

Rapport sterkteberekening

Projectnummer: 357137

Referentienummer: SWNL0222997

Datum: 22-02-2018

150 kV-kabel Zaltbommel - Wamel

Sterkteberekening HDD17-S06 t.b.v. vergunningsaanvraag bij Rijkswaterstaat

Opdrachtgever: Reddyn

Verantwoording

Titel	150 kV-kabel Zaltbommel - Wamel
Subtitel	Sterkteberekening HDD17-S06 t.b.v. vergunningsaanvraag bij Rijkswaterstaat
Projectnummer	357137
Referentienummer	SWNL0222997
Revisie	D0
Datum	22-02-2018

Auteur(s)	Menno Jasperse
E-mailadres	menno.jasperse@sweco.nl

Gecontroleerd door	John Driessen
Paraaf gecontroleerd	

Goedgekeurd door	Stephan Jansen
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Situatie	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Vigerende normen en richtlijnen	5
2.2	Diepteligging	5
2.3	Inwendige en uitwendige overdruk	5
2.4	Contacthoek leidingbundel	5
2.5	Schadefactor	5
2.6	Maaiveldgegevens	6
2.7	Geotechnische parameters	6
2.8	Veiligheidsfactor trekkrachtberekening	6
2.9	Boortechnische gegevens	6
2.10	Verkeersbelasting	6
3	Ontwerp	7
3.1	Ontwerp horizontaal gestuurde boring	7
3.2	Berekening horizontaal gestuurde boring	7
4	Berekeningsresultaten	8
4.1	Algemeen	8
4.2	Trekkrachtberekening	8
4.3	Sterkteberekening bedrijfsfase	8
4.4	Muddrukberekening	8
4.5	Implosie	8
4.6	Kwelweg	8
5	Risico's en aandachtspunten voor de uitvoering	9
6	Conclusie	10
6.1	Algemeen	10
6.2	Uitkomsten ontwerp en berekening HDD bundel 4x PE Ø200 mm	10

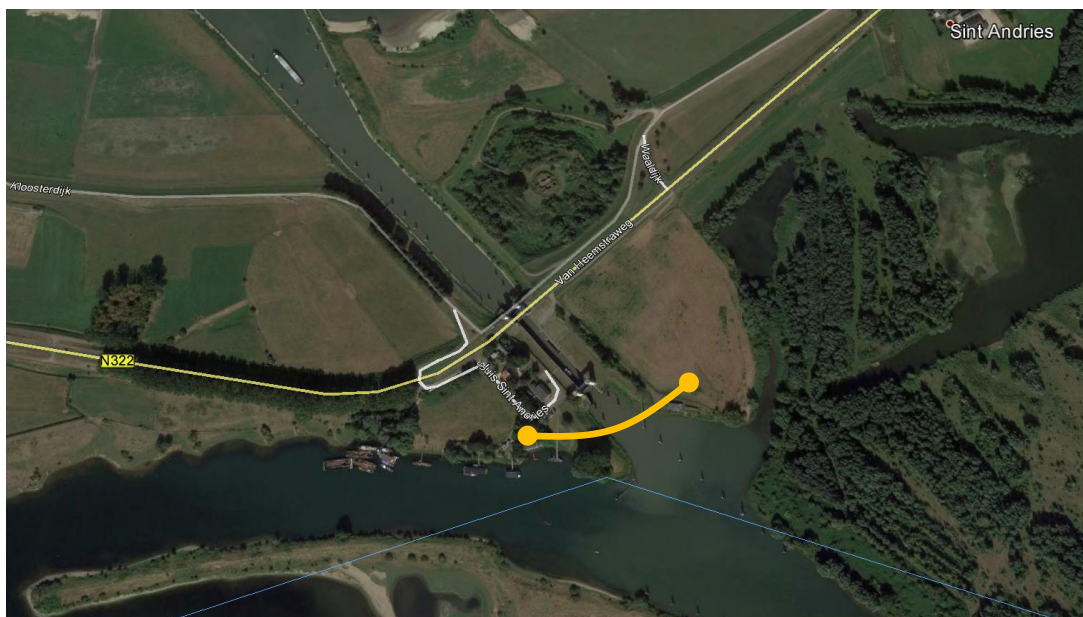
Bijlage 1:	Ontwerptekening
Bijlage 2:	Leggerdocument sluis Sint Andries (RWS, 2009)
Bijlage 3:	Grondonderzoek
Bijlage 4:	Resultaten berekeningen

1 Inleiding

TenneT is voornemens een nieuw 150 kV kabeltracé aan te brengen tussen Zaltbommel en Wamel en heeft Reddyn ingeschakeld om het 3^e circuit voor Zaltbommel voor te bereiden. In dit tracé komen in totaal 38 horizontaal gestuurde boringen (HDD's) voor. In opdracht van Reddyn heeft Sweco de HDD's in dit tracé ontworpen en berekend. Deze rapportage betreft HDD17-S06, die het kanaal van St. Andries kruist ten zuiden van de sluis St. Andries. Deze kruising zal gerealiseerd worden middels een bundelboring 4x HDPE Ø200 mm klasse SDR11 met een lengte van circa 254 m. Dit document betreft de vergunningrapportage voor Rijkswaterstaat met het ontwerp en berekeningen conform NEN 3650:2012 en NEN 3651:2012.

1.1 Situatie

De kruising is gelegen ten oosten van Rossum bij de sluis St. Andries. De HDD kruist het kanaal St. Andries, dat in beheer is van Rijkswaterstaat. Het tracé ligt buiten de waterkeringszone van Waterschap Rivierenland.



Figuur 1 Globale situering van de bundelboring onder het kanaal St. Andries

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten, hoofdstuk 3 het ontwerp en de berekeningen, hoofdstuk 4 bevat de berekeningsresultaten, hoofdstuk 5 risico's voor de uitvoering en hoofdstuk 6 de conclusies. In de bijlagen staan de ontwerp-tekening, grondgegevens en de berekening van de horizontaal gestuurde boring.

2 Uitgangspunten

Voor het ontwerp en de berekeningen van de horizontaal gestuurde boring (HDD) zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

2.1 Vigerende normen en richtlijnen

Het ontwerp van de boring voldoet aan de NEN 3650:2012, NEN 3651:2012 en 'Richtlijn Boortechnieken' van Rijkswaterstaat.

2.2 Diepteligging

Volgens NEN 3651 paragraaf 9.6 dient een HDD minimaal 10 m onder de bodem van een vaarweg te liggen. Uit gegevens van de sluis St. Andries blijkt (bron Leggerdocument sluis Sint Andries, DLB 2009/8943, versie definitief d.d. 7 december 2009, zie bijlage 2) dat de bodem van de schutkolk op NAP -3,0 m ligt. Daarnaast zijn onder de sluis damwanden aanwezig die tot circa NAP -10 m reiken. De HDD kruist ten zuiden van de sluis en ligt daarmee niet onder de constructie. In het tracé worden echter wel een aantal dukdalven gepasseerd. Aangenomen is dat deze op dezelfde laag zijn gefundeerd als de sluis. De HDD dient de funderingen minimaal met een extra diepte van 5 m te passeren.

In de toekomst is Rijkswaterstaat voornemens om de sluis St. Andries op te waarderen of te vernieuwen. Deze plannen zijn nog niet concreet, maar door Rijkswaterstaat is verzocht hier rekening mee te houden.

Bovenstaande in aanmerking nemende is de bovenkant van de bundel op een diepte van NAP -19,8 m geprojecteerd. De leiding voldoet hiermee aan de dekkingseis.

2.3 Inwendige en uitwendige overdruk

Het betreft mantelbuizen voor 150 kV kabels. Daarom is geen inwendige overdruk of testdruk in rekening gebracht. Voor de uitwendige druk is de alzijdige druk ten gevolge van de grondwaterstand aangehouden. De grondwaterstand is ontleend aan peilbuizen MB28, MB29 en MB31.

Peilbuis	Grondwaterstand freatisch (m NAP)	Grondwaterstand 1e watervoerende pakket (m NAP)
MB28	1,84	1,88
MB29	-	1,76
MB31	1,75	1,78

2.4 Contacthoek leidingbundel

Conform paragraaf 8.6.3.4 van NEN 3651 bedraagt voor een bundel de:

- Belastinghoek: 30°
- Ondersteuningshoek: 30°

2.5 Schadefactor

Voor de HDD is conform paragraaf 6.5 van NEN 3651 een schadefactor van 1,0 gehanteerd.

2.6 Maaiveldgegevens

De maaiveldhoogtes zijn ontleend aan de inmetingen die eind 2017 zijn uitgevoerd door Timmermans B.V. en aangevuld met gegevens uit de Algemene Hoogtekaart Nederland (AHN).

2.7 Geotechnische parameters

Geotechnische gegevens en parameters zijn betrokken uit het geotechnisch onderzoek van het Veldwerkbureau (VWB) en Geotron uitgevoerd in oktober-november 2017. Relevante boringen en sonderingen uit het geotechnisch onderzoek zijn bijgesloten in deze rapportage (zie bijlage 2). Dit betreffen S53, S54, S55, MB28, MB29 en MB31, zie ook bijlage 3. Uit het grondonderzoek blijkt dat grind in de ondergrond voorkomt, met als hoogst gemeten 64% op een diepte van NAP -23 à -24 m ter plaatse van MB31. Bij de uitvoering dient hier door de aannemer rekening mee te worden gehouden.

De in de berekening gebruikte geotechnische parameters voor de verschillende grondlagen zijn gebaseerd op de NEN 9997-1+C1:2012 en zijn hieronder weergegeven. De voor de berekeningen gehanteerde bodemschematisering en geotechnische parameters zijn ook terug te vinden in de invoer van de muddrubberekeningen in bijlage 4.

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
zand, los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00	15000	15000
zand, matig	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
zand, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
klei, zandig	17,00	17,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
zand, siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00	30000	30000

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
zand, los	-	-	0,30
zand, matig	-	-	0,30
zand, vast	-	-	0,30
klei, zandig	-	-	0,40
zand, siltig	-	-	0,30

Figuur 2 Overzicht van de gebruikte grondparameters

2.8 Veiligheidsfactor trekkrachtberekening

Vanwege het voorkomen van grind in de ondergrond is conform NEN 3650-1 paragraaf E1.2 een veiligheidsfactor van 2,0 gehanteerd bij de berekening van de trekkrachten.

2.9 Boortechnische gegevens

De boortechnische parameters voor het ontwerp en de muddrubberekeningen zijn betrokken uit het Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50), NEN 3650:2012 en NEN 3651:2012. De voor de berekeningen gehanteerde waardes zijn terug te vinden in de invoer van de muddrubberekeningen in bijlage 4.

2.10 Verkeersbelasting

Ter plaatse van wegen is verkeersklasse II gehanteerd conform figuur C17 uit NEN3650-1:2012.

3 Ontwerp

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651 is een ontwerp gemaakt voor een HDD. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp zijn:

- De HDD dient een zodanig tracé te volgen dat er voldoende dekking aanwezig is in het gehele tracé om een blow-out te voorkomen.
- het boren door grindige lagen met een zo minimaal mogelijk grindgehalte.
- De diepte dient zodanig te zijn dat de huidige funderingen vermeden worden en dat ruimte blijft voor uitbreiding/vernieuwing van de sluis.
- De sterkte van de mantelbuizen dient zodanig te zijn dat deze intact blijft gedurende de aanleg en in de bedrijfsfase.

3.1 Ontwerp horizontaal gestuurde boring

Het ontwerp van de HDD bevat de volgende kenmerkende parameters:

- materiaal: 4 x Ø200 mm PE100 SDR 11;
- lengte: circa 254 meter;
- maximale diepte bovenzijde buis: circa NAP -19,5 m;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 260 m;
- horizontale boogstralen: 225 m;
- gecombineerde boogstraal: 170 m.

De ontwerp-tekening heeft tekeningnummer 357137-HDD17-S06 en is weergegeven in bijlage 1.

3.2 Berekening horizontaal gestuurde boring

De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boring uitgevoerd:

- een trekkrachtberekening;
- een sterkteberekening voor de bedrijfsfase;
- een muddrukberekening;
- een implosieberekening;
- kwelwegbeschouwing.

Deze berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline versie 16.1 en zijn toegevoegd in bijlage 4.

Bij de berekeningen zijn de volgende parameters aangehouden:

- boorinstallatie: midi-rig;
- diameter boorstang: 0,08 m;
- volumegewicht bentoniet: 12,1 kN/m³;
- Diameter pilotgat: 0,25 m;
- Diameter boorgat: 0,7 m.

4 Berekeningsresultaten

4.1 Algemeen

De berekening met betrekking tot de HDD zijn uitgevoerd met het softwarepakket D-Geo Pipeline versie 16.1. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. De in- en uitvoergegevens van de berekeningen zijn terug te vinden in bijlage 4.

4.2 Trekkkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $99 \times 2,0 = 198$ kN bij niet gevulde leidingen. Vanwege grind in de ondergrond en een bundelboring is veiligheidsfactor 2,0 op de trekkrachten toegepast. Dit leidt per mantelbuis tot een maximale spanning tijdens de intrekfase van $5,3 \text{ N/mm}^2$ aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm^2 waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Uitgangspunt daarbij is dat de trekkrachten gelijkmatig over de bundel zijn verdeeld.

4.3 Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de mantelbuizen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Hieruit volgt een maximaal optredende spanning van $2,9 \text{ N/mm}^2$. Toelaatbaar is 8 N/mm^2 waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11.

Uit de sterkteberekening blijkt dat een deflectie van 3,5 mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van 16,0 mm.

4.4 Muddrukberekening

Vanwege de grind in de ondergrond is gerekend met een zwaarder bentonietmengsel van $12,1 \text{ kN/m}^3$. Bij de geplande diepteligging van de HDD is tijdens de pilotboring, getuige de berekeningsresultaten, bij het uittredepunt kans op muduitbraak. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij ruim- en intrekoperatie is geen blow-out berekend.

4.5 Implosie

Zowel tijdens de intrekoperatie als de bedrijfstoestand blijkt uit de berekeningen dat geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa 218 kN/m^2 , terwijl 279 kN/m^2 toelaatbaar is.

4.6 Kwelweg

Op basis van de gemeten waterstanden bij het in- en uittredepunt van de boring valt geen kwel langs de boorlijn te verwachten. Ook vanuit het eerste watervoerende pakket valt op basis van de peilbuizen geen kwel te verwachten, deze waterstanden zijn vrijwel gelijk.

5 Risico's en aandachtspunten voor de uitvoering

Bij de uitvoering dient de aannemer rekening te houden met de volgende zaken:

- de aanwezigheid van grind in de ondergrond. De aannemer dient hier bij de keuze voor de boorkop en de samenstelling van het bentoniet rekening mee te houden. Indien nodig mag de diepte in overleg aangepast worden.
- Ten behoeve van de belastbaarheid van de kabels dienen de mantelbuizen geheel gevuld te worden met schoon water.
- De mantelbuizen dienen met worteldoek afgesloten te worden om een kwelstroom door de buizen te voorkomen.
- De boorrig en het materieel zal worden opgesteld aan de westzijde van de boring.
- Uitlegstrook: de mantelbuizen worden uitgelegd in de werkstrook aan de oostzijde van de HDD.
- Om de werkterreinen te betreden zullen bouwinritten nodig zijn en de aannemer dient de benodigde verkeersplannen met de gemeente te bespreken.
- Spiegellassen uitvoeren en testen conform NEN 7200.
- Bij het spiegellassen van de leidingdelen dienen alle inwendige lasrillen verwijderd te worden; in overleg met de toezichthouder moeten de verwijderde lasrillen aangetoond kunnen worden.
- Uitgangspunt is dat de boring uitgevoerd zal worden met een midi-rig.
- Reddyn schrijft het gebruik van een gyroscoop als plaatsbepalingssysteem tijdens de pilotboring voor.

6 Conclusie

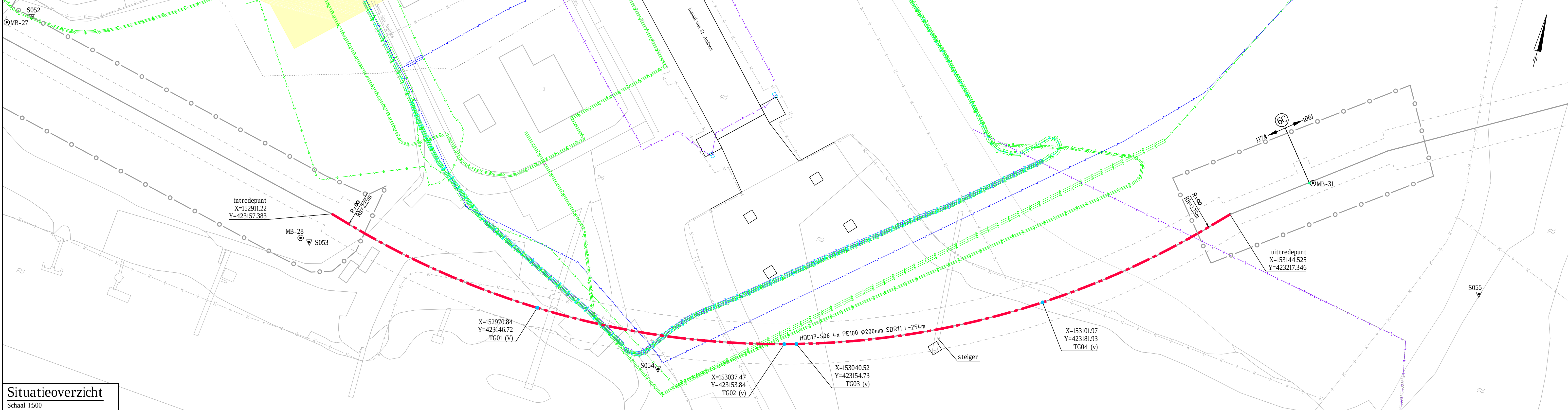
6.1 Algemeen

TenneT is voornemens een nieuw 150 kV kabeltracé aan te brengen tussen Zaltbommel en Wamel en heeft Reddyn ingeschakeld om het 3^e circuit voor Zaltbommel voor te bereiden. In dit tracé komen in totaal 38 horizontaal gestuurde boringen (HDD's) voor. In opdracht van Reddyn heeft Sweco de HDD's in dit tracé ontworpen en berekend. Deze rapportage betreft HDD17-S06, die het kanaal van St. Andries kruist ten zuiden van de sluis St. Andries. De sluis en het kanaal is in beheer bij Rijkswaterstaat. Deze kruising zal gerealiseerd worden middels een bundelboring 4x HDPE Ø200 mm klasse SDR11 met een lengte van circa 260 m.

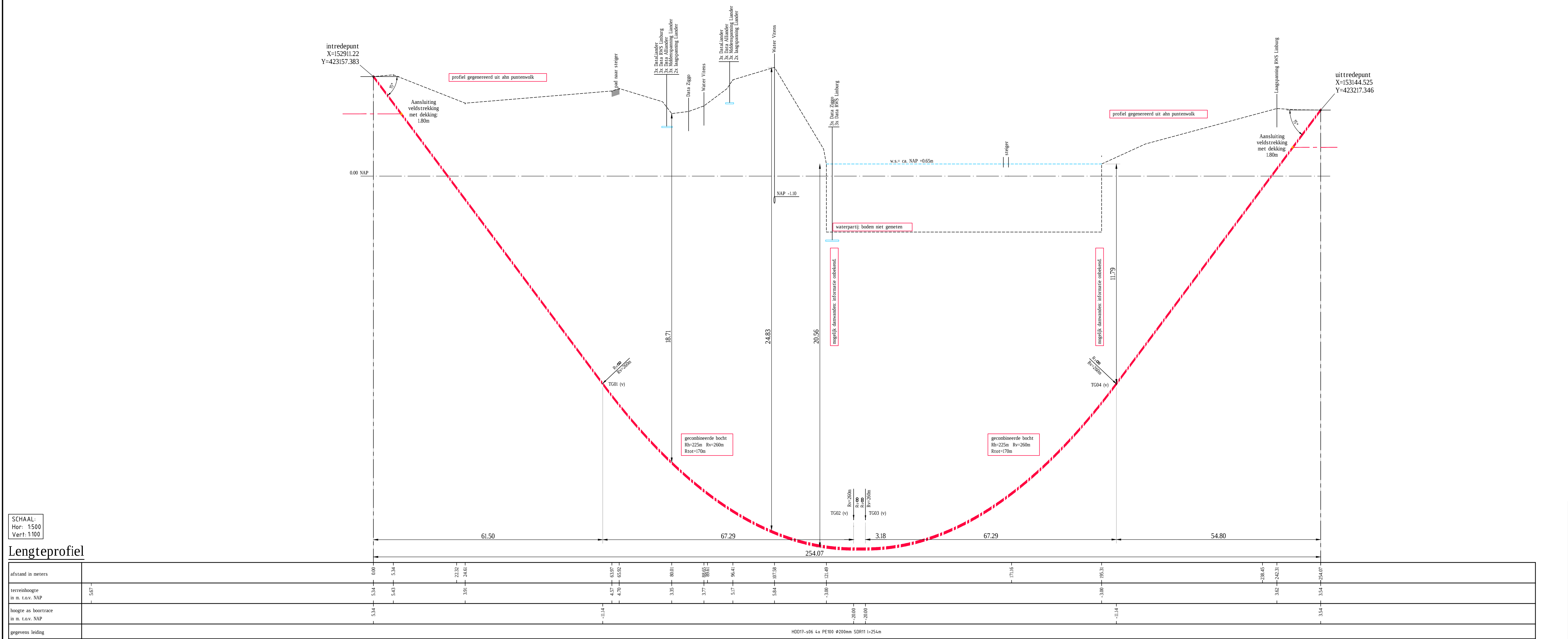
6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening HDD bundel 4x PE Ø200 mm

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring, zoals weergegeven in bijlage 1, is ontworpen en berekend volgens de eisen in NEN 3650-2012 en NEN 3651-2012. Uit de berekeningen blijkt dat het gekozen tracé met een bundel van 4x PE Ø200 mm PE100 SDR 11 voldoet aan de gestelde eisen.

