand, clean, stiff	7.88	30769.23	30769.23	15384.62	15384.62
Clay, ve san, stiff	3.78	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, clean, loo...	3.38	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38
Clay, ve san, stiff	3.18	4615.38	4615.38	3076.92	3076.92
Sand, ve sil, loose	-1.92	9230.77	9230.77	4615.38	4615.38

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	2307.69	2307.69
Clay, clean, stiff	9.38	1538.46	1538.46
Peat, mod prelo...	8.88	384.62	384.62
Sand, clean, loo...	8.58	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	8.08	2307.69	2307.69
Sand, clean, stiff	7.88	7692.31	7692.31
Clay, ve san, stiff	3.78	1538.46	1538.46
Sand, clean, loo...	3.38	2307.69	2307.69
Clay, ve san, stiff	3.18	1538.46	1538.46
Sand, ve sil, loose	-1.92	2307.69	2307.69

8.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
T1	0.00	10.31	Unfavourable (Automatic)	Variable
	2.00	10.31		
T2	7.00	20.63	Unfavourable (Automatic)	Variable
	10.00	20.63		

8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	10.15	4.0	40.1	0.68	1.77	6.82
2	10.11	4.2	42.7	0.64	1.60	6.47
3	10.07	4.5	45.3	0.62	1.46	6.19
4	10.03	4.8	47.9	0.59	1.35	5.96
5	9.99	5.0	49.9	0.58	1.26	5.82
6	9.99	5.1	51.5	0.57	1.26	5.71
7	9.93	5.4	54.5	0.55	1.14	5.54

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
8	9.87	5.8	58.5	0.53	1.06	5.35
9	9.81	6.2	62.5	0.52	0.98	5.19
10	9.75	6.6	66.5	0.50	0.93	5.06
11	9.69	6.9	69.5	0.50	0.88	4.98
12	9.69	7.1	69.1	0.49	0.88	4.77
13	9.62	7.4	48.8	0.48	0.84	3.19
14	9.56	7.8	51.9	0.48	0.80	3.17
15	9.50	8.2	55.0	0.47	0.78	3.15
16	9.44	8.6	58.2	0.46	0.75	3.14
17	9.38	8.9	60.7	0.46	0.73	3.13
18	9.38	-4.8	99.8	0.00	0.82	5.03
19	9.33	-4.4	97.5	0.00	0.80	4.74
20	9.28	-4.0	95.6	0.00	0.79	4.45
21	9.23	-3.5	94.7	0.00	0.78	4.23
22	9.18	-3.0	94.5	0.00	0.77	4.05
23	9.13	-2.7	94.6	0.00	0.76	3.94
24	9.13	-2.5	94.8	0.00	0.76	3.87
25	9.08	-2.1	95.2	0.00	0.76	3.78
26	9.03	-1.6	95.9	0.00	0.75	3.68
27	8.98	-1.2	96.9	0.00	0.74	3.59
28	8.93	-0.7	98.0	0.00	0.74	3.51
29	8.88	-0.4	98.9	0.00	0.73	3.46
30	8.88	12.9	45.9	0.45	0.80	1.59
31	8.85	13.1	46.3	0.45	0.80	1.59
32	8.83	13.3	46.9	0.45	0.80	1.59
33	8.80	13.5	47.4	0.45	0.80	1.59
34	8.78	13.8	48.0	0.45	0.79	1.59
35	8.75	13.9	48.4	0.46	0.79	1.59
36	8.75	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
37	8.74	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
38	8.73	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
39	8.72	14.1	48.6	0.46	0.79	1.58
40	8.71	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
41	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
42	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
43	8.68	14.2	48.8	0.46	0.79	1.58
44	8.65	14.2	48.9	0.46	0.79	1.58
45	8.63	14.3	49.5	0.46	0.79	1.59
46	8.60	14.4	52.3	0.46	0.79	1.68
47	8.58	14.4	54.5	0.46	0.79	1.75
48	8.58	11.8	136.1	0.38	0.58	4.36
49	8.57	11.8	137.2	0.38	0.58	4.39
50	8.57	11.8	138.9	0.38	0.58	4.44
51	8.56	11.8	140.2	0.38	0.58	4.47
52	8.56	11.8	141.9	0.38	0.58	4.52
53	8.55	11.9	143.2	0.38	0.57	4.56
54	8.55	11.9	144.3	0.38	0.57	4.57
55	8.50	12.0	145.7	0.38	0.57	4.57
56	8.46	12.2	147.6	0.38	0.57	4.56
57	8.41	12.3	149.5	0.38	0.57	4.56
58	8.36	12.5	151.5	0.38	0.57	4.56
59	8.31	12.6	153.0	0.38	0.57	4.56
60	8.31	12.7	154.0	0.38	0.57	4.56
61	8.27	12.8	155.5	0.37	0.56	4.56
62	8.22	12.9	157.6	0.37	0.56	4.56
63	8.17	13.1	159.6	0.37	0.56	4.56
64	8.13	13.3	161.7	0.37	0.56	4.56
65	8.08	13.4	166.8	0.37	0.56	4.66
66	8.08	15.2	134.1	0.42	0.60	3.72
67	8.04	15.3	135.2	0.42	0.60	3.73
68	8.00	15.5	136.7	0.42	0.60	3.73
69	7.96	15.6	138.1	0.42	0.60	3.73
70	7.92	15.8	139.6	0.42	0.60	3.73

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
71	7.88	15.9	140.7	0.42	0.60	3.73
72	7.88	11.4	224.3	0.30	0.50	5.90
73	7.80	11.6	203.4	0.30	0.50	5.26
74	7.72	11.9	203.6	0.30	0.49	5.15
75	7.63	12.1	210.6	0.30	0.49	5.22
76	7.55	12.3	220.7	0.30	0.49	5.35
77	7.47	12.5	228.7	0.30	0.49	5.46
78	7.47	12.5	234.3	0.29	0.49	5.53
79	7.39	12.4	243.2	0.29	0.49	5.66
80	7.31	12.4	255.8	0.28	0.49	5.83
81	7.22	12.3	273.7	0.28	0.49	6.12
82	7.14	12.3	291.0	0.27	0.49	6.38
83	7.06	12.2	303.2	0.26	0.49	6.55
84	7.06	12.2	311.5	0.26	0.49	6.67
85	6.98	12.1	321.3	0.26	0.49	6.79
86	6.90	12.1	328.0	0.25	0.49	6.80
87	6.81	12.0	343.5	0.25	0.49	7.00
88	6.73	12.0	347.4	0.24	0.49	6.95
89	6.65	11.9	349.9	0.24	0.49	6.91
90	6.65	11.9	351.7	0.23	0.49	6.88
91	6.57	11.9	247.9	0.23	0.49	4.79
92	6.49	11.8	256.2	0.22	0.49	4.87
93	6.40	11.9	269.3	0.22	0.49	5.03
94	6.32	12.1	283.0	0.22	0.49	5.20
95	6.24	12.3	293.6	0.22	0.49	5.33
96	6.24	12.5	300.6	0.22	0.49	5.41
97	6.16	12.6	305.1	0.23	0.49	5.43
98	6.08	12.9	310.1	0.23	0.49	5.43
99	5.99	13.1	315.8	0.23	0.49	5.45
100	5.91	13.4	325.7	0.23	0.49	5.53
101	5.83	13.6	334.0	0.23	0.49	5.61
102	5.83	13.7	339.7	0.23	0.49	5.66
103	5.75	13.6	348.4	0.23	0.49	5.74
104	5.67	13.5	360.3	0.22	0.49	5.85
105	5.58	13.4	367.1	0.21	0.49	5.88
106	5.50	13.3	356.9	0.21	0.49	5.63
107	5.42	13.4	358.0	0.21	0.49	5.59
108	5.42	13.5	360.6	0.21	0.49	5.59
109	5.34	13.7	373.2	0.21	0.49	5.73
110	5.26	14.0	394.7	0.21	0.49	5.98
111	5.17	14.2	413.1	0.21	0.49	6.17
112	5.09	14.4	418.9	0.21	0.49	6.17
113	5.01	14.3	426.1	0.21	0.49	6.22
114	5.01	14.2	433.8	0.21	0.49	6.29
115	4.93	14.8	406.1	0.21	0.49	5.83
116	4.85	17.0	388.2	0.24	0.49	5.50
117	4.76	17.2	393.2	0.24	0.49	5.50
118	4.68	17.2	399.3	0.24	0.49	5.52
119	4.60	17.3	409.1	0.24	0.49	5.60
120	4.60	17.3	416.8	0.24	0.49	5.67
121	4.52	18.6	420.5	0.25	0.49	5.67
122	4.44	18.8	394.5	0.25	0.49	5.25
123	4.35	19.1	399.5	0.25	0.49	5.26
124	4.27	19.3	404.4	0.25	0.49	5.26
125	4.19	19.5	408.1	0.25	0.49	5.26
126	4.19	19.6	410.6	0.25	0.49	5.26
127	4.11	19.8	414.3	0.25	0.49	5.26
128	4.03	20.0	419.3	0.25	0.49	5.26
129	3.94	20.3	424.2	0.25	0.49	5.27
130	3.86	20.5	429.2	0.25	0.49	5.27
131	3.78	20.7	432.9	0.25	0.48	5.27
132	3.78	26.3	335.9	0.32	0.56	4.07
133	3.70	26.5	338.0	0.32	0.56	4.07

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
134	3.62	26.7	340.7	0.32	0.56	4.07
135	3.54	27.0	343.5	0.32	0.56	4.07
136	3.46	27.2	346.2	0.32	0.56	4.07
137	3.38	27.3	348.3	0.32	0.56	4.08
138	3.38	26.9	363.6	0.31	0.55	4.24
139	3.34	27.0	365.0	0.31	0.55	4.24
140	3.30	27.1	366.8	0.31	0.55	4.24
141	3.26	27.2	368.6	0.31	0.55	4.24
142	3.22	27.4	370.4	0.31	0.55	4.24
143	3.18	27.5	371.7	0.31	0.55	4.25
144	3.18	28.1	358.3	0.32	0.56	4.08
145	3.11	28.3	366.2	0.32	0.56	4.15
146	3.03	28.5	374.1	0.32	0.56	4.21
147	2.96	28.7	376.7	0.32	0.56	4.21
148	2.88	28.9	379.2	0.32	0.56	4.21
149	2.81	29.1	381.2	0.32	0.56	4.21
150	2.81	29.2	382.5	0.32	0.56	4.21
151	2.73	29.3	384.3	0.32	0.56	4.21
152	2.66	29.5	385.5	0.32	0.56	4.19
153	2.58	29.7	388.1	0.32	0.56	4.19
154	2.51	30.0	391.2	0.32	0.55	4.20
155	2.44	30.1	394.2	0.32	0.55	4.21
156	2.44	30.2	395.5	0.32	0.55	4.21
157	2.36	30.4	397.4	0.32	0.55	4.21
158	2.29	30.6	400.0	0.32	0.55	4.21
159	2.21	30.8	402.6	0.32	0.55	4.21
160	2.14	31.0	405.2	0.32	0.55	4.21
161	2.06	31.1	407.1	0.32	0.55	4.21
162	2.06	31.2	408.4	0.32	0.55	4.21
163	1.99	31.4	410.4	0.32	0.55	4.21
164	1.91	31.6	413.0	0.32	0.55	4.21
165	1.84	31.8	415.6	0.32	0.55	4.22
166	1.76	32.0	418.2	0.32	0.55	4.22
167	1.69	32.1	420.2	0.32	0.55	4.22

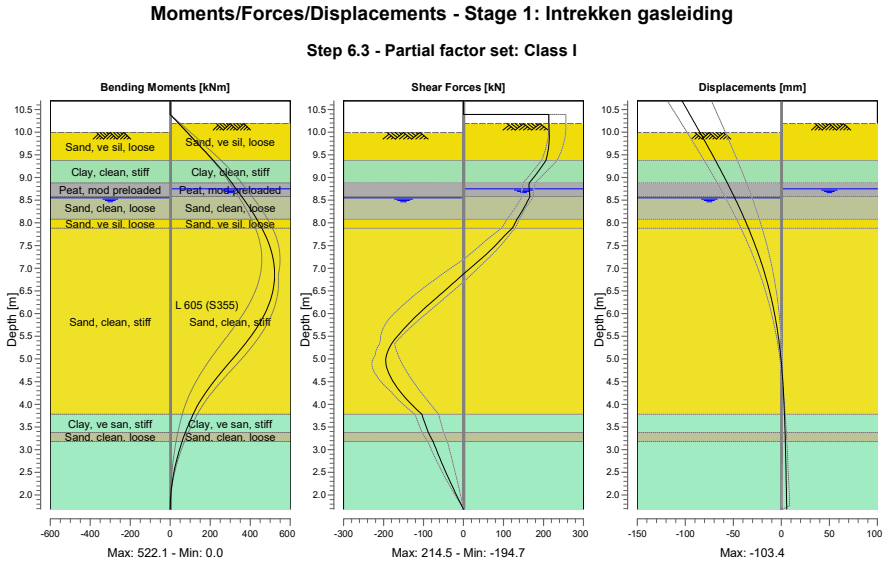
8.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	5.08
Clay, clean, stiff	0.00
Peat, mod prelo...	4.16
Sand, clean, loo...	6.29
Sand, ve sil, loose	3.11
Sand, clean, stiff	145.39
Clay, ve san, stiff	25.30
Sand, clean, loo...	16.92
Clay, ve san, stiff	111.32
Sand, ve sil, loose	0.00

8.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

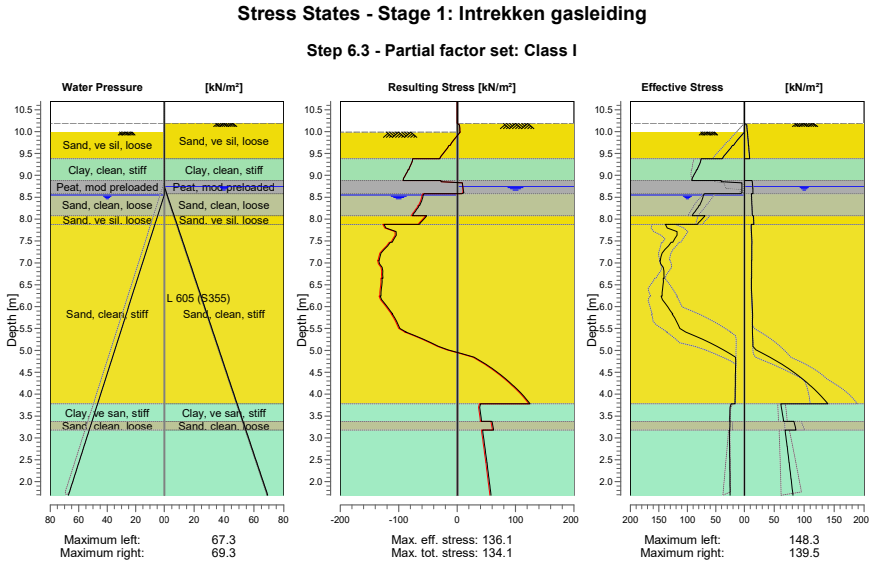


8.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	10.69	0.00	0.00	**-103.4**
1	10.39	0.00	0.00	-95.4
2	10.39	0.00	213.50	-95.4
2	10.19	42.70	213.50	-90.0
3	10.19	42.70	213.50	-90.0
3	9.99	85.47	**214.30**	-84.7
4	9.99	85.47	**214.30**	-84.7
4	9.69	150.79	213.12	-76.6
5	9.69	150.79	213.12	-76.6
5	9.38	214.90	206.44	-68.7
6	9.38	214.90	206.44	-68.7
6	9.13	264.08	186.69	-62.4
7	9.13	264.08	186.69	-62.4
7	8.88	308.04	164.58	-56.3
8	8.88	308.04	164.58	-56.3
8	8.75	329.36	164.35	-53.2
9	8.75	329.36	164.35	-53.2
9	8.70	337.59	164.85	-52.0
10	8.70	337.59	164.85	-52.0
10	8.58	357.45	166.14	-49.3
11	8.58	357.45	166.14	-49.3
11	8.55	362.41	164.42	-48.6
12	8.55	362.41	164.42	-48.6
12	8.31	399.40	150.20	-43.3
13	8.31	399.40	150.20	-43.3
13	8.08	432.81	133.65	-38.3
14	8.08	432.81	133.64	-38.3
14	7.88	458.41	121.97	-34.3
15	7.88	458.41	121.97	-34.3
15	7.47	498.83	76.36	-26.6

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	7.47	498.83	76.36	-26.6
16	7.06	**519.83**	24.70	-19.9
17	7.06	**519.83**	24.66	-19.9
17	6.65	518.97	-28.35	-14.2
18	6.65	518.97	-28.34	-14.2
18	6.24	496.51	-81.37	-9.5
19	6.24	496.51	-81.43	-9.5
19	5.83	452.58	-131.31	-5.6
20	5.83	452.58	-131.31	-5.6
20	5.42	389.92	-173.02	-2.7
21	5.42	389.91	-173.16	-2.7
21	5.01	313.61	-194.30	-0.5
22	5.01	313.59	-194.35	-0.5
22	4.60	235.39	-182.28	1.2
23	4.60	235.40	-182.19	1.2
23	4.19	166.77	-150.00	2.4
24	4.19	166.77	-149.99	2.4
24	3.78	114.25	-104.26	3.2
25	3.78	114.25	-104.25	3.2
25	3.38	75.72	-88.22	3.9
26	3.38	75.72	-88.22	3.9
26	3.18	59.29	-75.98	4.1
27	3.18	59.29	-75.98	4.1
27	2.81	34.10	-59.04	4.6
28	2.81	34.10	-59.04	4.6
28	2.44	15.48	-40.70	4.9
29	2.44	15.48	-40.70	4.9
29	2.06	3.95	-21.00	5.3
30	2.06	3.95	-21.00	5.3
30	1.69	0.00	0.00	5.6
Max		**519.83**	**214.30**	**-103.4**
Max, minor nodes incl.		522.09	214.50	-103.4

8.8.3 Charts of Stresses



8.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	10.69	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
3	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
3	9.99	0.00	0.00	-		4.96	0.00	A	
4	9.99	0.00	0.00	P		5.12	0.00	A	
4	9.69	18.94	0.00	P		6.91	0.00	A	
5	9.69	20.94	0.00	P		7.11	0.00	A	
5	9.38	38.88	0.00	P		8.89	0.00	A	
6	9.38	76.11	0.00	P		0.00	0.00	A	
6	9.13	82.87	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	9.13	83.88	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	8.88	92.21	0.00	3	99	0.00	0.00	A	
8	8.88	40.56	0.00	2	78	12.92	0.00	A	
8	8.75	4.31	0.00	P		13.92	0.00	A	
9	8.75	4.31	0.00	P		13.99	0.00	A	
9	8.70	4.31	0.00	P		14.11	0.49	A	
10	8.70	4.31	0.00	P		14.13	0.49	A	
10	8.58	7.41	0.00	P		14.43	1.67	A	
11	8.58	69.78	0.00	P		11.77	1.67	A	
11	8.55	71.91	0.00	P		11.86	1.96	A	
12	8.55	72.08	0.00	P		11.90	1.96	A	
12	8.31	78.52	2.31	P		12.60	4.27	A	
13	8.31	79.60	2.31	P		12.67	4.27	A	
13	8.08	91.55	4.61	3	99	13.37	6.57	A	
14	8.08	69.27	4.61	P		15.22	6.57	A	
14	7.88	82.36	6.57	3	99	15.88	8.53	A	
15	7.88	138.53	6.57	P		11.41	8.53	A	
15	7.47	125.56	10.59	P		12.50	12.56	A	
16	7.47	128.63	10.59	P		12.49	12.56	A	
16	7.06	147.53	14.62	P		12.22	16.58	A	
17	7.06	148.25	14.62	P		12.19	16.58	A	
17	6.65	140.94	18.64	3	91	11.94	20.60	A	
18	6.65	142.49	18.64	3	91	11.91	20.60	A	
18	6.24	144.48	22.66	3	81	12.33	24.62	A	
19	6.24	146.07	22.66	3	81	12.46	24.62	A	
19	5.83	125.76	26.68	2	62	13.58	28.65	A	
20	5.83	126.67	26.68	2	62	13.70	28.65	A	
20	5.42	102.77	30.71	1	45	13.40	32.67	A	
21	5.42	102.93	30.71	1	45	13.53	32.67	A	
21	5.01	36.52	34.73	1	15	19.49	36.69	1	
22	5.01	36.68	34.73	1	15	19.71	36.69	1	
22	4.60	15.50	38.75	A		71.91	40.71	1	18
23	4.60	15.55	38.75	A		72.13	40.71	1	17
23	4.19	15.95	42.77	A		110.60	44.73	1	27
24	4.19	15.99	42.77	A		110.82	44.73	1	27
24	3.78	16.53	46.79	A		139.51	48.76	1	32
25	3.78	22.92	46.79	A		60.93	48.76	1	18
25	3.38	25.64	50.72	A		65.45	52.68	1	19
26	3.38	25.17	50.72	A		82.86	52.68	1	23
26	3.18	25.58	52.68	A		86.27	54.64	1	23
27	3.18	26.17	52.68	A		67.94	54.64	1	19
27	2.81	25.99	56.33	A		71.36	58.30	1	19
28	2.81	26.04	56.33	A		71.53	58.30	1	19
28	2.44	25.68	59.99	A		74.71	61.95	1	19
29	2.44	25.65	59.99	A		74.88	61.95	1	19
29	2.06	25.36	63.64	A		77.94	65.60	1	19
30	2.06	25.33	63.64	A		78.11	65.60	1	19
30	1.69	25.07	67.30	A		81.13	69.26	1	19

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

8.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	544.5	317.6
Water	230.8	244.5
Total	775.4	562.0

Maximum effective resistance at left side	1571.31 kN
Mobilized effective resistance at left side	544.53 kN
Percentage mobilized resistance at left side	34.6 %
Maximum effective resistance at right side	2397.12 kN
Mobilized effective resistance at right side	317.57 kN
Percentage mobilized resistance at right side	13.3 %

8.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.39
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	20.000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-113.72
Vertical force passive	202.88
Resulting vertical force (no dead weight)	89.16
Vertical toe capacity Rb;d	212.23
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-113.72
Vertical force passive	202.88
Resulting vertical force (no dead weight)	89.16
Vertical toe capacity Rb;d	5035.97
Resultant goes up	

8.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
10.19	Sand, ve sil, loose	3.47	10.19	Sand, ve sil, loose	-1.45
9.38	Clay, clean, stiff	8.25	9.38	Clay, clean, stiff	0.00
8.88	Peat, mod prelo...	0.38	8.88	Peat, mod prelo...	-0.58
8.58	Sand, clean, loo...	12.85	8.58	Sand, clean, loo...	-2.03
8.08	Sand, ve sil, loose	4.34	8.08	Sand, ve sil, loose	-0.89
7.88	Sand, clean, stiff	156.64	7.88	Sand, clean, stiff	-60.02
3.78	Clay, ve san, stiff	3.18	3.78	Clay, ve san, stiff	-8.01
3.38	Sand, clean, loo...	1.64	3.38	Sand, clean, loo...	-5.47
3.18	Clay, ve san, stiff	12.12	3.18	Clay, ve san, stiff	-35.26
-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00	-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00

9 Step 6.4 Stage 1: Intrekken gasleiding

9.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side Left side

9.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Trekkracht	10.39	-213.50	Unfavourable (Automatic)	Variable

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: 8.55 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	9.99
2.50	9.99
4.00	8.99

9.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, clean, stiff	9.38	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Peat, mod prelo...	8.88	4500.00	4500.00	1800.00	1800.00
Sand, clean, loo...	8.58	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, ve sil, loose	8.08	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, clean, stiff	7.88	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, clean, loo...	3.38	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, ve san, stiff	3.18	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	6750.00	6750.00
Clay, clean, stiff	9.38	4500.00	4500.00
Peat, mod prelo...	8.88	1125.00	1125.00
Sand, clean, loo...	8.58	6750.00	6750.00
Sand, ve sil, loose	8.08	6750.00	6750.00
Sand, clean, stiff	7.88	22500.00	22500.00
Clay, ve san, stiff	3.78	4500.00	4500.00
Sand, clean, loo...	3.38	6750.00	6750.00
Clay, ve san, stiff	3.18	4500.00	4500.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	6750.00	6750.00

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	9.93	0.4	4.0	0.36	0.36	3.63
2	9.87	0.8	8.0	0.36	0.36	3.63
3	9.81	1.2	12.0	0.36	0.36	3.63
4	9.75	1.6	16.0	0.36	0.36	3.63
5	9.69	1.9	18.9	0.36	0.36	3.63
6	9.69	2.1	20.9	0.36	0.36	3.63
7	9.62	2.4	23.9	0.36	0.36	3.64
8	9.56	2.8	27.9	0.36	0.36	3.64
9	9.50	3.2	31.9	0.36	0.36	3.64
10	9.44	3.6	35.9	0.36	0.36	3.64
11	9.38	3.9	38.9	0.36	0.36	3.64
12	9.38	-11.5	76.1	0.00	0.48	6.80
13	9.33	-11.1	76.6	0.00	0.48	6.44
14	9.28	-7.4	77.9	0.00	0.48	6.07
15	9.23	0.0	79.6	0.00	0.48	5.77
16	9.18	0.0	81.4	0.00	0.48	5.53
17	9.13	0.0	82.9	0.00	0.49	5.37
18	9.13	0.0	83.9	0.00	0.49	5.28
19	9.08	0.0	85.4	0.00	0.49	5.15
20	9.03	0.0	87.5	0.00	0.49	4.99
21	8.98	0.0	89.6	0.00	0.49	4.85
22	8.93	0.0	91.7	0.00	0.50	4.73
23	8.88	0.0	93.3	0.00	0.50	4.64
24	8.88	0.0	52.1	0.00	0.58	2.55
25	8.85	0.0	52.6	0.00	0.58	2.54
26	8.83	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
27	8.80	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
28	8.78	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
29	8.75	0.0	4.3	0.00	0.20	0.20
30	8.75	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
31	8.74	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
32	8.73	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
33	8.72	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
34	8.71	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
35	8.70	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
36	8.70	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
37	8.68	0.0	4.3	0.00	0.19	0.19
38	8.65	0.0	4.3	0.00	0.18	0.18
39	8.63	0.0	4.3	0.00	0.18	0.18
40	8.60	0.0	4.1	0.00	0.17	0.17
41	8.58	0.0	7.4	0.00	0.30	0.30
42	8.58	0.0	69.8	0.00	0.33	2.86
43	8.57	0.0	70.3	0.00	0.34	2.87
44	8.57	0.0	70.8	0.00	0.34	2.87
45	8.56	0.0	71.2	0.00	0.34	2.88
46	8.56	0.0	71.6	0.00	0.34	2.88
47	8.55	0.0	71.9	0.00	0.34	2.89
48	8.55	0.0	72.1	0.00	0.34	2.88
49	8.50	0.0	72.6	0.00	0.34	2.86
50	8.46	0.0	73.7	0.00	0.34	2.85
51	8.41	0.0	75.2	0.00	0.34	2.86
52	8.36	8.0	77.0	0.30	0.34	2.88
53	8.31	8.8	78.5	0.32	0.34	2.90
54	8.31	8.9	79.6	0.32	0.34	2.92
55	8.27	9.0	81.2	0.32	0.34	2.94
56	8.22	9.1	84.1	0.33	0.34	2.99
57	8.17	9.3	86.6	0.33	0.34	3.04
58	8.13	9.4	89.5	0.33	0.34	3.09
59	8.08	9.5	91.9	0.33	0.34	3.13
60	8.08	10.9	69.3	0.37	0.38	2.35

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
61	8.04	11.0	71.5	0.37	0.38	2.40
62	8.00	11.1	74.4	0.37	0.39	2.47
63	7.96	11.3	77.4	0.37	0.39	2.53
64	7.92	11.4	80.3	0.37	0.39	2.60
65	7.88	11.5	82.5	0.37	0.39	2.64
66	7.88	8.4	138.5	0.27	0.27	4.39
67	7.80	8.5	135.4	0.27	0.28	4.21
68	7.72	8.8	118.2	0.27	0.28	3.58
69	7.63	9.0	118.1	0.27	0.28	3.49
70	7.55	9.3	122.1	0.27	0.28	3.52
71	7.47	9.5	125.6	0.27	0.29	3.55
72	7.47	9.6	128.6	0.27	0.29	3.60
73	7.39	9.8	133.2	0.27	0.29	3.66
74	7.31	10.0	139.4	0.27	0.29	3.74
75	7.22	10.3	144.5	0.27	0.30	3.79
76	7.14	10.5	146.3	0.27	0.30	3.76
77	7.06	10.7	147.5	0.27	0.30	3.73
78	7.06	10.8	148.3	0.27	0.30	3.71
79	6.98	11.0	147.1	0.27	0.31	3.62
80	6.90	11.2	144.7	0.27	0.31	3.49
81	6.81	11.5	147.0	0.27	0.31	3.47
82	6.73	11.7	151.6	0.27	0.31	3.51
83	6.65	11.9	155.1	0.27	0.32	3.54
84	6.65	12.0	157.4	0.27	0.32	3.56
85	6.57	12.2	160.8	0.27	0.32	3.59
86	6.49	12.4	165.5	0.27	0.32	3.62
87	6.40	12.7	170.2	0.27	0.33	3.66
88	6.32	12.8	174.8	0.27	0.33	3.69
89	6.24	12.9	178.4	0.27	0.33	3.71
90	6.24	13.0	180.7	0.27	0.33	3.73
91	6.16	13.1	184.3	0.27	0.34	3.75
92	6.08	13.3	189.0	0.27	0.34	3.79
93	5.99	13.4	193.8	0.26	0.34	3.82
94	5.91	13.6	198.5	0.26	0.34	3.85
95	5.83	13.7	202.1	0.26	0.35	3.87
96	5.83	13.7	204.5	0.26	0.35	3.88
97	5.75	13.9	208.1	0.26	0.35	3.90
98	5.67	14.0	212.9	0.26	0.35	3.93
99	5.58	14.1	217.7	0.26	0.36	3.96
100	5.50	14.3	222.5	0.26	0.36	3.98
101	5.42	14.4	226.2	0.25	0.36	4.00
102	5.42	14.4	228.6	0.25	0.36	4.01
103	5.34	14.5	232.2	0.25	0.36	4.03
104	5.26	14.6	237.1	0.25	0.36	4.06
105	5.17	14.8	241.9	0.25	0.37	4.08
106	5.09	14.9	246.8	0.25	0.37	4.10
107	5.01	15.0	250.4	0.25	0.37	4.12
108	5.01	15.0	252.9	0.25	0.37	4.13
109	4.93	15.1	256.5	0.24	0.37	4.15
110	4.85	15.2	261.4	0.24	0.38	4.17
111	4.76	15.3	266.3	0.24	0.38	4.19
112	4.68	15.4	271.2	0.24	0.38	4.21
113	4.60	15.5	274.9	0.24	0.38	4.22
114	4.60	15.6	277.3	0.24	0.38	4.23
115	4.52	15.6	281.0	0.24	0.38	4.25
116	4.44	15.7	285.9	0.23	0.39	4.27
117	4.35	15.8	290.8	0.23	0.39	4.28
118	4.27	15.9	295.7	0.23	0.39	4.30
119	4.19	15.9	299.4	0.23	0.39	4.31
120	4.19	16.0	301.9	0.23	0.39	4.32
121	4.11	16.1	305.6	0.23	0.39	4.34
122	4.03	16.1	310.5	0.23	0.39	4.35
123	3.94	16.3	315.4	0.23	0.40	4.37

