

BOORPLAN

Uitvoeren HDD boring Kruising Markkanaal – KM 9.393 (tussen Salesdreef en Bergen) te Breda / Terheijden gemeente Breda en gemeente Drimmelen

Opdrachtgever : Enexis
Project : MS verbindingen Raadhuisstraat te Terheijden
Aannemer H.D.D.-boringen : Nader te bepalen
Kenmerk : 482.20.2.132-00
Versie : 3

	Naam	Functie	Datum	Paraaf
			02-11-2021	AL
			02-11-2021	RB

INHOUDSOPGAVE

1	Projectomschrijving	4
2	Werkmethode	5
3	OMSchrijving werkzaamheden	7
3.1	Tijdschema	7
3.2	Personeelsbezetting boring	8
3.3	Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen	9
3.3.1	Buizen	9
3.3.2	Boorvloeistof	9
3.3.3	Debieten	9
3.3.4	Samenstellen en intrekken van de HDPE leiding	9
3.4	In te zetten boormaterieel (voorbeeld)	11
3.5	Boortechische wijze van uitvoering	12
3.5.1	Werkterrein	12
3.5.2	Werkwijze Gestuurde Boringen	13
3.6	Kwaliteitsregistratie	14
3.7	Toelaatbare afwijking boring	14
3.8	Zonerings Rijkswaterstaat	14
3.9	Bestaande kabels en leidingen	15
3.10	Historisch onderzoek ondergrondse objecten	15
3.11	Overlegstructuur, procesbeheersing, procedures	15
3.12	Vergunningverlenende instanties	16
4	Berekeningen voor de boringen	17
4.1	Uitgangspunten	17
	Materiaal en buis gegevens	17
4.1.2	Belastingen	20
4.1.3	Grondwater	20
4.2	Berekeningen	20
4.2.1	De mantelbuis op rollenbaan / maaiveld	21
4.2.2	De mantelbuis het boorgat intrekken	21
4.2.3	De 'bedrijfstoestand' van de mantelbuis	21
4.2.4	Deflectie berekening	21
4.2.5	Boorspoel berekening	22
4.2.6	Kwelwateroplossing	22
4.3	Conclusies	23

Bijlage 1: Tekeningen

Bijlage 2: Luchtfoto

Bijlage 3: Grondonderzoek, sterkte- en muddrukberekeningen

Bijlage 4: Certificaten en productomschrijving

Bijlage 5: Technische gegevens rig 4 ton t/m rig 100 ton

Bijlage 6: Afwijkingen Richtlijn Boortechnieken

Bijlage 7: Drill-sheet

Bijlage 8: Risico inventarisatie en beheersing

1 PROJECTOMSCHRIJVING

In opdracht van Enexis dienen er één mantelbuis Ø 250 HDPE, PE 100 – SDR 11 en twee mantelbuizen Ø 110 HDPE, PE 100 – SDR 11 d.m.v. een gestuurde boring te worden aangebracht.
De mantelbuizen worden in één bundel aangebracht.

De gestuurde boring dient te worden aangebracht om de aanleg van middenspanningsverbindingen richting een MS station aan de Raadhuisstraat te Terheijden mogelijk te maken.

Deze gestuurde boring is noodzakelijk om de aanleg van een tweetal middenspanningsverbindingen mogelijk te maken.

Het kabeltracé wordt aangelegd vanaf een 150kV station aan de Terheijdenseweg te Breda richting een MS station aan de Raadhuisstraat te Terheijden en kruist daarbij het Markkanaal ter hoogte van KM 9.393 door middel van een gestuurde boring.

Voor het realiseren van deze kruising, door middel van een horizontaal gestuurde boring, is vergunning noodzakelijk van één of meerdere instanties.

Dit document omvat de werkmethode beschrijving van de kruising:

Uitvoeren HDD boring kruising Markkanaal – KM 9.393 te Terheijden / Breda, gemeente Drimmelen en gemeente Breda.

Met een lengte van ca. 436,00 meter (zie tekening nr. 482.20.2.132-100).