Bijlage 1: Ontwerptekening



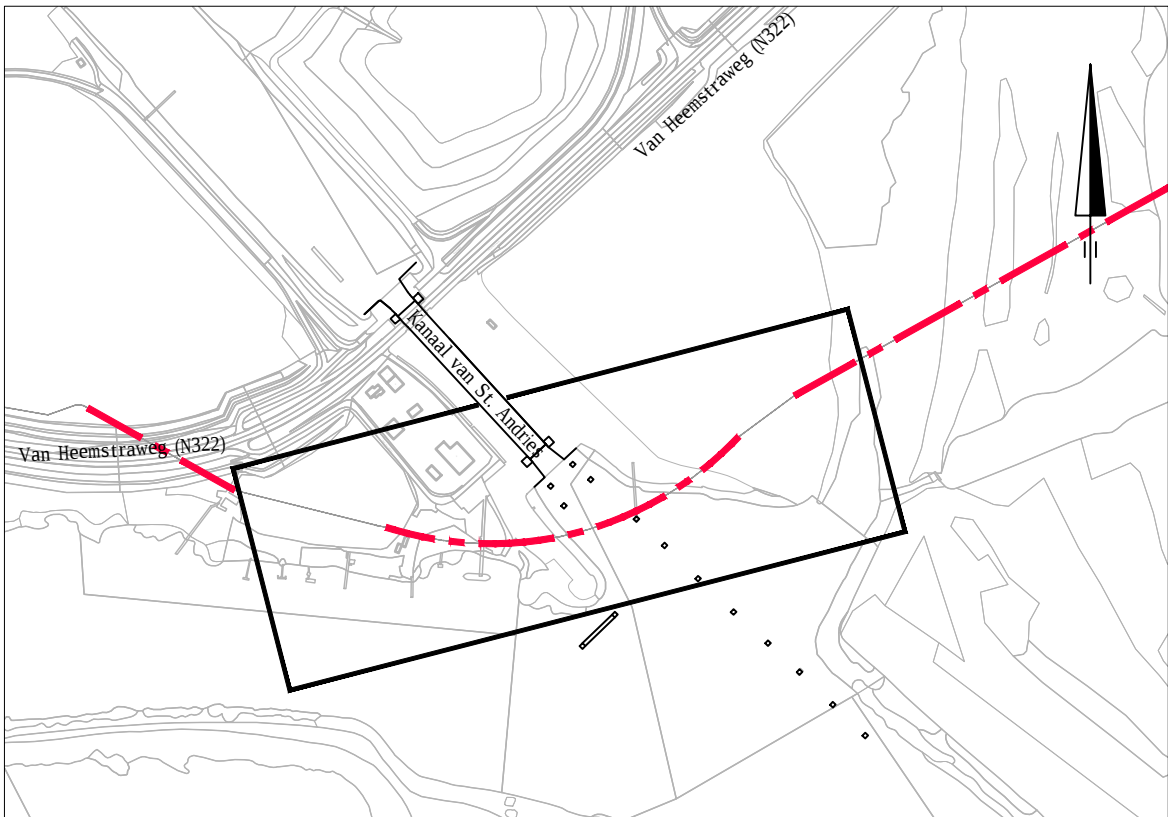
Situatieoverzicht
Schaal 1:500



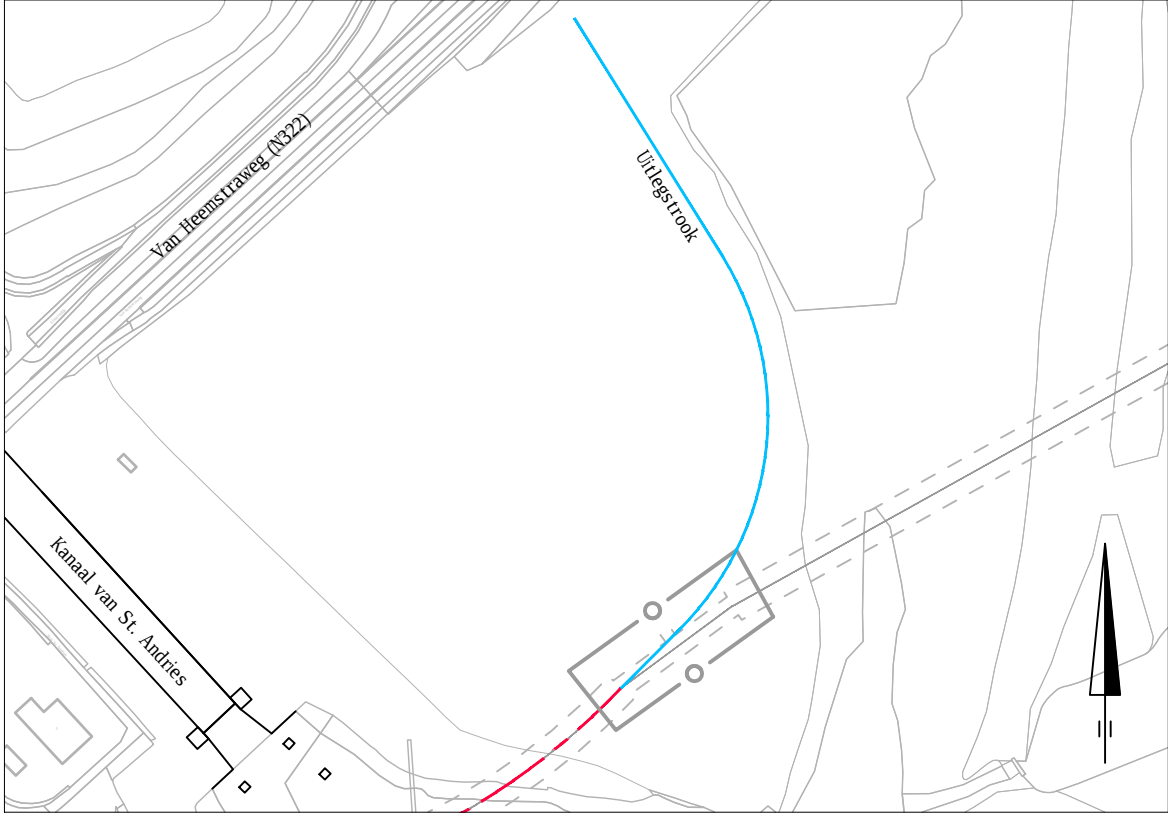
SCHAAAL:
Hor: 1:500
Verh: 1:100

Lengteprofiel

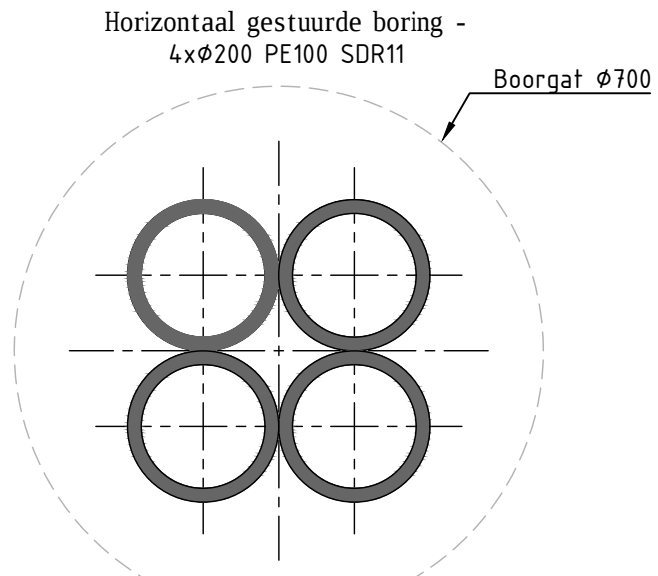
afstand in meters	0.00	5.34	5.34	22.52	24.61	3.91	63.97	65.92	4.79	80.01	3.75	96.41	97.58	121.49	171.16	195.31	242.31	254.07
verrezenhoogte in m. t.v. NAP	-5.67	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34
hoogte as boortrace in m. t.v. NAP	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34	-5.34
gegevens leiding																		



Overzicht
Schaal 1:5000



Locatie uitlegstrook
Schaal 1:2500



Principeddoorsnede HDD
Schaal 1:10

Legenda

- As HDD
- As uitlegstrook
- Buisleiding gevaarlijke inhoud
- Datatransport
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Overig
- Waterleiding
- Drukriolering
- Riolering vrijverval
- Werkstrook
- ZRO-strook
- Kadastrale grens
- Topografie
- Retentievijver
- Bovengrondse hoogspanningskabel
- Maaiveld (ingemeten)
- Maaiveld (niet ingemeten)
- Boorgat Ø700
- Boring
- Sondering
- Beschermingszone waterkering
- Kernzone waterkering
- Weiland
- Moflocatie

Maten in m.
Diameters in mm.

Opdrachtgever:
REDDYN
Project:
150kV-KABEL ZALTBOMMEL-WAMEL
Onderdeel:
HDD17-S06

Projectnummer		Tekeningnummer		Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfase		Contractnummer	
357157		357137-HDD17-S06		A	23-03-2018	Definitief			
Bld	Van	Schaal	Formaat	Kantoor			Gel.	Gec.	Acc.
9	14	Zie tekening	1050x594	DE BILT			BBVG	MJ	JD

www.sweco.nl
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Bijlage 2: Leggerdocument sluis Sint Andries (RWS, 2009)



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Leggerdocument sluis Sint Andries

DLB 2009/8943

Datum	7 december 2009
Status	Definitief

Leggerdocument sluis Sint Andries

DLB 2009/8943

Datum	7 december 2009
Status	Definitief

Colofon

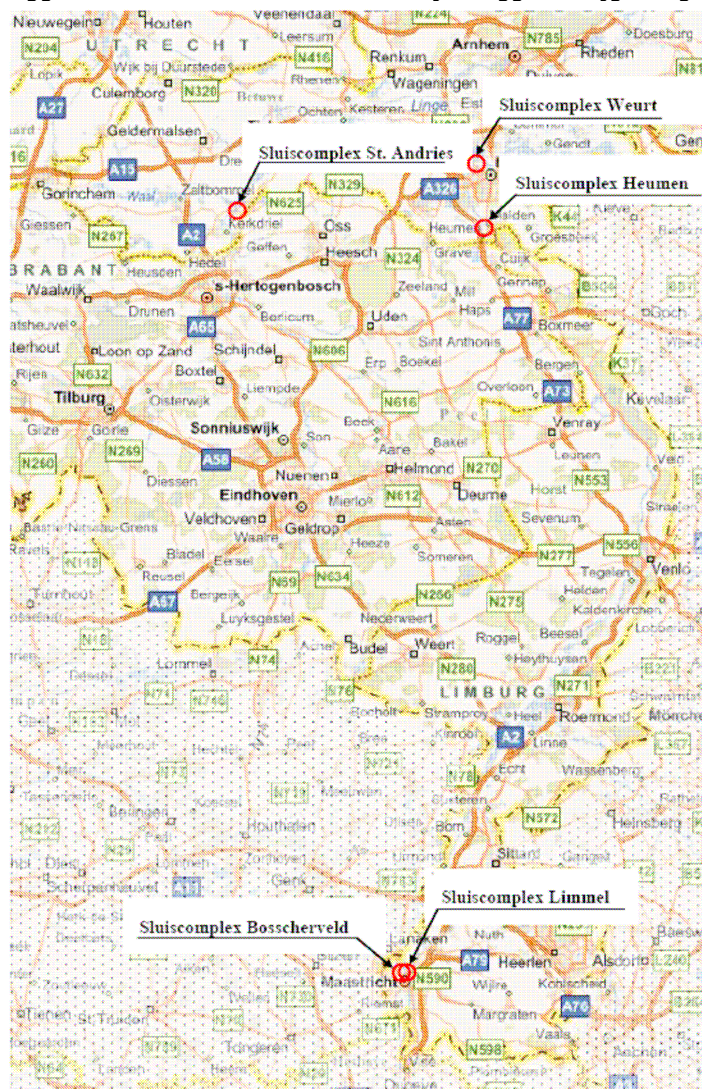
Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	Ir. J.A.G. van Wanrooij
Telefoon	043-3294636
Fax	043-3294669
Uitgevoerd door	Rijkswaterstaat
Opmaak	Huisstijl 2009
Datum	7 december 2009
Status	Definitief
Versienummer	2

Inhoud

1	Inleiding 6
2	Toelichting op leggers 8
2.1	Legger 8
2.2	Randvoorwaarden 8
2.3	Opzet legger 8
3	Legger 10
3.1	Omschrijving sluis 10
3.2	Kern- en beschermingszone 11
3.3	Leggerdwars- en -lengteprofiel 13
4	Literatuur 15
Bijlage A	Begrippenlijst 16
Bijlage B	Verordening waterkering Gelderland 17
Bijlage C	Bepaling invloedszone 18
Bijlage D	Legger 21

1 Inleiding

Conform de Wet op Waterkering (artikel 13) dient de beheerder van primaire waterkeringen overzichtskaarten, leggers en technische beheersregisters op te stellen. Rijkswaterstaat dienst Limburg heeft 5 primaire waterkeringen in beheer waarvoor deze documenten dienen te worden opgesteld. Het betreft de sluiscomplexen Bosscherveld, Limmel, Weurt, Heumen en St. Andries welke zijn weergegeven op de kaart in Figuur 1. Dit leggerdocument is een toelichting op de legger van sluis St. Andries. De feitelijke legger is bijgevoegd in Bijlage D.



Figuur 1: Overzichtskartaal primaire waterkeringen

In het eerste hoofdstuk van dit document wordt beschreven wat het kader en de randvoorwaarden zijn voor de legger. Hierin wordt ingegaan op de inhoud van de legger en welke gegevens deze dient te bevatten conform de blauwdruk beheersplan waterkeringen (Beheersplan Waterkeringen, 1999).

Het tweede hoofdstuk van deze rapportage beschrijft de legger. Een legger geeft de gewenste en/of vereiste toestand van de sluis als primaire waterkering weer. In dit hoofdstuk wordt kort het kunstwerk omschreven waarna wordt ingegaan op de kern- en beschermingszone die voor deze primaire waterkering zijn opgesteld. In de bijbehorende dwars- en lengteprofielen worden aangegeven welke kerende hoogte de waterkering moet hebben, de zogenaamde leggerhoogte.

2 Toelichting op leggers

2.1 **Legger**

Conform de Wet op Waterkering (artikel 13) dient de beheerder van primaire waterkeringen leggers op te stellen.

Een legger is een openbaar register van de beheerder, waarin de gewenste en/of vereiste toestand (qua richting, vorm, afmeting en constructie) van de in beheer zijnde waterkering staat weergegeven. Feitelijk geeft de legger de norm weer waaraan een waterkering dient te voldoen.

Meer diepgaande eisen aan de leggers worden gesteld in de provinciale verordeningen en aangevuld door verordeningen van waterschappen.

2.2 **Randvoorwaarden**

Een nadere invulling van de eisen waaraan leggers moeten voldoen worden beschreven in de provinciale verordening waterkering. Van toepassing op de sluis St. Andries is het volgende document:

- Provinciale Verordening waterkering Gelderland, 2002

De artikelen aangaande de legger uit deze verordening zijn opgenomen in Bijlage B. De provinciale verordening waterkering Gelderland is van toepassing omdat sluis St. Andries in Gelderland ligt.

Sluis St. Andries ligt binnen het beheergebied van het Waterschap Rivierenland. Het Waterschap Rivierenland beschikt over een verordening Legger Wateren (Legger Wateren, 2006). Dit document beschrijft de inhoud en opzet van de leggers van objecten die onder het beheer van het waterschap vallen. In dit document staan echter geen additionele eisen ten opzichte van de provinciale verordening die van toepassing zijn op de legger van sluis St. Andries.

2.3 **Opzet legger**

De legger dient, conform artikel 6 van de Provinciale Verordening waterkering Gelderland, te bestaan uit de volgende onderdelen:

- Omschrijving van de primaire waterkering;
- Lengte- en dwarsprofielen;
- Situatietekeningen.

De "omschrijving van de primaire waterkering" beschrijft de ligging en bijzondere constructies die deel uitmaken van de waterkering.

De lengte- en dwarsprofielen geven de afmetingen weer waaraan de primaire waterkering moet voldoen. Bronnen voor de gegevens van deze twee onderdelen zijn de (specifiek) instandhoudingplannen (IHP of SIHP) en de resultaten van de wettelijk vereiste toets van primaire waterkeringen (Primaire Waterkering Toets). Tevens volgen uit de handreiking constructief ontwerpen en leidraad ontwerp van

rivierdijken de minimale kruinbreedte en de breedte van de binnenberm van een dijklichaam.

De situatietekening geeft de ligging en de zones van de primaire waterkering weer. Er zijn een tweetal zones¹ te onderscheiden:

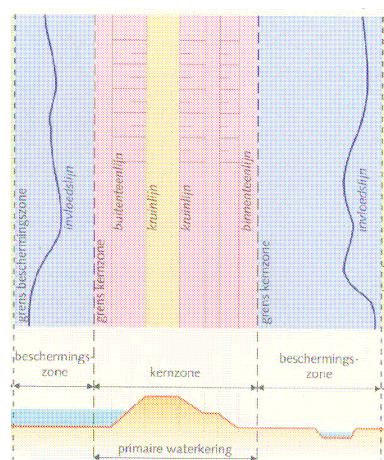
Kernzone

In de legger aangegeven beheerszone bestaande uit de waterkering plus een strook van 4 m. aan weerszijden van de waterkering.

Beschermingszone

In de legger aangegeven beheerszone ter weerszijden van de kernzone van de waterkering.

De beschermingszone heeft een vaste maat van 10 m. ten opzichte van de grens van de kernzone of de grens van de invloedszone. De grens van de zone die het verst van de waterkering verwijderd ligt is maatgevend. De breedte van de beschermingszone van 10 m. betreft een praktisch gekozen maat om te voorkomen dat er aan de rand van de kernzone werkzaamheden plaatsvinden die invloed kunnen hebben op de kering. Bovenstaande zones zijn weergegeven in Figuur 2.