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
124	3.86	16.4	320.4	0.22	0.40	4.38
125	3.78	16.5	324.1	0.22	0.40	4.40
126	3.78	22.9	240.6	0.31	0.48	3.25
127	3.70	25.1	242.6	0.34	0.48	3.25
128	3.62	25.3	245.4	0.34	0.48	3.26
129	3.54	25.4	248.1	0.34	0.48	3.27
130	3.46	25.5	250.8	0.33	0.48	3.28
131	3.38	25.6	252.9	0.33	0.48	3.29
132	3.38	25.2	266.3	0.33	0.48	3.45
133	3.34	25.2	267.6	0.33	0.48	3.46
134	3.30	25.3	269.4	0.33	0.48	3.46
135	3.26	25.4	271.2	0.33	0.48	3.47
136	3.22	25.5	273.0	0.32	0.48	3.48
137	3.18	25.6	274.4	0.32	0.48	3.48
138	3.18	26.2	262.9	0.33	0.49	3.32
139	3.11	26.3	264.8	0.33	0.49	3.33
140	3.03	26.2	267.3	0.33	0.49	3.34
141	2.96	26.2	270.2	0.32	0.49	3.35
142	2.88	26.1	275.0	0.32	0.49	3.39
143	2.81	26.0	279.0	0.32	0.49	3.42
144	2.81	26.0	281.7	0.32	0.49	3.44
145	2.73	25.9	285.6	0.32	0.49	3.47
146	2.66	25.9	290.9	0.31	0.49	3.51
147	2.58	25.8	296.3	0.31	0.50	3.55
148	2.51	25.7	301.5	0.31	0.50	3.59
149	2.44	25.7	305.3	0.30	0.50	3.61
150	2.44	25.7	307.6	0.30	0.50	3.63
151	2.36	25.6	309.4	0.30	0.50	3.63
152	2.29	25.5	311.8	0.30	0.50	3.63
153	2.21	25.5	314.4	0.29	0.50	3.64
154	2.14	25.4	317.0	0.29	0.50	3.65
155	2.06	25.4	319.0	0.29	0.50	3.65
156	2.06	25.3	320.3	0.29	0.50	3.65
157	1.99	25.3	322.3	0.29	0.50	3.66
158	1.91	25.2	325.3	0.28	0.50	3.67
159	1.84	25.2	328.3	0.28	0.50	3.68
160	1.76	25.1	331.1	0.28	0.50	3.68
161	1.69	25.1	333.1	0.28	0.51	3.69

9.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	12.13
Clay, clean, stiff	41.89
Peat, mod prelo...	3.20
Sand, clean, loo...	39.77
Sand, ve sil, loose	15.18
Sand, clean, stiff	403.82
Clay, ve san, stiff	10.05
Sand, clean, loo...	5.08
Clay, ve san, stiff	44.67
Sand, ve sil, loose	0.00

9.5 Input Data Right

9.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.5.2 Water Level

Water level: 8.75 [m]

9.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	10.19

9.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	23.95	15.97	15.97
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	16.71	11.15	11.15
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	11.92	7.94	7.94
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	26.86	17.91	17.91
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	23.95	15.97	15.97
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	31.25	22.43	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	26.86	17.91	17.91
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	26.37	17.58	17.58
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	23.95	15.97	15.97

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, clean, stiff	9.38	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Peat, mod prelo...	8.88	4500.00	4500.00	1800.00	1800.00
Sand, clean, loo...	8.58	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, ve sil, loose	8.08	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Sand, clean, stiff	7.88	90000.00	90000.00	45000.00	45000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, clean, loo...	3.38	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00
Clay, ve san, stiff	3.18	13500.00	13500.00	9000.00	9000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	27000.00	27000.00	13500.00	13500.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	6750.00	6750.00
Clay, clean, stiff	9.38	4500.00	4500.00
Peat, mod prelo...	8.88	1125.00	1125.00
Sand, clean, loo...	8.58	6750.00	6750.00
Sand, ve sil, loose	8.08	6750.00	6750.00
Sand, clean, stiff	7.88	22500.00	22500.00
Clay, ve san, stiff	3.78	4500.00	4500.00
Sand, clean, loo...	3.38	6750.00	6750.00
Clay, ve san, stiff	3.18	4500.00	4500.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	6750.00	6750.00

9.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
T1	0.00	10.31	Unfavourable (Automatic)	Variable
	2.00	10.31		
T2	7.00	20.63	Unfavourable (Automatic)	Variable
	10.00	20.63		

9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	10.15	4.0	40.1	0.68	1.77	6.82
2	10.11	4.2	42.7	0.64	1.60	6.47
3	10.07	4.5	45.3	0.62	1.46	6.19
4	10.03	4.8	47.9	0.59	1.35	5.96
5	9.99	5.0	49.9	0.58	1.26	5.82
6	9.99	5.1	51.5	0.57	1.26	5.71
7	9.93	5.4	54.5	0.55	1.14	5.54

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
8	9.87	5.8	58.5	0.53	1.06	5.35
9	9.81	6.2	62.5	0.52	0.98	5.19
10	9.75	6.6	66.5	0.50	0.93	5.06
11	9.69	6.9	69.5	0.50	0.88	4.98
12	9.69	7.1	69.1	0.49	0.88	4.77
13	9.62	7.4	48.8	0.48	0.84	3.19
14	9.56	7.8	51.9	0.48	0.80	3.17
15	9.50	8.2	55.0	0.47	0.78	3.15
16	9.44	8.6	58.2	0.46	0.75	3.14
17	9.38	8.9	60.7	0.46	0.73	3.13
18	9.38	-4.8	99.8	0.00	0.82	5.03
19	9.33	-4.4	97.5	0.00	0.80	4.74
20	9.28	-4.0	95.6	0.00	0.79	4.45
21	9.23	-3.5	94.7	0.00	0.78	4.23
22	9.18	-3.0	94.5	0.00	0.77	4.05
23	9.13	-2.7	94.6	0.00	0.76	3.94
24	9.13	-2.5	94.8	0.00	0.76	3.87
25	9.08	-2.1	95.2	0.00	0.76	3.78
26	9.03	-1.6	95.9	0.00	0.75	3.68
27	8.98	-1.2	96.9	0.00	0.74	3.59
28	8.93	-0.7	98.0	0.00	0.74	3.51
29	8.88	-0.4	98.9	0.00	0.73	3.46
30	8.88	12.9	45.9	0.45	0.80	1.59
31	8.85	13.1	46.3	0.45	0.80	1.59
32	8.83	13.3	46.9	0.45	0.80	1.59
33	8.80	13.5	47.4	0.45	0.80	1.59
34	8.78	13.8	48.0	0.45	0.79	1.59
35	8.75	13.9	48.4	0.46	0.79	1.59
36	8.75	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
37	8.74	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
38	8.73	14.0	48.6	0.46	0.79	1.59
39	8.72	14.1	48.6	0.46	0.79	1.58
40	8.71	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
41	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
42	8.70	14.1	48.7	0.46	0.79	1.58
43	8.68	14.2	48.8	0.46	0.79	1.58
44	8.65	14.2	48.9	0.46	0.79	1.58
45	8.63	14.3	49.5	0.46	0.79	1.59
46	8.60	14.4	52.3	0.46	0.79	1.68
47	8.58	14.4	54.5	0.46	0.79	1.75
48	8.58	11.8	136.1	0.38	0.58	4.36
49	8.57	11.8	137.2	0.38	0.58	4.39
50	8.57	11.8	138.9	0.38	0.58	4.44
51	8.56	11.8	140.2	0.38	0.58	4.47
52	8.56	11.8	141.9	0.38	0.58	4.52
53	8.55	11.9	143.2	0.38	0.57	4.56
54	8.55	11.9	144.3	0.38	0.57	4.57
55	8.50	12.0	145.7	0.38	0.57	4.57
56	8.46	12.2	147.6	0.38	0.57	4.56
57	8.41	12.3	149.5	0.38	0.57	4.56
58	8.36	12.5	151.5	0.38	0.57	4.56
59	8.31	12.6	153.0	0.38	0.57	4.56
60	8.31	12.7	154.0	0.38	0.57	4.56
61	8.27	12.8	155.5	0.37	0.56	4.56
62	8.22	12.9	157.6	0.37	0.56	4.56
63	8.17	13.1	159.6	0.37	0.56	4.56
64	8.13	13.3	161.7	0.37	0.56	4.56
65	8.08	13.4	166.8	0.37	0.56	4.66
66	8.08	15.2	134.1	0.42	0.60	3.72
67	8.04	15.3	135.2	0.42	0.60	3.73
68	8.00	15.5	136.7	0.42	0.60	3.73
69	7.96	15.6	138.1	0.42	0.60	3.73
70	7.92	15.8	139.6	0.42	0.60	3.73

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
71	7.88	15.9	140.7	0.42	0.60	3.73
72	7.88	11.4	224.3	0.30	0.50	5.90
73	7.80	11.6	203.4	0.30	0.50	5.26
74	7.72	11.9	203.6	0.30	0.49	5.15
75	7.63	12.1	210.6	0.30	0.49	5.22
76	7.55	12.3	220.7	0.30	0.49	5.35
77	7.47	12.5	228.7	0.30	0.49	5.46
78	7.47	12.5	234.3	0.29	0.49	5.53
79	7.39	12.4	243.2	0.29	0.49	5.66
80	7.31	12.4	255.8	0.28	0.49	5.83
81	7.22	12.3	273.7	0.28	0.49	6.12
82	7.14	12.3	291.0	0.27	0.49	6.38
83	7.06	12.2	303.2	0.26	0.49	6.55
84	7.06	12.2	311.5	0.26	0.49	6.67
85	6.98	12.1	321.3	0.26	0.49	6.79
86	6.90	12.1	328.0	0.25	0.49	6.80
87	6.81	12.0	343.5	0.25	0.49	7.00
88	6.73	12.0	347.4	0.24	0.49	6.95
89	6.65	11.9	349.9	0.24	0.49	6.91
90	6.65	11.9	351.7	0.23	0.49	6.88
91	6.57	11.9	247.9	0.23	0.49	4.79
92	6.49	11.8	256.2	0.22	0.49	4.87
93	6.40	11.9	269.3	0.22	0.49	5.03
94	6.32	12.1	283.0	0.22	0.49	5.20
95	6.24	12.3	293.6	0.22	0.49	5.33
96	6.24	12.5	300.6	0.22	0.49	5.41
97	6.16	12.6	305.1	0.23	0.49	5.43
98	6.08	12.9	310.1	0.23	0.49	5.43
99	5.99	13.1	315.8	0.23	0.49	5.45
100	5.91	13.4	325.7	0.23	0.49	5.53
101	5.83	13.6	334.0	0.23	0.49	5.61
102	5.83	13.7	339.7	0.23	0.49	5.66
103	5.75	13.6	348.4	0.23	0.49	5.74
104	5.67	13.5	360.3	0.22	0.49	5.85
105	5.58	13.4	367.1	0.21	0.49	5.88
106	5.50	13.3	356.9	0.21	0.49	5.63
107	5.42	13.4	358.0	0.21	0.49	5.59
108	5.42	13.5	360.6	0.21	0.49	5.59
109	5.34	13.7	373.2	0.21	0.49	5.73
110	5.26	14.0	394.7	0.21	0.49	5.98
111	5.17	14.2	413.1	0.21	0.49	6.17
112	5.09	14.4	418.9	0.21	0.49	6.17
113	5.01	14.3	426.1	0.21	0.49	6.22
114	5.01	14.2	433.8	0.21	0.49	6.29
115	4.93	14.8	406.1	0.21	0.49	5.83
116	4.85	17.0	388.2	0.24	0.49	5.50
117	4.76	17.2	393.2	0.24	0.49	5.50
118	4.68	17.2	399.3	0.24	0.49	5.52
119	4.60	17.3	409.1	0.24	0.49	5.60
120	4.60	17.3	416.8	0.24	0.49	5.67
121	4.52	18.6	420.5	0.25	0.49	5.67
122	4.44	18.8	394.5	0.25	0.49	5.25
123	4.35	19.1	399.5	0.25	0.49	5.26
124	4.27	19.3	404.4	0.25	0.49	5.26
125	4.19	19.5	408.1	0.25	0.49	5.26
126	4.19	19.6	410.6	0.25	0.49	5.26
127	4.11	19.8	414.3	0.25	0.49	5.26
128	4.03	20.0	419.3	0.25	0.49	5.26
129	3.94	20.3	424.2	0.25	0.49	5.27
130	3.86	20.5	429.2	0.25	0.49	5.27
131	3.78	20.7	432.9	0.25	0.48	5.27
132	3.78	26.3	335.9	0.32	0.56	4.07
133	3.70	26.5	338.0	0.32	0.56	4.07

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
134	3.62	26.7	340.7	0.32	0.56	4.07
135	3.54	27.0	343.5	0.32	0.56	4.07
136	3.46	27.2	346.2	0.32	0.56	4.07
137	3.38	27.3	348.3	0.32	0.56	4.08
138	3.38	26.9	363.6	0.31	0.55	4.24
139	3.34	27.0	365.0	0.31	0.55	4.24
140	3.30	27.1	366.8	0.31	0.55	4.24
141	3.26	27.2	368.6	0.31	0.55	4.24
142	3.22	27.4	370.4	0.31	0.55	4.24
143	3.18	27.5	371.7	0.31	0.55	4.25
144	3.18	28.1	358.3	0.32	0.56	4.08
145	3.11	28.3	366.2	0.32	0.56	4.15
146	3.03	28.5	374.1	0.32	0.56	4.21
147	2.96	28.7	376.7	0.32	0.56	4.21
148	2.88	28.9	379.2	0.32	0.56	4.21
149	2.81	29.1	381.2	0.32	0.56	4.21
150	2.81	29.2	382.5	0.32	0.56	4.21
151	2.73	29.3	384.3	0.32	0.56	4.21
152	2.66	29.5	385.5	0.32	0.56	4.19
153	2.58	29.7	388.1	0.32	0.56	4.19
154	2.51	30.0	391.2	0.32	0.55	4.20
155	2.44	30.1	394.2	0.32	0.55	4.21
156	2.44	30.2	395.5	0.32	0.55	4.21
157	2.36	30.4	397.4	0.32	0.55	4.21
158	2.29	30.6	400.0	0.32	0.55	4.21
159	2.21	30.8	402.6	0.32	0.55	4.21
160	2.14	31.0	405.2	0.32	0.55	4.21
161	2.06	31.1	407.1	0.32	0.55	4.21
162	2.06	31.2	408.4	0.32	0.55	4.21
163	1.99	31.4	410.4	0.32	0.55	4.21
164	1.91	31.6	413.0	0.32	0.55	4.21
165	1.84	31.8	415.6	0.32	0.55	4.22
166	1.76	32.0	418.2	0.32	0.55	4.22
167	1.69	32.1	420.2	0.32	0.55	4.22

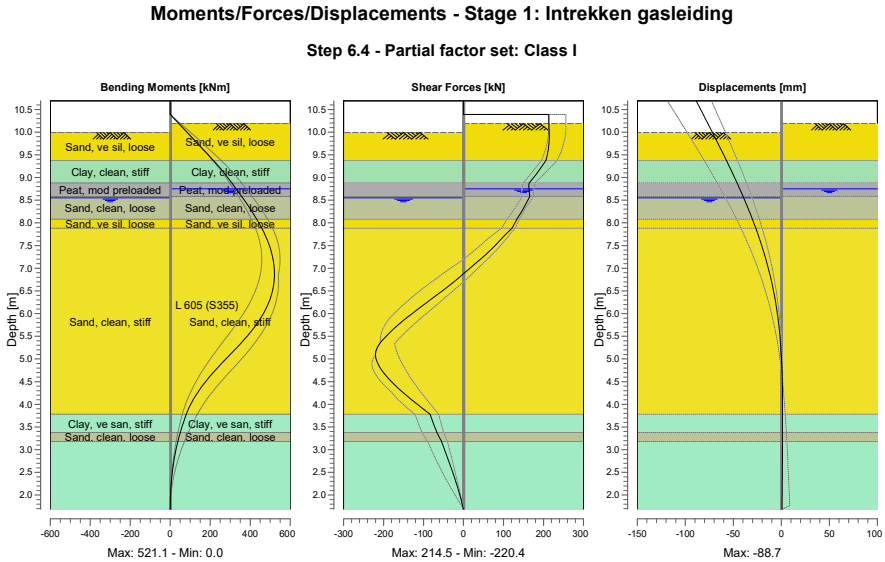
9.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	5.08
Clay, clean, stiff	0.00
Peat, mod prelo...	4.16
Sand, clean, loo...	6.29
Sand, ve sil, loose	3.11
Sand, clean, stiff	190.96
Clay, ve san, stiff	25.99
Sand, clean, loo...	16.54
Clay, ve san, stiff	96.74
Sand, ve sil, loose	0.00

9.8 Calculation Results

Number of iterations: 7

9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

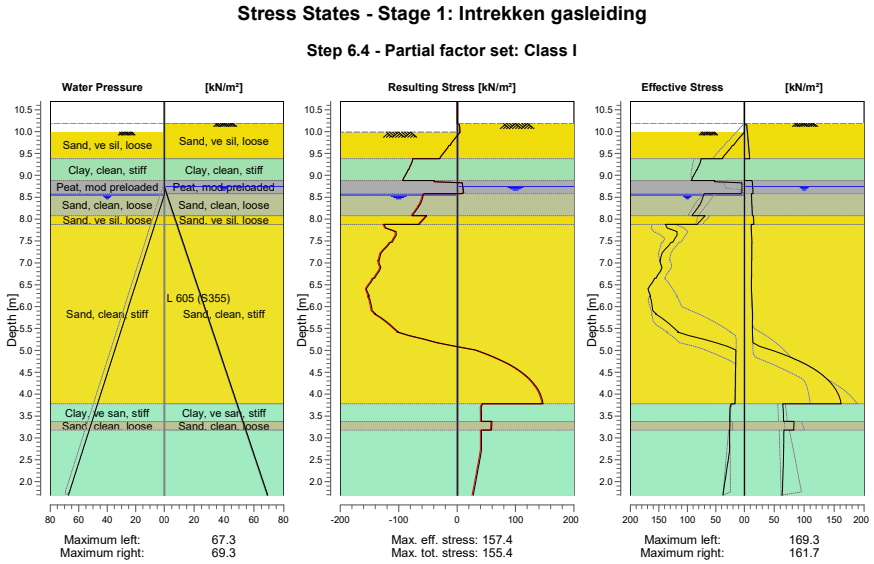


9.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	10.69	0.00	0.00	**-88.7**
1	10.39	0.00	0.00	-81.4
2	10.39	0.00	213.50	-81.4
2	10.19	42.70	213.50	-76.6
3	10.19	42.70	213.50	-76.6
3	9.99	85.47	214.30	-71.7
4	9.99	85.47	214.30	-71.7
4	9.69	150.79	213.12	-64.4
5	9.69	150.79	213.12	-64.4
5	9.38	214.90	206.44	-57.3
6	9.38	214.90	206.44	-57.3
6	9.13	264.08	186.69	-51.6
7	9.13	264.08	186.69	-51.6
7	8.88	308.04	164.56	-46.1
8	8.88	308.04	164.56	-46.1
8	8.75	329.30	163.86	-43.4
9	8.75	329.30	163.86	-43.4
9	8.70	337.51	164.36	-42.3
10	8.70	337.51	164.36	-42.3
10	8.58	357.31	165.66	-39.8
11	8.58	357.31	165.66	-39.8
11	8.55	362.25	163.94	-39.2
12	8.55	362.25	163.94	-39.2
12	8.31	399.14	149.71	-34.6
13	8.31	399.14	149.71	-34.6
13	8.08	432.43	133.15	-30.1
14	8.08	432.43	133.15	-30.1
14	7.88	457.94	121.48	-26.6
15	7.88	457.94	121.48	-26.6
15	7.47	498.15	75.87	-20.0

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	7.47	498.15	75.87	-20.0
16	7.06	**518.95**	24.21	-14.3
17	7.06	**518.95**	24.21	-14.3
17	6.65	517.69	-30.89	-9.6
18	6.65	517.70	-30.93	-9.6
18	6.24	492.46	-92.76	-5.9
19	6.24	492.46	-92.80	-5.9
19	5.83	441.94	-153.00	-3.1
20	5.83	441.93	-153.09	-3.1
20	5.42	368.63	-201.83	-1.1
21	5.42	368.64	-202.10	-1.1
21	5.01	280.45	**-219.17**	0.1
22	5.01	280.44	-219.07	0.1
22	4.60	195.45	-190.86	0.9
23	4.60	195.45	-190.81	0.9
23	4.19	126.75	-141.94	1.2
24	4.19	126.75	-141.91	1.2
24	3.78	80.35	-83.60	1.4
25	3.78	80.35	-83.58	1.4
25	3.38	50.27	-66.86	1.3
26	3.38	50.27	-66.86	1.3
26	3.18	38.09	-55.00	1.3
27	3.18	38.09	-55.00	1.3
27	2.81	20.49	-39.47	1.1
28	2.81	20.49	-39.47	1.1
28	2.44	8.63	-24.47	1.0
29	2.44	8.63	-24.46	1.0
29	2.06	2.04	-11.26	0.8
30	2.06	2.04	-11.26	0.8
30	1.69	0.00	0.00	0.6
Max		**518.95**	**-219.17**	**-88.7**
Max, minor nodes incl.		521.13	-220.37	-88.7

9.8.3 Charts of Stresses



9.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
		Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**	Effective Stress	Water stress	Stat*	Mob**
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]	[kN/m²]	[kN/m²]		[%]
1	10.69	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
3	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	A	
3	9.99	0.00	0.00	-		4.96	0.00	A	
4	9.99	0.00	0.00	P		5.12	0.00	A	
4	9.69	18.94	0.00	P		6.91	0.00	A	
5	9.69	20.94	0.00	P		7.11	0.00	A	
5	9.38	38.88	0.00	P		8.89	0.00	A	
6	9.38	76.11	0.00	P		0.00	0.00	A	
6	9.13	82.87	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	9.13	83.88	0.00	P		0.00	0.00	A	
7	8.88	93.32	0.00	P		0.00	0.00	A	
8	8.88	52.14	0.00	P		12.92	0.00	A	
8	8.75	4.31	0.00	P		13.92	0.00	A	
9	8.75	4.31	0.00	P		13.99	0.00	A	
9	8.70	4.31	0.00	P		14.11	0.49	A	
10	8.70	4.31	0.00	P		14.13	0.49	A	
10	8.58	7.41	0.00	P		14.43	1.67	A	
11	8.58	69.78	0.00	P		11.77	1.67	A	
11	8.55	71.91	0.00	P		11.86	1.96	A	
12	8.55	72.08	0.00	P		11.90	1.96	A	
12	8.31	78.52	2.31	P		12.60	4.27	A	
13	8.31	79.60	2.31	P		12.67	4.27	A	
13	8.08	91.88	4.61	P		13.37	6.57	A	
14	8.08	69.27	4.61	P		15.22	6.57	A	
14	7.88	82.49	6.57	P		15.88	8.53	A	
15	7.88	138.53	6.57	P		11.41	8.53	A	
15	7.47	125.56	10.59	P		12.50	12.56	A	
16	7.47	128.63	10.59	P		12.49	12.56	A	
16	7.06	147.53	14.62	P		12.22	16.58	A	
17	7.06	148.25	14.62	P		12.19	16.58	A	
17	6.65	155.05	18.64	P		11.94	20.60	A	
18	6.65	157.36	18.64	P		11.91	20.60	A	
18	6.24	164.54	22.66	3	92	12.33	24.62	A	
19	6.24	166.12	22.66	3	92	12.46	24.62	A	
19	5.83	154.80	26.68	2	77	13.58	28.65	A	
20	5.83	155.71	26.68	2	76	13.70	28.65	A	
20	5.42	115.95	30.71	2	51	13.40	32.67	A	
21	5.42	116.87	30.71	2	51	13.53	32.67	A	
21	5.01	14.95	34.73	A		44.43	36.69	1	10
22	5.01	15.01	34.73	A		44.65	36.69	1	10
22	4.60	15.50	38.75	A		113.12	40.71	1	28
23	4.60	15.55	38.75	A		113.34	40.71	1	27
23	4.19	15.95	42.77	A		148.33	44.73	1	36
24	4.19	15.99	42.77	A		148.55	44.73	1	36
24	3.78	16.53	46.79	A		161.67	48.76	1	37
25	3.78	22.92	46.79	A		64.25	48.76	1	19
25	3.38	25.64	50.72	A		65.45	52.68	1	19
26	3.38	25.17	50.72	A		82.87	52.68	1	23
26	3.18	25.58	52.68	A		82.46	54.64	1	22
27	3.18	26.17	52.68	A		66.03	54.64	1	18
27	2.81	25.99	56.33	A		65.64	58.30	1	17
28	2.81	26.04	56.33	A		65.81	58.30	1	17
28	2.44	28.95	59.99	1		64.98	61.95	1	16
29	2.44	29.10	59.99	1		65.15	61.95	1	16
29	2.06	33.24	63.64	1		64.12	65.60	1	16
30	2.06	33.39	63.64	1		64.29	65.60	1	16
30	1.69	37.58	67.30	1		63.22	69.26	1	15

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

9.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	575.8	348.9
Water	230.8	244.5
Total	806.6	593.3

Maximum effective resistance at left side	1571.31 kN
Mobilized effective resistance at left side	575.79 kN
Percentage mobilized resistance at left side	36.6 %
Maximum effective resistance at right side	2397.12 kN
Mobilized effective resistance at right side	348.87 kN
Percentage mobilized resistance at right side	14.6 %

9.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.39
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	20.000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-128.01
Vertical force passive	215.03
Resulting vertical force (no dead weight)	87.03
Vertical toe capacity Rb;d	212.23
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-128.01
Vertical force passive	215.03
Resulting vertical force (no dead weight)	87.03
Vertical toe capacity Rb;d	5035.97
Resultant goes up	

9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
10.19	Sand, ve sil, loose	3.47	10.19	Sand, ve sil, loose	-1.45
9.38	Clay, clean, stiff	8.25	9.38	Clay, clean, stiff	0.00
8.88	Peat, mod prelo...	0.45	8.88	Peat, mod prelo...	-0.58
8.58	Sand, clean, loo...	12.85	8.58	Sand, clean, loo...	-2.03
8.08	Sand, ve sil, loose	4.34	8.08	Sand, ve sil, loose	-0.89
7.88	Sand, clean, stiff	166.69	7.88	Sand, clean, stiff	-78.83
3.78	Clay, ve san, stiff	3.18	3.78	Clay, ve san, stiff	-8.23
3.38	Sand, clean, loo...	1.64	3.38	Sand, clean, loo...	-5.35
3.18	Clay, ve san, stiff	14.15	3.18	Clay, ve san, stiff	-30.65
-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00	-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00

10 Step 6.5 Stage 1: Intrekken gasleiding

10.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side Right side (not relevant)

10.1.1 Horizontal Loads

Name	Level [m]	Characteristic load [kN/m']	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Trekkracht	10.39	-213.50	Favourable (Automatic)	Variable

10.2 Input Data Left

10.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.2.2 Water Level

Water level: 8.70 [m]

10.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	10.19
2.50	10.19
4.00	9.19

10.2.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	25.00	16.67	16.67
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	17.50	11.67	11.67
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	12.50	8.33	8.33
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	28.00	18.67	18.67
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	25.00	16.67	16.67
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	32.50	23.33	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	27.50	18.33	18.33
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	28.00	18.67	18.67
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	27.50	18.33	18.33
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	25.00	16.67	16.67

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

10.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Clay, clean, stiff	9.38	6000.00	6000.00	4000.00	4000.00
Peat, mod prelo...	8.88	2000.00	2000.00	800.00	800.00
Sand, clean, loo...	8.58	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Sand, ve sil, loose	8.08	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Sand, clean, stiff	7.88	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	6000.00	6000.00	4000.00	4000.00
Sand, clean, loo...	3.38	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Clay, ve san, stiff	3.18	6000.00	6000.00	4000.00	4000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	3000.00	3000.00
Clay, clean, stiff	9.38	2000.00	2000.00
Peat, mod prelo...	8.88	500.00	500.00
Sand, clean, loo...	8.58	3000.00	3000.00
Sand, ve sil, loose	8.08	3000.00	3000.00
Sand, clean, stiff	7.88	10000.00	10000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	2000.00	2000.00
Sand, clean, loo...	3.38	3000.00	3000.00
Clay, ve san, stiff	3.18	2000.00	2000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	3000.00	3000.00