Deze werkmethode beschrijving is gebaseerd op de volgende documenten, te weten:

- Werkomschrijving voor het project
 - Detailtekening
 - Grondonderzoek - sonderingen en een grondboring
 - Richtlijn Boortechnieken Juni 2019 (RBT-2019)
 - NEN 3650/3651
-

2 WERKMETHODE

Voor de aanleg van ondergrondse netwerken bestaande uit kabels en leidingen worden horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd om wegen, watergangen en andere infrastructurele constructies te kruisen. Daar de werkzaamheden worden uitgevoerd met een sleufloze techniek wordt de hinder bovengronds tot een minimum beperkt.

Bij alle fasen wordt gebruik gemaakt van z.g. boorspoeling deze is bedoeld om de boorkop te koelen, de los geboorde grond af te voeren en het stabiel houden van de tunnelwand.

De boorspoeling wordt vanaf een hogedrukpomp via een hogedrukslang naar de boorinstallatie verpompt, door de holle boorstangen en door zijkanalen in boorkop vervolgens de grond ingepompt.

Een horizontaal gestuurde boring is een techniek waarbij de werkzaamheden vanaf het maaiveld plaatsvinden. De uitvoering van een horizontaal gestuurde boring is opgebouwd uit drie fasen. Als eerste wordt vanaf het intredepunt een pilotboring uitgevoerd in het ontworpen tracé. Na het intrede wordt gestart met een rechtstand vervolgd door een neergaande bocht, een horizontaal gedeelte en na de opgaande bocht wordt het uittredepunt bereikt. Afhankelijk van de beschikbare ruimte en de buigstraal van de opgaande bocht kan na de opgaande bocht nog een rechtstand worden uitgevoerd.

Gedurende de eerste fase worden de coördinaten van de pilotboring driedimensionale plaatsbepaling van de pilotboring verkregen. De locatie van de boring, of de eis van de opdrachtgever / vergunningverlener, zal deel uitmaken met welk meetsysteem gewerkt zal worden. De boorspoeldrukken worden tijdens de diverse fasen geregistreerd.

In de tweede fase wordt direct aan het uiteinde van de boorstreng een ruimer (of verdringer) geplaatst.

Tijdens de ruimfase, welke uit meerdere ruimgangen kan bestaan, wordt de gewenste diameter van de boorgang verkregen. De keuze van de soort ruimer is sterk afhankelijk van de plaatselijke grondslag.

Bij het aanbrengen van mantelbuizen buizen met een geringe diameter komt fase 2 (extra ruimgangen) te vervallen en zal de buis direct achter de ruimer worden ingetrokken (zoals omschreven in onderstaande "laatste" ruimgang).

Opmerking: Voor de boring, genoemd in dit boorplan, zijn extra ruimgangen noodzakelijk.

Door bij de laatste ruimgang de gereedliggende leiding(en) direct achter de ruimer te bevestigen met behulp van een trekkop wordt een begin gemaakt met de derde fase. Door de ruimer incl. de productleiding(en) terug te trekken wordt de laatste fase voltooid.

Bij alle fasen van de boring moet men zorgen dat men een constante return

(het terug komen via het boorgat van de boorspoeling) heeft, om op die manier te voorkomen dat er holle ruimten achterblijven in de grond.

Aangezien in Nederland verschillende grondslagen aanwezig zijn, wordt voorafgaand aan de uitvoering van een horizontaal gestuurde boring een analyse uitgevoerd. Afhankelijk van de eis van de vergunningverlenende instantie bestaat de analyse uit sonderingen, handboringen of grondmechanische onderzoeken. De analyses bestaan uit een sterkte- & muddrukberendingen, een boorplan en V & G plan.

Toegevoegd bij de analyse zijn tekeningen, welke de boring volledig in kaart brengen. Met het verstrekken van deze twee documenten worden de benodigde gegevens naar de vergunning verleende instanties kenbaar gemaakt. Na goedkeuring van de documenten wordt een begin gemaakt met het daadwerkelijk uitvoeren van de horizontaal gestuurde boring.