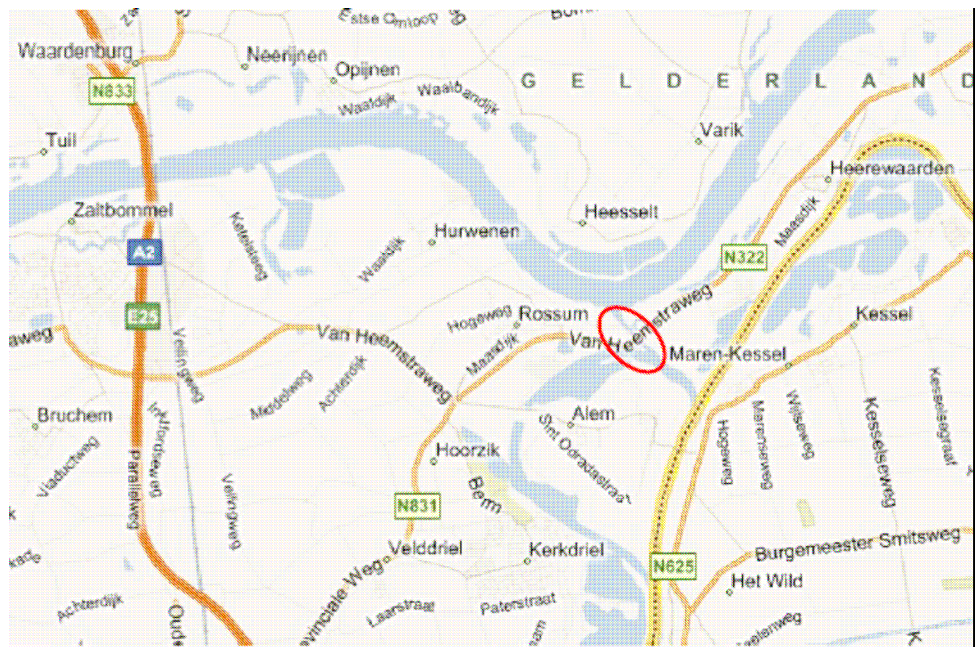
Figuur 2: Zonering primaire waterkering

¹ Er is geen uniforme definitie voor kernzone en beschermingszone binnen de waterschappen en Rijkswaterstaat. De hier gehanteerde definities zijn gelijk aan de definities gehanteerd door het waterschap Rivierenland.

3 Legger

3.1 Omschrijving sluis

Sluis St. Andries is de primaire waterkering tussen de rivier de Maas en de Waal. De sluis bevindt zich tussen de Bommelerwaard (dijkkringgebied 38) en de Heerewaarden (dijkkringgebied 40) en is onderdeel van de verbindende waterkering 24. Het betreft een schutsluis die de verbinding vormt voor de scheepvaart tussen de Maas en de Waal. In Figuur 3 is een overzichtskaart weergegeven. De sluis ligt tussen dijkpaal 60 en 61 en ligt in het beheersgebied van waterschap Rivierenland. De primaire waterkering bestaat uit het bovenhoofd van de sluis en de aan weerszijden aansluitende grondlichamen.



Figuur 3: Locatie sluis St. Andries

Deze sluis, in het kanaal van St. Andries, is uitgerust met stalen hefdeuren en heeft stalen kolkwanden (damwandprofielen). Aan de zijde van het Waalhoofd bevindt zich nog een hefbaar verkeersbrug en een vaste fietsbrug. Het boven- en benedenhoofd van de sluis zijn gemaakt van ongewapend beton. De bodem van de kolk bestaat uit een laag breuksteen. De sluis is gebouwd omstreeks 1930-1935. Een overzichtsfoto is weergegeven in Figuur 4 en in Tabel 1 zijn karakteristieke afmetingen van de sluis samengevat.



Figuur 4: Sluis St. Andries
(bron: SIHP St. Andries, 2003)

Omschrijving	Afmeting
Totale lengte (kolk en sluishoofden)	140 m.
Kolk lengte	110 m.
Doorvaartbreedte	14,40 m.
Niveau kolkvloer	N.A.P. -3,00 m.
Niveau bovenzijde bovenhoofd (Waal)	N.A.P. +10,55 m.
Niveau bovenzijde deur bovenhoofd (Waal)	N.A.P. +10,50 m.
Niveau bovenzijde benedenhoofd (Maas)	N.A.P. +8,25 m.
Niveau bovenzijde deur benedenhoofd (Maas)	N.A.P. +8,25 m.

Tabel 1: Gegevens sluis St. Andries
(bron: Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen en St.-Andries, 2006)

De sluis St. Andries vormt de verbinding tussen twee buitenwateren, de Maas en de Waal. Voor de aanliggende dijkkringgebieden geldt een norm van 1/1250. Aangezien er benedenstrooms aan de Maas meer dijkkringgebieden liggen die een normfrequentie kennen van 1/2000 per jaar, is ook deze normfrequentie van toepassing op de sluis St. Andries (Hydraulische Randvoorwaarden 2006).

3.2

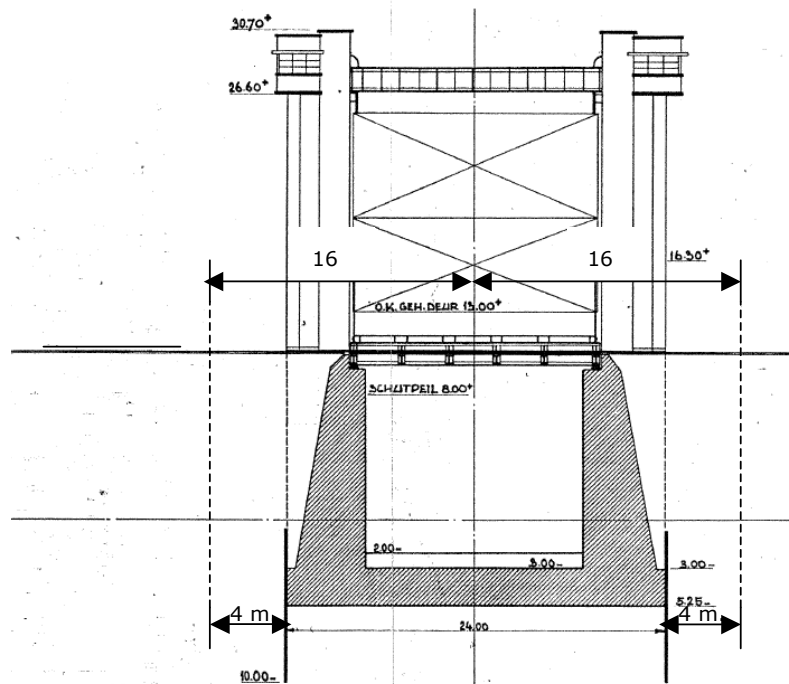
Kern- en beschermingszone

De kern- en beschermingszone zijn vastgesteld conform de definities en uitgangspunten genoemd in paragraaf 2.3. In Bijlage D is de situatietekening

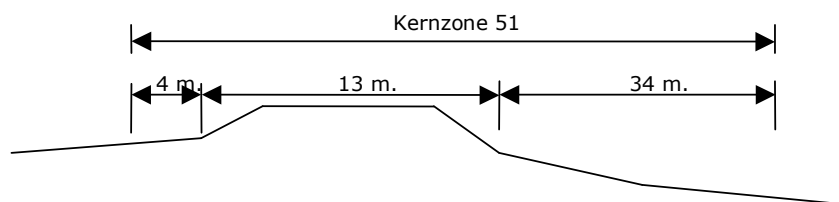
weergegeven met daarop de betreffende zones. De definities en uitgangspunten uit paragraaf 2.3 voor de zones leiden tot de onderstaande afmetingen:

Kernzone

- In langsrichting van de sluis beslaat de kernzone de lengte van de sluis inclusief de bodembescherming voor en achter de sluishoofden waarbij conform de definitie 2×4 m. wordt opgeteld. De lengte van de sluis inclusief boven- en benedenhoofd bedraagt 140 m., de bodembescherming aan boven- en benedenhoofd bedraagt 40 m. De totale lengte van de kernzone bedraagt dan $140 + 40 + 40 + 4 + 4 = 228$ m.
- De breedte van de kernzone van de sluis wordt bepaald door breedte van de sluiskolk waarbij aan weerszijden 4 m. wordt opgeteld. Dit leidt tot een totale breedte van 32 m., dus 16 m. aan weerszijden van de middenas van de sluis. Dit is weergegeven in Figuur 5.
- De kernzone van de aansluitende grondlichamen is buitendijks inclusief de bodembescherming waarbij 4 m. wordt opgeteld. Binnendijks wordt de grens van de kernzone op 4 m. uit de teenlijn gelegd. In totaal is de kernzone van de aansluitende grondlichamen 51 m. breed. Dit is weergegeven in Figuur 6.



Figuur 5: Doorsnede kernzone sluiskolk



Figuur 6: Bepaling breedte kernzone aansluitend grondlichaam

Beschermingszone

De beschermingszone wordt bepaald door vanaf de maatgevende grens, de kernzone of de invloedszone, een breedte van 10 m. uit te zetten. De bepaling van de invloedszone van de sluis is toegevoegd in Bijlage C.

- In langsrichting van het sluiscomplex is de grens van de kernzone maatgevend, deze is met 228 m. langer dan de invloedszone die 220 m. lang is. De beschermingszone wordt uitgezet op 10 m. uit deze maatgevende grens, wat leidt tot een totale lengte van 248 m.
- In dwarsrichting is de grens van de invloedszone maatgevend, deze ligt op 60 m. uit de middenas ten opzichte van 16 m. voor de kernzone. De beschermingszone wordt uitgezet op 10 m. uit deze maatgevende grens, wat leidt tot een breedte van 70 m. aan weerszijden van de middenas.
- Bij het aansluitend grondlichaam is de grens van de kernzone maatgevend, deze ligt binnendijks op 4 m. en buitendijks op 34 m uit de teenlijn. De beschermingszone wordt uitgezet op 10 m. uit deze maatgevende grens.

3.3 Leggerdwars- en -lengteprofiel

Er zijn drie dwarsprofielen gemaakt op basis van de situatieschets behorende bij de primaire waterkering toets (Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen en St.-Andries, 2006). Twee van deze dwarsprofielen zijn genomen ter plaatse van de aansluitende grondlichamen en één ter plaatse van de sluisdeur. Deze dwarsprofielen en het lengteprofiel zijn weergegeven in Bijlage D.

Het toetspeil bedraagt 10,20 m + N.A.P. Uit de primaire waterkering toets (Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen en St.-Andries, 2006) volgt dat de sluis en de aansluitende grondlichamen een score 'goed' hebben op de toets "Hoogte".

In Tabel 2 staan de aanwezige kruinhoogten en de leggerhoogten weergegeven. De leggerhoogte volgt uit primaire waterkering toets (Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen en St.-Andries, 2006) aangezien er geen minimaal benodigde hoogte bekend is. Van de sluisdeur is aangetoond dat de hoogte van 10,55 m + N.A.P voldoende is. Hetgeen leidt tot een leggerhoogte van 10,55 m + N.A.P. voor de sluisdeur. Voor de leggerhoogte van de aansluitende grondlichamen wordt ook 10,55 m + N.A.P aangehouden. Dit is een veilige benadering doordat golfoverslag bij loodrechte deuren groter is dan bij constructies met een schuin oplopende helling.

Onderdeel sluis	Aanwezige kruinhoogte (m + N.A.P.)	Leggerhoogte (m + N.A.P.)
Aansluitend grondlichaam Oost	11,91	10,55
Sluis	10,55	10,55
Aansluitend grondlichaam West	11,87	10,55

**Tabel 2: Kruinhoogte en leggerhoogte sluis St. Andries
(Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen en St.-Andries, 2006 en SIHP St. Andries, 2003)**

De minimale kruinbreedte van de aansluitende grondlichamen voor de legger is vastgesteld op 4 m. (Leidraad voor het ontwerpen van Rivierdijken, 1985). Dit is de breedte benodigd om een eenvoudige verharding aan te brengen voor een inspectieweg. Voor enkel de functie waterkeren zou minder volstaan, echter de kering moet wel onderhouden kunnen worden om zijn functie te kunnen blijven vervullen. De helling van het talud voor de legger wordt overgenomen van de helling aanwezig op de ontwerptekeningen, in dit geval helling 1:3. Vanuit het ontwerp volgt dat het grondlichaam met het huidige talud in combinatie met de bekleding voldoende stabiel is.

4 Literatuur

Algemeen

Beheersplan Waterkeringen; Blauwdruk, STOWA, december 1999

Handreiking constructief ontwerpen, TAW, april 1994

Hydraulische Randvoorwaarden Primaire Waterkeringen (HR2006), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Augustus 2007

Legger Wateren; Algemene Toelichting, Waterschap Rivierenland, versie 1, 12 oktober 2006

Leidraad voor het ontwerpen van Rivierdijken; deel 1 – bovenrivierengebied, TAW, september 1985

Provinciale Verordening waterkering Gelderland, Provinciale Staten van Gelderland, 26 juni 2002

Informatie sluis

Specifiek Instandhoudingplan Sluis St. Andries, Rijkswaterstaat Dienstkring Nijmegen-Maas, 1 juli 2003

Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen St.-Andries, Royal Haskoning, 11 augustus 2005

Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen St.-Andries, Royal Haskoning, 13 december 2006

Leggerdocument (t.b.v. bepaling definities en uitgangspunten)

Leggerdocument Dijkkringverbindende Waterkeringen Zuid-Holland Integrale Versie, Arcadis, 23 juli 2008

Productie Legger en Beheerregisters primaire keringen, Waterschap Rivierenland, 7 juli 2006

Bijlage A

Begrippenlijst

Beschermingszone

In de legger aangegeven beheerszone ter weerszijden van de kernzone van de waterkering

Dijkringgebied

Gebied dat door een stelsel van waterkeringen of hoge gronden moet zijn beveiligd tegen overstroming, in het bijzonder bij hoge stormvloed, bij hoge waterstand op een van de grote rivieren, bij hoog water van het IJsselmeer of Markermeer of bij een combinatie daarvan.

Invloedszone

Tot de waterkering behorende gronden, die daadwerkelijk bijdragen aan het waarborgen van de stabiliteit, zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde van de waterkering.

Kerende hoogte

Daadwerkelijke, momentane hoogte van het gesloten kunstwerk die het keren van het water verzorgt.

Kernzone

In de legger aangegeven beheerszone bestaande uit de waterkering plus een strook van 4 m aan weerszijden van de waterkering.

Legger

Document waarin is omschreven waaraan de (primaire) waterkering moet voldoen naar richting, vorm, afmeting en constructie.

Leggerhoogte

De minimaal benodigde waterkerende hoogte van de waterkering

Primaire waterkering

Waterkering die beveiliging biedt tegen overstroming doordat deze ofwel behoort tot het stelsel dat een dijkringgebied omsluit, ofwel voor een dijkringgebied is gelegen.

Referentielijn

Een lijn die de buitenkruinlijn van het ontwerp- of leggerprofiel van de primaire waterkering weergeeft waaraan de zonering wordt gerelateerd.

Toetspeil

De waterstand behorend bij de normfrequentie van de betreffende waterkering.

Bijlage B

Verordening waterkering Gelderland

Artikel 6. Legger

1. De legger, bedoeld in artikel 13, onder b van de wet bevat, naast het daaromtrent bepaalde in de wet:
 - a. een omschrijving van de kunstwerken en de bijzondere constructies die deel uitmaken van de primaire waterkering;
 - b. een lengteprofiel en dwarsprofielen, waarin de afmetingen zijn aangegeven waaraan de primaire waterkering moet voldoen;
 - c. situatietekeningen met daarop aangegeven de ligging van een primaire waterkering en de onderscheiden grenzen waarbinnen de Keur van het waterschap dan wel het bij of krachtens de Wet beheer rijkswaterstaatswerken of de gemeentelijke Algemene plaatselijke verordening bepaalde, van toepassing is.
2. De beheerder van een regionale waterkering draagt zorg voor de vaststelling van een legger waarin is omschreven waaraan de waterkering moet voldoen naar richting, vorm, afmeting en constructie. Het eerste lid is van overeenkomstige toepassing.
3. De vaststelling van de legger door een beheerder, niet zijnde een waterschap, geschiedt met toepassing van de in afdeling 3.4 Algemene wet bestuursrecht geregelde procedure, waarbij de in artikel 3:11, eerste lid van die wet bedoelde termijn vier weken bedraagt.

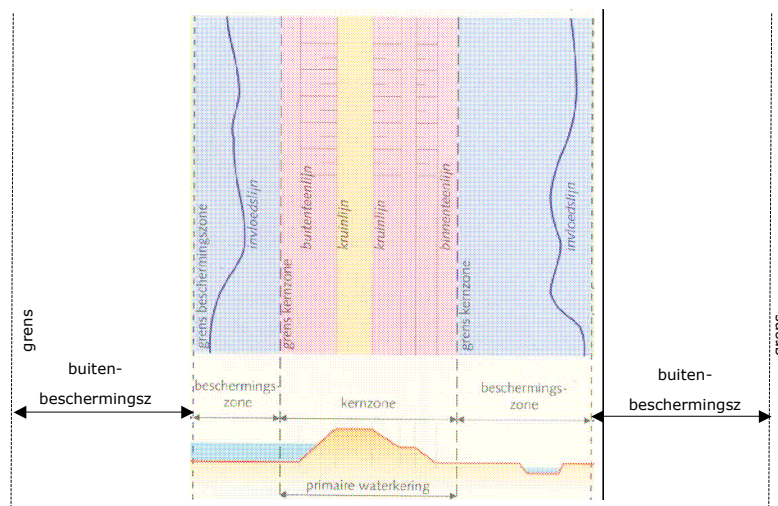
Bijlage C

Bepaling invloedszone

Uit paragraaf 2.3 van het document "Beheersregister Sluiscomplex St. Andries":

Invloedszone

Dit is de zone rond de primaire waterkering die bijdraagt aan de stabiliteit van de waterkering. Ontgravingen binnen deze zone hebben direct invloed op de stabiliteit van de waterkering. De afmetingen worden meestal alleen voor macrostabiliteit en piping bepaald. De invloedszone is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7: Zonering primaire waterkering

De invloedszone dient gebaseerd te zijn op bestaande berekeningen aan de hand van recente grondmechanische gegevens. Daar waar geen berekeningen beschikbaar zijn, worden de volgende uitgangspunten² gehanteerd:

- Voor damwanden en keermuren is uitgegaan van een 1:3 lijn vanaf de onderzijde van de wand;
- Bestortingen en talusbekledingen zijn opgenomen in de invloedszone;
- Voor onduidelijke trajecten is gekozen om in het veld zichtbare lijnen toe te passen op een veilige afstand van de as van de kering.

Uit paragraaf 3.2 van het document "Beheersregister Sluiscomplex St. Andries":

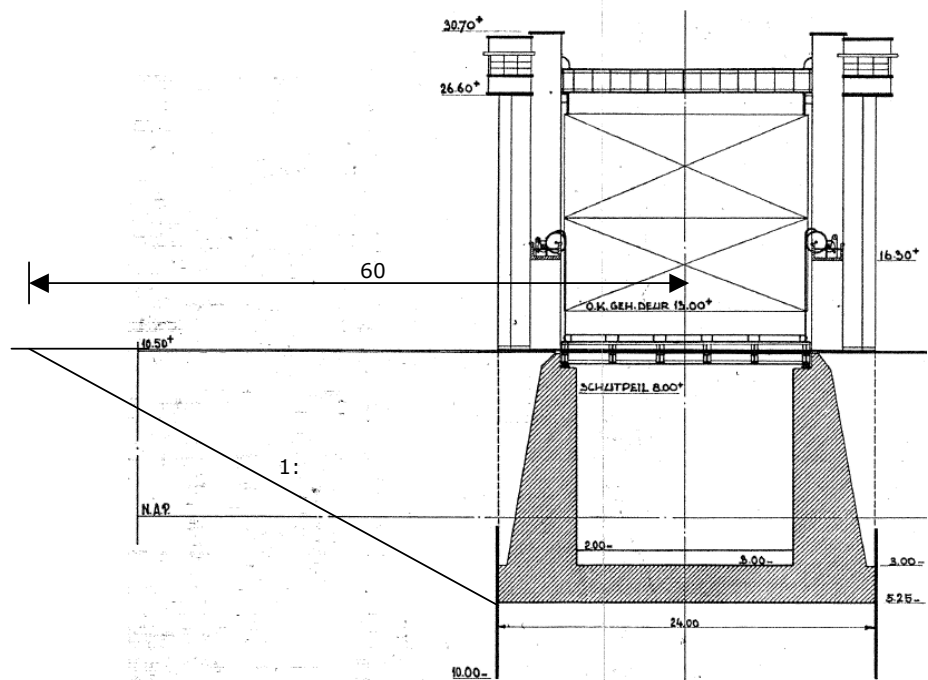
Invloedszone

Grondmechanische berekeningen van deze sluis zijn niet beschikbaar. De invloedszone is daarom bepaald door een helling van 1:3 uit te zetten vanaf de

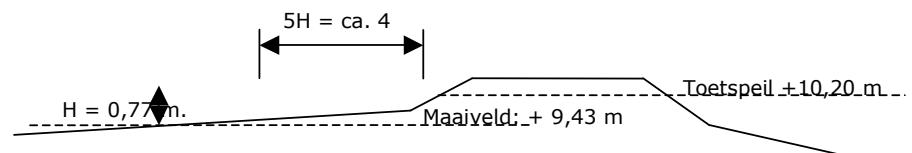
² De hier gehanteerde uitgangspunten zijn gelijk aan de uitgangspunten in het als voorbeeld geleverde leggerdocument (Leggerdocument dijkkringverbindende waterkeringen Zuid-Holland, 2008).

onderzijde van de diverse constructies. Dit is hieronder per onderdeel van het sluiscomplex weergegeven.