10.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
1	10.11	0.5	5.7	0.35	0.35	3.91
2	10.03	1.0	11.4	0.35	0.35	3.91
3	9.95	1.5	17.1	0.35	0.35	3.91
4	9.87	2.0	22.8	0.35	0.35	3.91
5	9.79	2.4	27.1	0.35	0.35	3.91
6	9.79	2.6	29.9	0.35	0.35	3.91
7	9.70	3.0	34.2	0.35	0.35	3.91
8	9.62	3.5	39.9	0.35	0.35	3.92
9	9.54	4.0	45.6	0.35	0.35	3.92
10	9.46	4.5	51.3	0.35	0.35	3.92
11	9.38	4.9	55.6	0.35	0.35	3.92
12	9.38	-9.7	88.4	0.00	0.47	5.99
13	9.33	-9.3	89.2	0.00	0.47	5.77
14	9.28	-8.8	90.7	0.00	0.48	5.53
15	9.23	-8.4	92.4	0.00	0.48	5.33
16	9.18	-7.9	94.2	0.00	0.48	5.16
17	9.13	-3.0	95.7	0.00	0.48	5.04
18	9.13	0.0	96.7	0.00	0.48	4.98
19	9.08	0.0	98.2	0.00	0.49	4.88
20	9.03	0.0	100.3	0.00	0.49	4.76
21	8.98	0.0	100.2	0.00	0.49	4.55
22	8.93	0.0	98.5	0.00	0.49	4.30
23	8.88	0.0	97.9	0.00	0.50	4.14
24	8.88	0.0	49.5	0.00	0.58	2.06
25	8.84	0.0	48.0	0.00	0.58	1.97
26	8.81	0.0	46.2	0.00	0.58	1.86
27	8.77	0.0	44.4	0.00	0.58	1.75
28	8.74	0.0	42.6	0.00	0.58	1.65
29	8.70	0.0	41.3	0.00	0.58	1.58
30	8.70	0.0	40.4	0.00	0.58	1.54
31	8.68	0.0	4.4	0.00	0.17	0.17
32	8.65	3.1	4.4	0.12	0.16	0.16
33	8.63	8.2	4.4	0.31	0.31	0.31
34	8.60	8.3	0.1	0.31	0.31	0.31
35	8.58	8.3	2.5	0.31	0.31	0.31
36	8.58	8.3	71.2	0.31	0.32	2.65
37	8.53	8.4	74.0	0.31	0.32	2.72
38	8.48	8.5	77.8	0.31	0.32	2.81
39	8.43	8.7	81.7	0.31	0.32	2.90
40	8.38	8.9	85.6	0.31	0.32	2.99
41	8.33	9.0	88.8	0.31	0.32	3.06
42	8.33	9.1	91.1	0.31	0.32	3.12
43	8.28	9.2	94.4	0.31	0.32	3.19
44	8.23	9.3	99.0	0.31	0.32	3.30
45	8.18	9.5	103.8	0.31	0.32	3.40
46	8.13	9.6	108.9	0.31	0.33	3.51
47	8.08	9.8	112.8	0.31	0.33	3.60
48	8.08	11.2	86.1	0.35	0.37	2.73
49	8.04	11.3	88.4	0.35	0.38	2.78
50	8.00	11.4	90.6	0.35	0.38	2.81
51	7.96	11.5	92.7	0.35	0.38	2.84
52	7.92	11.7	94.8	0.35	0.38	2.88
53	7.88	11.8	96.4	0.35	0.38	2.90
54	7.88	8.4	161.8	0.25	0.26	4.82
55	7.80	8.6	163.6	0.25	0.26	4.78
56	7.72	8.8	159.1	0.25	0.27	4.54
57	7.63	9.1	146.3	0.25	0.27	4.07
58	7.55	9.3	139.5	0.25	0.27	3.80
59	7.47	9.5	143.1	0.25	0.28	3.83
60	7.47	9.6	145.6	0.25	0.28	3.85

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
61	7.39	9.8	150.9	0.25	0.28	3.93
62	7.31	10.0	158.1	0.25	0.28	4.03
63	7.22	10.2	165.3	0.25	0.29	4.12
64	7.14	10.5	168.9	0.26	0.29	4.12
65	7.06	10.6	169.9	0.26	0.29	4.08
66	7.06	10.7	172.2	0.26	0.29	4.10
67	6.98	10.9	172.7	0.26	0.30	4.05
68	6.90	11.1	171.5	0.26	0.30	3.94
69	6.81	11.4	170.1	0.26	0.30	3.83
70	6.73	11.6	174.1	0.26	0.30	3.85
71	6.65	11.8	177.9	0.26	0.31	3.88
72	6.65	11.9	180.5	0.26	0.31	3.90
73	6.57	12.1	184.3	0.26	0.31	3.93
74	6.49	12.2	189.4	0.26	0.31	3.97
75	6.40	12.4	194.6	0.25	0.32	4.00
76	6.32	12.5	199.7	0.25	0.32	4.04
77	6.24	12.6	203.6	0.25	0.32	4.07
78	6.24	12.7	206.1	0.25	0.32	4.08
79	6.16	12.8	210.0	0.25	0.32	4.11
80	6.08	12.9	215.2	0.25	0.33	4.14
81	5.99	13.1	220.4	0.25	0.33	4.17
82	5.91	13.2	225.6	0.25	0.33	4.20
83	5.83	13.3	229.5	0.25	0.34	4.22
84	5.83	13.4	232.1	0.24	0.34	4.24
85	5.75	13.5	236.0	0.24	0.34	4.26
86	5.67	13.6	241.2	0.24	0.34	4.29
87	5.58	13.8	246.4	0.24	0.34	4.32
88	5.50	13.9	251.7	0.24	0.35	4.34
89	5.42	14.0	255.6	0.24	0.35	4.36
90	5.42	14.1	258.2	0.24	0.35	4.38
91	5.34	14.2	262.2	0.24	0.35	4.39
92	5.26	14.3	267.4	0.24	0.35	4.42
93	5.17	14.4	272.7	0.23	0.35	4.44
94	5.09	14.5	277.9	0.23	0.36	4.47
95	5.01	14.6	281.9	0.23	0.36	4.48
96	5.01	14.6	284.5	0.23	0.36	4.50
97	4.93	14.7	288.5	0.23	0.36	4.51
98	4.85	14.8	293.8	0.23	0.36	4.53
99	4.76	14.9	299.0	0.23	0.36	4.55
100	4.68	15.0	304.3	0.23	0.37	4.57
101	4.60	15.1	308.3	0.22	0.37	4.59
102	4.60	15.1	310.9	0.22	0.37	4.60
103	4.52	15.2	314.9	0.22	0.37	4.61
104	4.44	15.3	320.2	0.22	0.37	4.63
105	4.35	15.4	325.5	0.22	0.37	4.65
106	4.27	15.5	330.8	0.22	0.38	4.67
107	4.19	15.5	334.8	0.22	0.38	4.68
108	4.19	15.6	337.4	0.22	0.38	4.69
109	4.11	15.6	341.4	0.22	0.38	4.70
110	4.03	15.7	346.7	0.21	0.38	4.72
111	3.94	15.8	352.0	0.21	0.38	4.74
112	3.86	15.9	357.4	0.21	0.38	4.75
113	3.78	16.0	361.3	0.21	0.38	4.76
114	3.78	20.5	273.6	0.27	0.46	3.59
115	3.70	20.6	275.9	0.27	0.47	3.60
116	3.62	20.7	278.9	0.27	0.47	3.61
117	3.54	20.8	281.9	0.27	0.47	3.62
118	3.46	20.9	284.9	0.27	0.47	3.63
119	3.38	21.0	287.2	0.27	0.47	3.64
120	3.38	20.6	303.1	0.26	0.46	3.83
121	3.34	20.6	304.6	0.26	0.46	3.83
122	3.30	20.7	306.6	0.26	0.46	3.84
123	3.26	20.7	308.5	0.26	0.46	3.84

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
124	3.22	20.8	310.5	0.26	0.46	3.85
125	3.18	20.9	312.0	0.26	0.46	3.85
126	3.18	21.4	298.1	0.26	0.47	3.67
127	3.11	21.4	300.2	0.26	0.47	3.68
128	3.03	21.5	303.0	0.26	0.47	3.69
129	2.96	25.3	306.4	0.31	0.48	3.70
130	2.88	25.3	311.9	0.30	0.48	3.74
131	2.81	25.3	316.2	0.30	0.48	3.77
132	2.81	25.2	319.0	0.30	0.48	3.79
133	2.73	25.2	323.3	0.30	0.48	3.83
134	2.66	25.1	328.9	0.30	0.48	3.87
135	2.58	25.0	333.8	0.29	0.48	3.90
136	2.51	25.0	340.9	0.29	0.48	3.95
137	2.44	24.9	344.0	0.29	0.48	3.97
138	2.44	24.9	345.5	0.29	0.48	3.97
139	2.36	24.8	347.3	0.28	0.48	3.97
140	2.29	24.8	350.0	0.28	0.48	3.98
141	2.21	24.7	352.9	0.28	0.48	3.99
142	2.14	24.6	355.7	0.28	0.49	3.99
143	2.06	24.6	357.8	0.27	0.49	4.00
144	2.06	24.5	359.3	0.27	0.49	4.00
145	1.99	24.5	361.7	0.27	0.49	4.01
146	1.91	24.4	365.0	0.27	0.49	4.02
147	1.84	24.4	368.3	0.27	0.49	4.03
148	1.76	24.3	371.2	0.26	0.49	4.03
149	1.69	24.3	373.3	0.26	0.49	4.04

10.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	23.02
Clay, clean, stiff	45.85
Peat, mod prelo...	7.38
Sand, clean, loo...	43.26
Sand, ve sil, loose	16.70
Sand, clean, stiff	324.06
Clay, ve san, stiff	10.21
Sand, clean, loo...	4.14
Clay, ve san, stiff	48.71
Sand, ve sil, loose	0.00

10.5 Input Data Right

10.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

10.5.2 Water Level

Water level: 8.70 [m]

10.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0.00	10.19

10.5.4 Soil Material Properties in Profile: 11795_1.GEF

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	18.00	20.00
Clay, clean, stiff	9.38	19.00	19.00
Peat, mod prelo...	8.88	14.00	14.00
Sand, clean, loo...	8.58	18.00	20.00
Sand, ve sil, loose	8.08	18.00	20.00
Sand, clean, stiff	7.88	19.00	21.00
Clay, ve san, stiff	3.78	18.00	18.00
Sand, clean, loo...	3.38	18.00	20.00
Clay, ve san, stiff	3.18	18.00	18.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	18.00	20.00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
Sand, ve sil, loose	10.19	0.00	25.00	16.67	16.67
Clay, clean, stiff	9.38	13.00	17.50	11.67	11.67
Peat, mod prelo...	8.88	5.00	12.50	8.33	8.33
Sand, clean, loo...	8.58	0.00	28.00	18.67	18.67
Sand, ve sil, loose	8.08	0.00	25.00	16.67	16.67
Sand, clean, stiff	7.88	0.00	32.50	23.33	16.60
Clay, ve san, stiff	3.78	0.00	27.50	18.33	18.33
Sand, clean, loo...	3.38	0.00	28.00	18.67	18.67
Clay, ve san, stiff	3.18	0.00	27.50	18.33	18.33
Sand, ve sil, loose	-1.92	0.00	25.00	16.67	16.67

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Sand, ve sil, loose	10.19	1.00	1.00	Fine
Clay, clean, stiff	9.38	1.00	1.00	Fine
Peat, mod prelo...	8.88	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	8.58	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	8.08	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, stiff	7.88	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.78	1.00	1.00	Fine
Sand, clean, loo...	3.38	1.00	1.00	Fine
Clay, ve san, stiff	3.18	1.00	1.00	Fine
Sand, ve sil, loose	-1.92	1.00	1.00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients Active [-]	Earth pressure coefficients Neutral [-]	Earth pressure coefficients Passive [-]	Additional pore pressure Top [kN/m²]	Additional pore pressure Bottom [kN/m²]
Sand, ve sil, loose	10.19	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, clean, stiff	9.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Peat, mod prelo...	8.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	8.58	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	8.08	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, stiff	7.88	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.78	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, clean, loo...	3.38	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Clay, ve san, stiff	3.18	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00

10.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Clay, clean, stiff	9.38	6000.00	6000.00	4000.00	4000.00
Peat, mod prelo...	8.88	2000.00	2000.00	800.00	800.00
Sand, clean, loo...	8.58	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Sand, ve sil, loose	8.08	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Sand, clean, stiff	7.88	40000.00	40000.00	20000.00	20000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	6000.00	6000.00	4000.00	4000.00
Sand, clean, loo...	3.38	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00
Clay, ve san, stiff	3.18	6000.00	6000.00	4000.00	4000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	12000.00	12000.00	6000.00	6000.00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Sand, ve sil, loose	10.19	3000.00	3000.00
Clay, clean, stiff	9.38	2000.00	2000.00
Peat, mod prelo...	8.88	500.00	500.00
Sand, clean, loo...	8.58	3000.00	3000.00
Sand, ve sil, loose	8.08	3000.00	3000.00
Sand, clean, stiff	7.88	10000.00	10000.00
Clay, ve san, stiff	3.78	2000.00	2000.00
Sand, clean, loo...	3.38	3000.00	3000.00
Clay, ve san, stiff	3.18	2000.00	2000.00
Sand, ve sil, loose	-1.92	3000.00	3000.00

10.5.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
T1	0.00	10.31	Favourable (Automatic)	Variable
	2.00	10.31		
T2	7.00	20.63	Favourable (Automatic)	Variable
	10.00	20.63		

10.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	10.11	4.1	46.0	0.62	1.59	6.96
2	10.03	4.6	51.7	0.57	1.34	6.41
3	9.95	5.1	57.4	0.53	1.17	6.03
4	9.87	5.6	63.1	0.51	1.04	5.75
5	9.79	6.0	67.4	0.49	0.95	5.58
6	9.79	6.2	70.2	0.49	0.95	5.49
7	9.70	6.6	71.6	0.47	0.88	5.16
8	9.62	7.1	52.0	0.46	0.83	3.40
9	9.54	7.6	56.4	0.45	0.78	3.37
10	9.46	8.1	61.0	0.45	0.75	3.35
11	9.38	8.5	64.5	0.44	0.72	3.35
12	9.38	-4.8	101.8	0.00	0.81	5.13
13	9.33	-4.5	99.7	0.00	0.79	4.85
14	9.28	-4.1	98.1	0.00	0.78	4.57
15	9.23	-3.6	97.3	0.00	0.77	4.34
16	9.18	-3.2	97.1	0.00	0.76	4.16
17	9.13	-2.8	97.3	0.00	0.75	4.05
18	9.13	-2.6	97.5	0.00	0.75	3.98
19	9.08	-2.3	98.0	0.00	0.75	3.89
20	9.03	-1.8	98.8	0.00	0.74	3.79
21	8.98	-1.4	99.8	0.00	0.73	3.69

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
22	8.93	-0.9	101.0	0.00	0.73	3.61
23	8.88	-0.6	101.9	0.00	0.72	3.56
24	8.88	12.5	46.0	0.43	0.79	1.59
25	8.84	12.8	46.5	0.43	0.79	1.59
26	8.81	13.1	47.3	0.44	0.79	1.59
27	8.77	13.4	48.1	0.44	0.79	1.59
28	8.74	13.7	48.9	0.44	0.78	1.59
29	8.70	13.9	49.5	0.45	0.78	1.59
30	8.70	14.0	49.7	0.45	0.78	1.59
31	8.68	14.0	49.8	0.45	0.78	1.59
32	8.65	14.1	50.2	0.45	0.78	1.60
33	8.63	14.2	53.2	0.45	0.78	1.69
34	8.60	14.2	56.4	0.45	0.78	1.79
35	8.58	14.3	58.9	0.45	0.78	1.86
36	8.58	11.4	159.0	0.36	0.56	5.00
37	8.53	11.5	161.9	0.36	0.56	5.04
38	8.48	11.7	163.9	0.36	0.56	5.02
39	8.43	11.8	166.0	0.36	0.55	5.02
40	8.38	12.0	168.2	0.36	0.55	5.01
41	8.33	12.1	169.9	0.36	0.55	5.01
42	8.33	12.2	171.0	0.36	0.55	5.01
43	8.28	12.3	172.8	0.36	0.55	5.01
44	8.23	12.4	175.1	0.36	0.55	5.01
45	8.18	12.6	177.5	0.36	0.55	5.01
46	8.13	12.8	181.8	0.36	0.54	5.06
47	8.08	12.9	188.0	0.35	0.54	5.18
48	8.08	14.7	146.9	0.40	0.59	4.03
49	8.04	14.8	148.1	0.40	0.58	4.03
50	8.00	15.0	149.7	0.40	0.58	4.03
51	7.96	15.1	151.3	0.40	0.58	4.03
52	7.92	15.3	152.9	0.40	0.58	4.03
53	7.88	15.4	154.1	0.40	0.58	4.03
54	7.88	10.9	235.5	0.28	0.48	6.12
55	7.80	11.1	215.2	0.28	0.48	5.50
56	7.72	11.3	222.4	0.28	0.48	5.56
57	7.63	11.5	233.1	0.28	0.48	5.70
58	7.55	11.8	244.8	0.28	0.48	5.86
59	7.47	12.0	254.1	0.28	0.48	6.00
60	7.47	12.1	260.8	0.28	0.48	6.09
61	7.39	12.1	271.2	0.28	0.48	6.24
62	7.31	12.1	286.2	0.27	0.47	6.45
63	7.22	12.0	307.5	0.27	0.47	6.80
64	7.14	11.9	328.4	0.26	0.47	7.12
65	7.06	11.9	343.0	0.25	0.47	7.34
66	7.06	11.9	353.3	0.25	0.47	7.49
67	6.98	11.8	365.6	0.25	0.47	7.64
68	6.90	11.8	366.8	0.24	0.47	7.53
69	6.81	11.7	370.2	0.24	0.47	7.47
70	6.73	11.6	346.3	0.23	0.47	6.86
71	6.65	11.6	251.7	0.23	0.47	4.92
72	6.65	11.6	258.4	0.22	0.47	5.01
73	6.57	11.5	268.7	0.22	0.47	5.14
74	6.49	11.5	283.0	0.22	0.47	5.33
75	6.40	11.4	298.0	0.21	0.47	5.52
76	6.32	11.6	313.8	0.21	0.47	5.72
77	6.24	11.8	324.8	0.21	0.47	5.85
78	6.24	11.9	327.7	0.21	0.47	5.85
79	6.16	12.1	331.7	0.21	0.47	5.85
80	6.08	12.3	337.7	0.21	0.47	5.87
81	5.99	12.5	348.6	0.21	0.47	5.96
82	5.91	12.8	360.9	0.22	0.47	6.08
83	5.83	13.0	370.5	0.22	0.47	6.17
84	5.83	13.1	377.2	0.22	0.47	6.24

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
85	5.75	13.2	387.1	0.22	0.47	6.33
86	5.67	13.2	394.6	0.21	0.47	6.36
87	5.58	13.0	387.5	0.21	0.47	6.16
88	5.50	12.9	384.5	0.20	0.47	6.02
89	5.42	12.8	390.4	0.20	0.47	6.05
90	5.42	12.9	401.6	0.20	0.47	6.18
91	5.34	13.0	419.8	0.20	0.47	6.40
92	5.26	13.3	441.5	0.20	0.47	6.63
93	5.17	13.5	449.0	0.20	0.47	6.66
94	5.09	13.8	463.4	0.20	0.47	6.78
95	5.01	13.9	421.8	0.20	0.47	6.11
96	5.01	13.9	408.7	0.20	0.47	5.88
97	4.93	13.7	412.7	0.20	0.47	5.88
98	4.85	14.5	418.1	0.20	0.47	5.88
99	4.76	16.4	426.1	0.23	0.47	5.92
100	4.68	16.7	442.5	0.23	0.47	6.07
101	4.60	16.6	452.0	0.23	0.47	6.14
102	4.60	16.5	438.7	0.22	0.47	5.93
103	4.52	16.8	420.9	0.22	0.47	5.64
104	4.44	17.9	426.2	0.24	0.47	5.64
105	4.35	18.2	431.5	0.24	0.47	5.64
106	4.27	18.4	436.8	0.24	0.47	5.64
107	4.19	18.6	440.8	0.24	0.47	5.64
108	4.19	18.7	443.5	0.24	0.47	5.65
109	4.11	18.9	447.5	0.24	0.47	5.65
110	4.03	19.1	452.8	0.24	0.47	5.65
111	3.94	19.3	458.1	0.24	0.47	5.65
112	3.86	19.5	463.4	0.24	0.47	5.65
113	3.78	19.7	467.4	0.24	0.47	5.66
114	3.78	25.3	368.0	0.30	0.54	4.43
115	3.70	25.4	370.3	0.30	0.54	4.43
116	3.62	25.6	373.3	0.30	0.54	4.43
117	3.54	25.8	376.3	0.30	0.54	4.44
118	3.46	26.1	379.3	0.30	0.54	4.44
119	3.38	26.2	381.6	0.31	0.54	4.44
120	3.38	25.7	399.4	0.30	0.53	4.63
121	3.34	25.8	400.9	0.30	0.53	4.63
122	3.30	26.0	402.9	0.30	0.53	4.63
123	3.26	26.1	404.9	0.30	0.53	4.64
124	3.22	26.2	406.8	0.30	0.53	4.64
125	3.18	26.3	408.3	0.30	0.53	4.64
126	3.18	27.0	392.5	0.31	0.54	4.44
127	3.11	27.1	403.4	0.31	0.54	4.54
128	3.03	27.3	408.9	0.31	0.54	4.58
129	2.96	27.5	411.7	0.31	0.54	4.58
130	2.88	27.7	414.6	0.31	0.54	4.58
131	2.81	27.9	416.7	0.31	0.54	4.58
132	2.81	28.0	418.1	0.31	0.54	4.58
133	2.73	28.1	419.6	0.31	0.54	4.57
134	2.66	28.3	421.2	0.31	0.54	4.56
135	2.58	28.5	424.1	0.31	0.54	4.56
136	2.51	28.7	428.0	0.31	0.54	4.57
137	2.44	28.9	430.8	0.31	0.54	4.58
138	2.44	29.0	432.3	0.31	0.54	4.58
139	2.36	29.1	434.4	0.31	0.54	4.58
140	2.29	29.3	437.2	0.31	0.54	4.58
141	2.21	29.5	440.1	0.31	0.54	4.58
142	2.14	29.7	442.9	0.31	0.54	4.58
143	2.06	29.8	445.0	0.31	0.54	4.58
144	2.06	29.9	446.4	0.31	0.54	4.58
145	1.99	30.1	448.6	0.31	0.54	4.58
146	1.91	30.3	451.4	0.31	0.54	4.58
147	1.84	30.5	454.2	0.31	0.54	4.58

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
148	1.76	30.7	457.1	0.31	0.54	4.58
149	1.69	30.8	459.2	0.31	0.54	4.59

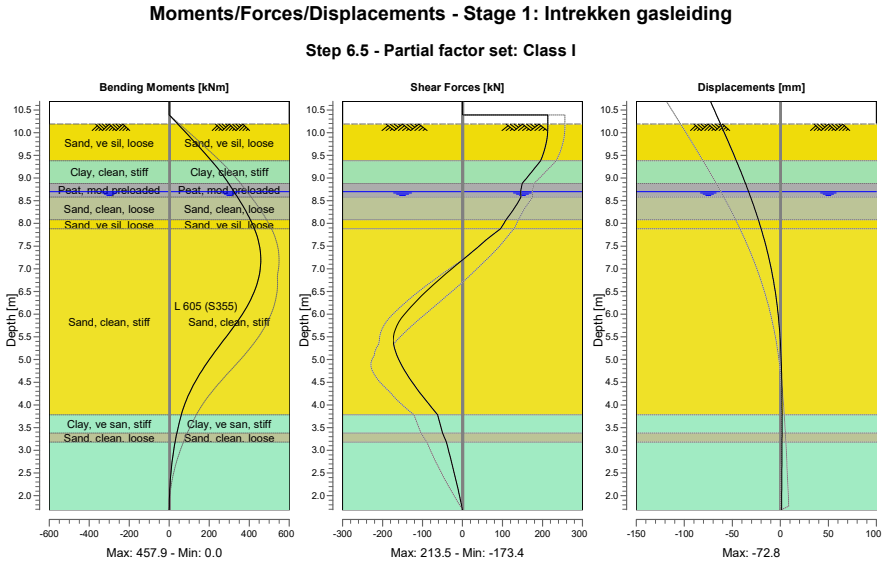
10.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
Sand, ve sil, loose	4.78
Clay, clean, stiff	0.00
Peat, mod prelo...	4.07
Sand, clean, loo...	6.07
Sand, ve sil, loose	3.01
Sand, clean, stiff	166.93
Clay, ve san, stiff	22.53
Sand, clean, loo...	13.49
Clay, ve san, stiff	89.12
Sand, ve sil, loose	0.00

10.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

10.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

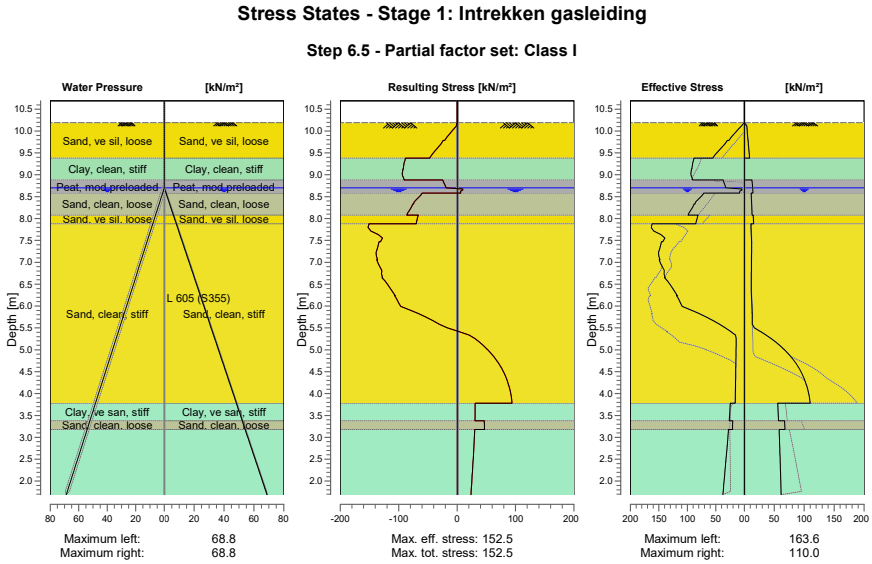


10.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	10.69	0.00	0.00	**-72.8**
1	10.39	0.00	0.00	-66.5
2	10.39	0.00	**213.50**	-66.5
2	10.19	42.70	**213.50**	-62.3
3	10.19	42.70	**213.50**	-62.3

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
3	9.79	128.70	209.59	-53.9
4	9.79	128.70	209.59	-53.9
4	9.38	211.01	195.26	-45.8
5	9.38	211.02	195.25	-45.8
5	9.13	257.02	172.61	-41.0
6	9.13	257.02	172.61	-41.0
6	8.88	297.26	149.40	-36.3
7	8.88	297.26	149.40	-36.3
7	8.70	323.78	145.49	-33.1
8	8.70	323.78	145.49	-33.1
8	8.58	341.26	146.09	-31.0
9	8.58	341.26	146.09	-31.0
9	8.33	375.75	129.12	-26.8
10	8.33	375.75	129.12	-26.8
10	8.08	405.56	108.89	-22.9
11	8.08	405.56	108.89	-22.9
11	7.88	425.98	95.20	-20.0
12	7.88	425.98	95.20	-20.0
12	7.47	452.74	37.49	-14.6
13	7.47	452.74	37.45	-14.6
13	7.06	**456.67**	-18.59	-10.1
14	7.06	**456.67**	-18.59	-10.1
14	6.65	437.83	-72.58	-6.5
15	6.65	437.83	-72.64	-6.5
15	6.24	397.93	-120.52	-3.6
16	6.24	397.93	-120.59	-3.6
16	5.83	340.10	-158.96	-1.5
17	5.83	340.09	-159.05	-1.5
17	5.42	271.03	-173.37	-0.1
18	5.42	271.02	-173.35	-0.1
18	5.01	202.04	-160.08	0.8
19	5.01	202.04	-160.03	0.8
19	4.60	141.52	-133.56	1.4
20	4.60	141.52	-133.54	1.4
20	4.19	93.53	-99.70	1.7
21	4.19	93.53	-99.69	1.7
21	3.78	60.28	-62.09	1.8
22	3.78	60.28	-62.09	1.8
22	3.38	37.92	-49.76	1.8
23	3.38	37.92	-49.76	1.8
23	3.18	28.90	-40.41	1.7
24	3.18	28.90	-40.41	1.7
24	2.81	15.91	-29.43	1.6
25	2.81	15.91	-29.43	1.6
25	2.44	6.91	-18.99	1.5
26	2.44	6.91	-18.99	1.5
26	2.06	1.69	-9.17	1.4
27	2.06	1.69	-9.17	1.4
27	1.69	0.00	0.00	1.3
Max		**456.67**	**213.50**	**-72.8**
Max, minor nodes incl.		457.87	213.50	-72.8

10.8.3 Charts of Stresses



10.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	10.69	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
1	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.39	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
2	10.19	0.00	0.00	-		0.00	0.00	-	
3	10.19	0.00	0.00	P		0.00	0.00	A	
3	9.79	27.07	0.00	P		5.96	0.00	A	
4	9.79	29.92	0.00	P		6.21	0.00	A	
4	9.38	55.56	0.00	P		8.48	0.00	A	
5	9.38	88.40	0.00	P		0.00	0.00	A	
5	9.13	92.12	0.00	3	96	0.00	0.00	A	
6	9.13	92.82	0.00	3	96	0.00	0.00	A	
6	8.88	90.78	0.00	3	93	0.00	0.00	A	
7	8.88	37.10	0.00	2	75	12.53	0.00	A	
7	8.70	32.79	0.00	2	79	13.89	0.00	A	
8	8.70	32.40	0.00	3	80	13.98	0.00	A	
8	8.58	8.31	1.18	P		14.27	1.18	A	
9	8.58	71.25	1.18	P		11.38	1.18	A	
9	8.33	86.83	3.63	3	98	12.09	3.63	A	
10	8.33	88.33	3.63	3	97	12.17	3.63	A	
10	8.08	98.96	6.08	3	88	12.87	6.08	A	
11	8.08	81.34	6.08	3	94	14.73	6.08	A	
11	7.88	85.34	8.04	3	89	15.36	8.04	A	
12	7.88	161.83	8.04	P		10.89	8.04	A	
12	7.47	143.09	12.07	P		11.96	12.07	A	
13	7.47	145.62	12.07	P		12.08	12.07	A	
13	7.06	148.00	16.09	3	87	11.89	16.09	A	
14	7.06	149.55	16.09	3	87	11.86	16.09	A	
14	6.65	139.08	20.11	2	78	11.59	20.11	A	
15	6.65	140.05	20.11	2	78	11.57	20.11	A	