Let op.

De boorvloeistof t.b.v. de laatste gang, intrekken mantelbuizen, dient door middel van Drill-Grout te worden uitgevoerd. Hiermee wordt de aanwezige bentoniet verdrongen uit het boorgat.

De booraannemer moet aantoonbaar maken dat het aangebrachte Drill-Grout voldoet aan de specificaties zoals omschreven in het productblad, zoals weergegeven onder bijlage 4. Het gaat hier om het aantoonbaar maken van de viscositeit en het soortelijk gewicht.

Indien de booraannemer gebruik maakt van een vergelijkbaar product, met dezelfde afdichtende en uithardende werking, dient dit vooraf te worden afgestemd met de opdrachtgever en het Waterschap Brabantse Delta / Rijkswaterstaat. Enkel na goedkeuring van de partijen mag gebruik gemaakt worden van het vergelijkbaar product.

3 OMSCHRIJVING WERKZAAMHEDEN

Het volgende hoofdstuk bevat de werkomschrijving zoals de HDPE mantelbuizen door een nader te bepalen boorbedrijf worden aangebracht.

3.1 Tijdschema

Hieronder wordt een globale planning van de HDD-boring weergegeven.

Boring: HDD-boring ca. 436,00 meter

Inrichten werkterrein	
Aanvoer en mobilisatie	1,0 dag
Pilotboring	2,5 dag
Ruimen	2,0 dag
Intrekken	2,0 dag
Demobiliseren en afvoeren	1,0 dag
Opruimen en herstellen werkterrein	

Start boorwerkzaamheden na goedkeuring boorplan, verkrijgen van de eventuele door de opdrachtgever te verzorgen vergunningen en ook het inplannen van het eventueel in te zetten gyroscoopmeetsysteem (afhankelijk van de noodzaak en/of opdrachtverstrekking) en na ontvangst van schriftelijke opdracht.

Startdatum wordt bepaald in overleg met de opdrachtgever.

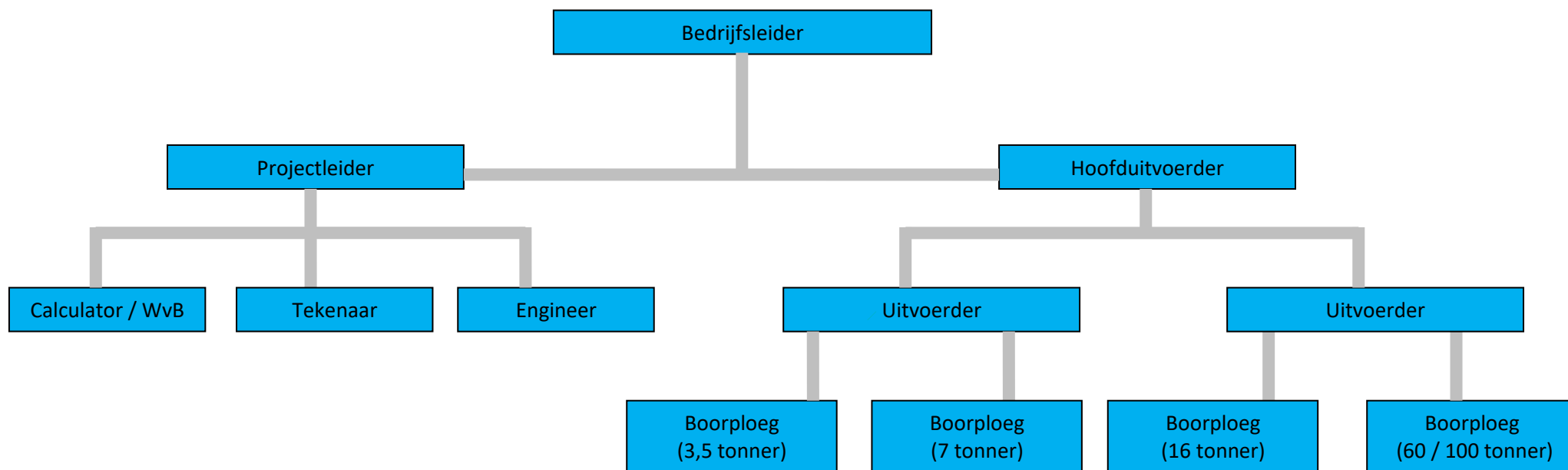
Met dit boorplan geven wij aan dat de werktijden van 07:00 tot 19:00 uur zullen zijn.