- In langsrichting van de sluis beslaat de invloedszone de lengte van de sluis inclusief de bodembescherming voor en achter de sluishoofden. De lengte van de sluis inclusief boven- en benedenhoofd bedraagt 140 m., de bodembescherming aan boven- en benedenhoofd bedraagt 40 m. Dit leidt tot een totale lengte voor de invloedszone van $140 + 40 + 40 = 220$ m.
- De breedte van de invloedszone is bepaald door een helling van 1:3 uit te zetten vanaf de onderzijde van de waterkerende kolkwanden. Dit leidt tot een totale breedte van 120 m., dus 60 m. aan weerszijden van de middenas van de sluis. Dit is weergegeven in Figuur 8.
- De primaire waterkering toets (Toetsing sluiscomplexen Weurt, Heumen en St. Andries, 2006) geeft geen berekening weer die aantoont dat piping kan ontstaan. De score voor "piping en heave" van de aansluitende grondlichamen is echter wel 'goed' volgens deze rapportage. Aangezien er geen berekening is gedaan wordt hier als uitgangspunt gehanteerd dat er geen piping optreedt bij deze grondlichamen. De binnenberm kan daarmee beperkt blijven tot de breedte benodigd voor de stabiliteit van het grondlichaam. Binnendijks wordt de invloedszone bepaald door de conservatieve benadering $B = 5H$ (Handreiking constructief ontwerpen, 1994), waarin H het hoogteverschil is tussen het toetspeil en het niveau van het binnenmaaiveld. Dit leidt voor beide aansluitende grondlichamen tot een breedte van de invloedszone van 4 m. Dit is weergegeven in Figuur 9. Binnendijks valt de grens van de invloedszone gelijk met die van de kernzone. De breedte van de invloedszone buitendijks is inclusief de bekleding.



Figuur 8: Doorsnede invloedszone sluiskolk



Figuur 9: Bepaling breedte invloedszone aansluitende grondlichamen binnendijks

Bijlage D Legger

Situatiekaart - Legger Sluis St. Andries



- Referentielijn
- Beheergrens
- Constructief element
- Maatvoering
- Dwarsprofiel
- Kernzone
- Bescherminingszone

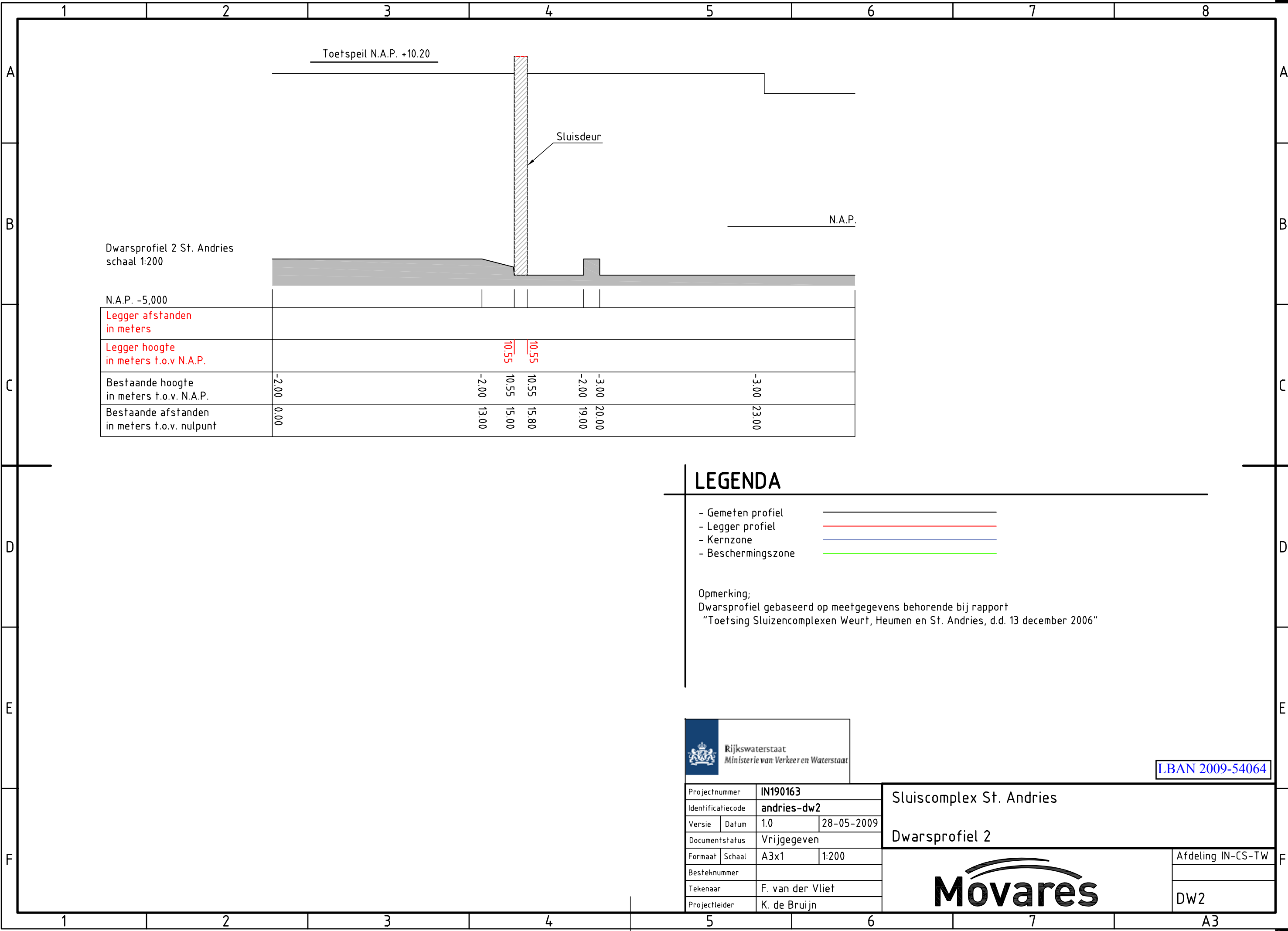
Auteur: Eric Geenen
Datum: 11/23/2009
Kaartnummer: LBAN 2009 - 54045

Schaal: 1:1,250

0 5 10 15 20
meter



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Dwarsprofiel 2 St. Andries
schaal 1:200

N.A.P. -5,000							
Legger afstanden in meters							
Legger hoogte in meters t.o.v N.A.P.			10.55	10.55			
Bestaande hoogte in meters t.o.v. N.A.P.	-2.00	-2.00	10.55	10.55	-2.00	-3.00	-3.00
Bestaande afstanden in meters t.o.v. nulpunt	0.00	13.00	15.00	15.80	19.00	20.00	23.00

LEGENDA

- Gemeten profiel
- Legger profiel
- Kernzone
- Beschermingszone

Opmerking;
Dwarsprofiel gebaseerd op meetgegevens behorende bij rapport
"Toetsing Sluizencomplexen Weurt, Heumen en St. Andries, d.d. 13 december 2006"



LBAN 2009-54064

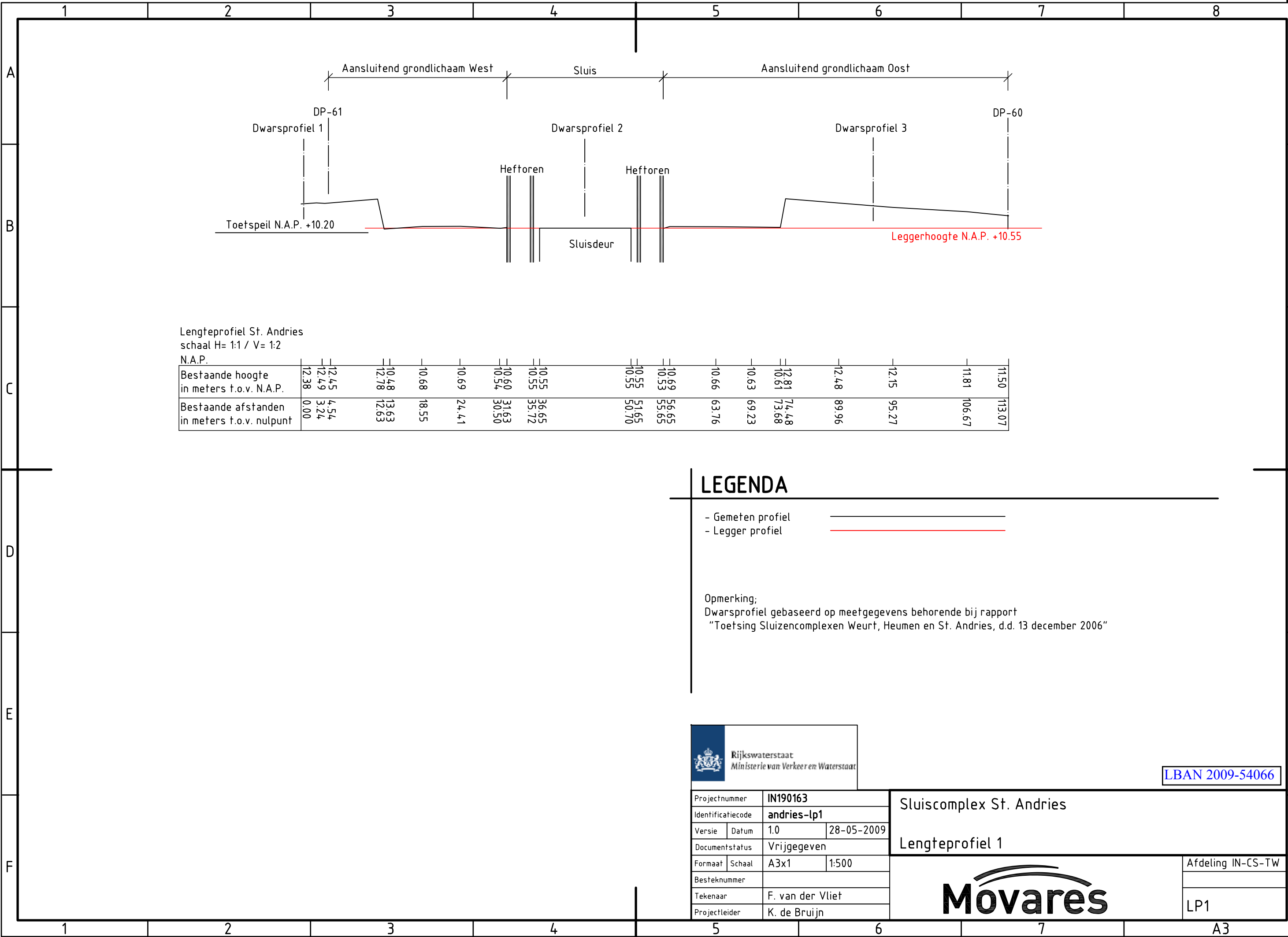
Projectnummer	IN190163	Sluiscomplex St. Andries	
Identificatiecode	andries-dw2		
Versie	Datum	1.0	28-05-2009
Documentstatus	Vrijgegeven		
Formaat	Schaal	A3x1	1:200
Besteknummer			
Tekenaar	F. van der Vliet		
Projectleider	K. de Bruijn		