Node number	Level [m]	Left Effective Stress [kN/m²]	Left Water stress [kN/m²]	Left Stat*	Left Mob** [%]	Right Effective Stress [kN/m²]	Right Water stress [kN/m²]	Right Stat*	Right Mob** [%]
15	6.24	118.00	24.13	2	58	11.78	24.13	A	
16	6.24	118.97	24.13	2	58	11.90	24.13	A	
16	5.83	79.79	28.15	1	35	12.96	28.15	A	
17	5.83	79.93	28.15	1	34	13.08	28.15	A	
17	5.42	24.01	32.18	1	9	26.71	32.18	1	
18	5.42	24.16	32.18	1	9	26.92	32.18	1	
18	5.01	14.58	36.20	A		66.21	36.20	1	16
19	5.01	14.64	36.20	A		66.43	36.20	1	16
19	4.60	15.09	40.22	A		90.39	40.22	1	20
20	4.60	15.15	40.22	A		90.60	40.22	1	21
20	4.19	15.55	44.24	A		103.79	44.24	1	24
21	4.19	15.59	44.24	A		104.01	44.24	1	23
21	3.78	16.01	48.27	A		110.03	48.27	1	24
22	3.78	24.67	48.27	1		55.56	48.27	1	15
22	3.38	26.45	52.19	1		57.02	52.19	1	15
23	3.38	20.55	52.19	A		67.17	52.19	1	17
23	3.18	20.85	54.15	A		67.72	54.15	1	17
24	3.18	27.94	54.15	1		58.06	54.15	1	15
24	2.81	30.11	57.81	1		58.91	57.81	1	14
25	2.81	30.25	57.81	1		59.07	57.81	1	14
25	2.44	32.57	61.46	1		59.78	61.46	1	14
26	2.44	32.71	61.46	1		59.94	61.46	1	14
26	2.06	35.10	65.11	1		60.57	65.11	1	14
27	2.06	35.24	65.11	1		60.74	65.11	1	14
27	1.69	37.64	68.77	1		61.36	68.77	1	13

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

10.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	523.3	310.0
Water	241.0	241.0
Total	764.4	551.0

Maximum effective resistance at left side	1796.97 kN
Mobilized effective resistance at left side	523.33 kN
Percentage mobilized resistance at left side	29.1 %
Maximum effective resistance at right side	2596.69 kN
Mobilized effective resistance at right side	310.00 kN
Percentage mobilized resistance at right side	11.9 %

10.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1.39
Partial factor base resistance	1.20
Maximum point resistance	20.000 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-118.52
Vertical force passive	197.74
Resulting vertical force (no dead weight)	79.22
Vertical toe capacity Rb;d	212.23
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-118.52
Vertical force passive	197.74
Resulting vertical force (no dead weight)	79.22
Vertical toe capacity Rb;d	5035.97
Resultant goes up	

10.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
10.19	Sand, ve sil, loose	6.89	10.19	Sand, ve sil, loose	-1.43
9.38	Clay, clean, stiff	9.47	9.38	Clay, clean, stiff	0.00
8.88	Peat, mod prelo...	1.08	8.88	Peat, mod prelo...	-0.60
8.58	Sand, clean, loo...	14.61	8.58	Sand, clean, loo...	-2.05
8.08	Sand, ve sil, loose	5.00	8.08	Sand, ve sil, loose	-0.90
7.88	Sand, clean, stiff	139.76	7.88	Sand, clean, stiff	-71.99
3.78	Clay, ve san, stiff	3.38	3.78	Clay, ve san, stiff	-7.46
3.38	Sand, clean, loo...	1.40	3.38	Sand, clean, loo...	-4.56
3.18	Clay, ve san, stiff	16.14	3.18	Clay, ve san, stiff	-29.52
-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00	-1.92	Sand, ve sil, loose	0.00

End of Report

Rapport voor D-Geo Pipeline 24.1

Ontwerp van leidinginstallatie
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam:

Datum van rapport:
Tijd van rapport:
Rapport met versie:
Berekend met versie:

Bestandsnaam: B250388.02 Zettingsberekening v1.0

Projectbeschrijving: Horizontaal gestuurde boring
1 x DN600St wd 13.3mm L415 ME
t.b.v. installatie H2 leiding

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Algemene Invoergegevens 3
2.2 Laagscheidingen 3
2.3 PN-Lijnen 8
2.4 Freatische Lijn 8
2.5 Grondprofielen 8
2.6 Grenslagen 8
2.7 Grondeigenschappen 8
2.8 Geometrie 9
2.8.1 Geometrie Sectie, Detail 9
2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht 10
2.9 Berekenings Verticalen 10
2.10 Configuratie van de Pijpleiding 10
2.11 Materiaalgegevens van de Leiding 10
2.12 Gegevens voor Leidingberekening 11
2.13 Factoren 11
3 Grondmechanische Data 12
3.1 Grondmechanische Parameters 12
4 Deformaties 13
4.1 Zakking 13
4.1.1 Zakkingswaardentabel 13
4.1.2 Grafiek Zakking bij Verticaal nr. 1 13
4.1.3 Grafiek Zakking bij Verticaal nr. 2 14

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Gebruikt model	Micro Tunneling

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - L -	-15.000	-14.564	-14.000	-13.000	-12.000
12 - Z -	10.236	10.213	10.183	10.162	10.091
12 - L -	-11.000	-10.448	-10.000	-9.000	-8.000
12 - Z -	10.057	10.176	10.273	10.380	10.456
12 - L -	-7.000	-6.000	-5.000	-4.000	-3.000
12 - Z -	10.491	10.515	10.545	10.574	10.559
12 - L -	-2.000	-1.000	0.000	1.000	2.000
12 - Z -	10.559	10.572	10.584	10.559	10.577
12 - L -	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
12 - Z -	10.561	10.593	10.578	10.540	10.524
12 - L -	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000
12 - Z -	10.556	10.555	10.553	10.536	10.524
12 - L -	13.000	14.000	15.000	16.000	17.000
12 - Z -	10.532	10.523	10.508	10.527	10.550
12 - L -	18.000	19.000	20.000	21.000	22.000
12 - Z -	10.538	10.573	10.589	10.604	10.600
12 - L -	23.000	24.000	25.000	26.000	27.000
12 - Z -	10.593	10.589	10.622	10.611	10.628
12 - L -	28.000	29.000	30.000	31.000	32.000
12 - Z -	10.641	10.657	10.640	10.656	10.683
12 - L -	33.000	34.000	35.000	36.000	37.000
12 - Z -	10.652	10.641	10.644	10.651	10.644
12 - L -	38.000	39.000	40.000	41.000	42.000
12 - Z -	10.646	10.659	10.674	10.667	10.632
12 - L -	43.000	44.000	45.000	46.000	47.000
12 - Z -	10.599	10.576	10.582	10.583	10.547
12 - L -	48.000	49.000	50.000	51.000	52.000
12 - Z -	10.521	10.530	10.513	10.511	10.485
12 - L -	53.000	54.000	55.000	56.000	57.000
12 - Z -	10.496	10.487	10.500	10.487	10.474
12 - L -	58.000	59.000	60.000	61.000	62.000
12 - Z -	10.464	10.412	10.393	10.372	10.371
12 - L -	63.000	64.000	65.000	66.000	67.000
12 - Z -	10.377	10.360	10.360	10.319	10.330
12 - L -	68.000	69.000	70.000	71.000	72.000
12 - Z -	10.327	10.317	10.335	10.324	10.332
12 - L -	73.000	74.000	75.000	76.000	77.000
12 - Z -	10.330	10.318	10.305	10.301	10.317
12 - L -	78.000	79.000	80.000	81.000	82.000
12 - Z -	10.324	10.336	10.345	10.363	10.346
12 - L -	83.000	84.000	85.000	86.000	87.000
12 - Z -	10.351	10.346	10.340	10.330	10.350
12 - L -	88.000	89.000	90.000	91.000	92.000
12 - Z -	10.345	10.349	10.344	10.351	10.356
12 - L -	93.000	94.000	95.000	96.000	97.000
12 - Z -	10.375	10.364	10.343	10.319	10.339
12 - L -	98.000	99.000	100.000	101.000	102.000
12 - Z -	10.351	10.342	10.313	10.307	10.300
12 - L -	103.000	104.000	105.000	106.000	107.000
12 - Z -	10.278	10.260	10.248	10.233	10.219
12 - L -	108.000	109.000	110.000	111.000	112.000
12 - Z -	10.220	10.214	10.222	10.216	10.220
12 - L -	113.000	114.000	115.000	116.000	117.000
12 - Z -	10.217	10.240	10.244	10.278	10.270

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - L -	118.000	119.117	120.736	121.500	122.500
12 - Z -	10.211	9.114	10.135	10.245	10.270
12 - L -	123.500	124.500	125.500	126.500	127.500
12 - Z -	10.288	10.321	10.306	10.346	10.361
12 - L -	128.500	129.500	130.500	131.500	132.500
12 - Z -	10.382	10.413	10.410	10.433	10.458
12 - L -	133.500	134.500	135.500	136.500	137.500
12 - Z -	10.470	10.469	10.479	10.488	10.476
12 - L -	138.500	139.500	140.500	141.500	142.500
12 - Z -	10.507	10.542	10.563	10.565	10.608
12 - L -	143.500	144.500	145.500	146.500	147.500
12 - Z -	10.571	10.575	10.558	10.559	10.547
12 - L -	148.500	149.500	150.500	151.500	152.500
12 - Z -	10.554	10.516	10.511	10.500	10.476
12 - L -	153.500	154.500	155.500	156.500	157.500
12 - Z -	10.490	10.506	10.499	10.522	10.546
12 - L -	158.500	159.500	160.500	161.500	162.500
12 - Z -	10.579	10.575	10.568	10.572	10.577
12 - L -	163.500	164.500	165.500	166.500	167.500
12 - Z -	10.606	10.640	10.642	10.657	10.710
12 - L -	168.500	169.500	170.500	171.500	172.500
12 - Z -	10.705	10.716	10.753	10.781	10.813
12 - L -	173.500	174.500	175.500	176.500	177.500
12 - Z -	10.822	10.814	10.805	10.836	10.873
12 - L -	178.500	179.500	180.500	181.500	182.500
12 - Z -	10.877	10.904	10.884	10.889	10.929
12 - L -	183.500	184.500	185.500	186.500	187.500
12 - Z -	10.914	10.954	10.936	10.924	10.916
12 - L -	188.500	189.500	190.500	191.500	192.500
12 - Z -	10.909	10.940	10.946	10.975	10.977
12 - L -	193.434	195.430	197.000	198.000	199.000
12 - Z -	10.798	9.798	10.902	10.935	10.971
12 - L -	200.000	200.500	201.500	202.500	203.500
12 - Z -	11.115	11.115	11.119	11.163	11.171
12 - L -	204.500	205.500	206.500	207.500	208.500
12 - Z -	11.179	11.242	11.262	11.299	11.318
12 - L -	209.500	210.500	211.500	212.500	213.500
12 - Z -	11.341	11.362	11.377	11.392	11.357
12 - L -	214.000	215.000	216.000	217.000	218.000
12 - Z -	11.327	11.249	11.262	11.297	11.387
12 - L -	218.500	219.500	220.500	221.500	222.500
12 - Z -	11.395	11.369	11.356	11.320	11.309
12 - L -	223.500	224.500	225.500	226.500	227.500
12 - Z -	11.312	11.272	11.230	11.164	11.159
12 - L -	228.500	229.500	230.500	231.326	232.000
12 - Z -	11.119	11.106	11.102	11.070	11.031
12 - L -	233.000	234.000	235.000	236.000	237.000
12 - Z -	10.994	10.942	10.887	10.823	10.773
12 - L -	237.872	241.351	243.000	244.000	245.000
12 - Z -	10.398	9.398	10.776	10.840	10.841
12 - L -	246.000	247.000	248.000	249.000	250.000
12 - Z -	10.822	10.794	10.818	10.799	10.788
12 - L -	251.000	252.000	253.000	254.000	255.000
12 - Z -	10.794	10.807	10.795	10.791	10.823
12 - L -	256.000	257.000	258.000	259.000	260.000
12 - Z -	10.795	10.768	10.825	10.820	10.834
12 - L -	261.000	262.000	263.000	264.000	265.000
12 - Z -	10.840	10.830	10.853	10.857	10.852
12 - L -	266.000	267.000	268.000	269.000	270.000
12 - Z -	10.848	10.852	10.882	10.833	10.862
12 - L -	271.000	272.000	273.000	274.000	275.000
12 - Z -	10.853	10.837	10.852	10.840	10.839
12 - L -	276.000	277.000	278.000	279.000	280.000
12 - Z -	10.868	10.829	10.811	10.831	10.827
12 - L -	281.000	282.000	283.000	284.000	285.000

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - Z -	10.842	10.825	10.809	10.777	10.813
12 - L -	286.000	287.000	288.000	289.000	290.000
12 - Z -	10.797	10.743	10.779	10.767	10.736
12 - L -	291.000	292.000	293.000	294.000	295.000
12 - Z -	10.780	10.740	10.771	10.797	10.762
12 - L -	296.000	297.000	298.000	299.000	300.000
12 - Z -	10.731	10.742	10.743	10.693	10.752
12 - L -	301.000	302.000	303.000	304.000	305.000
12 - Z -	10.720	10.726	10.739	10.727	10.710
12 - L -	306.000	307.000	308.000	309.000	310.000
12 - Z -	10.702	10.669	10.666	10.710	10.700
12 - L -	311.000	312.000	313.000	314.000	315.000
12 - Z -	10.663	10.690	10.693	10.699	10.697
12 - L -	316.000	317.000	318.000	319.000	320.000
12 - Z -	10.715	10.707	10.731	10.708	10.683
12 - L -	321.000	322.000	323.000	324.000	325.000
12 - Z -	10.750	10.698	10.666	10.688	10.707
12 - L -	326.000	327.000	328.000	329.000	330.000
12 - Z -	10.663	10.696	10.743	10.688	10.722
12 - L -	331.000	332.000	333.000	334.000	335.000
12 - Z -	10.696	10.686	10.672	10.695	10.674
12 - L -	336.000	337.000	338.000	339.000	340.000
12 - Z -	10.703	10.664	10.634	10.642	10.647
12 - L -	341.000	342.000	343.000	344.000	345.000
12 - Z -	10.651	10.619	10.634	10.537	10.595
12 - L -	346.000	347.000	348.000	349.000	350.000
12 - Z -	10.573	10.557	10.595	10.623	10.618
12 - L -	351.000	352.000	353.000	354.000	355.000
12 - Z -	10.611	10.617	10.623	10.664	10.628
12 - L -	356.000	357.000	358.000	359.990	364.258
12 - Z -	10.629	10.644	10.601	9.528	10.528
12 - L -	365.000	366.000	367.000	368.000	369.000
12 - Z -	10.773	10.874	10.911	10.967	10.830
12 - L -	370.000	371.000	372.000	373.000	374.000
12 - Z -	10.830	10.829	10.812	10.788	10.784
12 - L -	375.000	376.000	377.000	378.000	379.000
12 - Z -	10.779	10.777	10.789	10.784	10.798
12 - L -	380.000	381.000	382.000	383.000	384.000
12 - Z -	10.806	10.786	10.823	10.795	10.791
12 - L -	385.000	386.000	387.000	388.000	389.000
12 - Z -	10.797	10.779	10.788	10.785	10.777
12 - L -	390.000	391.000	392.000	393.000	394.000
12 - Z -	10.783	10.794	10.784	10.800	10.802
12 - L -	395.000	396.000	397.000	398.000	399.000
12 - Z -	10.820	10.818	10.805	10.800	10.788
12 - L -	400.000	401.000	402.000	403.000	404.000
12 - Z -	10.777	10.769	10.767	10.725	10.730
12 - L -	405.000	406.000	407.000	408.000	409.000
12 - Z -	10.743	10.736	10.732	10.739	10.736
12 - L -	410.000	411.000	412.000	413.000	414.000
12 - Z -	10.751	10.745	10.746	10.731	10.725
12 - L -	415.000	416.000	417.000	418.000	419.000
12 - Z -	10.719	10.727	10.727	10.729	10.711
12 - L -	420.000	421.000	422.000	423.000	424.000
12 - Z -	10.708	10.700	10.682	10.669	10.670
12 - L -	425.000	426.000	427.000	428.000	429.000
12 - Z -	10.660	10.666	10.652	10.664	10.638
12 - L -	430.000	431.000	432.000	433.000	434.000
12 - Z -	10.629	10.629	10.595	10.584	10.554
12 - L -	435.000	436.000	437.000	438.000	439.000
12 - Z -	10.571	10.542	10.538	10.513	10.497
12 - L -	440.000	441.000	442.000	443.000	444.000
12 - Z -	10.485	10.483	10.457	10.430	10.412
12 - L -	445.000	446.000	447.000	448.000	449.000
12 - Z -	10.396	10.392	10.396	10.399	10.395

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - L -	450.000	451.000	452.000	453.000	454.000
12 - Z -	10.397	10.402	10.396	10.370	10.374
12 - L -	455.000	456.000	457.000	458.000	459.000
12 - Z -	10.328	10.291	10.285	10.279	10.237
12 - L -	460.000	461.000	462.000	463.000	464.000
12 - Z -	10.245	10.253	10.258	10.254	10.223
12 - L -	465.000	466.000	467.000	468.000	469.000
12 - Z -	10.234	10.235	10.217	10.210	10.217
12 - L -	470.000	471.000	472.000	473.000	474.000
12 - Z -	10.211	10.221	10.248	10.256	10.224
12 - L -	475.000	476.000	477.000	478.000	479.000
12 - Z -	10.249	10.223	10.198	10.223	10.187
12 - L -	480.000	481.000	484.972	486.000	487.000
12 - Z -	10.145	10.077	8.101	9.934	9.935
12 - L -	488.000	489.000	490.000	491.000	492.000
12 - Z -	9.971	10.053	10.056	10.097	10.107
12 - L -	493.000	494.000	495.000	496.000	497.000
12 - Z -	10.086	10.131	10.132	10.156	10.113
12 - L -	498.000	499.000	500.000	501.000	502.000
12 - Z -	10.044	10.117	10.149	10.179	10.133
12 - L -	503.000	504.000	505.000	506.000	507.000
12 - Z -	10.130	10.159	10.146	10.170	10.114
12 - L -	508.000	509.000	510.000	511.000	512.000
12 - Z -	10.128	10.131	10.097	10.073	10.081
12 - L -	513.000	514.000	515.000	516.000	517.000
12 - Z -	10.063	10.031	10.043	10.038	10.068
12 - L -	518.000	519.000	520.000	521.000	522.000
12 - Z -	10.023	10.065	10.080	10.062	10.056
12 - L -	523.000	524.000	525.000	526.000	527.000
12 - Z -	10.074	10.072	10.056	10.042	10.055
12 - L -	528.000	529.000	530.000	531.000	532.000
12 - Z -	10.051	10.049	10.035	10.088	10.056
12 - L -	533.000	534.000	535.000	536.000	537.000
12 - Z -	10.062	10.045	10.068	10.056	10.053
12 - L -	538.000	539.000	540.000	541.000	542.000
12 - Z -	10.074	10.034	10.038	10.039	10.053
12 - L -	543.000	544.000	545.000	546.000	547.000
12 - Z -	10.010	10.026	10.008	10.056	10.005
12 - L -	548.000	549.000	550.000	551.000	552.000
12 - Z -	9.989	9.969	9.971	10.004	9.998
12 - L -	553.000	554.000	555.000	556.000	557.000
12 - Z -	10.015	10.000	10.008	10.056	10.030
12 - L -	558.000	559.000	560.677	564.605	565.500
12 - Z -	10.015	9.964	8.955	10.114	10.339
12 - L -	566.500	567.500	568.500	569.128	570.000
12 - Z -	10.367	10.507	10.568	10.575	10.590
12 - L -	571.000	572.000	572.975	573.500	574.500
12 - Z -	10.614	10.607	10.571	10.569	10.558
12 - L -	575.500	576.500	578.372	581.904	582.500
12 - Z -	10.456	10.340	9.353	10.831	10.615
12 - L -	583.500	584.500	585.500	586.500	587.500
12 - Z -	10.503	10.215	10.144	10.177	10.158
12 - L -	588.500	589.500	590.500	591.500	592.500
12 - Z -	10.130	10.138	10.115	10.118	10.109
12 - L -	593.500	594.500	595.500	596.500	597.500
12 - Z -	10.119	10.142	10.143	10.140	10.131
12 - L -	598.500	599.500	600.500	601.500	602.500
12 - Z -	10.153	10.137	10.136	10.151	10.159
12 - L -	603.500	604.500	605.500	606.500	607.500
12 - Z -	10.196	10.174	10.228	10.229	10.267
12 - L -	608.009	612.243	613.500	614.500	615.500
12 - Z -	10.236	9.231	10.362	10.476	10.543
12 - L -	616.500	617.284	618.000	619.000	620.000
12 - Z -	10.560	10.599	10.600	10.557	10.541
12 - L -	621.000	621.500	622.500	623.500	624.500

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
12 - Z -	10.479	10.444	10.318	10.338	10.021
12 - L -	625.707	628.313	629.000	630.000	631.000
12 - Z -	8.731	10.314	10.180	10.168	10.154
12 - L -	632.000	633.000	634.000	635.000	636.000
12 - Z -	10.142	10.184	10.150	10.192	10.135
12 - L -	637.000	638.000	639.000	640.000	641.000
12 - Z -	10.133	10.105	10.135	10.157	10.134
12 - L -	642.000	643.000	644.000	645.000	646.000
12 - Z -	10.142	10.133	10.119	10.099	10.104
12 - L -	647.000	648.000	649.000	650.000	651.000
12 - Z -	10.110	10.125	10.120	10.116	10.123
12 - L -	652.000	653.000	654.000	655.000	656.000
12 - Z -	10.121	10.134	10.094	10.079	10.081
12 - L -	657.000	658.000	659.000	660.000	661.000
12 - Z -	10.075	10.074	10.047	10.057	10.075
12 - L -	662.000	663.000	664.000	665.000	666.000
12 - Z -	10.087	10.137	10.099	10.087	10.079
12 - L -	667.000	668.000	669.000	670.000	671.000
12 - Z -	10.071	10.087	10.113	10.096	10.113
12 - L -	672.000	673.000	674.000	675.000	676.000
12 - Z -	10.116	10.108	10.068	10.066	10.020
12 - L -	677.000	678.000	679.000	680.000	681.000
12 - Z -	10.040	10.094	10.081	10.065	10.094
12 - L -	682.000	683.000	684.000	685.000	686.000
12 - Z -	10.064	10.061	10.077	10.076	10.102
12 - L -	687.000	688.000	689.000	690.000	691.000
12 - Z -	10.126	10.148	10.162	10.171	10.168
12 - L -	692.000	693.000	694.000	695.000	696.000
12 - Z -	10.189	10.212	10.213	10.190	10.179
12 - L -	697.000	698.000	699.000	700.000	701.000
12 - Z -	10.178	10.168	10.153	10.149	10.157
12 - L -	702.000	703.000	704.000	705.000	706.000
12 - Z -	10.189	10.196	10.192	10.221	10.233
12 - L -	707.000	708.000	709.000	710.000	
12 - Z -	10.255	10.260	10.284	10.294	
11 - L -	-15.000	157.000	710.000		
11 - Z -	7.000	7.340	7.000		
10 - L -	-15.000	157.000	303.620	367.000	451.000
10 - Z -	5.147	4.940	-3.034	-2.000	3.780
10 - L -	502.000	710.000			
10 - Z -	4.500	4.500			
9 - L -	-15.000	157.000	303.620	367.000	451.000
9 - Z -	4.212	4.040	-3.034	-2.000	3.780
9 - L -	502.000	710.000			
9 - Z -	4.500	4.500			
8 - L -	-15.000	157.000	303.602	303.612	303.617
8 - Z -	3.649	3.640	-3.034	-3.034	-3.034
8 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
8 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
7 - L -	-15.000	157.000	303.602	303.612	303.617
7 - Z -	1.509	1.440	-3.034	-3.034	-3.034
7 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
7 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
6 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
6 - Z -	-2.699	-2.760	-5.089	-3.034	-3.034
6 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
6 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
5 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
5 - Z -	-13.000	-13.000	-5.089	-3.034	-3.034
5 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
5 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500
4 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
4 - Z -	-18.000	-18.000	-5.089	-3.034	-3.034
4 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
4 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	4.500	4.500

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
3 - L -	-15.000	157.000	243.150	303.612	303.617
3 - Z -	-18.000	-18.000	-5.089	-3.034	-3.034
3 - L -	303.620	367.000	451.000	502.000	710.000
3 - Z -	-3.034	-2.000	3.780	-2.000	-2.000
2 - L -	-15.000	157.000	245.000	304.000	367.000
2 - Z -	-18.000	-18.000	-15.000	-12.750	-12.000
2 - L -	451.000	502.000	710.000		
2 - Z -	-14.000	-12.000	-12.000		
1 - L -	-15.000	157.000	245.000	304.000	367.000
1 - Z -	-18.000	-18.000	-15.000	-12.750	-12.750
1 - L -	451.000	502.000	710.000		
1 - Z -	-16.000	-16.000	-16.000		
0 - L -	-15.000	157.000	710.000		
0 - Z -	-18.000	-18.000	-18.000		

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-15.000	710.000			
1 - Z -	10.200	9.600			

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
12	Sand, sil, moderate	1	1
11	Sand, clean, moder...	1	1
10	Peat, mod pl, moder...	1	1
9	Clay, organ, weak	1	1
8	Peat, mod pl, moder...	1	1
7	Loam, ve san, stiff	1	1
6	Clay, ve san, stiff	1	1
5	Loam, ve san, stiff	1	1
4	Clay, ve san, stiff	1	1
3	Sand, clean, moder...	1	1
2	Sand, clean, stiff	1	1
1	Sand, clean, ve stiff	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 12: Sand, sil, moderate
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen ligt aan de bovenzijde van laag nummer 12: Sand, sil, moderate

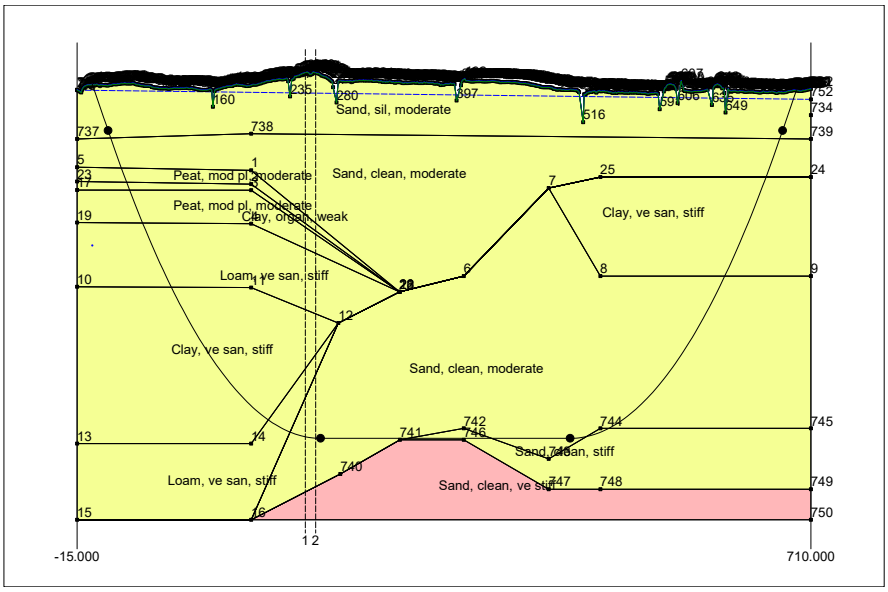
2.7 Grondeigenschappen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [gr]	Su top [kN/m²]	Su onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Sand, clean, moder...	17.00	19.00	0.00	30.00	0.00	0.00	15000.00	15000.00
Sand, sil, moderate	18.00	20.00	0.00	25.00	0.00	0.00	15000.00	15000.00
Clay, ve san, weak	14.00	14.00	2.50	17.50	25.00	25.00	2250.00	2250.00
Sand, clean, stiff	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00	92500.00	92500.00
Sand, clean, ve stiff	19.00	21.00	0.00	35.00	0.00	0.00	92500.00	92500.00
Loam, ve san, stiff	19.50	19.50	0.50	31.25	75.00	75.00	4000.00	4000.00
Clay, ve san, stiff	19.00	19.00	0.50	30.00	5.00	5.00	3500.00	3500.00
Clay, organ, weak	14.00	14.00	0.50	15.00	17.50	17.50	750.00	750.00
Peat, mod pl, moder...	12.50	12.50	3.75	15.00	25.00	25.00	750.00	750.00

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [gr]	Nu [-]	Grondtype (Hoofdgrondsoort, bijmengsel, consistentie)
Sand, clean, moder...	0.00	0.00	0.35	Zand, schoon, matig
Sand, sil, moderate	0.00	0.00	0.35	Zand, zwak siltig, kleiig
Clay, ve san, weak	0.00	0.00	0.45	Klei, zwak zandig, slap
Sand, clean, stiff	0.00	0.00	0.35	Zand, schoon, vast
Sand, clean, ve stiff	0.00	0.00	0.35	Zand, schoon, vast
Loam, ve san, stiff	0.00	0.00	0.35	Leem, sterk zandig
Clay, ve san, stiff	0.00	0.00	0.45	Klei, sterk zandig
Clay, organ, weak	0.00	0.00	0.45	Klei, organisch, slap
Peat, mod pl, moder...	0.00	0.00	0.45	Veen, matig voorbelast, matig

2.8 Geometrie

2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht

Bovenaanzicht

2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	210.407	-12.556
2	220.730	-12.650

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

2.10 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	0.000	[m]
Y coördinaat linker punt	0.000	[m]
Z coördinaat linker punt	10.584	[m]
X coördinaat rechter punt	695.640	[m]
Y coördinaat rechter punt	0.000	[m]
Z coördinaat rechter punt	10.183	[m]
Hoek links	11.0000	[gr]
Hoek rechts	11.0000	[gr]
Kromtestraal links	1100.000	[m]
Kromtestraal rechts	1100.000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-12.660	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0.0000	[gr]
Aantal horizontale bochten	0	

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingeduwd.