Het intrekken van de boorstreng zal in één aaneengesloten fase worden uitgevoerd.

Afhankelijk van de voortgang van het boorproces, kan er worden besloten om de werktijden aan te passen. Hierdoor zou het kunnen dat er volcontinu geboord moet worden totdat de boring gereed is.

Uiteraard zal dit altijd in goed overleg met de opdrachtgever plaatsvinden.

3.2 Personeelsbezetting boring



Bezetting afhankelijk van bedrijfsprofiel opdrachtnemer

3.3 Kwaliteit en keuring van bouwmaterialen

3.3.1 Buizen

HDPE buis

De in te trekken HDPE buizen worden door de opdrachtgever of opdrachtnemer ter beschikking gesteld en op het werk geleverd.

3.3.2 Boorvloeistof

De boorvloeistof zal samengesteld worden uit met water vermengde bentoniet.

Indien nodig wordt bekeken of de samenstelling van de boorspoeling verder aangepast dient te worden aan de lokale bodemopbouw. Uitgangspunt daarbij is dat een boorspoeling wordt verkregen die voldoende steun geeft aan het boorgat in de plaatselijke ondergrond. Als voor een andere samenstelling van de boorvloeistof wordt gekozen zal dit tijdig aan de opdrachtgever worden medegedeeld.

De gemiddelde samenstelling van de boorspoeling bedraagt 30-50 kg bentoniet per 1.000 liter water. Het soortelijke gewicht van de boorspoeling bedraagt ongeveer 1.200 kg/m³ afhankelijk van de omstandigheden. De productcertificaten van de toe te passen bentoniet zijn in bijlage 4 opgenomen.

Laatste boorgang (intrekken mantelbuizen) uitvoeren door middel van het verdringen van de bentoniet met behulp van Drill-Grout.

De productcertificaten van het toe te passen Drill-Grout zijn in bijlage 4 opgenomen.

3.3.3 Debieten

Op basis van de te verwachten samenstelling van de grondgesteldheid, zijn voor de verschillende boorfasen de volgende debieten gepland:

Pilotfase:	10 à 30 l/min
Intrekken:	40 à 80 l/min

Om ongewenste muduitbraken te voorkomen dient de maximaal toelaatbare muddruk niet door de minimaal benodigde muddruk te worden overschreden.

In de meeste gevallen zal de Pilotfase maatgevend zijn omdat dan de afstroming van de vrijkomende boorspoeling slechts aan een zijde mogelijk is.

Dit doet zich hoofdzakelijk voor tegen het eind van de boring en in mindere maten aan het begin.

Door de voortgangssnelheid, het debiet en de druk in dat gebied te verlagen, is de kans op een zogenaamde Blow-Out nihil.

3.3.4 Samenstellen en intrekken van de HDPE leiding

Het samenstellen van de leiding gebeurt met hydraulische kranen en gekwalificeerd personeel.

De in te trekken HDPE buis zal mogelijk uit verschillende lengten bestaan en zal vooraf door middel van spiegellassen (afhankelijk van de eis van de opdrachtgever dient de lasril eventueel inwendig te worden verwijderd) samengesteld worden aan uittrede kant. De spiegellasser en apparatuur zal RTD gekwalificeerd zijn.

De HDPE leiding zal vanaf maaiveld, of rollenbokken, ingetrokken worden.

Buizen tot en met diameter $\varnothing$ 160 kunnen worden geleverd uit één stuk (afhankelijk van de totaallengte van de mantelbuis c.q. mediumvoerende buis). Er worden dus geen spiegellassen aangebracht en de buis kan rechtstreek, indien nodig, vanaf de haspel worden ingetrokken.