Afdeling IN-CS-TW

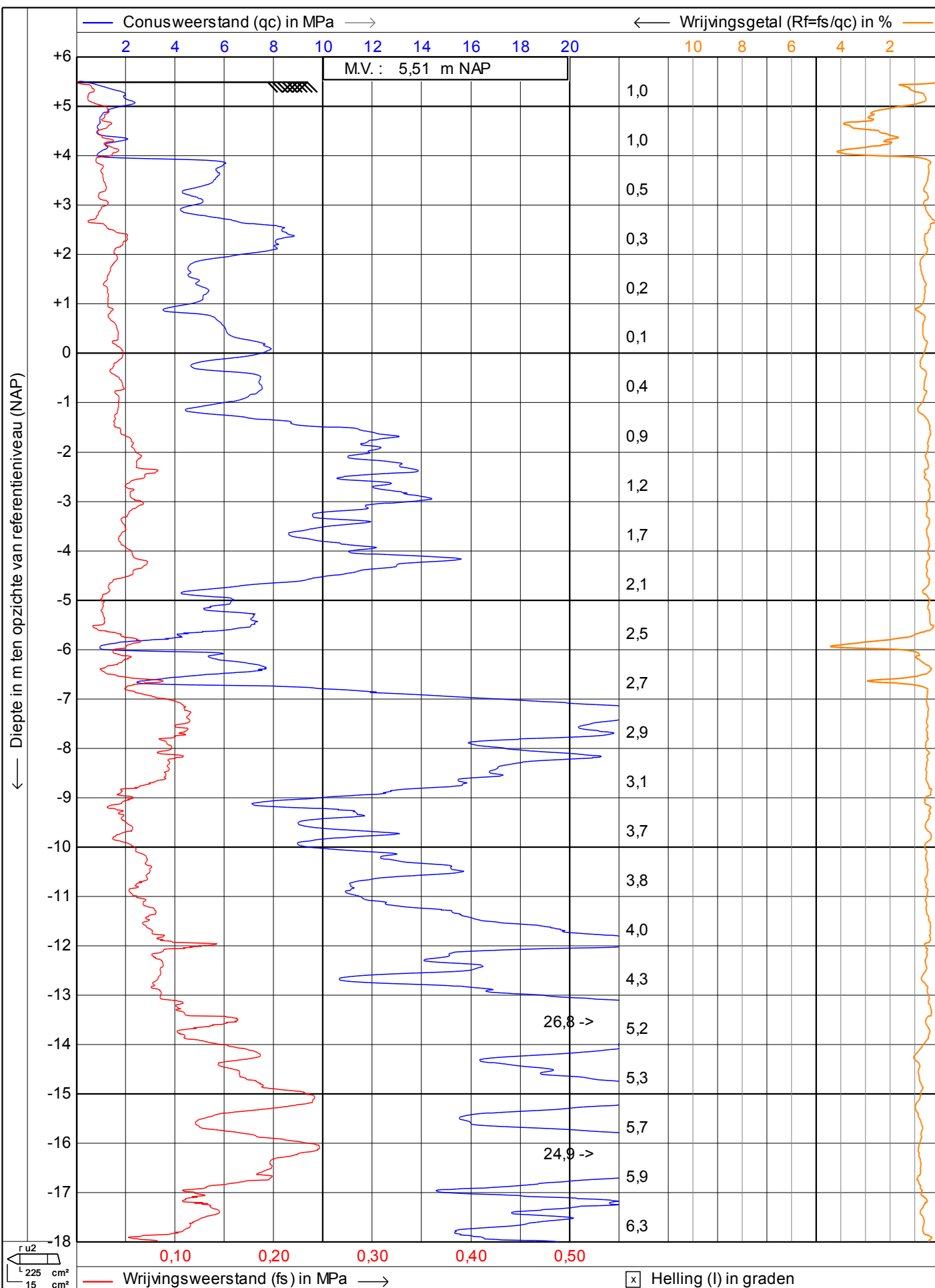
DW2

A3



Bijlage 3: Grondonderzoek

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : 150Kv trace

Locatie : Zaltbommel-Wamel

Positie : 152907,23, 423148,59 RD

Datum : 18-12-2017

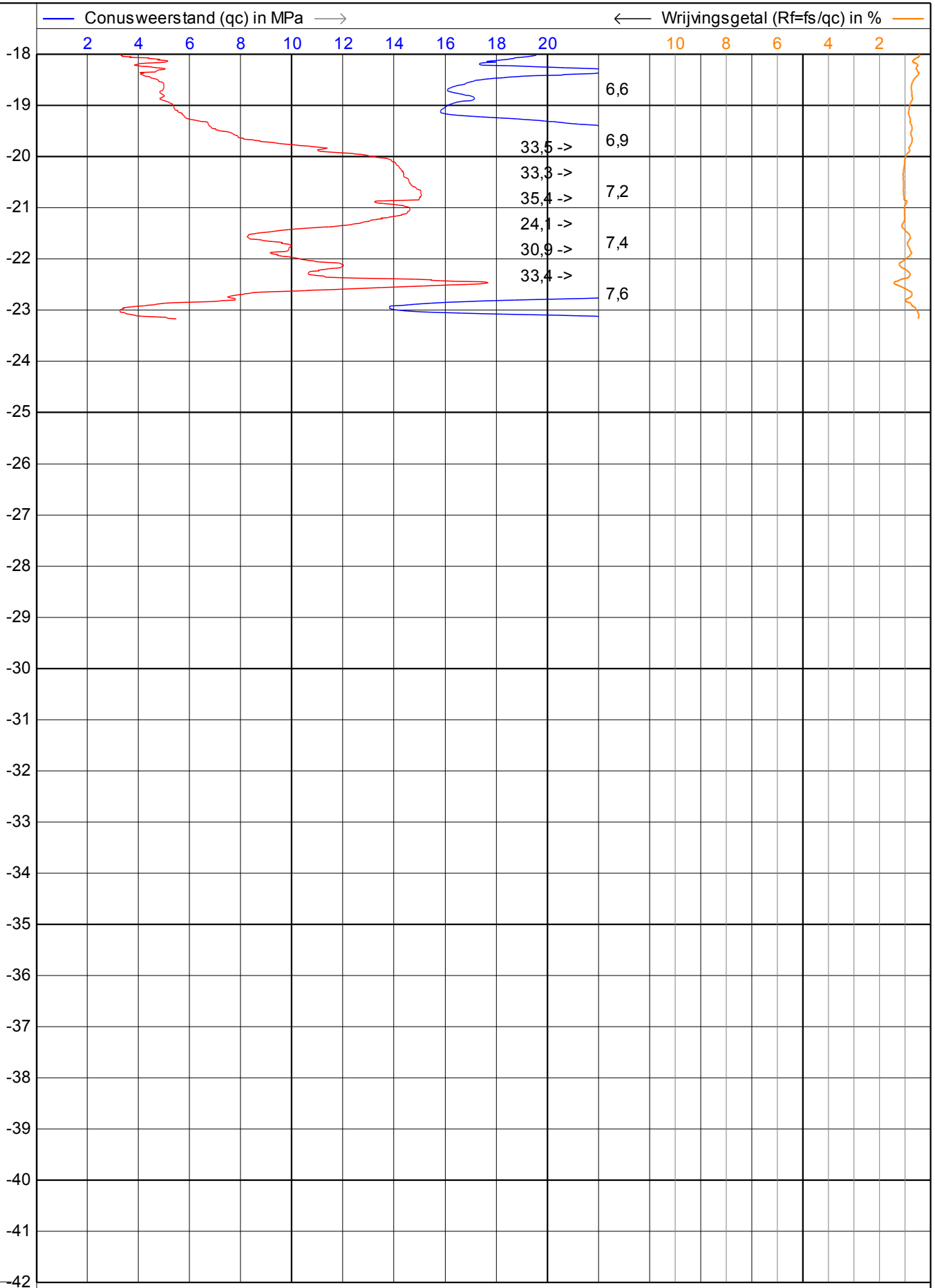
Conusnr. : S15CFIIP.S17052

Projectnr. : 357137

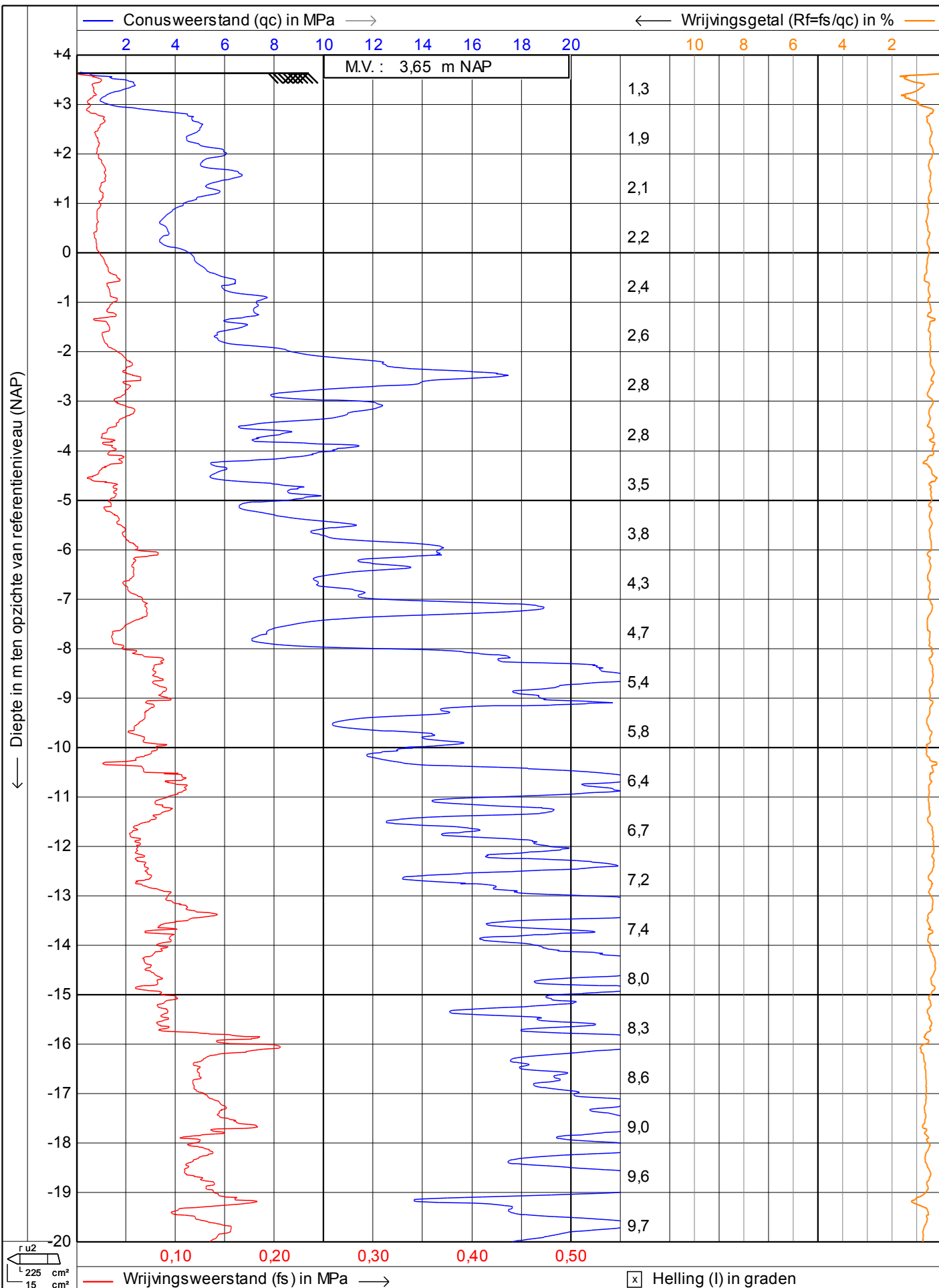
Sondeernr.: S053

1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : 150 kV Kabeltrace

Locatie : Zaltbommel-Wamel

Positie : 153006,28, 423138,93 RD

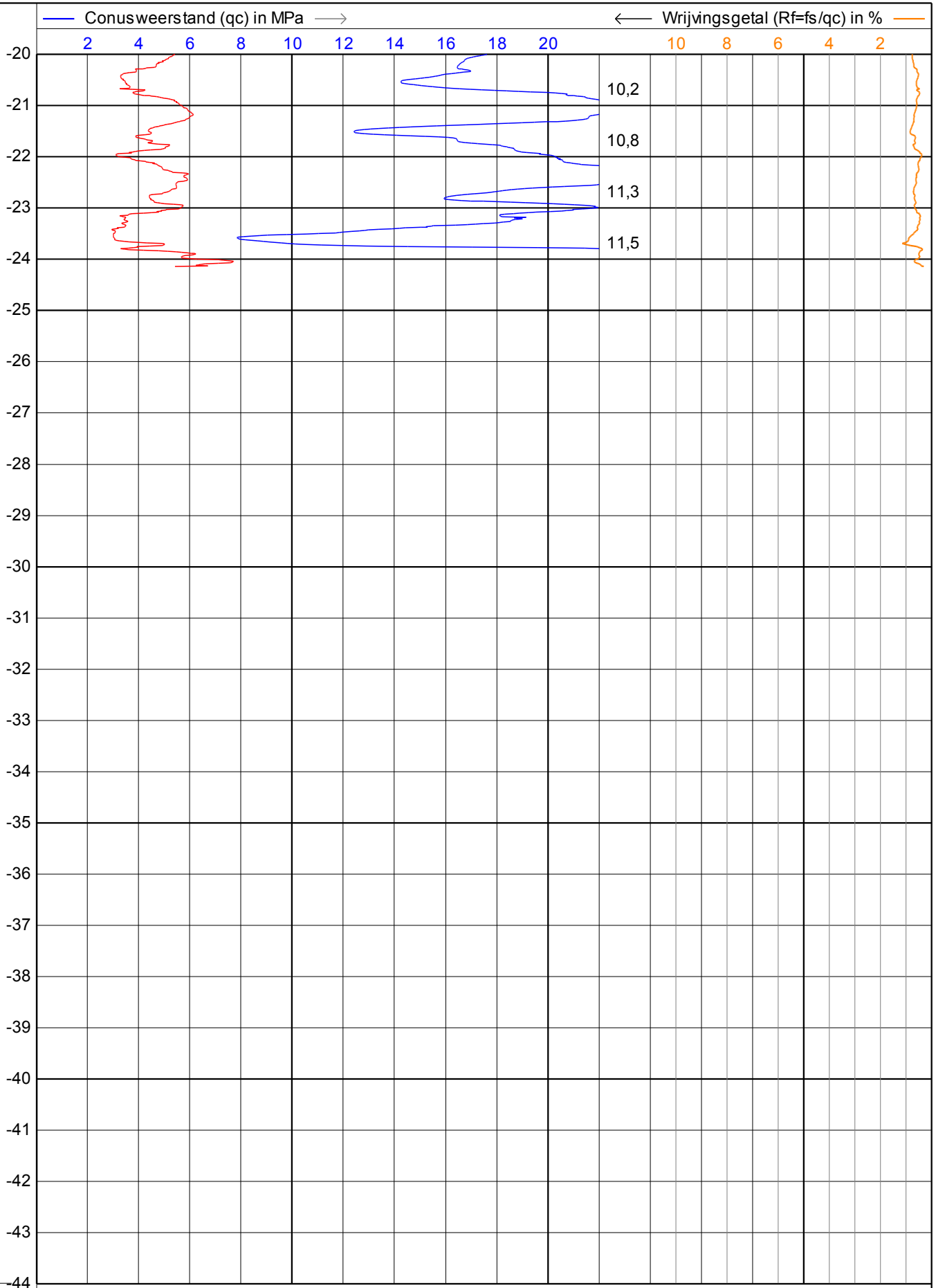
Datum : 24-1-2018

Conusnr. : S15CFIIP.S17052

Projectnr. : 357137

Sondeernr. : S054

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

← Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden

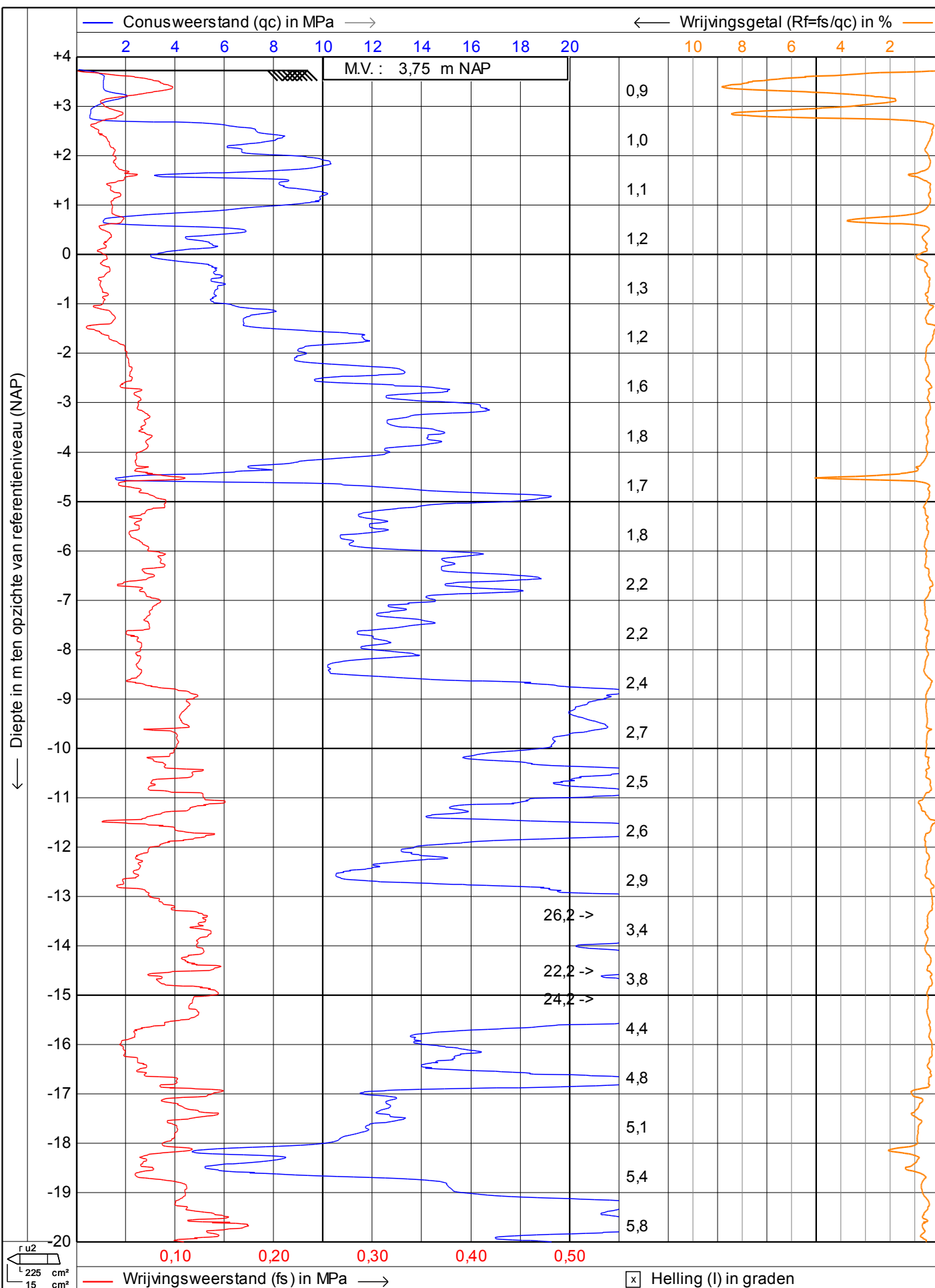


ISO 22476-1 Application Class 3

Project : 150 kV Kabeltrace
Locatie : Zaltbommel-Wamel
Positie : 153006,28, 423138,93 RD

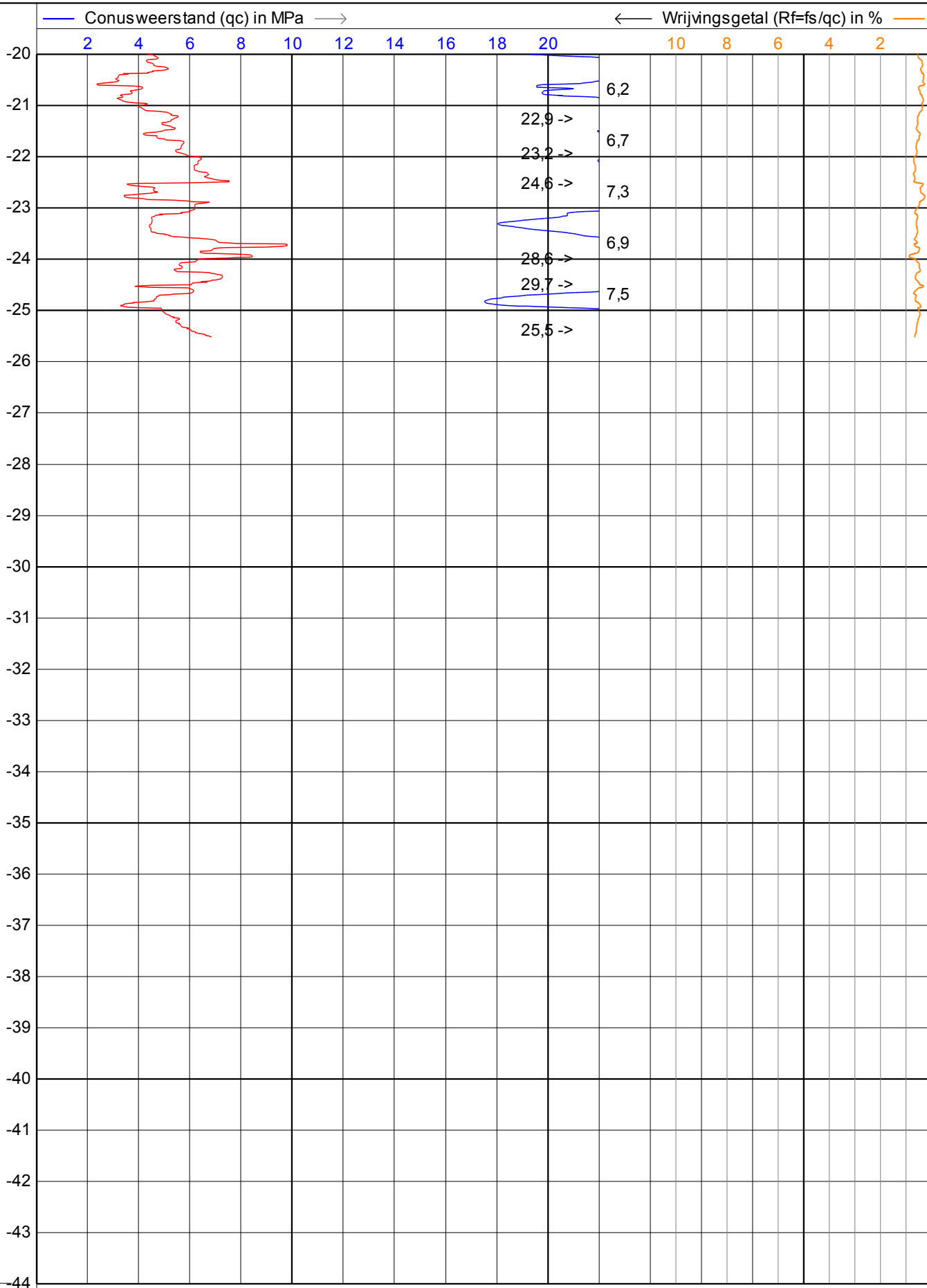
Datum : 24-1-2018
Conusnr. : S15CFIIP.S17052
Projectnr. : 357137
Sondeernr.: S054 2/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3		Datum : 18-12-2017	
Project : 150Kv trace		Conusnr. : S15CFIIP.S17052	
Locatie : Zaltbommel-Wamel		Projectnr. : 357137	
Positie : 153214,48, 423213,31 RD		Sondeernr. : S055	1/2

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa —→ ☒ Helling (I) in graden



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : 150Kv trace

Locatie : Zaltbommel-Wamel

Positie : 153214,48, 423213,31 RD

Datum : 18-12-2017

Conusnr. : S15CFIIP.S17052

Projectnr. : 357137

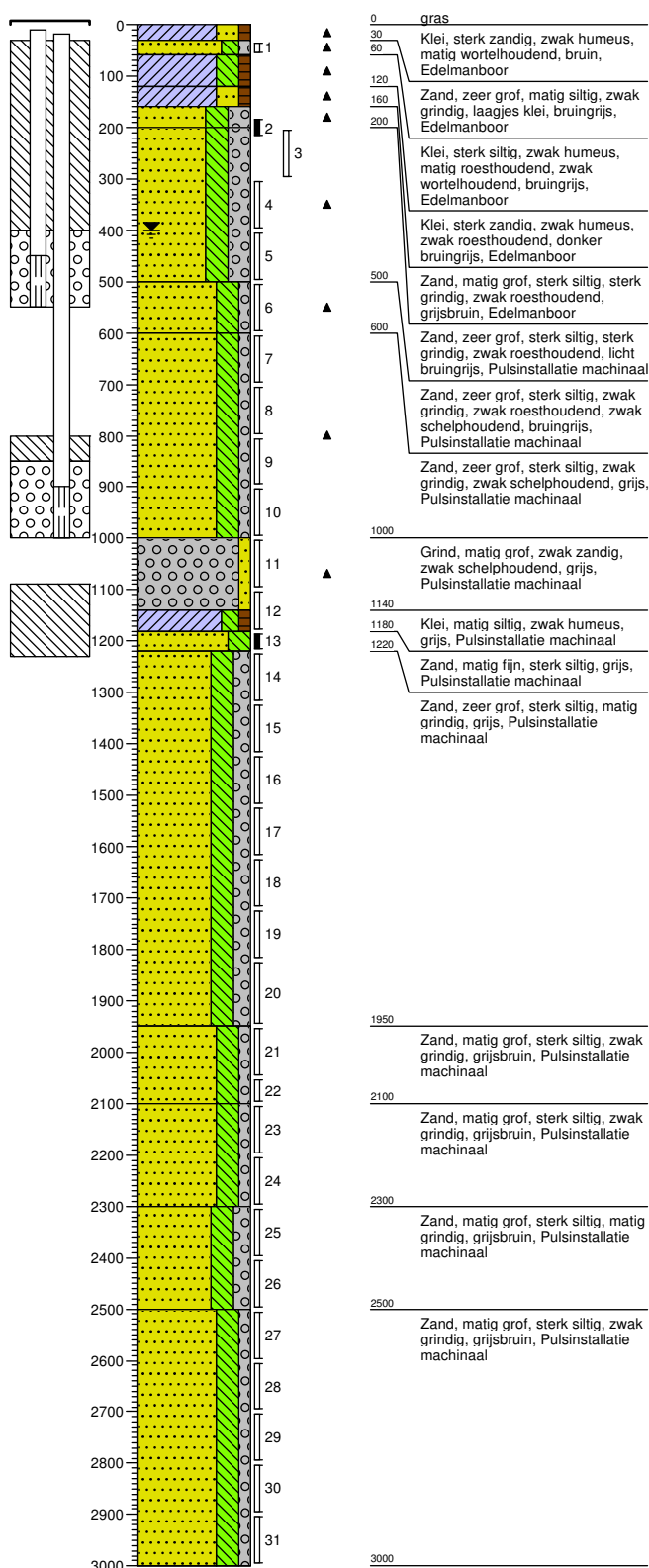
Sondeernr.: S055

2/2

Boring: MB-28

Datum: 13-11-2017
X: 152904,71
Y: 423149,06
Maaiveld (Z): 5,072

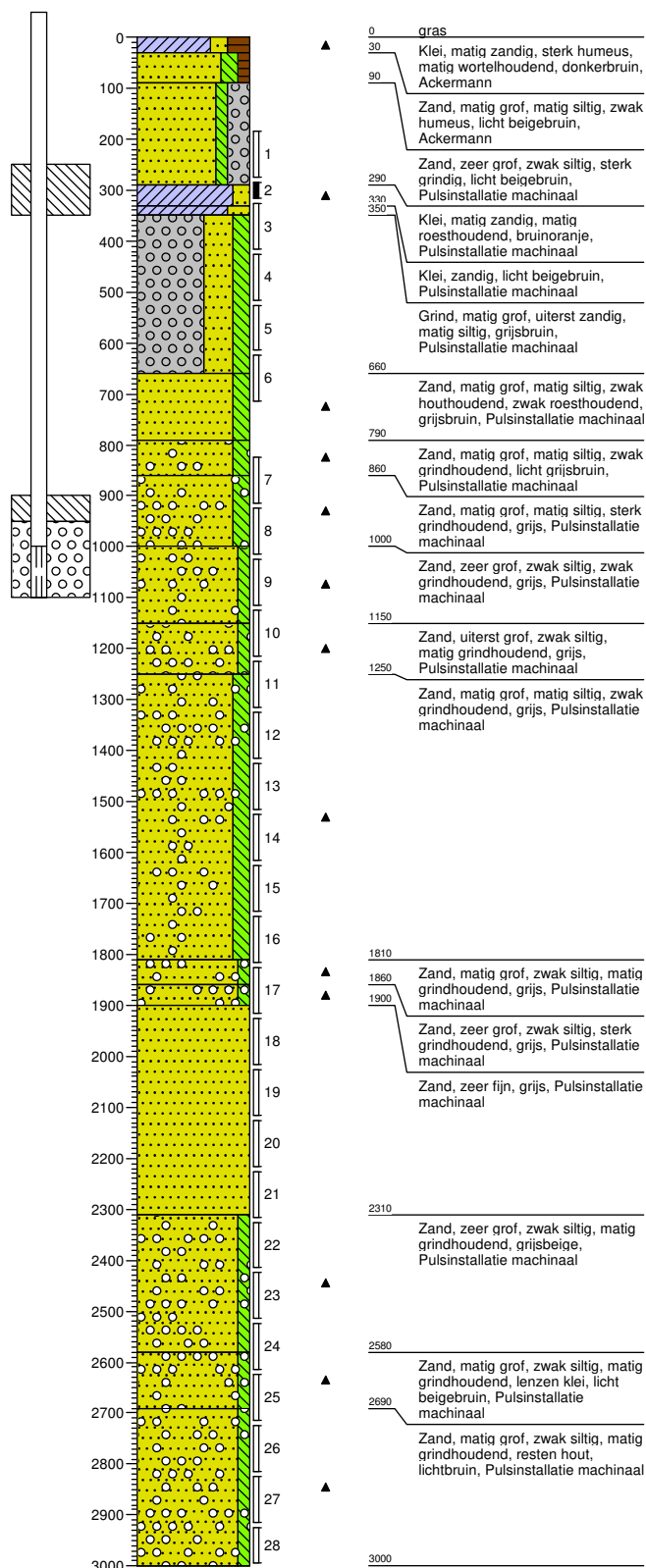
Boormeester: R. Lamore



Boring: MB-29

Datum: 28-11-2017
X: 153031,70
Y: 423131,84
Maaiveld (Z): 6,46

Boormeester: J.Dix



Projectnaam: Wamel-Zaltbommel

Opdrachtgever: Sweco Nederland B.V.