2.11 Materiaalgegevens van de Leiding

Materiaal	Staal
Kwaliteit	L415 ME

Elasticiteitsmodulus	205800.00	[N/mm²]
Uitwendige diameter leiding	610.00	[mm]
Oversnijding op de straal	105	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	13.30	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	78.50	[kN/m³]

2.12 Gegevens voor Leidingberekening

Toegestane druk kracht	0.00	[kN]
Volume verlies als percentage van het oversnijdingsoppervlak	75.00	[%]
Relatieve verplaatsing	10.00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6.00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500.00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving smeervloeistof	15.00	[gr]
Adhesie smeervloeistof	5.00	kN/m²
Factor op phi voor gereduceerde grond belasting	0.50	[-]
Delta smeervloeistof	7.50	[gr]
Wrijving met injectie	7.50	[kPa]
Wrijving zonder injectie	10.00	[kPa]

2.13 Factoren

Veiligheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1.40	[-]
Veiligheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1.40	[-]
Veiligheidsfactor Phi	1.10	[-]
Veiligheidsfactor effectieve druk	1.50	[-]
Veiligheidsfactor waterdruk	1.05	[-]
Veiligheidsfactor opdrijven	1.00	[-]
Onzekerheidsfactor gronddruk	1.10	[-]
Factor silo effect bovenliggende laagpakket	2.00	[-]
Stabiliteitsverhouding N	3.00	[-]
Volumegewicht water	10.00	[kN/m³]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7.50	[-]

3 Grondmechanische Data

3.1 Grondmechanische Parameters

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q_v;p	Passieve grondspanning	kN/m²
q_v;n	Neutrale grondspanning	kN/m²
q_h;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m²
q_v,r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m²
q_v;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
q_h;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
k_v;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
k_v;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
t_max	Maximale wrijving leiding	kN/m²
d_max	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm
mat	Bodemtype	-

Verticaal nr.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]	q_h;e [kN/m²]
1	1000	217	108	32	5792	1000
2	1006	219	109	32	5844	1006

Verticaal nr.	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]	mat [-]
1	11007	8805	7705	11.86	4.0	Zand
2	14517	11007	10162	11.91	4.0	Zand

4 Deformaties

4.1 Zakking

Ten gevolge van de oversnijding zal maaiveld zakking optreden. De zakking is berekend met een volume verlies percentage van het oversnijdings oppervlak. In de berekening is 75.0 procent gebruikt.

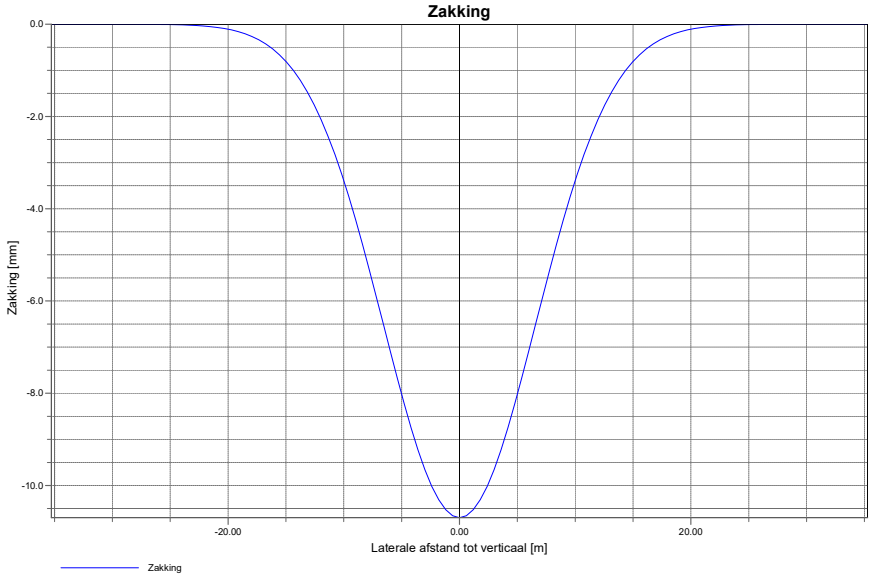
Uitwendige diameter leiding	610	[mm]
Oversnijding op de straal	105	[mm]
Volume verlies	176891.3	[mm²]

4.1.2 Zakkingswaardentabel

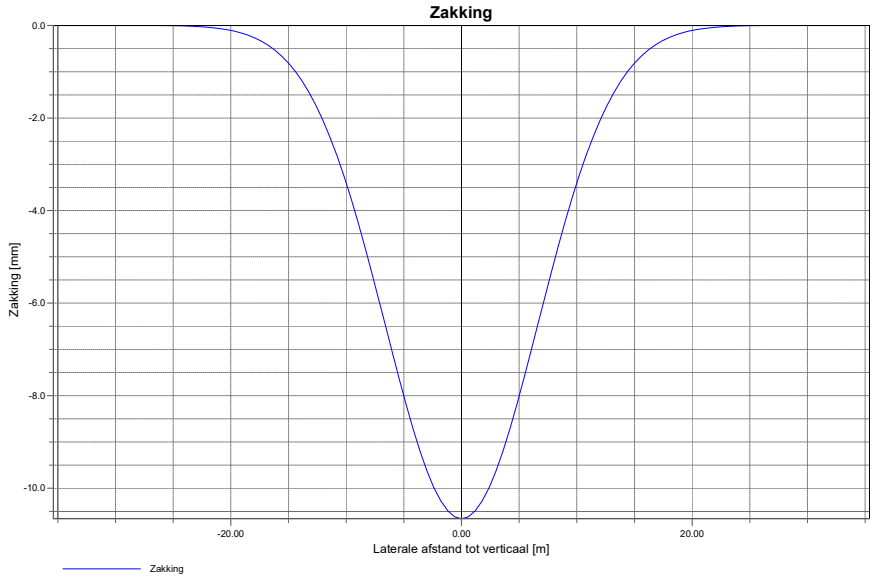
Verticaal nr.	Zakking op horizontale afstand van de z as:										
	0 W [mm]	0.1 W [mm]	0.2 W [mm]	0.4 W [mm]	0.7 W [mm]	1.0 W [mm]	1.3 W [mm]	1.6 W [mm]	2.0 W [mm]	2.5 W [mm]	3.0 W [mm]
1	11	10	8	4	0	0	0	0	0	0	0
2	11	10	8	4	0	0	0	0	0	0	0

W is de verticale afstand tussen het maaiveld en het buiscentrum

4.1.4 Grafiek Zakking bij Verticaal nr. 1



4.1.5 Grafiek Zakking bij Verticaal nr. 2



Einde Rapport

Klever
BOOR- EN PERSTECHNIEK



PD 235/90 RP-C-L-electro

Prime Drilling
HDD-Technology

3.3 Technische gegevens

Tab. 7: Technische gegevens

Benaming		Waarde
Aandrijving	Elektrisch (totaal vermogen)	480 kW
Boormast	Inschuif-/uitschuifkracht	max. 2.000 kN
	Opschuiflengte	10.500 mm
Boormotor (top drive)	1e versnelling Draaimoment / toerental	90.000 Nm / 27 tpm
	2e versnelling Draaimoment / toerental	45.500 Nm / 53 tpm
	Afvoerflens	6 5/8" FH
Mast	1e versnelling Draaimoment / snelheid	2.000 kN / 7 m/min
	2e versnelling Draaimoment / snelheid	1.000 kN / 12 m/min
Breekinrichting	Breekmoment	160 kNm
	Klembereik	Ø105 mm - Ø254 mm
Besturing	Bedieningspook	elektrisch-hydraulisch
	Schermen	analoog / digitaal
	nominale spanning / nominale stroom	24 V / 40 A

	Max. bedrijfsdruk:	350 bar
Onderstel	rupsonderstel	
	Helling van boormast	8° - 16°
	Rijsnelheid	1 km/u
	Max. helling	15°
Afmetingen	Lengte	18.500 mm
	Breedte	3.500 mm

Informatie over de installatie

Benaming		Waarde
	Hoogte	3.400 mm
	bodemdruk	9,7 N/cm²
Gewicht		49.500 kg
Geluidsdrukniveau op werkplek	LpA	78 dB (A)
Damwand planken type L628	Lengte 6 meter	Kwaliteit S355GP

Boorstangen 6-5/8” x 6-5/8” FH Pin x Box, R2 (ca. 9.5 m1 sh-sh)
Materiaal (grade) : Z140 / S135
OD ToolJoint (nieuw): 215 mm
ID ToolJoint: 107 mm
Wanddikte tube: 9,19 mm
Gebruiksklasse: Premium (bij aanschaf), afmetingen als nieuw.
Aanbevolen opmaakmoment (Nieuw): 88090 Nm
Aanbevolen opmaakmoment (Premium): 71430 Nm
Torsional Yield Premium (torsie tot aan vloeigrens): 148870 Nm
Tensile Yield Premium (treksterkte tot aan vloeigrens): 3379 kN
Duwkracht niet bekend, sterk afhankelijk van lengte en ondersteuning.
Minimale buigstraal tussen 300 en 250 m1, sterk afhankelijk van draaimoment, trek/duwkracht en inwendige (bentoniet) druk.

Drillguide GST



All Type GST Tool Specifications Overview

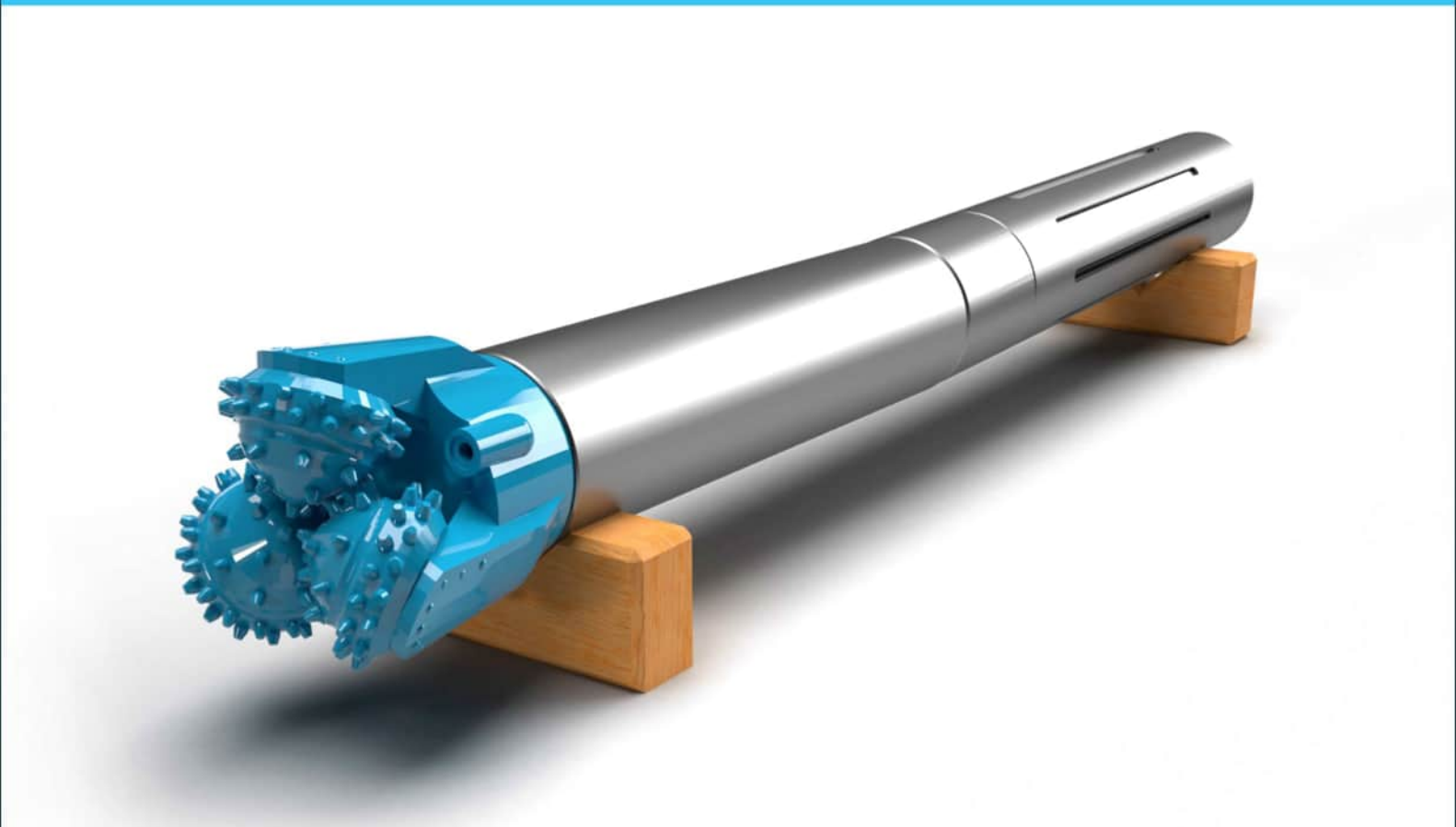
GST	146 mm (5 3/4")	152 mm (6")	170 mm (6 5/8")	215 mm (8 1/2")
Bit Size	6 3/4"	6 3/4"	8 1/2" and 9 7/8"	12 1/4"
API Tool Joint Connection (Box Up / Pin Down)	4 1/2" REG	4 1/2" REG	4 1/2" IF	6 5/8" FH
Tool Length	226 / 284 cm	270 cm	270 / 325 cm	265 / 328 cm
Length Jetting Assembly	240 cm	240 cm	240 cm	247 cm
Weight	160 / 190 kg	220 kg	320 / 360 kg	525 / 630 kg
Weight jetting assembly	260 kg	305 kg	400 kg	620 kg
Min. Bending Radius	100 m	100 m	150 m	180 m
API Tool Joint Makeup Torque	12 kNm	18 kNm	28 - 32 / 30 - 32 kNm	57-77 / 77 kNm
Max. Allowed Torque (on Tool Housing)	12 kNm	18 kNm	23 / 30 kNm	57 / 77 kNm
Max. Allowed Push / Pull (on Tool Housing)	150 kN	200 kN	350 kN	500 kN
Max. Drill Path Length - (Steel Drill Pipes – Max.Length)	63 mm - 150 m	63 mm - 150 m	2 7/8" IF - 350 m	3000 m
	70 mm - 200 m	80 mm - 250 m	3 1/2" IF - 450 m	
	80 mm - 250 m	3 1/2" IF - 400 m	4 1/2" IF - 1000 m	
Hole Size	170 - 190 mm	170 - 220 mm	200 - 250 mm	250 - 320 mm

Electric Power Input on Surface	230V 50Hz / 110V 60Hz
Electric Power Output to GST	56V DC
Max. Allowed Temperature on Tool	70 ° C
Max. Allowed Vibration on Tool up to 200Hz	20 g
Max. Allowed Mud Pressure on Tool	70 / (>170mm 150) bar
Max. Borehole Pressure While Drilling Measuring	60 bar
Accuracy Azimuth	0.04 °
Accuracy Inclination	0.01 °
Accuracy Toolface	0.02 °

Note: Blue text is GST Plus Version (inclusive GPS Track)

[redacted]

Jetting assembly



8-1/2" - 215 mm Jetting assembly specifications

Tool length without drill bit	8,1' – 247 cm
Maximum OD	8-1/2" – 215 mm
Drill bit size	12-1/4" – 310 mm
Hole size	12-1/4" - 15" – 310 mm - 380 mm
Drill pipe sizes	6-5/8" – 7-5/8"– 8-5/8"
Minimum bending radius	590' – 180 mtr
Maximum push force	110,000 lb – 50 t
Uphole connection	6-5/8" FH box
Downhole connection	6-5/8" REG box
Recommended make-up torque	6-5/8" FH 57,000 ftlb – 77 kNm
	6-5/8" REG 42,000 ftlb – 57 kNm
Maximum flow rate	780 gl/min – 3000 ltr/min
Net weight	1350/1400 lb – 600/630 kg

[redacted]

Drillguide GST Plus



8-1/2" - 215 mm GST Plus Tool specifications

Tool OD	8-1/2" – 215 mm
Tool length (shoulder/shoulder)	10,8' – 328 cm
Thread connection pin/box	6-5/8" FH
Recommended make-up torque	6-5/8" FH 57,000 ftlb – 77 kNm
	GST collar 57,000 ftlb – 77 kNm
Sensor(s) Accuracy	Azimuth 0.04° / Pitch 0.01° / Toolface 0.02°
Shoulder to sensor distance	43,3" – 110 cm
Net weight	1400 lbs – 630 kg
Hole/drill bit size	10-5/8" / 12-1/4" – 250 - 300 mm
Minimum bending radius	590' – 180 mtr
Maximum flow rate	780 gl/min – 3000 ltr/min
Annular pressure sensor position (distance from pin shoulder)	10,1' – 308 cm
Annular pressure sensor range	0 to 870 psi – 6000 kPa – 60 bar
Maximum allowed inner mud pressure	2175 psi – 15000 kPa – 150 bar
Inner mud pressure sensor range	0 to 2175 psi – 0 to 15000 kPa – 0 to 150 bar
Maximum allowed torque (on tool housing)	57,000 ftlb – 77 kNm
Maximum allowed push/pull (on tool housing)	110,000 lb – 50 t
Maximum allowed temperature (on tool)	158° f – 70° c
Maximum allowed vibration (on tool)	20 g up to 200 Hz
Electric power (input on surface)	230V-50Hz / 110V-60Hz
Electric power (output to downhole tool)	56 Volt DC
Recommended downhole wireline	10 to 8 AWG – 6 or 10mm^2

Combining Drillguide GST, UXOscope and GPS Track in 1 tool

Brownline

Duurzaamheidsring 180
4231EX Meerkerk
The Netherlands

+31 (0) 183 353 824
info@drillguide.com
www.drillguide.com

PRODUCT DATA

Cebo Holland

CEBOGEL OCMA

Toepassing
- Aanmaken boorvloeistof voor gestuurde boringen. CEBOGEL OCMA is een allround boorproduct dat met name geschikt is voor machines met een trekkracht vanaf circa 30 ton.
- Aanmaken boorvloeistof voor grondboringen.

Voor een optimaal rendement heeft het **aanmaakwater** van de spoeling de volgende eigenschappen:
- Geleidbaarheid : ≤ 1000 µS/cm
- pH : 4,5 - 9

Omschrijving
De basis voor CEBOGEL OCMA is een geactiveerde natrium bentoniet. CEBOGEL OCMA voldoet aan de OCMA-specificaties zoals vastgesteld voor olieboringen en is tevens KIWA-gecertificeerd.

Voordelen
- Stabiliseert het boorgat
- Verbetert de afvoer van boorgruis
- Vermindert de torsie
- Makkelijk te recyclen
- Uitstekende prijs-kwaliteitverhouding
- Gecertificeerd volgens KIWA-ATA, dus veilig voor gebruik in drinkwatergebieden.

Specificatie
- Voldoet aan de specificaties voor bentoniet zoals opgesteld door de "Oil Companies Materials Association DFCP-4"
- Wordt onder Kiwa Attest Toxicologische aspecten (ATA) geleverd, hetgeen garant staat voor een 100 % milieuvriendelijk product.

Parameter	Methode	Eis	Typische Waarde
Yield	OCMA DFCP-4	≥ 16,0 m^3/ton	17,4 m^3/ton
API Filtraatwaterverlies	OCMA DFCP-4	≤ 15 ml	13 ml
Droge zeefanalyse door 150 µm	OCMA DFCP-4	≥ 98 %	99 %

[redacted]

Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.

PRODUCT DATA

Cebo Holland

Parameter	Methode	Eis	Typische Waarde
Natte zeefanalyse 75 µm	OCMA DFCP-4	≤ 2,5 %	2 %
Vochtgehalte	OCMA DFCP-4	≤ 15,0 %	9,8 %

Chemische en fysische eigenschappen

Samenstelling	Hoogwaardige geactiveerde natrium bentoniet
Kleur	Geelbeige
Vorm	Zacht poeder

Spoelingseigenschappen
Bij verschillende concentraties CEBOGEL OCMA aangemaakt in gedestilleerd water.

Parameter	Methode	30 kg/m^3	40 kg/m^3	50 kg/m^3	60 kg/m^3
Vloeigrens kogelnummer	Kugelharfengerät DIN 4126	1	1	2	4
Dichtheid	Mudbalans	1,02 g/ml	1,03 g/ml	1,03 g/ml	1,04 g/ml
Filtraatwaterverlies	DIN 4127	15,5 ml	13 ml	10 ml	8 ml
Marshfunnel API	API RP 13B 2 (1 liter uit)	31 s	38,5 s	46 s	54 s

Verpakking
- 25 kg zakken per 1000 kg verpakt op een pallet met krimpfolie
- big bags van 1000 kg
- bulk

[redacted]

Revisiedatum : 28.09.2005
Document nr : OC01IP

Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.

ALARMKAART

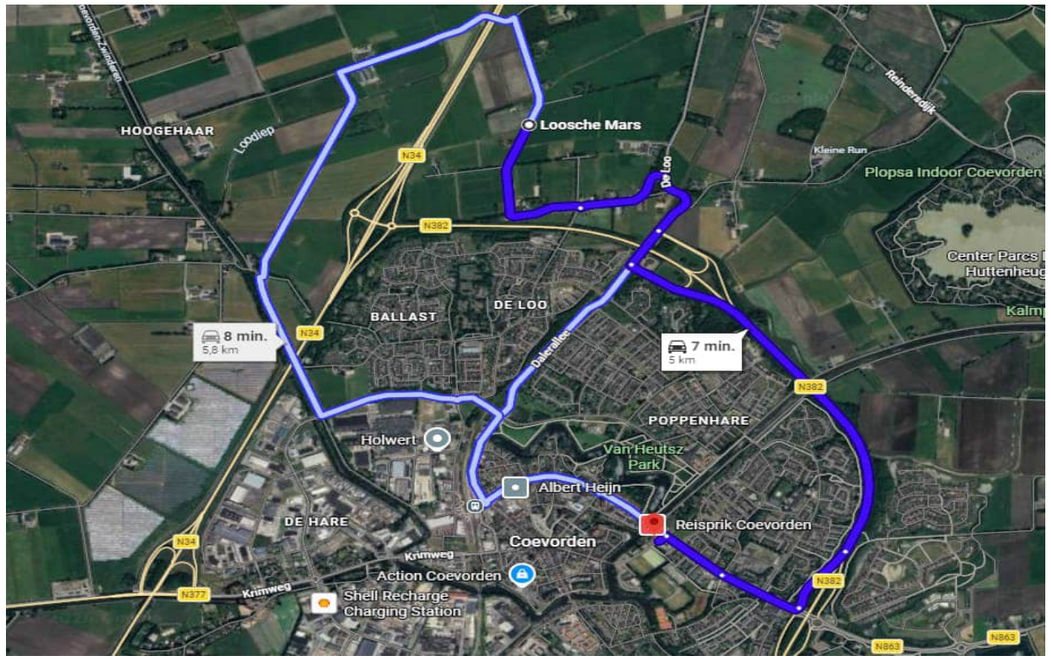
Projectlocatie	
Adres	250388.02 Loosche Mars - Dalen

Alarmnummer	BHV
Algemeen alarmnummer: 0900 – 8844 Ambulance, Politie en/of Brandweer Blijf rustig aan de telefoon 112 ALS ELKE SECONDE TELT **Download de 112NL App**	Weet wie de BHV-er is in de ploeg!
Vertel duidelijk wat er aan de hand is En geef de volgende info	**Plaats van verbandtrommel: Bedrijfswagen - Schaftkeet**
• Plaats van het ongeval • Aantal slachtoffers • Leeftijd slachtoffer + aard van verwonding • Mogelijke oorzaak (val, brand, aanrijding etc.)	**Verzamelpunt:** Zie bebording ter plaatse of spreek een verzamelplek af 

Belangrijke telefoonnummers	
Uitvoerder/Projectleider	[redacted]
KAM-coördinator	
Directeur gestuurd boren	

OMGEVING

Routebeschrijving naar dichtstbijzijnde ziekenhuis

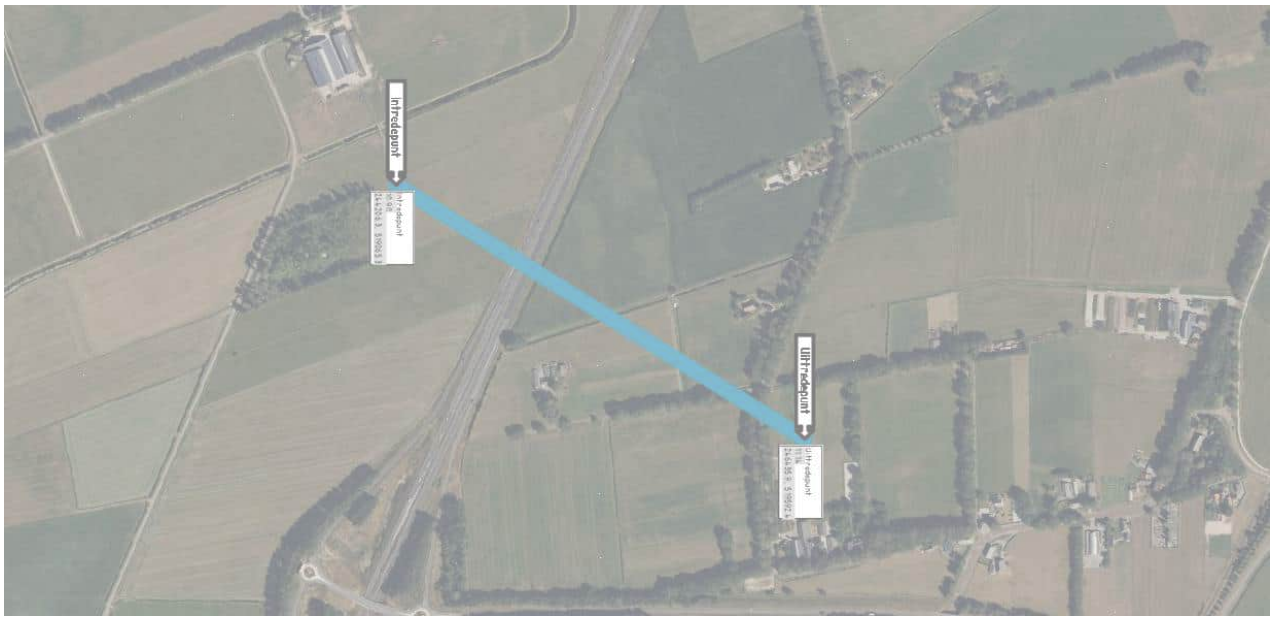


Gegevens dichtstbijzijnde ziekenhuis/huisartsenpraktijk/politie			
Ziekenhuis	Gezondheidscentrum De Veltstroom	Burgemeester Feithsingel 2, 7742 BP Coevorden	0523-276000
Huisartsenpraktijk	Huisartsenpraktijk Harwig	Burgemeester Feithsingel 2, 7742 BP Coevorden	0524-512334
Politie	Politie Bureau	Krimweg 11, 7741 KE Coevorden	0900 - 8844



HDD Project N34 en Loosche Mars Dalen

Initiatiefnemer	Hynetwork
Opdrachtgever	Van Voskuilen Industrie B.V.
Projectnummer OG	M24-0021
Projectlocatie	Loosche Mars, Dalen
	Gebroeders Harteminkweg, Dalen
Projectnummer	B250388.2
Documentkenmerk	B250388.WP02
Versie	1.1



Versie beheer

Uitgave	Opgesteld door:	Status	Datum	Gecontroleerd door:	Paraaf
[redacted]					

Aanpassingen per versie

In de onderstaande tabel worden de aanpassingen weergegeven per versie.

Uitgave	Datum	Aanpassing
Versie 1.0	30-03-2026	Versie voor intern commentaar
Versie 1.1	13-04-2026	Opmerkingen van Gelder Leidingbouw verwerkt

In onderstaande tabel zijn de documenten opgesomd welke zijn toegevoegd na toetsing.