Voor de boring genoemd in dit rapport kan de mantelbuis $\varnothing$ 110 HDPE uit één stuk worden aangeleverd en ingetrokken.

De mantelbuis kan, indien nodig, vanaf de haspel in het boorgat worden getrokken.

Voor de boring genoemd in dit rapport zal de mantelbuis $\varnothing$ 250 HDPE op locatie moeten worden samengesteld door middel van spiegellassen.

De inwendige ril dient verwijderd te worden.

De boorbuis wordt als één bundel in het boorgat getrokken en worden aan elkaar bevestigd door middel van het aanbrengen van tape.

3.4 In te zetten boormaterieel (voorbeeld)



Foto: 16 tonner

Midi-rig = 16 ton trekkracht

Drillstring = Firesticks, lengte per sectie 3 meter, minimale radius 50 meter Jet bit with nozzle (boorkop)

- Plaatsbepaling boring: voorstel – Gyroscop meetsysteem (of vergelijkbaar)
- Verdringerruimers
- Swivel 16 ton capacity
- Vrachtwagen waarop mix / pompinstallatie (afzetsysteem) staat met erachter een semidieplader met daarop mud pump / mixing;
- Schaftkeet
- Vloeistofdichte zuigwagens voor vervoer en afvoer bentonietspoeling

Meer technische gegevens, en overig boormaterieel, zijn terug te vinden in bijlage 5.

De inzet van het soort plaatsbepaling systeem en het type boorrig is aan de booraannemer.

Volgens de berekeningen is er een trekkracht van **173 KN** benodigd.

3.5 Boortechnische wijze van uitvoering

3.5.1 Werkterrein

Voordat met de aanvoer van het boorequipment wordt begonnen, zal (indien nodig) de zandbaan en/of platenbaan en werkterrein zijn aangelegd.

Intredelocatie:

De intredelocatie van de boring is gelegen in een perceel aan de zuidzijde van de Salesdreef, ter hoogte van de Middelweg te Breda, gemeente Breda.

De boring wordt uitgevoerd vanuit een perceel waar volgens de KLIC melding geen bestaande kabels en leidingen aanwezig zijn.

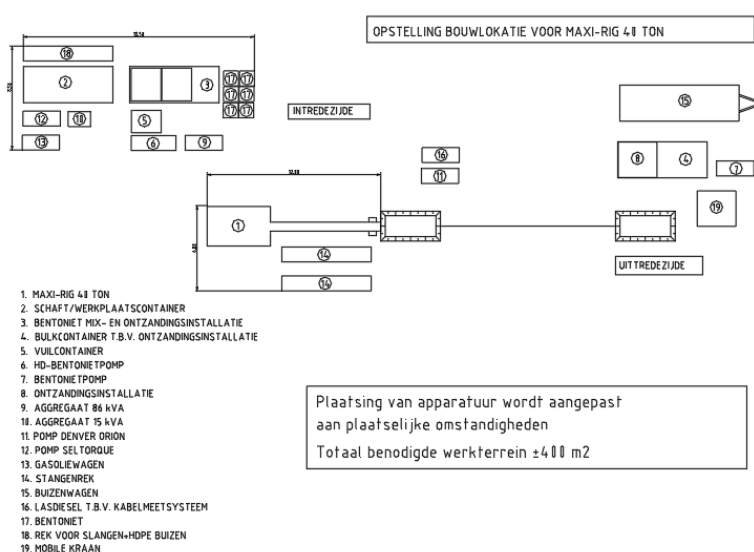
Door middel van het graven van het werkgat nabij het intredepunt wordt hierop een controle uitgeoefend.

De locatie wordt, indien noodzakelijk, voorzien van een zandbaan en / of platenbaan.

De benodigde oppervlakte bedraagt ca 400m².

Op de intredelocatie zal het volgende materieel worden ingezet.

- Boorrig;
- Vrachtwagen waarop mix / pompinstallatie (afzetsysteem) staat met erachter een semidieplader met daarop mud pump / mixing. Het een en ander is afhankelijk van het in te zetten materieel;
- Containers (indien noodzakelijk);
- Schaftheet;
- Eventueel een graafmachine.