Projectcode: 357137

Boormeester: Diversen

Projectleider: J. Kalkwijk

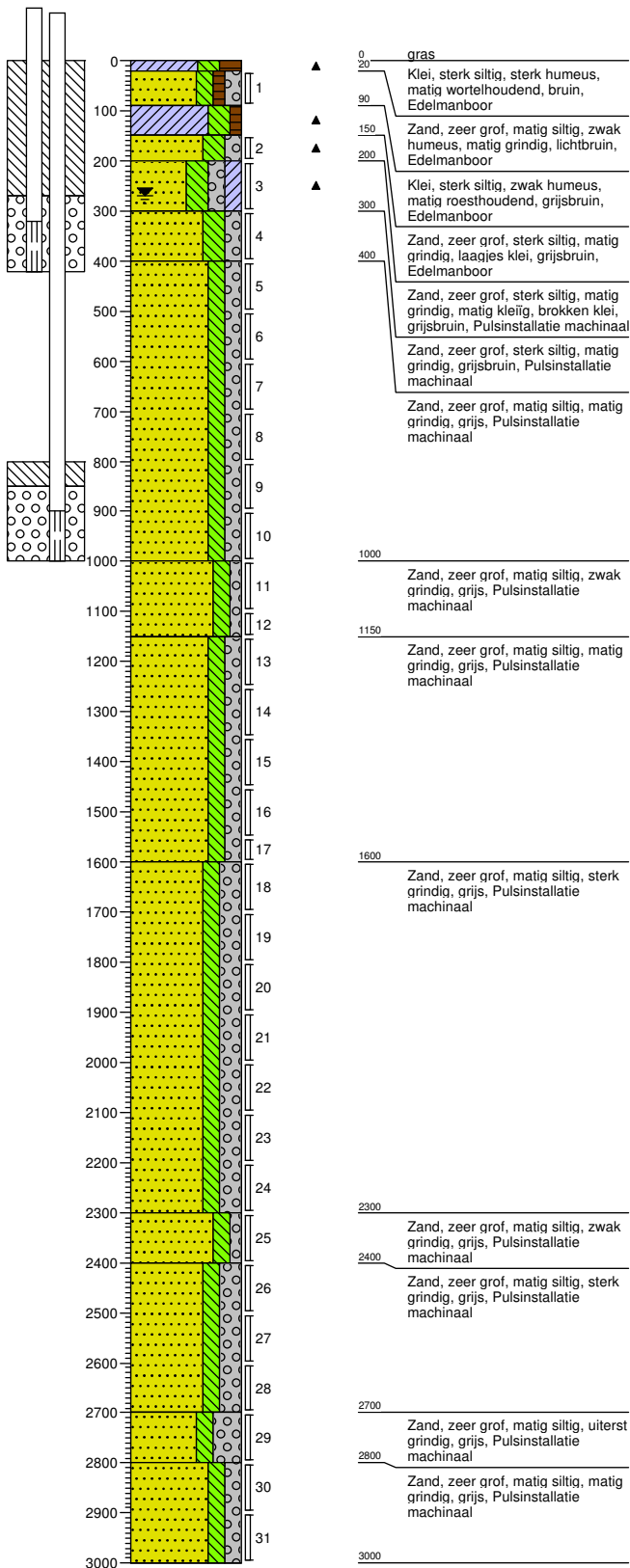
Bijlage:

Pagina: 13 / 26

Boring: MB-31

Datum: 08-10-2017
X: 153163,97
Y: 423231,01
Maaiveld (Z): 3,742

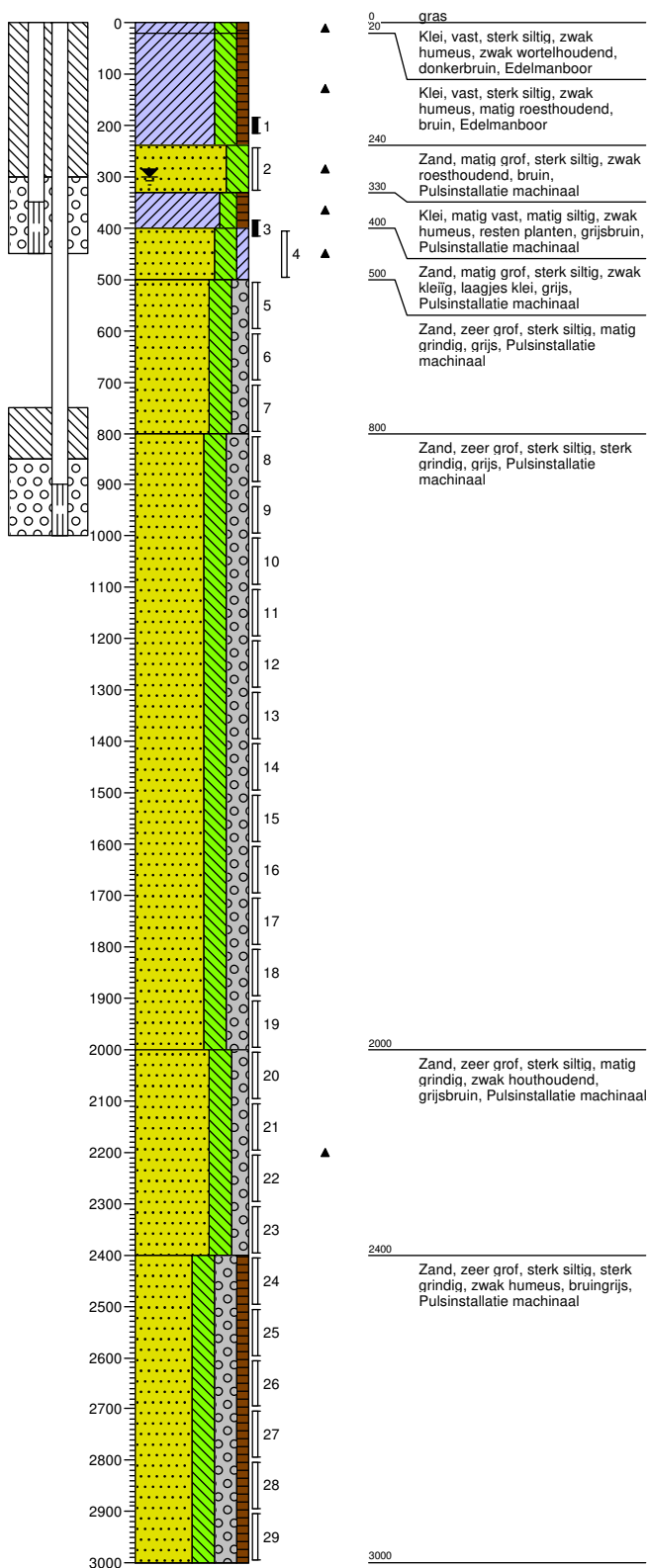
Boormeester: R. Lamore



Boring: MB-32

Datum: 18-12-2017

Boormeester: R. Lamoré



Projectnaam: Wamel-Zaltbommel

Opdrachtgever: Sweco Nederland B.V.

Projectcode: 357137

Boormeester: Diversen

Projectleider: J. Kalkwijk

Bijlage:

Pagina: 14 / 26

Grondwater mv/nap		4	1,07	MB28
X	meter		-5	
MV NAP	meter		5,07	grind%
Diepte	meter	4,57	k	
		4,07	k	
		3,57	k	
		3,07	zzg stgr	
		2,57	zzg stgr	
		2,07	zzg stgr	
		1,57	zzg stgr	
		1,07	zzg stgr	
		0,57	zzg stgr	
		0,07	zzg stgr	
		-0,43	zmg zwgr	
		-0,93	zmg zwgr	
		-1,43	zmg zwgr	
		-1,93	zmg zwgr	
		-2,43	zmg zwgr	
		-2,93	zmg zwgr	
		-3,43	zmg zwgr	
		-3,93	zmg zwgr	
		-4,43	zmg zwgr	
		-4,93	zmg zwgr	
		-5,43	grind	
		-5,93	grind	
		-6,43	grind	
		-6,93	k	
		-7,43	zzg mgr	
		-7,93	zzg mgr	
		-8,43	zzg mgr	
		-8,93	zzg mgr	
		-9,43	zzg mgr	
		-9,93	zzg mgr	
		-10,43	zzg mgr	10,5%
		-10,93	zzg mgr	10,5%
		-11,43	zzg mgr	
		-11,93	zzg mgr	
		-12,43	zzg mgr	
		-12,93	zzg mgr	
		-13,43	zzg mgr	
		-13,93	zzg mgr	
		-14,43	zzg mgr	
		-14,93	zmg zwgr	
		-15,43	zmg zwgr	
		-15,93	zmg zwgr	
		-16,43	zmg zwgr	2,4%
		-16,93	zmg zwgr	2,4%
		-17,43	zmg zwgr	
		-17,93	zmg zwgr	
		-18,43	zmg mgr	
		-18,93	zmg mgr	
		-19,43	zmg mgr	2,7%
		-19,93	zmg mgr	2,7%
		-20,43	zmg zwgr	
		-20,93	zmg zwgr	
		-21,43	zmg zwgr	
		-21,93	zmg zwgr	
		-22,43	zmg zwgr	
		-22,93	zmg zwgr	
		-23,43	zmg zwgr	2,7%
		-23,93	zmg zwgr	2,7%
		-24,43	zmg zwgr	
		-24,93	zmg zwgr	

Grondwater mv/nap		MB29	
X	meter	116	
MV NAP	meter	6,46 grind%	
Diepte	meter	5,96 k	
		5,46 k	
		4,96 zzg stgr	
		4,46 zzg stgr	
		3,96 zzg stgr	
		3,46 zzg stgr	
		2,96 k	
		2,46 grind uz	
		1,96 grind uz	
		1,46 grind uz	
		0,96 grind uz	
		0,46 grind uz	
		-0,04 grind uz	
		-0,54 zmg	
		-1,04 zmg	
		-1,54 zmg	
		-2,04 zmg zwgr	
		-2,54 zmg zwgr	
		-3,04 zmg stgr	
		-3,54 zmg stgr	
		-4,04 zzg zwgr	
		-4,54 zzg zwgr	
		-5,04 zzg zwgr	
		-5,54 zzg zwgr	
		-6,04 zzg zwgr	
		-6,54 zmg zwgr	
		-7,04 zmg zwgr	
		-7,54 zmg zwgr	
		-8,04 zmg zwgr	
		-8,54 zmg zwgr	
		-9,04 zmg zwgr	
		-9,54 zmg zwgr	
		-10,04 zmg zwgr	
		-10,54 zmg zwgr	
		-11,04 zmg zwgr	
		-11,54 zmg zwgr	
		-12,04 zmg mgr	
		-12,54 zzg stgr	
		-13,04 zzf	
		-13,54 zzf	
		-14,04 zzf	28,5%
		-14,54 zzf	28,5%
		-15,04 zzf	
		-15,54 zzf	
		-16,04 zzf	
		-16,54 zzf	
		-17,04 zzg mgr	
		-17,54 zzg mgr	
		-18,04 zzg mgr	12,5%
		-18,54 zzg mgr	12,5%
		-19,04 zzg mgr	
		-19,54 zzg mgr	
		-20,04 zmg mgr	
		-20,54 zmg mgr	
		-21,04 zmg mgr	3,5%
		-21,54 zmg mgr	3,5%
		-22,04 zmg mgr	
		-22,54 zmg mgr	
		-23,04 zmg mgr	
		-23,54 zmg mgr	

Grondwater mv/nap	2,7	MB31	
X meter		1,04	
MV NAP meter		270	
		3,74	grind%
Diepte meter	3,24 k		
	2,74 k		
	2,24 k		
	1,74	zzg mgr	
	1,24	zzg mgr	
	0,74	zzg mgr	
	0,24	zzg mgr	
	-0,26	zzg mgr	
	-0,76	zzg mgr	
	-1,26	zzg mgr	
	-1,76	zzg mgr	
	-2,26	zzg mgr	
	-2,76	zzg mgr	
	-3,26	zzg mgr	
	-3,76	zzg mgr	
	-4,26	zzg mgr	
	-4,76	zzg mgr	
	-5,26	zzg mgr	
	-5,76	zzg mgr	
	-6,26	zzg mgr	
	-6,76	zzg zwgr	
	-7,26	zzg zwgr	
	-7,76	zzg zwgr	
	-8,26	zzg mgr	
	-8,76	zzg mgr	
	-9,26	zzg mgr	
	-9,76	zzg mgr	18,3%
	-10,26	zzg mgr	18,3%
	-10,76	zzg mgr	
	-11,26	zzg mgr	
	-11,76	zzg mgr	
	-12,26	zzg mgr	
	-12,76	zzg stgr	
	-13,26	zzg stgr	
	-13,76	zzg stgr	
	-14,26	zzg stgr	
	-14,76	zzg stgr	
	-15,26	zzg stgr	
	-15,76	zzg stgr	
	-16,26	zzg stgr	
	-16,76	zzg stgr	
	-17,26	zzg stgr	
	-17,76	zzg stgr	
	-18,26	zzg stgr	
	-18,76	zzg stgr	
	-19,26	zzg stgr	
	-19,76	zzg zwgr	
	-20,26	zzg zwgr	
	-20,76	zzg stgr	
	-21,26	zzg stgr	
	-21,76	zzg stgr	35,3%
	-22,26	zzg stgr	35,3%
	-22,76	zzg stgr	
	-23,26	zzg stgr	
	-23,76	zzg ugr	64,1%
	-24,26	zzg ugr	64,1%
	-24,76	zzg mgr	36,3%
	-25,26	zzg mgr	36,3%
	-25,76	zzg mgr	
	-26,26	zzg mgr	

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 28 15.00-16.00 15.20-16.20

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscode : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat		Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)			
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	: 10,5 % (m/m)	
	1,4mm	: 13,9 % (m/m)	
	1mm	: 18,9 % (m/m)	
	710 µm	: 28,3 % (m/m)	
	600 µm	: 36,3 % (m/m)	
	500 µm	: 48,9 % (m/m)	
	355 µm	: 81,2 % (m/m)	
	250 µm	: 93,0 % (m/m)	
	212 µm	: 96,0 % (m/m)	
	180 µm	: 97,9 % (m/m)	
	125 µm	: 99,4 % (m/m)	
	90 µm	: 99,6 % (m/m)	
	63 µm	: 99,8 % (m/m)	
	< 63 µm	: 0,2 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm
van de fractie door 2mm : 0,3 % (m/m)

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	472 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	:	1,9	Karakterisering: Matig (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	2,7	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	: 43,0 % (m/m)	
	500µm-180µm	: 54,9 % (m/m)	
	180µm-63µm	: 2,1 % (m/m)	

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-12-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 28 21.00-22.00

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscode : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat		Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)			
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	: 2,4 % (m/m)	
	1,4mm	: 3,2 % (m/m)	
	1mm	: 4,0 % (m/m)	
	710 µm	: 6,2 % (m/m)	
	600 µm	: 8,7 % (m/m)	
	500 µm	: 13,3 % (m/m)	
	355 µm	: 36,0 % (m/m)	
	250 µm	: 64,8 % (m/m)	
	212 µm	: 75,1 % (m/m)	
	180 µm	: 85,0 % (m/m)	
	125 µm	: 94,7 % (m/m)	
	90 µm	: 97,6 % (m/m)	
	63 µm	: 99,0 % (m/m)	
	< 63 µm	: 1,0 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm	: 1,0 % (m/m)
---	---------------

Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 302 µm	Klasse: zeer grof (NEN 5104)
d60/d10	: 2,2	Karakterisering: Matig (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	: 1,8	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	: 11,3 % (m/m)
	500µm-180µm	: 74,2 % (m/m)
	180µm-63µm	: 14,5 % (m/m)

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-12-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 28 24.00-25.00

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscade : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)	:	
Korrelverdeling (op zeef)	2mm : 15,1 % (m/m)	
	1,4mm : 20,9 % (m/m)	
	1mm : 28,9 % (m/m)	
	710 µm : 40,3 % (m/m)	
	600 µm : 46,2 % (m/m)	
	500 µm : 53,0 % (m/m)	
	355 µm : 66,8 % (m/m)	
	250 µm : 83,3 % (m/m)	
	212 µm : 89,7 % (m/m)	
	180 µm : 93,7 % (m/m)	
	125 µm : 98,0 % (m/m)	
	90 µm : 99,1 % (m/m)	
	63 µm : 99,5 % (m/m)	
	< 63 µm : 0,5 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm : 0,6 % (m/m)

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	454 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	:	2,8	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	2,8	-
Zanddriehoek	2mm-500µm :	44,8 % (m/m)	
	500µm-180µm :	48,3 % (m/m)	
	180µm-63µm :	6,9 % (m/m)	

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-12-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 28 28.00-29.00

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscode : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	

Proeven: Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)	:	
Korrelverdeling (op zeef)	2mm : 2,7 % (m/m)	
	1,4mm : 3,2 % (m/m)	
	1mm : 4,0 % (m/m)	
	710 µm : 6,0 % (m/m)	
	600 µm : 8,2 % (m/m)	
	500 µm : 12,5 % (m/m)	
	355 µm : 34,7 % (m/m)	
	250 µm : 70,8 % (m/m)	
	212 µm : 86,0 % (m/m)	
	180 µm : 94,4 % (m/m)	
	125 µm : 99,1 % (m/m)	
	90 µm : 99,5 % (m/m)	
	63 µm : 99,7 % (m/m)	
	< 63 µm : 0,3 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm : 0,3 % (m/m)

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	307 µm	Klasse: zeer grof (NEN 5104)
d60/d10	:	1,7	Karakterisering: Slecht (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	1,9	-
Zanddriehoek	2mm-500µm :	10,1 % (m/m)	
	500µm-180µm :	84,4 % (m/m)	
	180µm-63µm :	5,5 % (m/m)	

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-12-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB29 2020-2120

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Materiaal	Zand	Onderzoekscod: PHe-357137-087
Herkomst	Bestaand	Doel onderzoek : Geschiktheid
Monstername door	Onbekend	Eisen volgens : Besteknr. n.v.t.
Datum monstername	Diverse data	Laboratorium : SWECO Lab Midden
Proeven:	Bepaling korrelverdeling conform NEN-EN 933-1 (incl 63µm zand) (-)	

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)		
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	28,5 % (m/m)
	1,4mm	35,5 % (m/m)
	1mm	44,6 % (m/m)
	710 µm	59,1 % (m/m)
	600 µm	69,7 % (m/m)
	500 µm	78,9 % (m/m)
	355 µm	89,1 % (m/m)
	250 µm	97,0 % (m/m)
	212 µm	98,4 % (m/m)
	180 µm	98,8 % (m/m)
	125 µm	99,5 % (m/m)
	90 µm	99,7 % (m/m)
	63 µm	99,7 % (m/m)
	53 µm	% (m/m)
	< 63 µm	0,3 % (m/m)