Uitgave	Datum	Documentnaam

Inhoud

1 Samenvatting van keuzes en berekeningen ..... - 4 -

2 Klever Boor- en Perstechniek ..... - 5 -

2.1 Certificering ..... - 5 -

3 Projectomschrijving ..... - 6 -

4 Engineering ..... - 7 -

4.1 De reden van deze boring ..... - 7 -

4.2 Eisen van de belanghebbende ..... - 7 -

4.3 Uitwerking engineering ..... - 7 -

4.4 Uitgangspunten en ontvangen documenten ..... - 7 -

5 Veiligheid ..... - 9 -

5.1 Overleg en instructie werknemers ..... - 9 -

5.2 Zie voor de TRA de bijlage Taak Risico Analyse gestuurd boren. ..... - 9 -

5.3 Bedrijfshulpverlening en incidentenrapportage ..... - 9 -

5.4 Toezicht en veiligheidsinspecties ..... - 10 -

5.5 Alarmkaart ..... - 10 -

6 Uitvoering ..... - 11 -

6.1 Werktijd indeling ..... - 11 -

6.2 Aanwezig personeel ..... - 11 -

6.3 Organigram ..... - 12 -

6.4 Scope van de werkzaamheden HDD ..... - 12 -

6.5 Bestaande kabels en leidingen ..... - 13 -

6.6 Verkeersmaatregelen ..... - 13 -

6.7 Inrichten in- en uittredepunt ..... - 13 -

6.8 Realisatie productleiding (lassen) ..... - 15 -

6.9 Fase opbouw van een gestuurde boring. ..... - 16 -

6.10 Pilotboring (GYRO) ..... - 16 -

6.11 Procedure beoordelen Pilotboring ..... - 16 -

6.12 Voorruimen ..... - 17 -

6.13 Barrel trip ..... - 17 -

6.14 Intrekken van de buis/bundel ..... - 18 -

6.15 Herstellen werkterrein ..... - 21 -

7 Technische gegevens ..... - 22 -

7.1 Buis gegevens ..... - 22 -

7.2 Geometrische gegevens ..... - 22 -

7.3 Minimale buigradius ..... - 22 -

7.4 Grondopbouw ..... - 22 -
7.5 Grondwater en oppervlaktewater ..... - 22 -
7.6 Parameters sterkteberekening i NEN3650 & NEN3651 ..... - 23 -
7.7 In te zetten boormachine ..... - 24 -
7.8 In te zetten ondergronds materieel ..... - 25 -
7.9 Conclusie sterkteberekening ..... - 25 -
7.10 Zettingsberekening ..... - 25 -
8 Verankeringswand ..... - 27 -
8.1 Uitgangspunten ..... - 27 -
8.2 Toe te passen damwandplanken ..... - 27 -
8.3 Belastingsituatie ..... - 27 -
8.4 Damwandberekening ..... - 28 -
8.5 Plaatsing verankeringswand in het werk ..... - 29 -
9 Gebruik en beheersing bentoniet ..... - 30 -
9.1 Doel van de bentoniet ..... - 30 -
9.2 Debiet mud drukken ..... - 31 -
9.3 Conclusie mud druk berekening ..... - 31 -
10 Beheersing kwelproblematiek ..... - 32 -
10.1 Wat is kwel? ..... - 32 -
10.2 Welke risico's en welke maatregelen te nemen ..... - 32 -
10.3 Conclusie kwel ..... - 32 -
11 Bijlage: Risico matrix ..... - 33 -
12 Bijlage: Boortekening ..... - 34 -
13 Bijlage: Taak Risico Analyse – Gestuurd boren (HDD) ..... - 35 -
14 Bijlage: Grond gegevens ..... - 36 -
15 Bijlage: Sterkteberekening in overeenstemming met NEN 3650 & 3651 ..... - 37 -
16 Bijlage: Technische gegevens in te zetten materieel ..... - 38 -
17 Bijlage: Technische gegevens meetmethode ..... - 39 -
18 Bijlage: Technische gegevens boorspoeling ..... - 40 -
19 Bijlage: Alarmkaart ..... - 41 -

1 Samenvatting van keuzes en berekeningen

- ✓ Intredepunt nabij Loosche Mars Dalen, uittrede nabij gebroeders Harteminkweg Coevorden
- ✓ Gemeente Emmen, Rijkswaterstaat en Waterschap Rijnland
- ✓ Zettingen ter plaatse van de Provinciale weg en de Loosche Mars zijn berekend met de Module Microtunneling van het Programma D-Geo Pipelines van Deltares. De berekende zettingen zijn beperkt aan de N34 zijn gering, namelijk ca. 11mm.
- ✓ Aandachtspunten:
    - Bestaande leidingen Gasunie
      Nabij het intredepunt ligt bestaande, te vervallen, gasttransportleiding (A-577). Deze leiding wordt vervangen voor de nieuwe watertransportleiding. Uitgegaan wordt dat de bestaande gastransportleiding ten tijde van de uitvoering van de HDD niet meer in gebruik is.
    - Bestaande HDD Enexis
      Er is een bestaande boring van Enexis aanwezig nabij de N34. De gestuurde boring is aangebracht op ca. +1.1m NAP (vanuit revisie tekening). De te maken gestuurde boring kruist de bestaande boring met een dagmaat van minimaal 5m onderlangs.
- ✓ Korte beschrijving van de grondlagen
    - Er is sprake van een gelaagde grondopbouw. Globaal is bestaat de ondergrond voornamelijk uit zand met een matige tot (zeer) vaste pakking. Wel zijn tussenliggende klei, veen en zilt lagen aanwezig.
- ✓ Er is geen risico op kwel uit de het eerste watervoerende pakket. Er wordt geen boezemwatergang gekruist.
- ✓ De boring wordt GYRO uitgevoerd. Na intrekken van de leiding dient een stroomopdrukproef en GYRO-nameting uitgevoerd te worden
- ✓ Te installeren buis: DN600 St Ø219.1mm met een wanddikte van 13.3mm L415 ME. De lengte van de boring is ca. 700m
- ✓ De boring wordt uitgevoerd met een 235T boormachine. De boormachine dient te worden geborgd middel een dodebed bestaande uit 10 damwandplanken (L605 S355 met een lengte van 9m).
- ✓ De boring wordt ongevuld ingetrokken.
- ✓ Verwachtingswaarde van de benodigde trekkracht is 34.8t. Incl. rekenfactoren (cf. GTS_CSW-56-N) is dit 104.4t.
- ✓ De berekende benodigde boorvloeistofdrukken overschrijden de berekende toelaatbare boorvloeistofdrukken op ca. 60m voor het uittredepunt. Om het risico op een blow-out te beperken dient de boormeester de laatste 60m de boorspoeldrukken en -snelheid te reduceren.
- ✓ Resultaten berekening verbruik bentoniet en tijd:

Totaal	Eenheid	Omschrijving
367	M^3	Totaal Bentoniet
733	Ton	Zand
27	St.	Big Bags Bentoniet
378	M^3	Water
0	St.	Big Bags Drill Grout

Alle aantallen zijn theoretisch berekend.

2 Klever Boor- en Perstechniek

Klever Boor- en Perstechniek is gespecialiseerd in ondergrondse infrastructuren. Hiervoor zetten we horizontaal gestuurde boringen in. Het grote voordeel aan dit type boring is dat de overlast voor bestaande boven- en ondergrondse infra beperkt wordt. Horizontaal gestuurd boren is ook de ideale oplossing op plaatsen waar geen geul gegraven kan worden, bijvoorbeeld bij het realiseren van kabels en leidingen onder spoorlijnen, waterwegen en/of (snel)wegen.

Bij Klever hebben we vele jaren ervaring met het horizontaal gestuurd boren. Dat maakt ons niet alleen expert op het gebied van boren, maar zorgt ook dat we veel kennis hebben van engineeringsproces. We zijn dan ook graag uw partner van begin tot eind. Klever inschakelen als partner betekent een onbezorgd traject.

2.1 Certificering

In de loop der jaren heeft Klever Boor- en Perstechniek zich voor de ISO 9001, VCA**, CKB, CO2-prestatieladder niveau 5 en SCL Original – Trede 5 gecertificeerd.

Ons doel is om de kwaliteit, veiligheid en milieuzorg te waarborgen door het behalen van de genoemde certificaten. Hierdoor kunnen wij op vrijwel alle locaties en onder diverse omstandigheden ons werk goed ten uitvoer brengen.

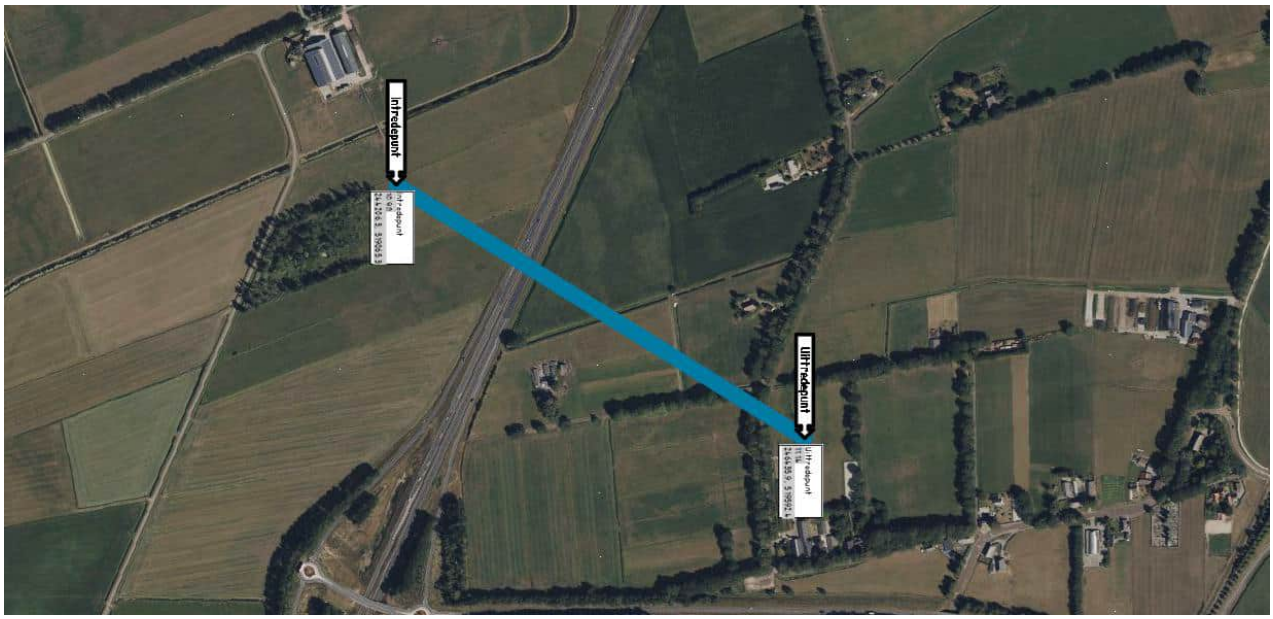
Onze certificaten zijn in te zien op onze website: https://www.kleverbv.nl/certificaten-co2-portfolio/



3 Projectomschrijving

Van Voskuilen Industrie heeft Klever Boor- en Perstechniek de opdracht gegeven om een gestuurde boring te realiseren in Driehuis Oostbroekerweg. De door deze gestuurde boring aangebrachte buis wordt na realisatie gebruikt als medium voerende buis ten behoeve van waterstof.

Op onderstaande afbeelding is de boring geografisch weergegeven.



Belanghebbende bij deze boring zijn:

- Gemeente Coevorden
- Provincie Drenthe
- Waterschap Vechtstromen

4 Engineering

4.1 De reden van deze boring

Hynetwork legt een landelijk waterstofnetwerk aan. Dit netwerk ligt in de gemeente Beverwijk, Velsen, Zaanstad Haarlemmermeer en Amsterdam. Het waterstofnetwerk verbindt de grote industriële regio's met elkaar, met waterstofopslag en -importlocaties en met het buitenland.

Het project waterstofnetwerk Drenthe Overijssel bestaat uit het ontwikkelen van een leidinginfrastructuur voor het transport van gasvormige waterstof. Het gaat om een leidingtracé tussen Nieuwediep en Ommen met een aftakking naar Vlieghuis bij Coevorden en naar de energiehub GZI Next en Getec in Emmen.

Voor de aanleg van het waterstofnetwerk wordt ook ingezet op het gebruik van bestaande aardgastransportleidingen. Het waterstofnetwerk Drenthe Overijssel zal bestaan uit al aanwezige leidingen die van het aardgasnetwerk worden gescheiden en omgebouwd en nieuw aan te leggen leidingen.

De te realiseren gestuurde boring dient ertoe om de Provinciale weg N43 te kruisen te hoogte van hectometerpaal 48.

4.2 Eisen van de belanghebbende

Provincie Drenthe

Provincie Drenthe kent geen specifieke eisen voor het kruisen van een Provinciale weg met een gestuurde boring. De aanleg van een waterstofleiding en de uitvoering van een gestuurde boring is vergunning plichtig (omgevingsvergunning Nuts). Er is sprake van een case-by-case beoordeling waarbij mogelijk maatwerkvoorschriften opgelegd worden. Hierbij kan extra aandacht worden verwacht ten aanzien van externe veiligheid, beheer en toegankelijkheid en de ligging ten opzichte van de wegconstructie. Het ontwerp en de realisatie dient de voldoen aan de richtlijnen NEN-3650/3651.

Provincie Vechtstromen

De Loosche Mars valt onder de categorie 'Overige Keringen'. De kruinhoogte is ca. +10.64m NAP. De kering betreft een verheeld met een beperkt veiligheidszone. Voor deze kering is geen norm vastgesteld.

T.b.v. de uitwerking van het ontwerp en werkplan zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

- Grond(water)onderzoeken uitvoeren (zie Bijlage 14)
- Opstellen sterkte- en muddruk en sterkteberekeningen (zie Bijlage 15)
- Opstellen kwelweg beschouwing
- Opstellen zettingsberekening (zie Bijlage 15)

4.3 Uitwerking engineering

Aan de hand van het schouwen van de locatie en de gps-meting wordt een ontwerptekening opgesteld met een bijbehorend boorboek voor het doen van een vergunningaanvraag. Het boorboek is opgesteld volgens de eisen en voorschriften van de NEN3650, NEN3651 en de NPR 3659. Daarbij worden de eisen en de voorschriften van de belanghebbende ook meegenomen in dit boorboek en ook in de tekening.

4.4 Uitgangspunten en ontvangen documenten

De voor het werk gebruikte normen en eisen zijn benoemd in onderstaande tabel

Ref.	Norm	Uitgave	Titel
[1]	NEN-EN 1997-1 + C1 + A1	2016	Geotechnisch ontwerp
[2]	NEN 3650	2020	Eisen voor buisleidingsystemen

[3]	NPR 3659 + A1 + C1	2006	Ondergrondse pijpleidingen – Grondslagen voor de sterkteberekening
[4]	RBT-2019	2019	Richtlijn Boortechnieken Rijkswaterstaat
[5]	GTS_CSW-56-N	Versie 2	Uitvoeringseisen voor persingen en boringen

In onderstaande tabel zijn de voor het boorplan gebruikte documenten weergegeven.

Ref.	Norm	Uitgave	Titel
[a]	WNN1-ANT-EM-REP-0006	Rev 01	Grondmechanisch Rapport Aanleg DN600 A-820 trace Elim-Vlieghuis - Kruising N34 en Loosche Mars
[b]	A-820-XW-026-1	Rev 0	Detailkaart Kruising met N34 + Loosche Mars DN600 Leiding Elim - Schoonebeek

5 Veiligheid

5.1 Overleg en instructie werknemers

Medewerkers worden voor aanvang van de werkzaamheden geïnformeerd over:

- Uitvoeringsgegevens
- Klic-melding gegevens
- Eventuele regels en voorschriften van de opdrachtgever
- Eventuele specifieke risico's van het project (zie onderstaand, tabel 1)

Daarnaast houdt de uitvoerder/voorman dagelijks een startwerkbespreking met alle medewerkers uit de boorploeg en eventueel aanwezige onderaannemers. Bij iedere nieuwe boring wordt deze ook vastgelegd met behulp van de Klever-app.

Als er bijzonderheden zijn zoals basisklasse bodemverontreiniging of complexe kabel- en leidinginfrastructuur dan geeft een DLP'er, uitvoerder of VGC-U van Klever Boor- en Perstechniek op locatie instructies.

Daarnaast worden medewerkers bij indiensttreding geïnformeerd over de kernwaarden, risico's op de projectlocaties en de regels en voorschriften van Klever Boor- en Perstechniek. Alle medewerkers beschikken over het certificaat VCA-basis of Veiligheid voor operationeel leidinggevenden (VCA-VOL).

Er worden regelmatig tool box meetings gehouden met de medewerkers waarbij een of meerdere onderwerpen op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu besproken worden.

Medewerkers dienen zich aan de regels in overeenstemming met plan van aanpak (werkplan) en/of V&G-plan van Klever Boor- en Perstechniek te houden. Alle werknemers van of namens Klever Boor- en Perstechniek dienen zich aan te melden bij de voorman van de ploeg die de boring uitvoert.

5.2 Zie voor de TRA de bijlage Taak Risico Analyse gestuurd boren.

Voor dit project is een overkoepelend VGM-plan opgesteld door Van Voskuilen Industrie voor gehele project (incl. veldstrekking en schema werkzaamheden). Klever conformeert aan de voorschriften en maatregelen zoals beschreven in dit VGM-plan.

5.3 Bedrijfshulpverlening en incidentenrapportage

Iedere ploeg beschikt over minimaal één mobiele telefoon voor het waarschuwen van de nooddiensten in geval van een calamiteit. Ook beschikken de medewerkers over een brandblusser, pleisterdispenser en EHBO-trommel in de voertuigen. Minimaal één medewerker uit de boorploeg is opgeleid tot bedrijfshulpverlener.

De medewerkers bespreken tijdens de startwerkbespreking de locatie van het dichtstbijzijnde ziekenhuis. Alle medewerkers uit de boorploegen hebben de 112-NL app op hun telefoon, wanneer de alarmcentrale gebeld wordt via deze app wordt de locatie van de medewerker direct verzonden.

Alle incidenten dienen bij de uitvoerder van het project en de KAM-coördinator van Klever Boor- en Perstechniek gemeld te worden. De uitvoerder zorgt ervoor dat de opdrachtgever geïnformeerd wordt. De KAM-coördinator registreert het incident en voert indien nodig een ongevalsonderzoek uit.
De KAM-coördinator informeert de Nederlandse Arbeidsinspectie in geval van:

- Dodelijk ongeval
- Ongeval met ziekenhuisopname (ook een dag opname)
- Ongeval met blijvend letsel

5.4 Toezicht en veiligheidsinspecties

Het dagelijks toezicht op de kwaliteit van het werk en de veiligheid van medewerkers en derden is de verantwoordelijkheid van de uitvoerder/voorman.

Bijzonderheden uit deze inspecties worden in het voorman-overleg of tijdens gesprekken met de boorploegen besproken. Belangrijke zaken worden opgenomen in de samenvatting van het voorman- overleg, die vervolgens ook besproken worden met de boorploegen.

5.5 Alarmkaart

Wanneer kan ik alarmnummer **112** bellen?

Het alarmnummer **112** is er voor spoedeisende hulp. Dus wanneer u of iemand anders leven in direct gevaar is. Bijvoorbeeld als u of iemand anders zwaargewond is en dringend medische hulp nodig heeft. Of wanneer u getuige bent van een misdrijf. Bijvoorbeeld geweld, moord of een inbraak.

Doorgeven waar en welke hulp nodig is. Wanneer u **112** belt, geef dan de volgende zaken door:

- Plaats van het ongeval
- Aantal slachtoffers
- Leeftijd slachtoffer + aard van de verwonding
- Mogelijke oorzaak (val, brand, aanrijding etc.)

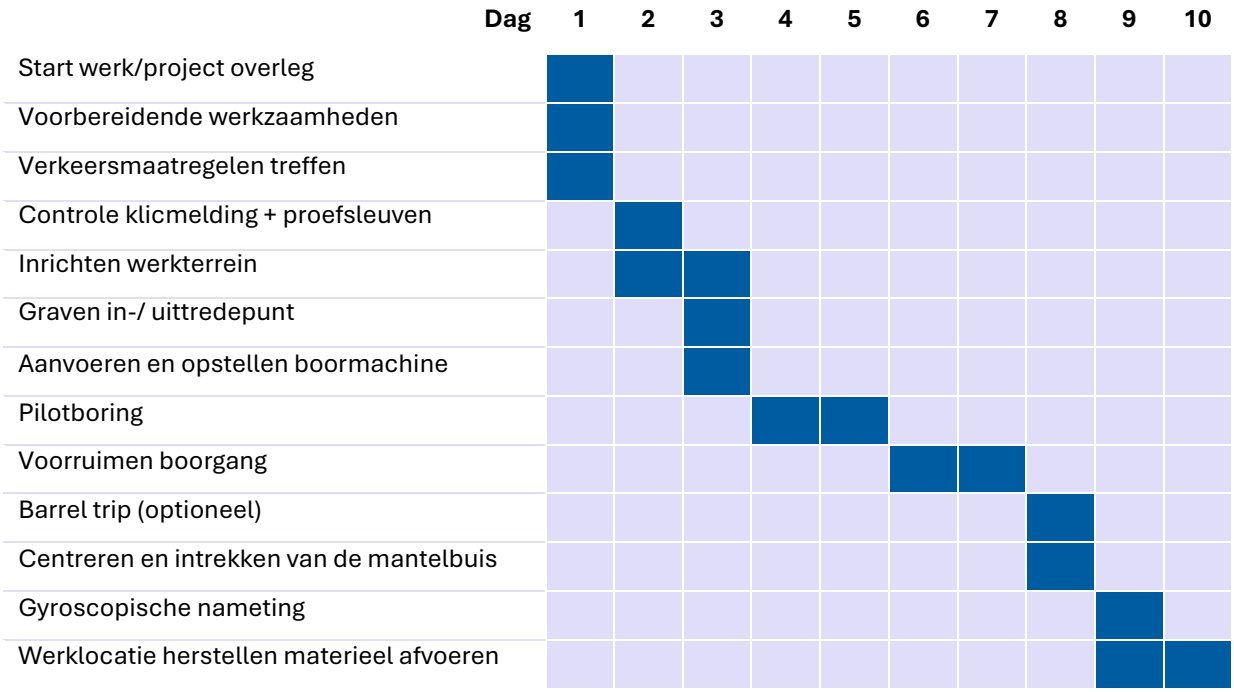
Geen spoed, wel hulp nodig?

Het kan ook gebeuren dat u wel politie nodig heeft, maar de situatie niet levensbedreigend of op heterdaad is. Bel dan naar het landelijke politienummer: **0900-8844**.

6 Uitvoering

6.1 Werktijd indeling

De indeling van de werktijden is in overleg met de boormeester/uitvoerder bepaald en wordt per situatie bekeken. Bij deze gestuurde boring worden de onderstaande standaardwerkzaamheden in deze volgorde afgewerkt. Standaard werkdag met reizen inbegrepen duurt 12 uur totaal en start normaliter om 7:00 uur.



Bij dit project is er voor de voortgangssnelheid van de verschillende fasen de volgende inschatting gemaakt:

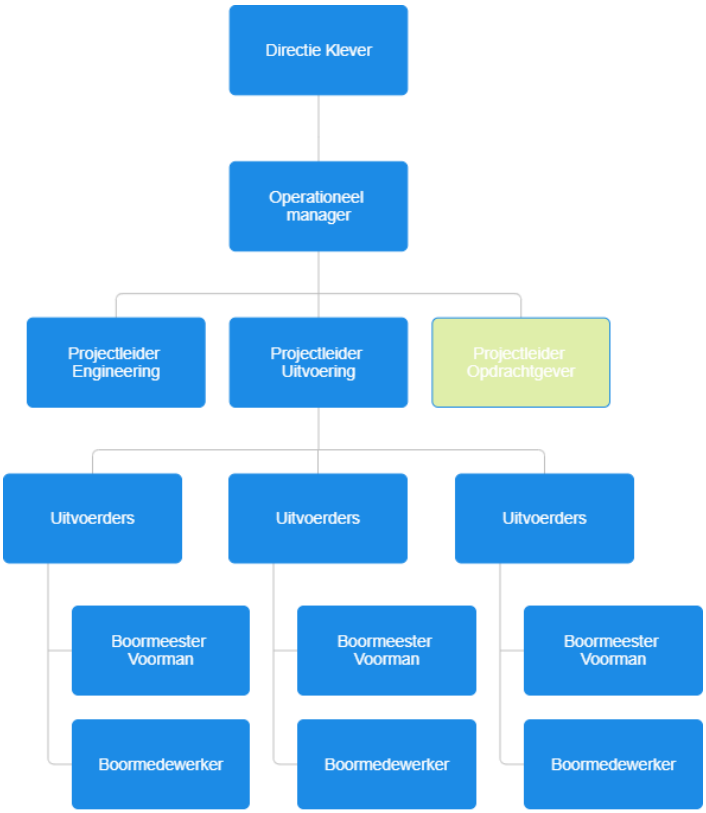
- ✓ Indicatieve voortgangssnelheid bij de pilotboring: ca. 40 à 50 m/uur.
- ✓ Indicatieve voortgangssnelheid bij de ruim- en intrekfase: ca. 80 à 100 m/uur.
- ✓ Indicatieve voortgangssnelheid bij het intrekken: ca. 30 à 50 m/uur.

Deze snelheden zijn afhankelijk van het type grond waarin geboord wordt en het aantal in te trekken buizen of diameter van de buis.

6.2 Aanwezig personeel

Boormeester/voorman:	Algehele leiding over het project, deze draagt zorg voor een goede uitvoering van de pilotboring en de maatvoering.
Boor assistenten:	Bediening van de boormachine, verzorgen van de boorspoeling en het koppelen van de boorstangen.
Diverse medewerkers:	Voor het mengen van de bentoniet en het assisteren tijdens de boring, afvoeren van de bentoniet en eventueel het meetbedrijf.

6.3 Organigram



6.4 Scope van de werkzaamheden HDD

De omvang van de werkzaamheden voor uitvoering van de horizontaal gestuurde boring wordt als volgt opsommend weergegeven:

- Afzetten van de werkterreinen en toepassen tijdelijke verkeersmaatregelen (Van Voskuilen Industrie)
- Inrichten werkstrook ter plaatse van de laslocatie leidingsegmenten (Van Voskuilen Industrie).
- Inrichten werkterrein ten behoeve van het opstellen van het boormaterieel (Klever).
- Lossen en uitrijden van de stalen buizen op de las- en uitleglocatie (Van Voskuilen Industrie).
- Lassen/NDO-onderzoek/Coaten van de boorstreng (Van Voskuilen Industrie).
- Beproeven van de leidingstrengen voorafgaand aan de intrekfase (Van Voskuilen Industrie).
- Pilotboring uitvoeren met een Optische Gyroscoop (Klever).
- Uitvoeren van ruimfase t.b.v. verkrijgen juiste afmetingen boorgat (Klever).
- Het intrekken van de productleiding (Klever).
- Uitvoeren van een gyroscopische nameting (Klever).
- Uitvoeren van een stroomopdrukproef (Van Voskuilen Industrie)
- Afvoeren materieel en opruimen werkterreinen HDD (Klever)
- Het opleveren van de boring via een “as-built-tekening” inclusief de benodigde rapportages (Klever aan Voskuilen Industrie, Van Voskuilen Industrie aan Hynetwork).

6.5 Bestaande kabels en leidingen

Door het opstellen van de engineering met de oriëntatie klic-melding zijn de bestaande kabels en leidingen in kaart gebracht. Eventuele boorprofielen van al eerder uitgevoerde boringen zijn verzameld en in kaart gebracht voor de boormeester/uitvoerder.

Voor de uitvoering wordt door Klever Boor- en Perstechniek een graaf Klic-melding gedaan, om de ligging van de bestaande ondergrondse infrastructuur in kaart te brengen. Ook zal indien nodig met de betreffende netbeheerders contact worden opgenomen. Voor aanvang van de boringen worden proefsleuven gemaakt bij het in- en uittredepunt van de boring. Door middel van deze proefsleuven worden kabels en leidingen opgezocht zoals aangegeven in de klic melding, zoals voorgeschreven in de wet Wibon. Wanneer er afwijkingen worden geconstateerd wordt bekeken of dit consequenties heeft voor de te maken boring. Wanneer er een conflict is wordt de ontwerptekening aangepast. De klic melding zal ten alle tijden op het werk aanwezig zijn.

Het in- en uittredepunt zal op de voorgeschreven wijze van CROW-publicatie 500 worden uitgegraven. Hier kunt u alle informatie over de CROW terugvinden: http://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/kabels-en-leidingen.

Kabels en/of leidingen die binnen de gestelde NEN-NORM komen van het boor tracé of bestaande infra waar een eis Voorzorg op zit wordt op tekening behorend bij dit boorboek aangegeven en benoemd.

6.6 Verkeersmaatregelen

Voor dit project worden de werkterreinen ingericht en afgezet door Van Voskuilen Industrie. Dit is incl. de toe te passen verkeersmaatregelen voor de ontsluiting van de bouwterreinen en tijdens het intrekken van de leiding (tijdelijke afsluiting van gebr. Harteminkweg).

6.7 Inrichten in- en uittredepunt

Het intredepunt is gesitueerd aan de Loosche Mars, aan de oostzijde van de N34. Uitgegaan wordt dat de vrijgekomen boorspoelding door vacuümwagens van het uittredepunt naar het intredepunt wordt gebracht. Er wordt geen gebruik gemaakt van een mud retourleiding.

Het intredepunt



Deze zijde is gekozen als intredelocatie omdat op deze locatie geen ruimte is om de leidingdelen samen te stellen. Wel is voldoende ruimte beschikbaar om het benodigde materieel op te stellen. Het volgende materieel wordt op deze locatie opgesteld:

- 235T boormachine + Aggregaat + Hogedrukpomp + stangenkratten
- Unit brownline
- Recycle unit incl. 20ft voorraadcontainers
- Mix unit (met trechter)
- Vloeistofcontainers (t.b.v. bentoniet/ drill-grout)
- Materiaal containers
- Flatbed containers
- Bentoniet Big-Bags
- Schaftkeet + sanitaire voorzieningen
- Diverse werkbussen
- Camerabewaking
- Vrachtwagen
- Minigraver

Aandachtspunten zijn:

1. Nabij intrede is een bestaande gastransportleiding aanwezig. Deze leiding maakt plaats voor de waterstofleiding. Er wordt vanuit gaan dat deze leiding buiten bedrijf is genomen ten tijde van de uitvoering van de HDD en dat geen maatregelen noodzakelijk zijn.

Het uittredepunt



Het uittredepunt ligt aan de westzijde van de Rijksweg A9. In het verlengde van de boring (voorbij 't Spijk) is de las- en uitleglocatie van de te installeren leiding. Het volgende materieel wordt op de locatie opgesteld:

- Materiaal container
- Flatbed container

- Schaftkeet + sanitaire voorzieningen
- Diverse werkbussen
- Camerabewaking
- Zuigwagen
- Minigraver

Aandachtspunten zijn:

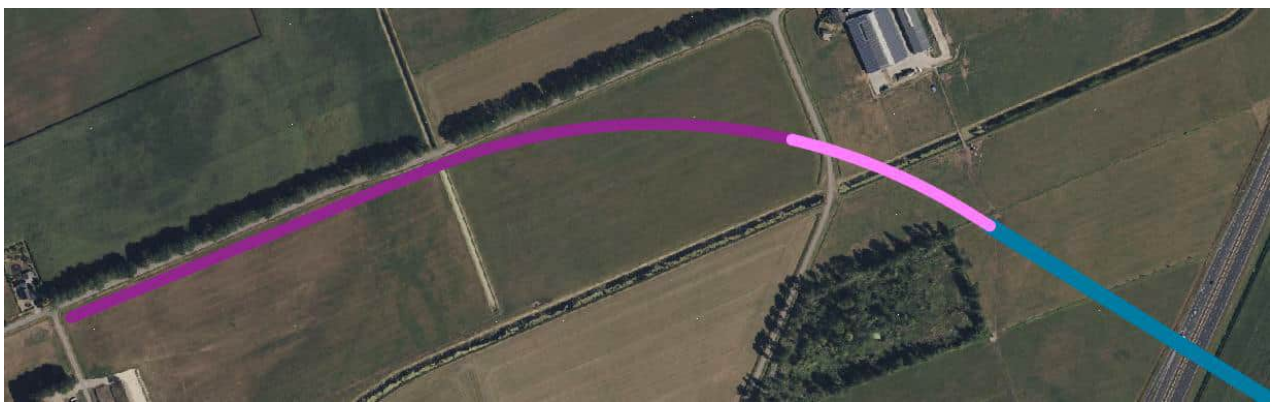
1. Op het werkterrein zijn diverse greppels aanwezig. De greppels dienen tijdelijk aangevuld te worden (evt. te worden voorzien van een duiker)

6.8 Realisatie productleiding (lassen)

De las- en uitleglocatie zijn gelegen in het verlengde van het uittredepunt aan de andere zijde van de gebr. Harteminkweg. De stalen leidingdelen van 18m dienen door middel van stuiklassen te worden samengesteld tot de leidingstreng. De leidingstreng wordt door Van Voskuilen Industrie samengesteld op de las- en uitleglocatie, zie onderstaande afbeelding.



Voorafgaand aan de intrekfase dient de stalen leiding (over maaiveld) doorgetrokken te worden naar het uittredepunt van de boring (zie magenta lijn in onderstaande afbeelding). Hierbij wordt het Loodiep gekruist. De leiding wordt met kranen op hoogte gehouden ter plaatse van het Loodiep. De gebr. Harteminkweg wordt tijdens de intrekfase afgesloten.



6.9 Fase opbouw van een gestuurde boring.

Een gestuurde boring bestaat uit 3 of 4 fases. Per fase wordt er een registratie gedaan per boorstang welke per dag kan worden gedeeld met de opdrachtgever indien gewenst of vereist door de opdrachtgever of verzekering. Ook wordt er elke dag tijdens het boren een bentoniet rapport bijgehouden welke ook per dag wordt gedeeld. Fase 1 is de pilot, fase 2 is het (voor)ruimen van de tunnel, fase 3 is een barrel trip om de tunnel schoon te krijgen en fase 4 betreft het intrekken van de buis/bundel.

6.10 Pilotboring (GYRO)

Voor deze boring is gekozen voor het inzetten van een gyro tool meetmethode. Deze speciale boorkop is voorzien van moderne technologie die vanaf het intredepunt een vooraf bepaald boortracé kan volgen, monitoren en registeren met een minimale afwijking. De registratie gebeurt vanuit het opgegeven RD-coördinaat waardoor de boorlijn geheel is te regenereren vanuit NAP-niveau en in X, Y en Z-waardes.

De in te zetten machine bepaald ook de grootte van de boorkop, de boormeester geeft aan de hand van de aangeleverde grondgegevens aan hoeveel sproeikoppen en waar hij deze wil hebben, verder wordt er aangegeven dat er een mud druksensor aan de boorkop moeten worden geïnstalleerd.

Tijdens het boren worden de volgende gegevens per boorstang door de boormeester geregistreerd:

Fase 1 - Pilotboring														
Nr. Boorstang	Meters	Begintijd	Eindtijd	Totaaltijd	Pitch	Azimuth	Diepte	Liters/p min.	Druk Rig Bar	Druk boorkop	RPM	Torqeu kN/m	Duwkracht kN	Opmerkingen
1														

Door Brownline worden de onderstaande gegevens geregistreerd:

Nr	X(m)	Y(m)	Z(m)	Easting(m)	Northing(m)	Elevation (m)	Pitch (°)	Azimuth (°)	Minimum Mud Pressure (bar)	Maximum Mud Pressure (bar)	Average Mud Pressure (bar)	Total Distance (m)
0	0.00	0.00	0.00	227706.24	580984.49	-0.22	-16.13	160.37	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 3.1: maximale uitvoeringsafwijking van theoretische lijn van de boring

** De minimale gronddekking dient te allen tijde gewaarborgd te blijven*

Richting	Maximale uitvoeringsafwijking
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal • In lengterichting; t.o.v. uittredepunt • In dwarsrichting; t.o.v. uittredepunt • In dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-2 m +1/-1 m +3/-3[1] m
Bochtstralen	<10%

6.11 Procedure beoordelen Pilotboring

Direct na het gereedkomen van de voorboring wordt een "als uitgevoerd"-tekening worden aangeleverd bij Hynetwork (via Van Voskuilen Industrie). Op deze tekening wordt zowel in het horizontale als in het verticale vlak het verloop van de voorboring zijn aangegeven. Daarbij worden ook de afwijking ten opzichte van de laatste door goedgekeurde ontwerplijn worden aangegeven. Samen met de "als uitgevoerd"-tekening van de voorboring worden ook de meetgegevens worden ingeleverd. Deze meetgegevens zijn:

- Gemeten lengte
- Azimuth
- Inclinatie

[1] Cf. GTS_CSW-56-N is dit max 3m.

- De van de gemeten lengte, azimuth en inclinatie afgeleide x-, y-, z-coördinaten (in RDNAP)

De metingen worden in Excel (digitaal) worden aangeleverd.

Aan de intrekoperatie wordt niet gestart voordat de ligging van de voorboring is goedgekeurd. Als de afwijkingen van de Pilotboring beperkt zijn kan Klever wel starten met de voorruim fase. De voorboring wordt door Hynetwork beoordeeld op onder andere:

- Minimale buigstraal is groten dan 90% van het laatst goedgekeurde ontwerp
- De afwijkingen binnen de toelaatbare afwijkingen van de boorlijn zijn:
  - 3m zijdelings (voor dit project 1m ter plaatse van het viaduct)
  - 1m verticaal omhoog en 2m verticaal naar beneden
- De afwijkingen binnen de toelaatbare afwijkingen op het uittredepunt zijn:
  - 1m zijdelings
  - Het uittredepunt mag niet meer dan 6 m voorbij het geprojecteerde uittredepunt liggen (voor dit project is dit 0m i.v.m. de aanwezigheid van een bestaande gasleiding)
- In het algemeen moet de tussenafstand tussen boorgatwand en belendingen/funderingen minimaal 5 m bedragen

6.12 Voorruimen

Wanneer de diameter van de in te trekken buizen te groot is om in een keer in te trekken moet de boorgang worden voorgeruimd. Het voorruimen van de boorgang wordt in stappen gedaan tot de gewenste diameter bereikt is, de grondgesteldheid bepaald de grootte van de stappen. Ook in deze fases wordt er bentoniet in de boorgang gepompt waarbij de bentoniet nu ook voor vermindering van wrijving zorgt. De overtollige bentoniet zal worden afgezogen door een zuigwagen en wordt afgevoerd of wordt ter plaatse gerecycled.

Tijdens de ruimfase worden de onderstaande gegevens geregistreerd:

Fase 2 - Ruimgang 1											
Nr. Boorstang	Meters	Begintijd	Eindtijd	Totaaltijd	Liters/p min.	Druk Rig Bar	RPM	Torqeu kN/m	Trekkracht kN	Mud retour	Opmerkingen
1											

6.13 Barrel trip

Wanneer de ruimgang geheel op de gewenste maat is kan het zijn dat een barrel trip wordt voorgeschreven of dat de ruimfase zo is verlopen dat een barrel trip gewenst is voordat de buis/bundel wordt aangebracht. De Barrel trip wordt gedaan met een barrel die groter is dan de buis/bundel die wordt aangebracht maar 10 à 15% kleiner is de ruimer die gebruikt is om de tunnel op maat te kruigen. Door deze barrel met boorspoeling door de tunnel heen te trekken verwijder je de laatste zand of klei resten die niet zijn meegenomen door de bentoniet.

Tijdens de barrel trip worden de onderstaande gegevens geregistreerd:

Fase 3 - Barrel - Wipertrip 1											
Nr. Boorstang	Meters	Begintijd	Eindtijd	Totaaltijd	Liters/p min.	Druk Rig Bar	RPM	Torqeu kN/m	Trekkracht kN	Mud retour	Opmerkingen
1											

6.14 Intrekken van de buis/bundel

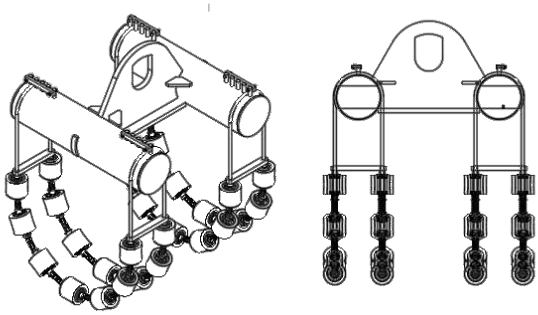
Als de tunnel de gewenste grootte heeft bereikt wordt de ruimer vervangen voor een barrel die groter is dan de in te trekken buis/bundel maar iets kleiner dan de tunnel is geruimd. Achter de barrel komt een swivel die zorgt dat de buizen niet mee kunnen gaan draaien. Daarachter komt de buis/bundel die met kettingen van de swivel verbonden is met trekkoppen aan de buis/bundel. De buis/bundel zal met behulp van een graafmachine naar het uittredepunt worden begeleid waarna de intrek fase kan starten.

Tijdens het intrekken van de buis/bundel worden de onderstaande gegevens geregistreerd:

Intrek fase.											
Nr. Boorstang	Meters	Begintijd	Eindtijd	Totaaltijd	Liters/p min.	Druk Rig Bar	RPM	Torqeu kN/m	Trekkracht kN	Mud retour	Opmerkingen
1											

Nadat de boorgang is geruimd tot de gewenste diameter kan worden aangevangen met de intrekfase. Om de spanningen in de leiding binnen de toelaatbare spanningen te houden wordt een kattenrug intrekboog toegepast. Hiermee wordt de leiding op bepaalde posities ondersteund zodat de leiding in een ruime boog wordt uitgelijnd met de gerealiseerde boringen. Deze intrekboog wordt gedurende de gehele intrekfase aangehouden.

Tijdens de intrekfase wordt gebruik gemaakt van (tele)kranen om de leiding op de juiste positie en hoogte te tillen. De leiding wordt opgehangen in Cradles. De cradles zijn voorzien van dubbele ‘slings’ met kleine ‘cradle wheels’. Hierdoor kan de buis wrijvingsloos door de cradles worden getrokken.



Fasering samenstellen en intrekken:

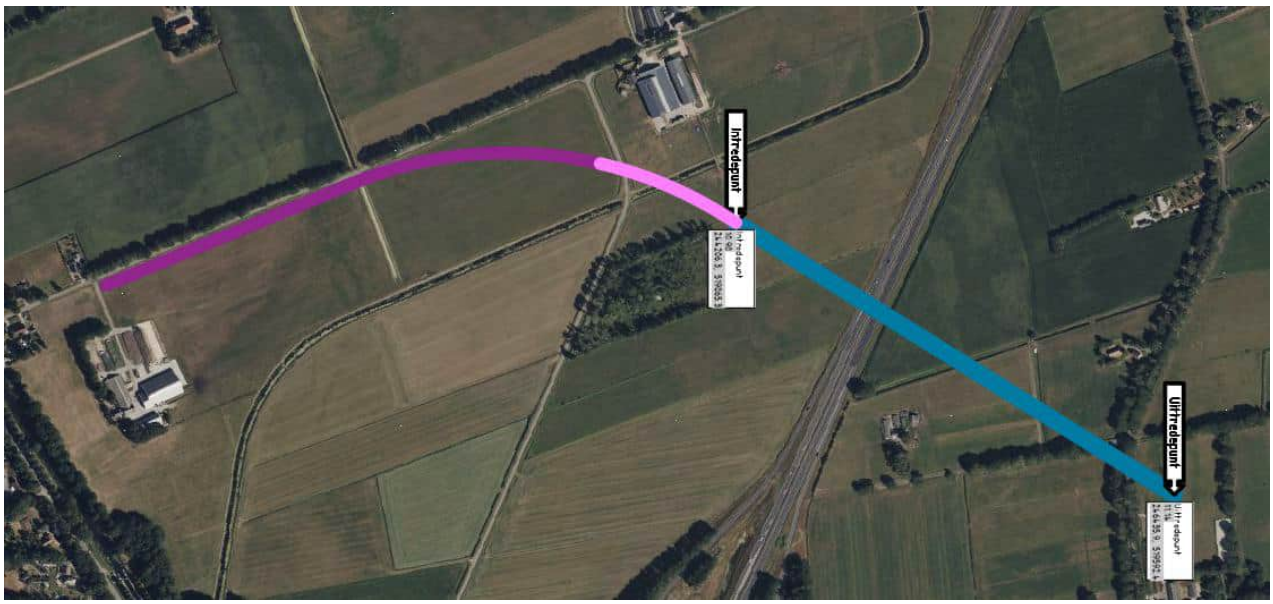
De leidingen worden samengesteld op ingerichte las- en uitleglocatie achter het uittredepunt. De toegang van het werkterrein bevindt zich aan de Benterdijk.

Er is voldoende lengte beschikbaar om de leiding samen te stellen. De samengestelde leidingstreng is ca. 705m lang, uitgegaan van 39 buizen van 18m lang en een trekkop van ca. 3m lang. De leidingen worden uitgelegd op rollenstellen (om de 10-15m).

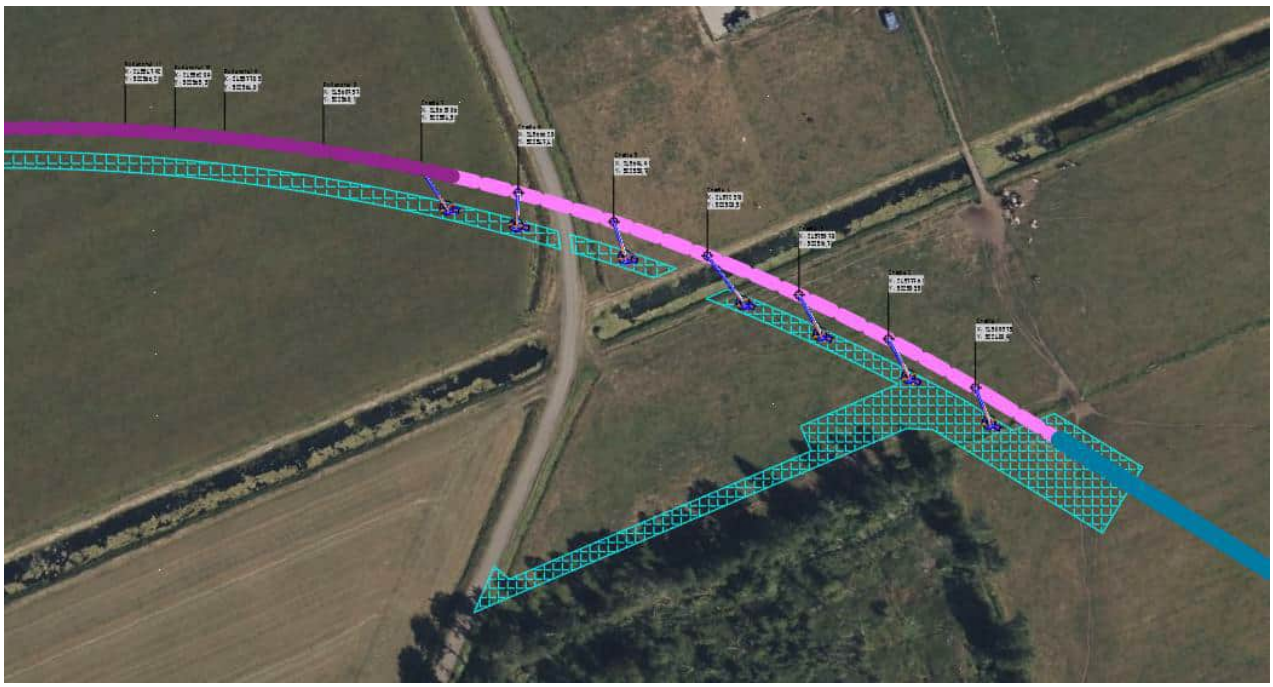
De leidingstreng wordt samengesteld op het las- en uitlegterrein langs de Benterdijk. Voorafgaand aan de intrekfase dient de vervaardigde leidingstreng doorgetrokken te worden naar het uittredepunt. Hierbij wordt de gebr. Harteminkweg en het Loodiep gekruist. Tijdens de intrekfase wordt de gebr. Harteminkweg tijdelijk afgesloten. De leiding wordt met kranen over het Loodiep gehesen.

Wanneer de leidingstreng is doorgetrokken kan de leiding worden gekoppeld aan de boortangen. Dan wordt de invoerbocht voorbereid en wordt de leiding in de invoerbocht gehesen waarop kan worden gestart met de intrekfase.

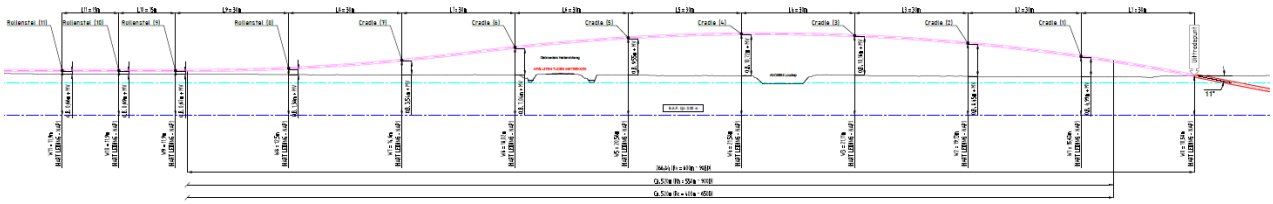
De leiding ligt in op de las- en uitleglocatie in een radius van 237m ($R > \gamma_b \cdot \gamma_m \cdot E \cdot \frac{D_e}{2 \cdot R_e} = 1.4 \cdot 1.1 \cdot 210000 \cdot \frac{609.6}{2 \cdot 415} \cong 237m$). De leidingstreng ligt op de las- en uitleglocatie in een radius van 550m ($900 \cdot D_e$). Tijdens de intrekfase zal de in leiding ter plaatse van de kattenrug ook een horizontale aanwezig zijn. De verticale radius is 600m (ca. $985 \cdot D_e$). De radius van de gecombineerde bocht is ca. 400m ($650 \cdot D_e$).



De las- en uitleglocatie is aangegeven in paars in bovenstaande afbeelding. De te realiseren boring in blauw. In magenta is aangegeven hoe de leiding wordt doorgetrokken t.b.v. de intrekfase.



Er zijn 7 (tele)kranen voorzien. Wanneer de (tele)kranen in positie zijn gebracht worden de cradles op de uitgezette locaties aangebracht. In Bijlage 12 is de werktekening van de invoerbocht opgenomen. Hierin staan de x-, y- en x-coördinaten van de cradles in de invoerbocht vermeld. De NAP-hoogtemeldingen zijn gemeten van het hart van de leiding (t.b.v. de berekening cradle gewichten en spanningen in de leiding t.g.v. de overspanningen tussen de cradles). De maatvoering t.o.v. maaiveld is gemeten vanaf de onderkant van de leiding.



(Voor een duidelijk weergave wordt verwezen naar Bijlage 12)

De verticale radius van de leiding in de invoerbocht is 600m. Er is een gecombineerde radius in de invoerbocht van 400m. De spanningen in de leiding t.g.v. buiging zijn ca. 150 N/mm^2 bij een verticale radius van 600m. Dit is binnen de grensspanning van 415 N/mm^2. De spanningen in de leiding t.g.v. de horizontale bocht bedraagt ca. 116N/mm^2 ($\sigma = E \cdot \frac{D_e}{2 \cdot R} = 21000 \cdot \frac{609.6}{2 \cdot 550000} = 116.4\ N/mm^2$). De totaalspanning is ca. 190N/mm^2 ($\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_v^2} = \sqrt{116^2 + 150^2} = 189.6 N/mm^2$). Toetswaarde van de toelaatbare spanningen is ca. 269N/mm^2 ($\frac{Re}{\gamma_b \cdot \gamma_m} = \frac{415}{1.4 \cdot 1.1}$).

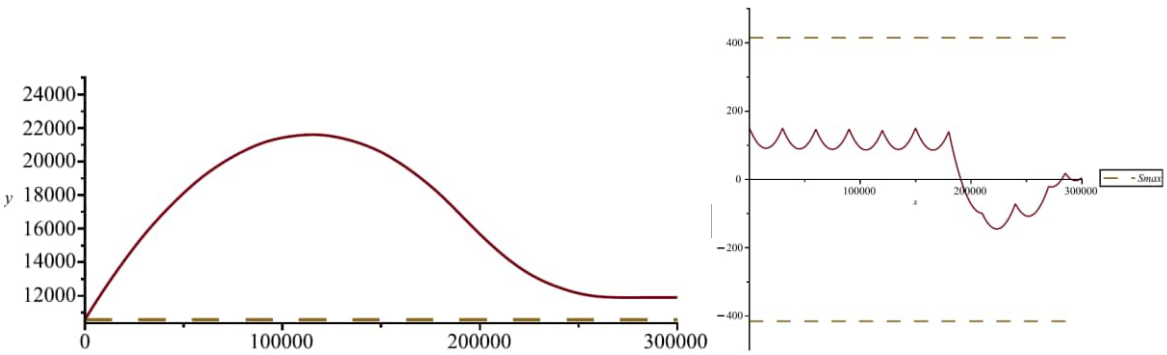
De hoogte van de invoerbocht ligt maximaal op 10.72m boven maaiveld. De laatste (tele)kraan zal steeds mee zwaaien met het uiteinde van de leidingstreng om te voorkomen dat de leiding ver uitkraagt en doorhangt. Eenmaal bij de volgende Cradle aangekomen zal de laatste cradle iets zakken zodat de leiding uit de cradle kan lopen.

Berekening opleggewichten

De afstand tussen de cradles en rollenstellen (opleggingen) bepalen de mate van doorbuiging, oplegreacties van de cradles en de spanningen in de leidingen. Voor deze invoerbocht is uitgegaan van een tussenafstand tussen de cradles van 30m. De tussenafstand tussen de rollenstellen op maaiveld is ca. 10-15m.

De vervorming van de leiding in de invoerbocht is toelaatbaar zolang de spanningen in de leiding (ter plaatse van de velden en opleggingen) lager zijn dan de maximaal toelaatbare spanningen (415 N/mm^2).

Er is een controle berekening uitgevoerd om de opleggewichten per oplegpunt vast te stellen. Hierbij is gekeken naar de geometrie van de definitieve intrekboog. De berekening is toegevoegd aan bijlage 15.



Bovenstaande afbeeldingen illustreren de vervormingslijn en de spanningen t.g.v. de verticale radius en de buiging onder het eigen gewicht. De spanningen in de leiding t.g.v. de verticale buigradius en het eigengewicht blijft met binnen de grenswaarde.

De leiding weegt ca. 196kg per strekkende meter. De velden tussen de cradles zijn 30m. Op de rollenstellen zijn de velden 10-15m.

De oplegreacties (excl. cradles en hijsequipment) zijn als volgt berekend, zie bijlage 15:

- Cradle 1: ca. 5902kg
- Cradle 2: ca. 5823kg
- Cradle 3: ca. 5930g
- Cradle 4: ca. 5738kg
- Cradle 5: ca. 6081g
- Cradle 6: ca. 8705g
- Cradle 7: ca. 2614kg
-

Aanvullend dient rekening gehouden te worden met de cradle gewichten (ca. 400kg).

6.15 Herstellen werkterrein

Wanneer de werkzaamheden gereed zijn, worden de geulen dicht gemaakt zodat er geen gevaarlijke situaties achterblijven. De opdrachtgever zal na het aanbrengen van zijn werkzaamheden rondom de gestuurde boring de in- en uittredepunten definitief afwerken.

7 Technische gegevens

7.1 Buis gegevens

Het type buis	: Medium voerende buis (Waterstof)
Gegevens buis	: 1×Ø609.6mm
Wanddikte	: 13.3mm
Klasse	: L415 ME
Coating	: PP

7.2 Geometrische gegevens

Lengte boor tracé over het maaiveld	: 695.64 meter
Lengte langs de boorlijn	: 698.78meter
Intrede hoek	: 11° 19.44%
Uittrede hoek	: 11° 19.44%
Diepste punt	: 23.94 meter onder maaiveld, -12.66 NAP
Kleinste gemeten radius	: 1100 meter
Diameter te gebruiken ruimer	: ca. Ø820mm

7.3 Minimale buigradius

Volgens de GTS-CSW-56-N dient de minimale buigradius groter dan $1000 \cdot D_e$ (voor leidingen tot en met DN600) te zijn.

Ook mag de buigstraal niet kleiner zijn dan de waarde berekend met formule: $R > \gamma_b \cdot \gamma_m \cdot E \cdot D_e/(2 \cdot R_e) = 1.4 \cdot 1.1 \cdot 210000 \cdot 609.6/(2 \cdot 415) \cong 237m$ (spanningen in de leiding). Deze minimale buigradius wordt enkel toegepast tijdens het intrekken van de leiding.

7.4 Grondopbouw

Het grondonderzoek dat is toegepast voor de berekeningen is afkomstig van grondonderzoek uitgevoerd door Koops Grondmechanica, zie bijlage 14. Voor het opstellen van de grondopbouw zijn de volgende sonderingen, mechanische boringen en grondwaterstanden toegepast.

Sonderingen:

- DKM-120-001
- DKM-120-002
- DKP-120-003
- DKM-120-004
- DKM-120-005
- DKP-120-006
- DKM-120-007

Mechanische boringen:

- MB-120-001
- MB-120-002

7.5 Grondwater en oppervlaktewater

- Intredepunt: +8.7m NAP (AWK052 Kleine Vecht Zomer en Winterpeil)
- Intredepunt: GLG +8.5 NAP, GHG +9.6 NAP (volgens [a])

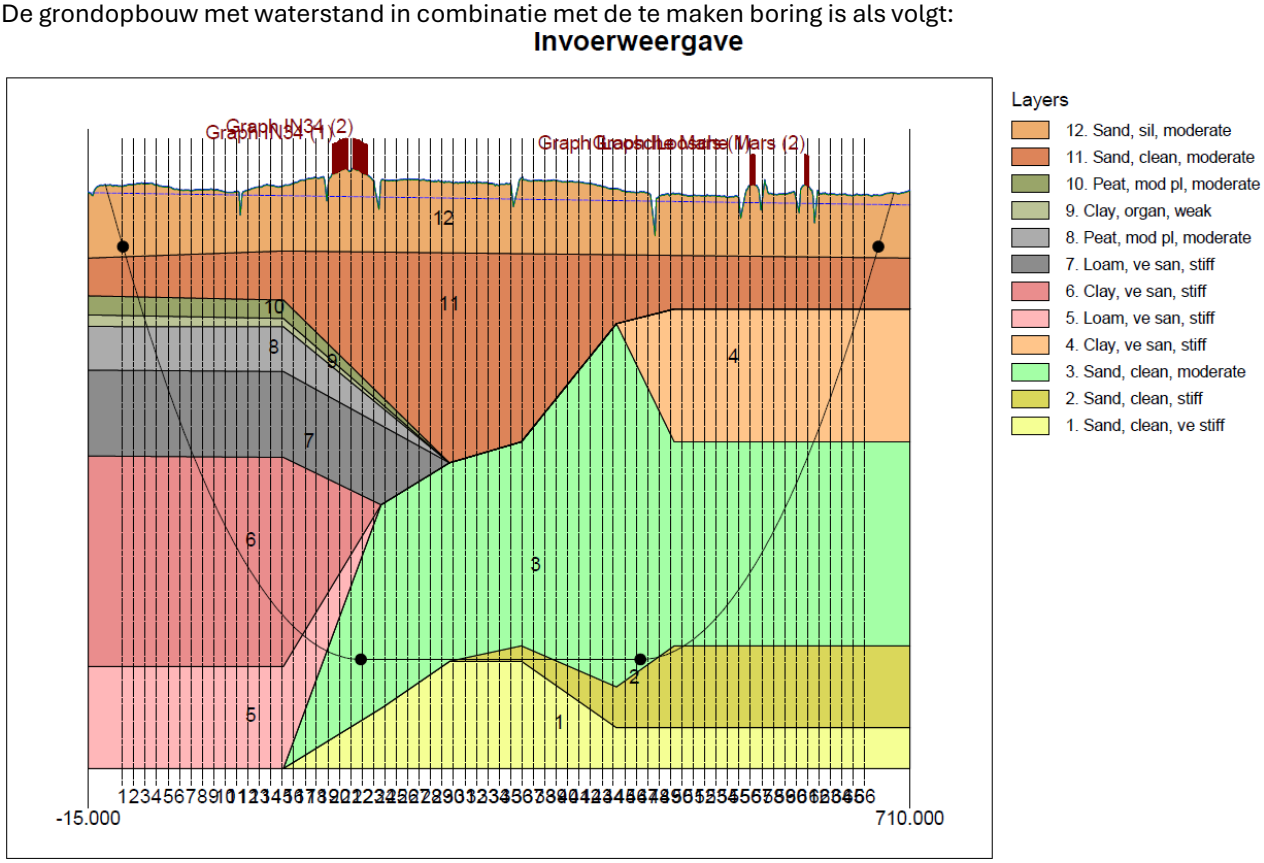
- Uittredepunt: +8.7m NAP (AWK052 Kleine Vecht Zomer en Winterpeil)
- Uittredepunt: GLG +9.0 NAP, GHG +10.2 NAP (volgens [a])

Stijghoogte in het eerste watervoerende pakket:

- Intredepunt: GLG +9.0 NAP, GHG +9.8 NAP (volgens [a])
- Uittredepunt: GLG +9.6 NAP, GHG +10.2 NAP (volgens [a])

In de sterkteberekeningen is uitgegaan van de GHG ter plaatse van het in en uittredepunt. Er is geen tweede Piezolijn gemodelleerd omdat de GHG van het artesisch grondwater erg dicht op de GHG van het freatisch grondwater ligt.