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm
van de fractie door 2mm

0,4 % (m/m)

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	658 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	:	2,4	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	3,5	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	:	70,7 % (m/m)
	500µm-180µm	:	28,0 % (m/m)
	180µm-63µm	:	1,3 % (m/m)

Opmerking : De bemonsterde partij is als voldoende homogeen ingeschat.
Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag beschikbaar.
Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Conclusie:	versie 1
Onderzoeksleider: P. van den Heuvel	Technischmanager:  Datum: 01-12-2017

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB29 2420-2520

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Materiaal	Zand	Onderzoekscod: PHe-357137-087
Herkomst	Bestaand	Doel onderzoek : Geschiktheid
Monstername door	Onbekend	Eisen volgens : Besteknr. n.v.t.
Datum monstername	Diverse data	Laboratorium : SWECO Lab Midden
Proeven:	Bepaling korrelverdeling conform NEN-EN 933-1 (incl 63µm zand) (-)	

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)		
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	12,5 % (m/m)
	1,4mm	18,4 % (m/m)
	1mm	25,1 % (m/m)
	710 µm	35,7 % (m/m)
	600 µm	44,8 % (m/m)
	500 µm	53,5 % (m/m)
	355 µm	72,6 % (m/m)
	250 µm	88,0 % (m/m)
	212 µm	91,5 % (m/m)
	180 µm	93,6 % (m/m)
	125 µm	95,8 % (m/m)
	90 µm	96,4 % (m/m)
	63 µm	96,7 % (m/m)
	53 µm	% (m/m)
	< 63 µm	3,3 % (m/m)

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm

3,7 % (m/m)

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	491 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	:	2,4	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	2,7	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	:	48,7 % (m/m)
	500µm-180µm	:	47,6 % (m/m)
	180µm-63µm	:	3,8 % (m/m)

Opmerking : De bemonsterde partij is als voldoende homogeen ingeschat.
Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag beschikbaar.
Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Conclusie:	versie 1
Onderzoeksleider: P. van den Heuvel	Technischmanager:  Datum: 21-12-2017

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB29 2720-2820

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

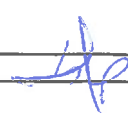
Materiaal	Zand	Onderzoekscod: PHe-357137-087
Herkomst	Bestaand	Doel onderzoek : Geschiktheid
Monstername door	Onbekend	Eisen volgens : Besteknr. n.v.t.
Datum monstername	Diverse data	Laboratorium : SWECO Lab Midden
Proeven:	Bepaling korrelverdeling conform NEN-EN 933-1 (incl 63µm zand) (-)	

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)		
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	3,5 % (m/m)
	1,4mm	4,8 % (m/m)
	1mm	6,8 % (m/m)
	710 µm	10,5 % (m/m)
	600 µm	13,8 % (m/m)
	500 µm	18,0 % (m/m)
	355 µm	25,7 % (m/m)
	250 µm	35,1 % (m/m)
	212 µm	42,7 % (m/m)
	180 µm	54,1 % (m/m)
	125 µm	84,3 % (m/m)
	90 µm	95,4 % (m/m)
	63 µm	98,2 % (m/m)
	63 µm	% (m/m)
	< 63 µm	1,8 % (m/m)

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm
van de fractie door 2mm 1,8 % (m/m)

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	189 µm	Klasse: matig fijn (NEN 5104)
d60/d10	:	2,0	Karakterisering: Matig (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	1,5	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	:	15,4 % (m/m)
	500µm-180µm	:	38,0 % (m/m)
	180µm-63µm	:	46,6 % (m/m)

Opmerking : De bemonsterde partij is als voldoende homogeen ingeschat.
Gegevens over de meetonzekerheid zijn op aanvraag beschikbaar.
Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

Conclusie:	versie 1	
Onderzoeksleider:	P. van den Heuvel	Technischmanager: 
		Datum: 21-11-2017

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 31 13.00-14.00 13.40-14.50

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscode : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat		Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)			
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	: 18,3 % (m/m)	
	1,4mm	: 21,4 % (m/m)	
	1mm	: 24,7 % (m/m)	
	710 µm	: 30,8 % (m/m)	
	600 µm	: 35,5 % (m/m)	
	500 µm	: 43,0 % (m/m)	
	355 µm	: 63,9 % (m/m)	
	250 µm	: 79,2 % (m/m)	
	212 µm	: 83,6 % (m/m)	
	180 µm	: 88,1 % (m/m)	
	125 µm	: 96,8 % (m/m)	
	90 µm	: 98,9 % (m/m)	
	63 µm	: 99,5 % (m/m)	
	< 63 µm	: 0,5 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm	: 0,6 % (m/m)
---	---------------

Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 389 µm	Klasse: zeer grof (NEN 5104)
d60/d10	: 2,8	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	: 2,6	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	: 30,4 % (m/m)
	500µm-180µm	: 55,6 % (m/m)
	180µm-63µm	: 14,0 % (m/m)

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-12-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 31 25.00-26.00

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscode : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)	:	
Korrelverdeling (op zeef)	2mm : 35,3 % (m/m)	
	1,4mm : 40,6 % (m/m)	
	1mm : 47,8 % (m/m)	
	710 µm : 58,0 % (m/m)	
	600 µm : 63,9 % (m/m)	
	500 µm : 70,9 % (m/m)	
	355 µm : 84,3 % (m/m)	
	250 µm : 94,0 % (m/m)	
	212 µm : 96,7 % (m/m)	
	180 µm : 98,3 % (m/m)	
	125 µm : 99,5 % (m/m)	
	90 µm : 99,7 % (m/m)	
	63 µm : 99,9 % (m/m)	
	< 63 µm : 0,1 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm	:	0,2 % (m/m)
---	---	-------------

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	548 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	:	2,5	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	3,5	-
Zanddriehoek	2mm-500µm :	55,2 % (m/m)	
	500µm-180µm :	42,4 % (m/m)	
	180µm-63µm :	2,4 % (m/m)	

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-12-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 31 27.00-28.00

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscode : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monsternamen door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monsternamen	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat	Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)	:	
Korrelverdeling (op zeef)	2mm : 64,1 % (m/m)	
	1,4mm : 67,8 % (m/m)	
	1mm : 71,5 % (m/m)	
	710 µm : 76,3 % (m/m)	
	600 µm : 79,1 % (m/m)	
	500 µm : 82,3 % (m/m)	
	355 µm : 92,1 % (m/m)	
	250 µm : 98,3 % (m/m)	
	212 µm : 99,2 % (m/m)	
	180 µm : 99,5 % (m/m)	
	125 µm : 99,8 % (m/m)	
	90 µm : 99,9 % (m/m)	
	63 µm : 99,9 % (m/m)	
	< 63 µm : 0,1 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm	:	0,2 % (m/m)
---	---	-------------

Zandmediaan (M-50 cijfer)	:	510 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	:	2,2	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	:	4,2	-
Zanddriehoek	2mm-500µm :	50,9 % (m/m)	
	500µm-180µm :	48,0 % (m/m)	
	180µm-63µm :	1,1 % (m/m)	

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoeksleider: F. Noordenbos

Datum: 6-17-17

OPDRACHTGEVER Reddyn
Dijkgraaf 2-4
6921 RL-Duiven

Project Zaltbommel-Wamel

Referentienummer MB 31 28.00-29.00

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

Onderzoekscade : FNo-357137-171

Materiaal	Zand in zandbed	Doel onderzoek : Geschiktheid
Herkomst	bestaand	Eisen volgens : Besteknr. nvt
Monstername door	Onbekend	Laboratorium : SWECO Lab Noord
Datum monstername	onbekend	
Proeven:	Bepalen van het gehalte aan deeltjes <63µm conform RAW 2010 proef 2 ()	

Proef	Meetresultaat		Eis
Vreemde bestanddelen (Visueel)			
Korrelverdeling (op zeef)	2mm	: 36,3 % (m/m)	
	1,4mm	: 40,4 % (m/m)	
	1mm	: 45,5 % (m/m)	
	710 µm	: 53,0 % (m/m)	
	600 µm	: 57,8 % (m/m)	
	500 µm	: 64,3 % (m/m)	
	355 µm	: 83,5 % (m/m)	
	250 µm	: 96,4 % (m/m)	
	212 µm	: 98,2 % (m/m)	
	180 µm	: 98,9 % (m/m)	
	125 µm	: 99,4 % (m/m)	
	90 µm	: 99,6 % (m/m)	
	63 µm	: 99,7 % (m/m)	
	< 63 µm	: 0,3 % (m/m)	

Gehalte aan minerale deeltjes door zeef 63 µm van de fractie door 2mm	: 0,5 % (m/m)
---	---------------

Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 472 µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	: 2,0	Karakterisering: Matig (NEN 5104)
Fijnheidsgetal	: 3,4	-
Zanddriehoek	2mm-500µm	: 44,1 % (m/m)
	500µm-180µm	: 54,6 % (m/m)
	180µm-63µm	: 1,2 % (m/m)

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het aangeboden monster.

versie 1

Pagina 1 - 1

Onderzoekseider: F. Noordenbos

Datum: 6-17-17

gemeten grondwaterstanden 150 kV tracé Zaltbommel-Wamel

Meetpuntnaam	Filternaam	Filter bovenkant	Filter onderkant	Watermonsternaam	Watermonsterdatum	GWS m-bkpb	bkpb_mNAP	GWS_mNAP
MB-01	1	200	300	MB-01-1-1	23-11-2017	0,8	2,544	1,74
MB-01	2	900	1000	MB-01-2-1	23-11-2017	0,81	2,517	1,71
MB-02	1	200	300	MB-02-1-1	23-11-2017	0,67	2,440	1,77
MB-02	2	900	1000	MB-02-2-1	23-11-2017	0,68	2,409	1,73
MB-03	1	200	300	MB-03-1-1	23-11-2017	0,6	2,564	1,96
MB-03	2	900	1000	MB-03-2-1	23-11-2017	0,82	2,549	1,73
MB-04	1	200	300	MB-04-1-1	23-11-2017	0,57	2,296	1,73
MB-04	2	900	1000	MB-04-2-1	23-11-2017	0,25	2,253	2,00
MB-05	1	150	250	MB-05-1-1	06-12-2017	1,11	3,265	2,16
MB-05	2	900	1000	MB-05-2-1	06-12-2017	1,08	3,220	2,14
MB-06	1	160	260	MB-06-1-1	23-11-2017	1,05	3,246	2,20
MB-06	2	900	1000	MB-06-2-1	23-11-2017	1,48	3,189	1,71
MB-07	1	160	260	MB-07-1-1	23-11-2017	0,67	2,997	2,33
MB-07	2	900	1000	MB-07-2-1	23-11-2017	1,26	2,969	1,71
MB-08	1	250	350	MB-08-1-1	23-11-2017	1,05	3,336	2,29
MB-08	2	900	1000	MB-08-2-1	23-11-2017	1,6	3,275	1,68
MB-09	1	200	300	MB-09-1-1	23-11-2017	2,05	3,861	1,81
MB-09	2	900	1000	MB-09-2-1	23-11-2017	2,15	3,842	1,69
MB-10	1	250	350	MB-10-1-1	23-11-2017	2,06	3,835	1,78
MB-10	2	900	1000	MB-10-2-1	23-11-2017	2,12	3,815	1,70
MB-11	1	250	350	MB-11-1-1	23-11-2017	2,51	4,200	1,69
MB-11	2	900	1000	MB-11-2-1	23-11-2017	2,51	4,248	1,74
MB-12	1	300	400	MB-12-1-1	05-12-2017	0,86	3,372	2,51
MB-12	2	900	1000	MB-12-2-1	05-12-2017	1,23	3,339	2,11
MB-13	1	180	280	MB-13-1-1	05-12-2017	1,1	3,425	2,32
MB-13	2	900	1000	MB-13-2-1	05-12-2017	1,37	3,417	2,05
MB-15	1	150	250	MB-15-1-1	24-11-2017	1,21	3,387	2,18
MB-15	2	900	1000	MB-15-2-1	24-11-2017	1,76	3,356	1,60
MB-16	1	200	300	MB-16-1-1	24-11-2017	0,94	3,574	2,63
MB-16	2	900	1000	MB-16-2-1	24-11-2017	2,2	3,548	1,35
MB-17	1	100	200	MB-17-1-1	05-12-2017	1,01	3,683	2,67
MB-17	2	1000	1100	MB-17-2-1	05-12-2017	1,95	3,646	1,70
MB-18	1	450	550	MB-18-1-1	05-12-2017	2,35	5,232	2,88
MB-18	2	900	1000	MB-18-2-1	05-12-2017	3,4	4,893	1,49
MB-21	1	200	300	MB-21-1-1	05-12-2017	2,22	3,828	1,61
MB-21	2	900	1000	MB-21-2-1	05-12-2017	1,94	3,798	1,86

gemeten grondwaterstanden 150 kV tracé Zaltbommel-Wamel

Meetpuntnaam	Filternaam	Filter bovenkant	Filter onderkant	Watermonsternaam	Watermonsterdatum	GWS m-bkpb	bkpb_mNAP	GWS_mNAP
MB-22	1	450	550	MB-22-1-1	24-11-2017	2,85	4,713	1,86
MB-22	2	900	1000	MB-22-2-1	24-11-2017	2,8	4,668	1,87
MB-23	1	250	350	MB-23-1-1	06-12-2017	2,43	4,142	1,71
MB-23	2	900	1000	MB-23-2-1	06-12-2017	2,25	4,096	1,85
MB-24	1	300	400	MB-24-1-1	24-11-2017	2,61	4,346	1,74
MB-24	2	900	1000	MB-24-2-1	24-11-2017	2,76	4,492	1,73
MB-25	1	300	400	MB-25-1-1	06-12-2017	3,5	5,573	2,07
MB-25	2	900	1000	MB-25-2-1	06-12-2017	3,2	5,455	2,25
MB-26	1	570	670	MB-26-1-1	30-11-2017	3,27	5,394	2,12
MB-26	2	900	1000	MB-26-2-1	30-11-2017	3,2	5,323	2,12
MB-27	1	380	480	MB-27-1-1	06-12-2017	3,44	5,360	1,92
MB-27	2	900	1000	MB-27-2-1	06-12-2017	3,31	5,251	1,94
MB-28	1	450	550	MB-28-1-1	30-11-2017	3,12	4,957	1,84
MB-28	2	900	1000	MB-28-2-1	30-11-2017	3,01	4,888	1,88
MB-29	1	1000	1100	MB-29-1-1	06-12-2017	5,18	6,940	1,76
MB-31	1	320	420	MB-31-1-1	30-11-2017	3,05	4,800	1,75
MB-31	2	900	1000	MB-31-2-1	30-11-2017	2,92	4,704	1,78
MB-32	1	350	450	MB-32-1-1	22-12-2017	2,62		
MB-32	2	900	1000	MB-32-2-1	22-12-2017	2,5		
MB-34	1	175	275	MB-34-1-1	01-12-2017	1,89	3,949	2,06
MB-34	2	900	1000	MB-34-2-1	01-12-2017	1,82	3,944	2,12
MB-35	1	350	450	MB-35-1-1	22-12-2017	3,06	5,576	2,52
MB-35	2	900	1000	MB-35-2-1	22-12-2017	2,76	5,529	2,77
MB-36	1	280	380	MB-36-1-1	06-12-2017	3,03	4,930	1,90
MB-36	2	900	1000	MB-36-2-1	06-12-2017	2,68	4,906	2,23
MB-37	1	160	260	MB-37-1-1	01-12-2017	1,21	5,526	4,32
MB-37	2	900	1000	MB-37-2-1	01-12-2017	3,12	5,491	2,37
MB-38	1	160	260	MB-38-1-1	22-12-2017	0,75	5,666	4,92
MB-38	2	900	1000	MB-38-2-1	22-12-2017	1,71	5,697	3,99
MB-39	1	250	350	MB-39-1-1	22-12-2017	1,07	6,175	5,11
MB-39	2	900	1000	MB-39-2-1	22-12-2017	1,95	6,073	4,12
MB-40	1	230	330	MB-40-1-1	01-12-2017	2,34	6,167	3,83
MB-40	2	900	1000	MB-40-2-1	01-12-2017	3,15	6,155	3,01
MB-41	1	530	630	MB-41-1-1	05-12-2017	3,56	6,216	2,66
MB-41	2	900	1000	MB-41-2-1	05-12-2017	3,52	6,209	2,69
MB-42	1	700	800	MB-42-1-1	01-12-2017	4,09	6,852	2,76
MB-42	2	900	1000	MB-42-2-1	01-12-2017	4,05	6,844	2,79

gemeten grondwaterstanden 150 kV tracé Zaltbommel-Wamel

Meetpuntnaam	Filternaam	Filter bovenkant	Filter onderkant	Watermonsternaam	Watermonsterdatum	GWS m-bkpb	bkpb_mNAP	GWS_mNAP
MB-43	1	300	400	MB-43-1-1	05-12-2017	1,7	4,100	2,40
MB-43	2	900	1000	MB-43-2-1	05-12-2017	1,64	4,065	2,43
MB-44	1	450	550	MB-44-1-1	05-12-2017	3,53	5,847	2,32
MB-44	2	900	1000	MB-44-2-1	05-12-2017	3,46	5,880	2,42
MB-45	1	250	350	MB-45-1-1	05-12-2017	1,81	4,285	2,47
MB-45	2	900	1000	MB-45-2-1	05-12-2017	1,72	4,266	2,55
MB-46	1	250	350	MB-46-1-1	05-12-2017	1,89	5,027	3,14
MB-46	2	900	1000	MB-46-2-1	05-12-2017	2,36	4,993	2,63
MB-47	1	340	440	MB-47-1-1	05-12-2017	3,53	6,513	2,98
MB-47	2	900	1000	MB-47-2-1	05-12-2017	3,99	6,500	2,51
MB-48	1	550	650	MB-48-1-1	05-12-2017	4,23	6,474	2,24
MB-48	2	900	1000	MB-48-2-1	05-12-2017	4,21	6,441	2,23
MB-49	1	150	250	MB-49-1-1	22-12-2017	1	3,482	2,48
MB-49	2	900	1000	MB-49-2-1	22-12-2017	0,55	3,364	2,81
MB-50	1	150	250	MB-50-1-1	22-12-2017	1,36	3,825	2,47
MB-50	2	900	1000	MB-50-2-1	22-12-2017	2,68	3,738	1,06
MB-51	1	350	450	MB-51-1-1	05-12-2017	3,37	5,287	1,92
MB-51	2	900	1000	MB-51-2-1	05-12-2017	3,3	5,239	1,94
MB-53	1	220	320	MB-53-1-1	05-12-2017	3,37	5,268	1,90
MB-53	2	900	1000	MB-53-2-1	05-12-2017	3,3	5,220	1,92
MB-54	1	150	250	MB-54-1-1	06-12-2017	1,52	4,832	3,31
MB-54	2	900	1000	MB-54-2-1	06-12-2017	2,55	4,797	2,25
MB-55	1	100	200	MB-55-1-1	06-12-2017	1,78	4,931	3,15
MB-55	2	900	1000	MB-55-2-1	06-12-2017	2,37	4,896	2,53
MB-56	1	170	270	MB-56-1-1	22-12-2017	0,4	3,865	3,47
MB-56	2	900	1000	MB-56-2-1	22-12-2017	0,64	3,858	3,22
MB-57	1	200	300	MB-57-1-1	06-12-2017	0,29	3,625	3,33
MB-57	2	900	1000	MB-57-2-1	06-12-2017	0,36	3,622	3,26
MB-58	1	190	290	MB-58-1-1	06-12-2017	0,17	3,411	3,24
MB-58	2	900	1000	MB-58-2-1	06-12-2017	0,09	3,602	3,51

Bijlage 4: Resultaten berekeningen

Rapport voor D-Geo Pipeline 16.1

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: Sweco Nederland B.V.