De grondopbouw met waterstand in combinatie met de te maken boring is als volgt:



7.6 Parameters sterkteberekening i NEN3650 & NEN3651

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingspercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal. Bij een vullingspercentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	330.24kg/m
Gewicht productbuis (incl. vulling)	199.37kg/m
Dit resulteert in een opwaartse kracht van	130.87kg/m

Volgens de richtlijnen vanuit Gasunie dient de opwaartse/neerwaartse kracht niet meer te zijn dan 2000N/m in het boorgat, anders dient er extra ballast te worden toegepast. De optredende opwaartse kracht is ca. 1308.7 N/m. Dit betekent dat de leiding niet extra hoeft te worden geballast.

Volgens de sterkteberekening is er een maximale trekkracht van 348 kilo Newton oftewel 34.8 ton nodig voor deze boring. De maximale trekkracht voor deze buis is 11644 kN (zie Bijlage 15).

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	137
T2	16	139
T3	227	221
T4	474	259
T5	685	345
T6	699	348

I.v.m. de aanwezigheid van grind is ook een totaalfactor van 2 voor de trekkracht toegepast in overeenstemming met de NEN 3650.

De deflectie van de leiding is 1.6 mm (0.26% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 89.7 mm (15% x S x Do).

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 29.9mm (5% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.7 In te zetten boormachine

De boormachines kunnen in drie kwalificaties verdeeld worden. De verdeling is gebaseerd op de trekkracht van de verschillende machines:

- ✓ Mini rig met een trekkracht tot 15 ton
- ✓ Midi rig met een trekkracht van 15 tot 40 ton
- ✓ Maxi rig met een trekkracht van 40 tot 250 ton
- ✓ Mega rig met een trekkracht van meer dan 250 ton

De in te zetten boor rig wordt bepaald door de lengte van de boring en/of de aan te brengen buis of bundel buizen. De onderstaande parameters bepalen mede de in te zetten boor rig:

- ✓ Type grondslag
- ✓ Diepte die gehaald moet worden
- ✓ Meetmethodes
- ✓ Risicobeperking

De maximale waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt 348kN = 34.8Ton.

Inachtneming van de bovenstaande zaken en de gegevens van het grondonderzoek waarmee de mud druk en sterkteberekening zijn gemaakt, kunnen we de werkzaamheden met betrekking tot dit project categoriseren als:

☐ mini boring

☐ midi boring

☒ Maxi boring

De machine die op dit project ingezet wordt betreft de PD 235-90met een maximale trekkracht van 200 ton. Verdere gegevens van deze boor rig kunt u achter in dit boorplan terugvinden.

Volgens de eisen vanuit Gasunie dient de trekkrachtcapaciteit van de boormachine in dit geval 34.8 x 2 x 1,5= 104.4 ton te zijn. De toe te passen boormachine heeft een trekkracht van 200T. Aan deze eis wordt voldaan.

7.8 In te zetten ondergronds materieel (n.t.b)

7.9 Conclusie sterkteberekening

De conclusie van alle parameters grondonderzoek, boortekening en de sterkteberekening is als volgt: de boring is ontworpen binnen de richtlijnen van de boor- en meetequipment. De boring voldoet aan de sterkteberekening.

Uit bovenstaande gegevens kunnen wij concluderen dat deze boring geheel binnen de richtlijnen uitgevoerd kan worden.

7.10 Zettingsberekening

De verwachte zettingen worden berekend met behulp van een zettingstrogberekening. Met een zettingstrog bepalen wij de te verwachte zettingen aan de hand van de afstand tussen de boorlijn en maaiveld, de grondopbouw en het volumeverlies van de annulaire ruimte. Voor deze berekening is gebruik gemaakt van de Microtunneling module van het Programma D-Geo Pipelines van Deltares.

Uitgangspunten

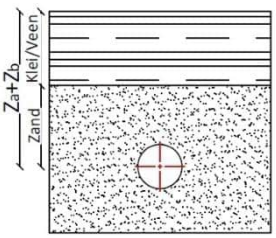
Voor de zettingsberekening worden de volgende uitgangspunten toegepast:

- Voor de zettingsberekening wordt de afstand tussen hart boorgat en maaiveld bepaald aan de hand van de tekening.
- Voor de grondopbouw zijn sonderingen gemaakt, zie ook Bijlage 14
- Voor het volumeverlies van annulaire ruimte wordt een aanname gemaakt van 75% op basis van praktijkervaring.

Algemene gegevens

Aantal buizen	1
Diameter buis 1	609.6 mm
Diameter boorgat	820 mm
Volumeverlies	75%

De grondopbouw is volgens onderstaande grondmodel (buis in zand met klei of veen erboven)

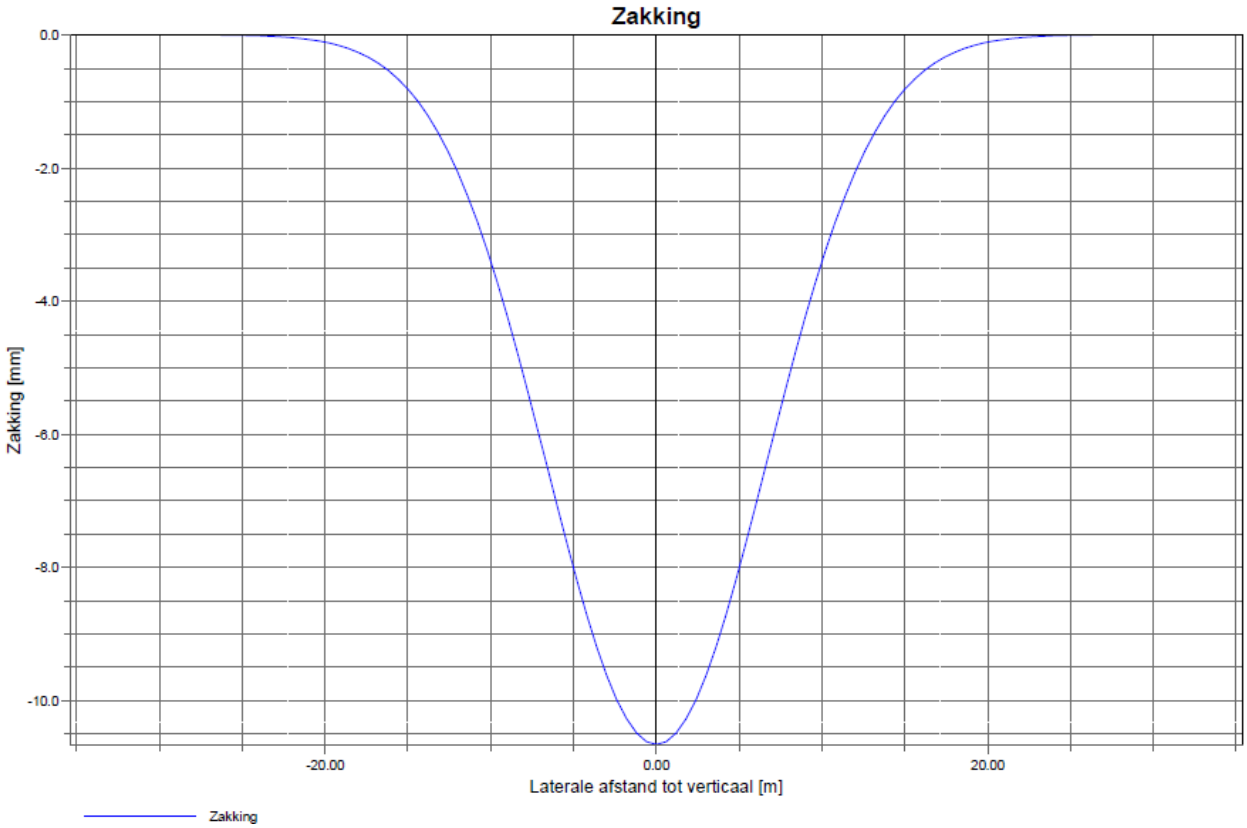


Conclusie

Maximale zetting Smax = 11 mm in het hart van de boorlijn.

Resultaten

Uit de berekening volgt dat in het hart van de trog, de maximale zetting 11 mm is. De zettingstrog heeft een beïnvloedingsgebied van ca. 25,0 m vanaf de as van de boorlijn. In onderstaande zettingstrog wordt de zetting tegen het beïnvloedingsgebied weergegeven.



De verwachte zetting is minder ca. 11mm. Uit de berekening blijkt dat er geen aanvullende zettingsbeperkende- of monitoringsmaatregelen nodig zijn.

8 Verankeringswand

8.1 Uitgangspunten

- Intredehoek HDD : 12°
- Verwachtingswaarde Trekkracht : 348kN zonder factoren (zie Bijlage 15)
- Rekenwaarde Trekkracht : 1044[2] kN
- In te zetten boormachine : 235T (zie bijlage 16)
- Gewicht boormachine : 49500kg/ 495kN
- Maaiveld intredepunt: : 10.19m + NAP
- Bovenkant verankeringswand : 10.69m + NAP (0.5m + MV)
- Aangrijppunt trekkracht: : 10.39m + NAP
- CUR Veiligheidsklasse : RC1 (tijdelijke situatie met beperkte schade na bezwijken)

8.2 Toe te passen damwandplanken

- Damwandplank : L605
- Materiaalkwaliteit : S355
- Lengte damwandplank : 9.0m

b	h	t	S	Mass	S. Area	Ix	Zx	Mass	S. Area	Ix	Zx
mm	mm	mm	mm	kg/m	cm^2	cm^4	cm^3	kg/m^2	cm^2/m	cm^4/m	cm^3/m
600	420	11.5	12.5	83.5	104.5	7469	485.5	155.0	189	42,370	2020

Damwanden met een vergelijkbaar traagheids- ,weerstandsmoment, materiaalklasse en lengte kunnen worden toegepast.

8.3 Belastingsituatie

Tijdens de intrekfase brengt de boormachine de intrekkrachten over op de boormachine. De trekkrachten worden onder een hoek (intredehoek) door de boormachine afgedragen op de ondergrond (verticale component) en het verankeringsscherm (horizontale component).

Tussen de boormachine en de damwandplanken ligt een stalen HE300B balk. De HE300B zorgt voor een gelijkmatige verdeling over de verschillende damwanden. De HE300B is ca. 6m lang en kan de belasting verdelen over maximaal 8 planken van 0.6m breed.

Uitgangspunt is dan minimaal 8 damwandplanken worden toegepast.

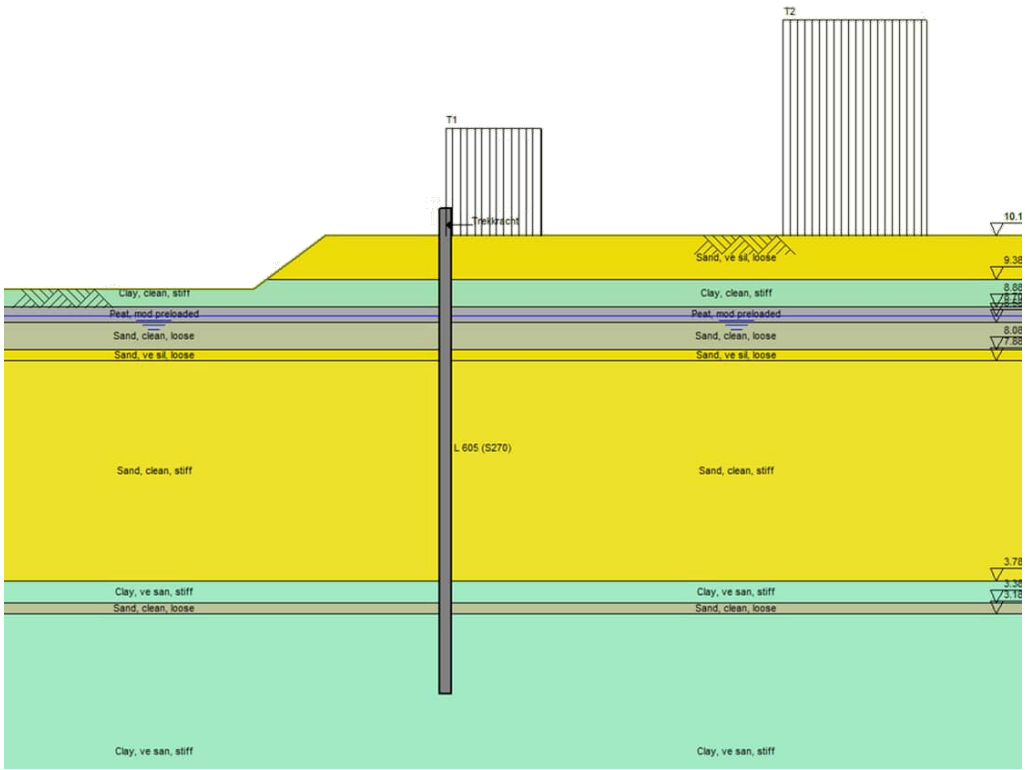
	Waarde	Opmerking
Rekenwaarde trekkracht	1044 kN	
Intredehoek	11°	
Trekkracht op de damwand	1044 kN	Geen reductie t.g.v. uittredehoek meegerekend
Aantal damwandplanken	8	

[2] Factor 2.0 NEN 3650 + factor 1.5 GTS_CSW-56-N

Een deel van deze belasting zal via wrijving (staal op hout) tussen de boormachine en de draglineschotten worden opgenomen. In de berekeningen van de damwanden is hier geen rekening gehouden.

Aan de actieve zijde van de damwanden staat de boormachine opgesteld. De boormachine (235T) weegt ca. 49500kg. De boormachine wordt opgesteld op draglineschotten die het gewicht van de boormachine gelijkmatig verdelen over een oppervlakte van ca. 6m x 10m. Aangenomen wordt dat ca. 25% van de belasting op de eerste 1m wordt overgedragen en ca. 75% in de laatste 2m.

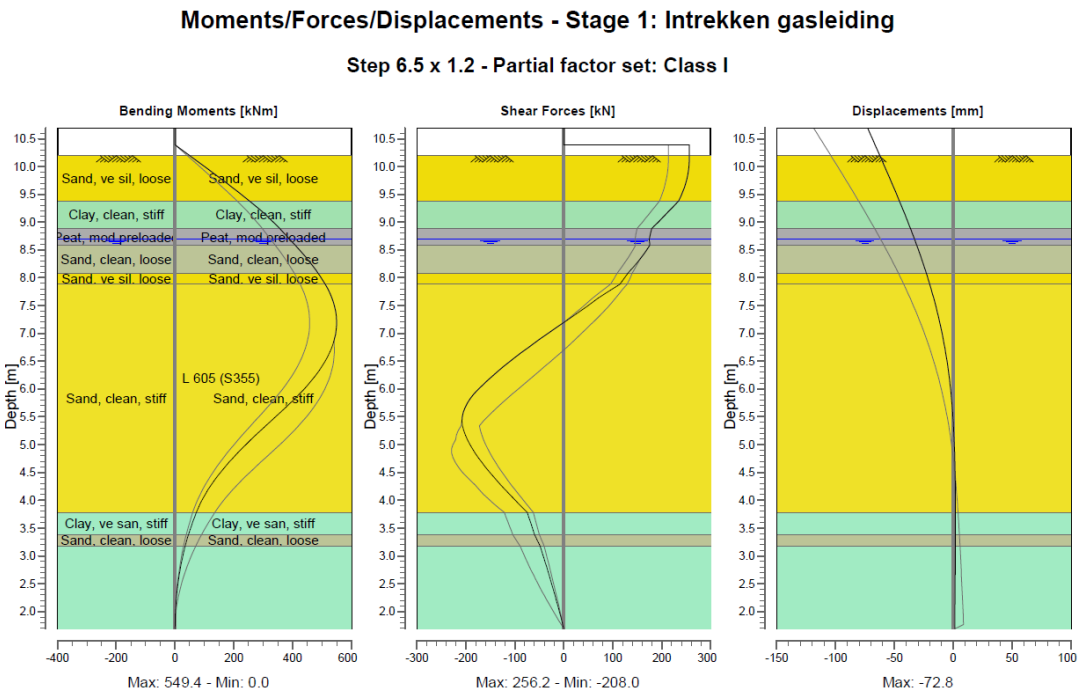
	Waarde	Opmerking
Belasting boormachine	495 kN	
Afdracht oppervlak T1	12 m^2	m· 6m
Belasting T1	10.31 kN/m	315 kN · 0.25/ 6 m^2
Afdracht oppervlak T2	18 m2	3m· 6m
Belasting T2	20.63 kN/m	169 kN · 0.75/ 18 m^2



8.4 Damwandberekening

De damwandberekening is uitgevoerd met het programma D-Sheet Piling van Deltares v24.1 cf. CUR166.

	Damwand	Toetswaarde	Resultaat
Verplaatsing	72.8	100mm	Voldoet
Moment	549.44	717 kNm	Voldoet
Dwarskracht	75.60	2140 kN	Voldoet



8.5 Plaatsing verankeringswand in het werk

De verankeringswand wordt direct voor de boormachine geïnstalleerd. Cf de KLIC-oriëntatiemelding zijn nabij het intredepunt geen bestaande kabels en leidingen aanwezig. De bestaande aardgastransportleiding van de Gasunie ligt op grotere afstand (te vervallen leiding). Voorafgaand aan de uitvoering van de gestuurde boring dient een KLIC-graafmelding te worden verricht om te verifiëren dat de situatie ongewijzigd is.

9 Gebruik en beheersing bentoniet

9.1 Doel van de bentoniet

In de boorindustrie is de boorspoeling een van de belangrijkste elementen voor het succesvol uitvoeren van de werkzaamheden. Een goede spoeling vergroot het rendement en verkleint het risico van mislukkingen. De boorspoeling heeft tijdens het boorproces een aantal belangrijke taken. Dit zijn onder andere:

- ✓ Stabilisatie van het boorgat
- ✓ Voorkomen van vloeistof verlies in de omliggende formatie
- ✓ Smeren van het boorgat
- ✓ Koelen van de beitel of bit
- ✓ Transporteren van het geboorde materiaal
- ✓ Voorkomen van bezinken van het geboorde materiaal in het boorgat

Hoewel horizontale boringen vergelijkbare eisen aan de boorspoeling stellen, zijn er toch belangrijke verschillen met verticale boringen. Daarom verschillen een aantal specifieke eigenschappen van de boorspoeling voor horizontale boringen sterk met die in de verticale boormarkt.

Factoren die van invloed zijn op de eigenschappen van bentoniet:

- Hardheid (calcium): de hardheid heeft een grote invloed op de activering van de bentoniet en de toegevoegde polymeren. De aanmaak van Soda Ash (Natrium Carbonaat) verlaagt de hardheid.
- pH: over het algemeen zal de pH van het aanmaakwater uit sloten en kanalen iets zuurder zijn. Door de toevoeging van Soda Ash wordt de gewenste zuurgraad van 8,5/9,5 bereikt.
- Chloride: elk type Bentoniet heeft last van invloeden door zouten, de grenswaarde voor de geleidbaarheid ligt rond de <1000 $\mu Siemens$.
- Soortelijk gewicht(s.g.): de boorspoeling heeft een zekere massa per volume-eenheid (s.g.) In het algemeen houdt men het s.g. laag (<1,05).
- Viscositeit: een hoge viscositeit/draagvermogen zorgt ervoor dat de los geboorde grond goed wordt afgevoerd, maar zorgt er ook voor dat er bij de boorkop hogedrukken ontstaan.
- Fitraatwater verlies en filtercake: een zeer belangrijke eigenschap van een boorspoeling is het filtraatwater verlies en is van invloed op de filtercake.
- Zandgehalte: een goed werkende ontzandinginstallatie laat niet meer dan 2% zand in de boorspoeling door.
- Gel sterkte: de gel sterkte bepaalt de draagkracht van de boorspoeling. Het is een belangrijk aspect zeker bij het doorboren van grovere formaties. De gel sterkte moet zich snel opbouwen om te voorkomen dat boorgruis uit de boorspoeling zakt, maar moet daarna niet verder oplopen.

Werkwater voor de aanmaak van de benodigde bentoniet zal worden onttrokken aan de dichtstbijzijnde watergang of worden aangevoerd wanneer dit nodig is. Werkwater wordt gecontroleerd op PH waarde en zoutgehalte. Indien nodig zal er met toevoegingen het werkwater optimaal voor de bentoniet worden gemaakt.

Om de viscositeit van de bentoniet te bepalen wordt deze gemeten met een speciale beker en trechter (marsh funnel methode). Op iedere boorwagen is dit standaard aanwezig. Om een goede viscositeit te verkrijgen wordt

de bentoniet op 60 à 70 seconden (doorstroomtijd) gehouden. Boven de 70 seconden wordt de viscositeit te hoog waardoor de druk in de boortunnel toeneemt, onder de 40 seconden bevat het te veel water om nog dragend te kunnen werken.

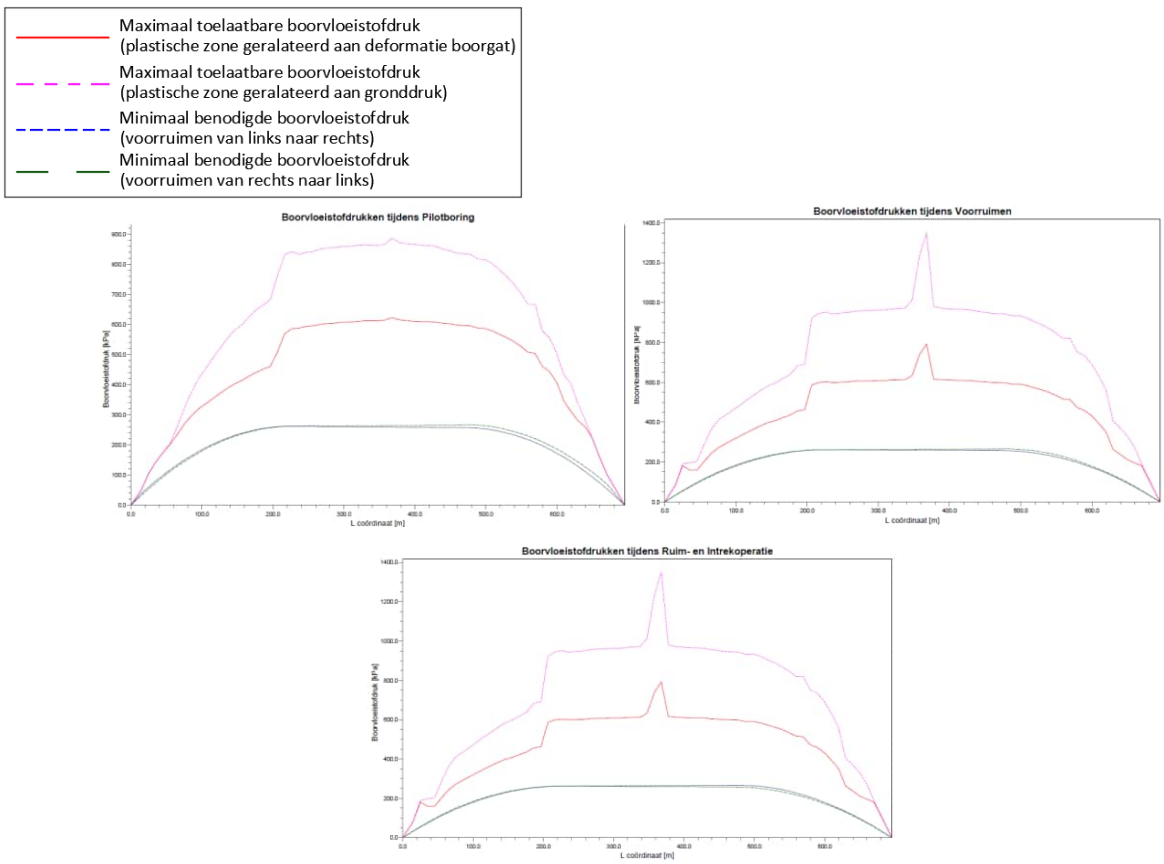
Bij de bijlages kunt u de gehele beschrijving en samenstelling van de te gebruiken bentoniet terugvinden.

9.2 Debiet mud drukken

De bentoniet wordt met water tot boorspoeling (mud) vermengd. Zowel leidingwater als oppervlaktewater is hiervoor geschikt. De boorspoeling wordt onder druk via de boorkop of de ruimers in de grond gespoten. Het debiet is afhankelijk van de verschillende boorfasen en de grondsamenstelling. Om te voorkomen dat het debiet te hoog is en de mud door de ondergrond het maaiveld bereikt (wegstroomt) zijn er muddruk berekeningen uitgevoerd. Hierin is de minimaal benodigde muddruk vergeleken met de maximaal toelaatbare muddruk.

Onderstaand de boorvloeistofdrukken tijdens de pilotboring, voorruimen en intrekoperatie weergegeven. Deze boorvloeistofdrukken volgen uit bijgevoegde berekening.

Legenda boorvloeistofdrukken:



9.3 Conclusie mud druk berekening

In de bovenstaande boorvloeistofdrukken die tijdens de Pilotboring, Voorruimen en Ruim- en Intrekoperatie optreden is te zien dat de boorvloeistofdrukken die tijdens de pilotboring optreden leidend zijn. De pilotboring wordt uitgevoerd van rechts naar links en de pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken.

10 Beheersing kwelproblematiek

10.1 Wat is kwel?

Tijdens het boorproces wordt grond verwijderd en wordt de oversnijding tussen het boorgat en de aangebrachte bundel opgevuld door de boorspoeling. De grondspanning rondom het boorgat zal hierdoor veranderen.

Nadat de gestuurde boring gereed is wordt er een nieuw spanningsevenwicht gevormd tussen de achtergebleven boorspoeling en de grond eromheen. Dit gebeurt doordat het water langzaam uit de boorspoeling wordt geperst. Daarnaast kan met name in situaties met relatief zout grondwater de bentoniet na verloop van tijd gaan uitvlokken, waardoor zelfs holle ruimten in het boorgat ontstaan. Door het veranderen van grondspanning of het ontstaan van holle ruimten kan grondwater (kwel) gaan stromen.

Een kwelstroom kan optreden bij een waterstandverschil tussen het in- en uittredepunt. Daarbij moeten niet alleen het open waterpeil, polderpeilen en de freatische grondwaterstand worden beschouwd, maar ook de stijghoogte (potentiaal) van het diepe grondwater.

10.2 Welke risico's en welke maatregelen te nemen

Het ontstaan van kwelwater zorgt voor overlast en kan een waterkering negatief beïnvloeden. Wanneer we twijfelen of in opdracht van de belanghebbende kan er een kwelweg berekening gemaakt worden, waarin getoetst wordt of er kans is op kwelwater. Bij enig risico kan er altijd een kwelscherm met kleikist geplaatst worden of gebruik worden gemaakt van drill-grout.

10.3 Conclusie kwel

Zowel het in- als uittredepunt liggen binnen hetzelfde peilgebied (AWK052 Kleine Vecht Zomer en Winterpeil +8.7m NAP). Er is geen sprake van een peilverschil tussen de in- en uittredepunten. Ook wordt geen boezemwater gekruist met een waterpeil hoger dan de in- en uittredepunten of de freatische grondwaterstanden.

De stijghoogte in het GHG watervoerende pakket is ca. -10.2m NAP (zie Bijlage 14). Een kwelsituatie vanuit het watervoerende pakket is niet van toepassing.

Uit het onderzoek is niet gebleken dat er op dit project geen risico is op overlast door langs loopsheid of kwel vanuit het diepe grondwater. Het treffen van maatregelen hieromtrent is daarom niet noodzakelijk.

11 Bijlage: Risico matrix

Element/onderdeel boring	Bevindingen/ Risico's	MTTF	Kans score	Hinder	A	M	S	SE	H	E	€	P	Maximale evolscore	Risicoscore	Risiconiveau
Dag uitvoering	Verkeershinder groot		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	4	Acceptabel
Nacht uitvoering	Verkeershinder matig		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Afzetting	Omgevingsgevaar vorkomen op werknemers		0	1	1	0	1	1	0	2	1	1	2	2	Acceptabel
Aanvoer/afvoer en opstellen equipment	Hinder weggebruikers		1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	2	2	Acceptabel
Klic bekijken	Kabels en leidingen lokaliseren		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Graven intrede	Inkalven van put waardoor weg kan inzakken		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Stabiliseren intredepunt	Het stutten van het intredepunt		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Boormachine	Jaarlijkse keuring materieel		1	0	1	2	1	0	0	1	2	0	2	2	Acceptabel
Gereedschappen	Gekeurde materiaal (jaarlijks)		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Boorkop	Altijd vooraf kalibreren		0	0	1	2	1	0	0	1	1	0	2	2	Acceptabel
Swivel	Altijd vooraf kalibreren		0	0	1	2	1	0	0	1	1	0	2	2	Acceptabel
Ruimer	Gekeurde materiaal (jaarlijks		0	0	1	2	1	0	0	1	1	0	2	2	Acceptabel
Gyro/steering tool	Het uitsluiten van		0	0	1	2	1	0	0	1	1	0	2	2	Acceptabel
Boren onder de weg door	Inzakken van de weg		1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	2	2	Acceptabel
Aanvoer/afvoer en opstellen materiaal uittredepunt	Hinder weggebruikers		1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	2	2	Acceptabel
Bentoniet aan en afvoeren	Hinder weggebruikers		0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	2	2	Acceptabel
Kabels en leidingen uittrede opzoeken naar aanleiding van de klic melding	Kabels en leiding lokaliseren		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Graven uittrede	Inkalven van put waardoor weg kan inzakken		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Stabiliseren uittredepunt	Het stutten van het uittredepunt		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Acceptabel
Afvoer materieel/materiaal	Hinder weggebruikers		1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	4	4	Acceptabel

12 Bijlage: Boortekening

De boortekening wordt als aparte bijlage meegestuurd met het boorboek vanwege het grote formaat.

13 Bijlage: Taak Risico Analyse – Gestuurd boren (HDD)

14 Bijlage: Grond gegevens

15 Bijlage: Sterkteberekening in overeenstemming met NEN 3650 & 3651

16 Bijlage: Technische gegevens in te zetten materieel

17 Bijlage: Technische gegevens meetmethode

18 Bijlage: Technische gegevens boorspoeling

19 Bijlage: Alarmkaart