Datum van rapport: 23-3-2018

Tijd van rapport: 10:10:48

Bestandsnaam: P:\..\2. Do Work\Sterkteberekeningen\HDD17-S06\D Geo HDD17

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Gebruikt Model	3
2.2 Laagscheidingen	3
2.3 PN-Lijnen	3
2.4 Freatische Lijn	3
2.5 Grondprofielen	3
2.6 Grenslagen	3
2.7 Configuratie van de Pijpleiding	3
2.8 Berekenings Verticalen	4
2.9 Materiaaltypen	4
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding	5
2.11 Gegevens voor Leidingberekening	6
2.12 Geometrie	6
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail	6
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht	7
2.13 Boorvloeistof Gegevens	7
2.14 Factoren	7
3 Boorvloeistofdrukken	9
3.1 Boorvloeistof Gegevens	9
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 Grondmechanische Parameters	13
4.1 Grondmechanische Parameters PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1	13
5 Gegevens voor Spanningsanalyse	15
5.1 Algemene gegevens	15
5.2 Ballasten Leiding	15
5.3 Trekkraftberekening	15
6 Spanningsanalyse of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1	17
6.1 Materiaalgegevens of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1	17
6.2 Resultaten Spanningsanalyse of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1	17
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	17
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	18
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	18
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	18
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	18
6.3 Controle van de Berekende Spanningen of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1	19
6.3.1 Toetsing op Implosie of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1	19

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
5 - X -	0,000	5,300	24,600	66,000	80,000
5 - Y -	5,340	5,430	3,900	4,700	3,350
5 - X -	88,600	96,400	107,600	120,000	120,000
5 - Y -	3,770	5,200	5,840	0,650	-2,000
5 - X -	120,000	195,000	195,000	195,000	225,000
5 - Y -	-3,000	-3,000	-1,250	0,650	2,500
5 - X -	240,000	254,000	270,000		
5 - Y -	3,600	3,500	3,500		
4 - X -	0,000	120,000	120,000	120,000	195,000
4 - Y -	4,000	0,650	-2,000	-3,000	-3,000
4 - X -	195,000	195,000	225,000	270,000	
4 - Y -	-1,250	0,650	2,500	1,500	
3 - X -	0,000	120,000	120,000	195,000	195,000
3 - Y -	-1,500	-2,000	-3,000	-3,000	-1,250
3 - X -	225,000	270,000			
3 - Y -	-1,000	-1,000			
2 - X -	0,000	120,000	225,000	270,000	
2 - Y -	-6,000	-5,500	-5,500	-5,500	
1 - X -	0,000	120,000	225,000	270,000	
1 - Y -	-19,500	-24,500	-23,000	-23,000	
0 - X -	0,000	120,000	270,000		
0 - Y -	-25,000	-25,000	-25,000		

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	0,000	270,000			
1 - Y -	1,800	1,800			

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
5	klei, zandig	1	1
4	zand, los	1	1
3	zand, siltig	1	1
2	zand, matig	1	1
1	zand, vast	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: zand, matig

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: zand, matig

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt 0,00 [m]
Y coördinaat linker punt 5,34 [m]

Z coördinaat linker punt	0,00	[m]
X coördinaat rechter punt	206,51	[m]
Y coördinaat rechter punt	3,50	[m]
Z coördinaat rechter punt	124,01	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-20,00	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	50,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	260,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	260,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	1	[-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

Bocht nr.	X1-coord [m]	Z1-coord [m]	X2-coord [m]	Z2-coord [m]	Kromtestraal [m]	Richting [-]
1	5,34	0,00	203,37	118,18	225,00	rechts

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele zetting [mm]
1	0,00	5,34	0,00
2	10,00	2,66	0,00
3	20,00	-0,02	0,00
4	30,00	-2,70	0,00
5	40,00	-5,38	0,00
6	50,00	-8,06	0,00
7	60,00	-10,74	0,00
8	70,00	-13,26	0,00
9	80,00	-15,38	0,00
10	90,00	-17,09	0,00
11	100,00	-18,40	0,00
12	110,00	-19,32	0,00
13	120,00	-19,85	0,00
14	130,00	-20,00	0,00
15	140,00	-19,88	0,00
16	150,00	-19,39	0,00
17	160,00	-18,50	0,00
18	170,00	-17,23	0,00
19	180,00	-15,56	0,00
20	190,00	-13,48	0,00
21	200,00	-10,99	0,00
22	210,00	-8,31	0,00
23	220,00	-5,63	0,00
24	230,00	-2,95	0,00
25	240,00	-0,28	0,00
26	250,00	2,40	0,00

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

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	E _{mod} top [kN/m²]	E _{mod} onder [kN/m²]
zand, los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00	15000	15000
zand, matig	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
zand, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
klei, zandig	17,00	17,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
zand, siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00	30000	30000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
zand, los	-	-	0,30
zand, matig	-	-	0,30
zand, vast	-	-	0,30
klei, zandig	-	-	0,40
zand, siltig	-	-	0,30

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]

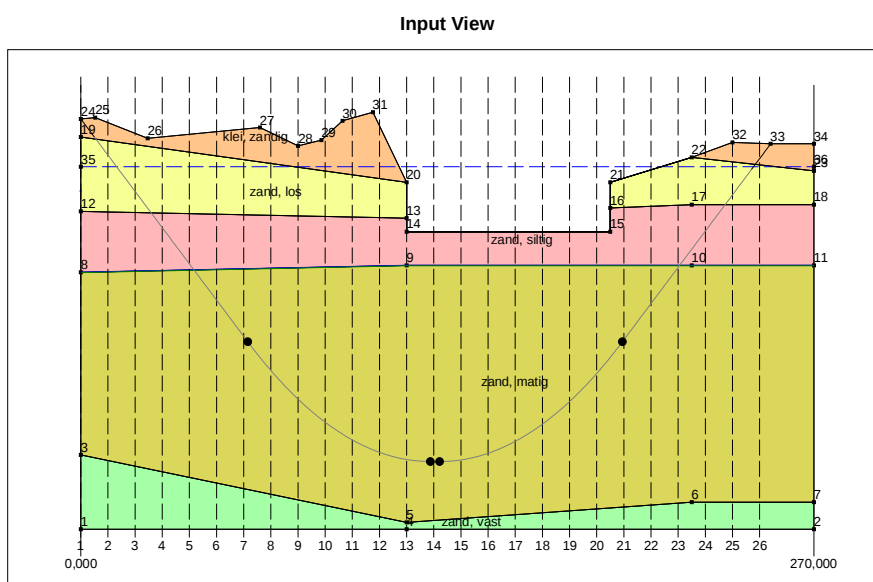
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[deg C]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld (alpha_g) voor stalen,	0,00	[mm/mmK]
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld (alpha_g) voor PE,	0,00	[mm/mmK]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

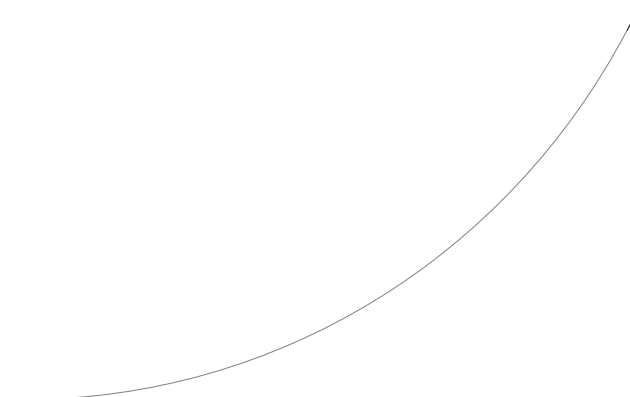
2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View



2.13 Boorvloeistof Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,250	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,080	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,400	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,080	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,700	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,400	[m]
Debiet tijdens pilotboring	499,8	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	750,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	750,0	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	12,1	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	2,00	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor druk boorgat	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment (Staal)	1,15	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment (Polyetheen)	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]

Toelaatbare deflectie stalen leiding	15,00	[%]
Toelaatbare 'piggability' stalen leiding	5,00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaatbare piggability polyetheen leiding	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	75
2	63	63	36	104
3	60	60	73	132
4	96	96	109	161
5	141	141	145	189
6	512	661	182	218
7	606	1040	218	247
8	671	1193	252	273
9	702	1233	282	295
10	769	1351	306	312
11	843	1487	326	324
12	851	1493	341	331
13	762	1309	351	334
14	703	1191	357	332
15	700	1185	359	327
16	686	1161	357	317
17	660	1118	350	303
18	621	1054	338	283
19	570	968	322	259
20	504	855	300	230
21	505	829	274	196
22	427	550	246	160
23	296	127	217	124
24	88	88	189	87
25	65	65	160	51
26	193	193	132	15

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	57	57	34	36
3	60	60	69	73
4	96	96	103	109
5	141	141	137	145
6	512	531	172	179
7	606	910	206	209
8	671	1142	239	238
9	702	1233	266	262
10	769	1351	289	281
11	843	1487	307	295
12	851	1493	320	304
13	762	1309	328	308
14	703	1191	332	308
15	700	1185	327	305
16	686	1161	317	297
17	660	1118	303	284
18	621	1054	283	267
19	570	943	259	245
20	504	777	230	218
21	505	722	196	186
22	427	447	160	152
23	296	114	124	117
24	88	88	87	83
25	64	64	51	48
26	164	164	15	14

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	50	50	34	34
3	60	60	69	69
4	96	96	103	103
5	141	141	138	137
6	512	404	172	172
7	606	725	207	206
8	671	971	238	239
9	702	1096	262	263
10	769	1276	281	282
11	843	1458	295	296
12	851	1482	304	305
13	762	1282	308	310
14	703	1151	308	309
15	700	1143	305	306
16	686	1108	297	298
17	660	1045	284	285
18	621	950	267	268
19	570	819	245	246
20	504	647	218	219
21	505	576	186	186
22	427	346	152	152
23	296	103	117	117
24	88	88	83	83
25	62	62	48	49
26	115	115	14	14

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

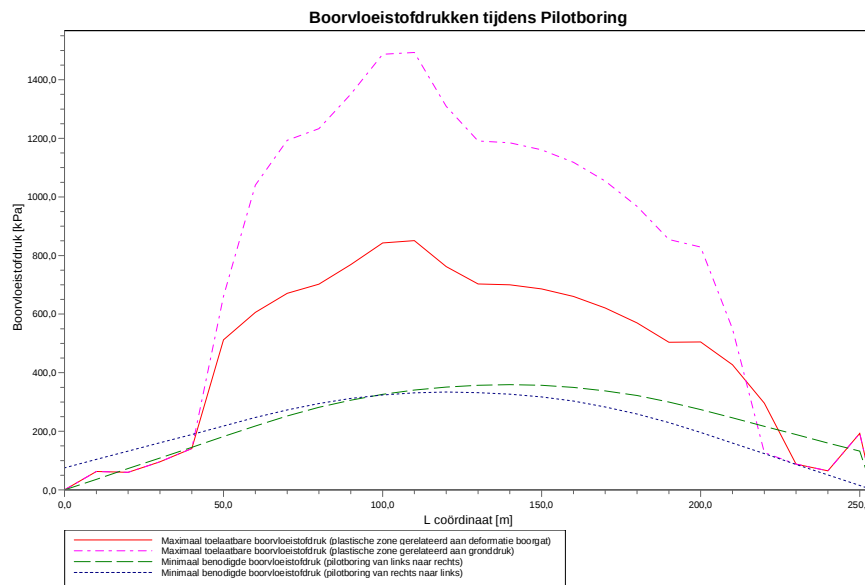
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	0	0	-	voldoet
2	32	0	-	voldoet
3	65	18	3,56	voldoet
4	97	45	2,16	voldoet
5	130	72	1,81	voldoet
6	162	99	1,64	voldoet
7	195	125	1,55	voldoet
8	224	151	1,49	voldoet
9	248	172	1,44	voldoet
10	267	189	1,41	voldoet
11	281	202	1,39	voldoet
12	291	211	1,38	voldoet
13	295	217	1,36	voldoet
14	296	218	1,36	voldoet
15	293	217	1,35	voldoet
16	285	212	1,34	voldoet
17	273	203	1,34	voldoet
18	256	190	1,34	voldoet
19	234	174	1,35	voldoet
20	207	153	1,35	voldoet
21	175	128	1,37	voldoet
22	143	101	1,41	voldoet
23	111	74	1,49	voldoet
24	78	48	1,64	voldoet
25	46	21	2,20	voldoet
26	13	0	-	voldoet

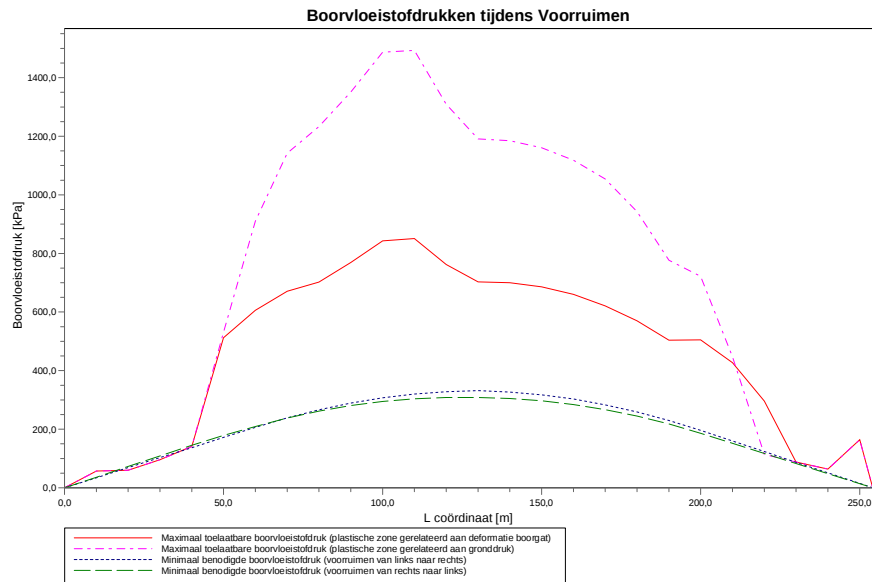
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

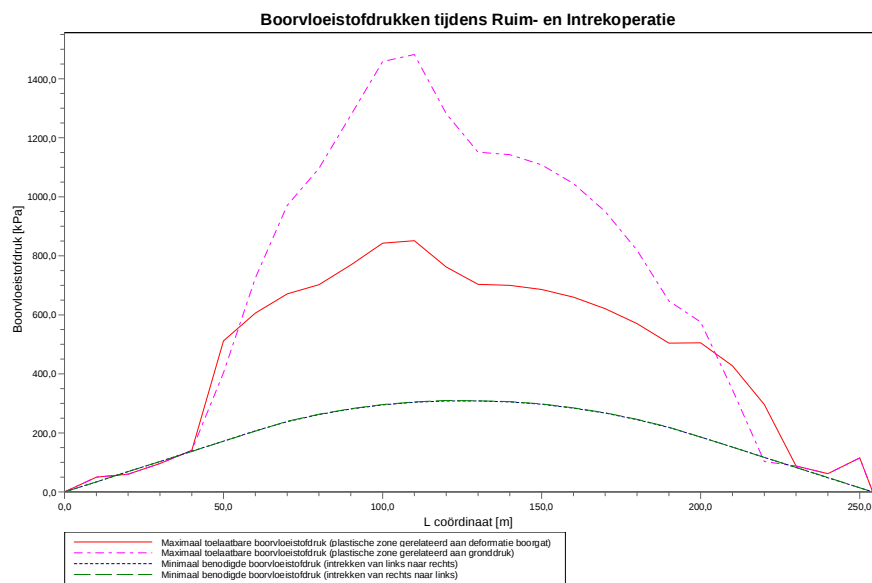
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv;r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
kv;top,max	Maximaal verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv;top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	173	39	29	39	45136
3	402	58	26	35	46621
4	568	78	31	41	98398
5	721	108	33	44	99853
6	1162	138	24	33	156049
7	1324	168	10	14	156049
8	1428	189	9	12	156049
9	1452	194	9	12	156049
10	1585	222	9	12	156049
11	1749	258	9	12	156049
12	1744	257	9	12	156049
13	1490	202	9	12	156049
14	1329	169	9	12	156049
15	1323	168	9	12	156049
16	1297	163	9	12	156049
17	1250	154	9	12	156049
18	1181	142	9	12	156049
19	1086	125	9	12	156049
20	961	104	9	12	156049
21	1038	117	9	13	156049
22	906	95	14	19	156049
23	780	77	27	36	101744
24	477	62	26	35	99853
25	322	49	21	29	46621
26	44	18	13	18	8856

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	8856	108	6200	5	0,05	8
2	0	46621	1093	32635	280	0,05	8
3	0	46621	1553	32635	402	0,05	8
4	0	99853	1530	69897	568	0,05	8
5	0	135802	2112	95061	721	0,05	8
6	0	156049	4896	109235	1162	0,05	8
7	0	156049	5952	109235	1324	0,05	8
8	0	156049	6678	109235	1428	0,05	8
9	0	156049	6842	109235	1452	0,05	8
10	0	156049	7826	109235	1585	0,05	8
11	0	156049	9090	109235	1749	0,05	8
12	0	156049	9052	109235	1744	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
13	0	156049	7121	109235	1490	0,05	8
14	0	156049	5984	109235	1329	0,05	8
15	0	156049	5942	109235	1323	0,05	8
16	0	156049	5768	109235	1297	0,05	8
17	0	156049	5458	109235	1250	0,05	8
18	0	156049	5010	109235	1181	0,05	8
19	0	156049	4423	109235	1086	0,05	8
20	0	156049	3693	109235	961	0,05	8
21	0	156049	4133	109235	1038	0,05	8
22	0	156049	3389	109235	906	0,05	8
23	0	156049	2755	109235	780	0,05	8
24	0	99853	1218	69897	477	0,05	8
25	0	66199	1314	46339	353	0,05	8
26	0	33102	361	23172	104	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n;max = 258 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n;max = 44 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv;max = 156049 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv;max = 319403 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes= 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 12,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	Rmin = 170 m
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 50 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 160536 kN/m ³

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	:	152	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	40	[kg/m]
Resultaat	:	112	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

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

- wrijving tussen buis en rollenbaan ($f_1 = 0,10$)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ($f_2 = 0,000050$ [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond ($f_3 = 0,20$)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links 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 doortrekkoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	10
T2	57	28
T3	125	52

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T4	128	53
T5	196	79
T6	260	99

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 2,00 gebruikt en een belasting factor van 1,10 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalyse of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,20 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 260 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,40
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	sf = 1,10
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv;r;n;max = 44 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv;max = 319403 kN/m ³
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_Install = 1,00
Belastingsfactor Qn	:	f_Qn1 = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_M = 1,40
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,00
Onzekerheidsfactor Qn	:	f_Qn2 = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 1,60
Samengestelde factor op het moment (bijdrage van 3 factoren)	:	f_k = f_M * f_Install / f_R = 1,40
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t 1 en t 2 ,	:	alpha_g = 0,00018 mm/mmK

6.2 Resultaten Spanningsanalyse of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1

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 wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	2,7	[N/mm ²]
$\sigma_t = f_{pull} \cdot T1/A$	=	0,5	[N/mm ²]

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	2,3	[N/mm ²]
---	---	-----	----------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,8	N/mm ²
--	---	-----	-------------------

$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max}/A$	=	4,7	N/mm ²
---------------------------------------	---	-----	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	5,3	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$q_r = k_v \cdot Y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (f_R \cdot D_o \cdot R)$

$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	4,4E-3	mm ⁻¹
--	---	--------	------------------

q_r	=	0,007787	N/mm ²
-------	---	----------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,5	N/mm ²
--	---	-----	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,5	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,0	N/mm ²
---------------------------------------	---	-----	-------------------

$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
--	---	-----	-------------------

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	0,3	N/mm ²
--	---	-----	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,3	N/mm ²
--	---	-----	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	4,1	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	2,9	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b)$	=	0,3	N/mm ²
--	---	-----	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
---	---	-----	-------------------

$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,0	N/mm ²
---------------------------------------	---	-----	-------------------

$\text{Sigma_ptest} = \text{pt} \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,0	N/mm ²
$\text{Sigma_Temp} = \text{dt} \cdot \text{gamma_t} \cdot \text{alpha_g} \cdot E$	=	0,0	N/mm ²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma_qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,3	N/mm ²
$\text{Sigma_qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	4,1	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma_t,max} = \text{Sigma_py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma_qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma_qn}))$			
Maximale tangentele spanning Sigma_t,max	=	2,9	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\text{Sigma_AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma_TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 2

- $\text{Sigma_ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma_py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 3

- $\text{Sigma_AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma_TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Belasting combinatie 4

- $\text{Sigma_AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma_TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	2,3	5,3	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tan...	10,00 (kort)	-	0,5	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (lang)	-	-	-	2,9	2,9

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 3,5 mm (1,77% x D_o). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,00% x $S \times D_o$). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 10,0 mm (5,00% x D_o). De deflectie is toelaatbaar.

6.3.4 Toetsing op Implosie of PE 200 mm SDR 11 MB1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 310 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 218 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Einde Rapport