De maximale berekende trekkracht is circa 173 KN (172.998 N) = circa 18 ton trekkracht. Het is aan booraannemer om zijn boorequipment hierop aan te passen.

Plaatsing van apparatuur wordt aangepast aan de plaatselijke omstandigheden.

Ter plaatse van het intredepunt zal een put van circa 2 m² worden gegraven om de uitkomende boorspoeling op te vangen.

De vrijkomende spoeling zal door zuigwagens naar een geschikte stortplaats worden afgevoerd.

Bij het intredepunt zal werkwater voor het aanmaken van de boorspoeling aangevoerd moeten worden, als dit niet voorhanden is.

Uittreidelocatie:

Het uittredepunt is gelegen aan de zuidzijde van de Bergen, noordzijde van het Markkanaal te Terheijden, gemeente Drimmelen.

Volgens de KLIC melding ligt er in de nabijheid van het uittredepunt een bestaande hogedruk gasleiding (Enexis). Door middel van het graven van het werk gat nabij het uittredepunt wordt hierop een controle uitgeoefend. Indien nodig beschermende maatregelen toepassen.

De locatie wordt, indien noodzakelijk, voorzien van een zandbaan en / of platenbaan. Dit in overleg met de opdrachtgever.

Bij het uittredepunt kan worden volstaan met een werkterrein van ca. 100 m². Dit is exclusief de benodigde werkstrook voor het uitleggen en samenstellen van de in te brengen boorstreng.

De uittreidelocatie wordt ingericht met onder andere boorpijpen en eventueel een graafmachine.

Onder bijlage 1 "tekeningen" is één tekening bijgevoegd.

- Op tekening nr. 482.20.2.132-100 is de boorlijn weergegeven.

3.5.2 Werkwijze Gestuurde Boringen

- Aan- en afvoer via normaal wegtransport, truck met dieplader voor 40 tons rig (het een en ander afhankelijk van het in te zetten materieel).
- Inrichten in- en uittredezijde boring met rijplaten en eventueel bouwhekken;
- Lokaliseren ligging kabels en leidingen;
- Graven intrede- en uittredepunt voor boring (ca. 2 m³);
- Mobilisatie boorinstallatie met toebehoren op rig-site;
- Mixen bentonietspoeling;
- Globale samenstelling 30 - 50 kg bentoniet Tunnelgel Plus / 1 m³ water;
- Laatste boorgang (intrekken mantelbuizen) uitvoeren door middel van het verdringen van de bentoniet m.b.v. Drill-Grout;
- Mits dit nodig is, kunnen er eventueel polymeren toegepast worden. Het e.e.a. is afhankelijk van de plaatselijk ph waarde van het grondwater en het zoutgehalte. Voor aanvang van de boringen wordt het plaatselijke grondwater getest. Dit betekent dus dat tijdens de pilotboring het retourwater wordt getest op het zoutgehalte en indien het de bentoniet samenstelling kan beïnvloeden worden er polymeren toegevoegd;
- Gedurende de pilotboring zal de retourstroom worden gecontroleerd. Indien benodigd worden er aanpassingen uitgevoerd (polymeren c.q. toevoegingen). Mocht er bijvoorbeeld grind worden aangetroffen bestaat de mogelijkheid om N-Seal

- toe te voegen;
- Water voor spoelingsamenstelling zal in de omgeving worden verkregen;
- Maken pilotboring met een Gyroscop (afhankelijk van de vraagstelling van de opdrachtgever en keuze booraannemer)
- Ruimen en intrekken HDPE buizen met verdringerruimer en/of flycutter en barrelreamer. Als de grondslag hier aanleiding toe geeft kan de boormeester besluiten tot het toepassen van een extra ruimgang of een andere ruimerdiameter;
- Leegzuigen van de boorgaten d.m.v. vloeistofdichte zuigwagens;
- Demobilisatie van de boorinstallatie en afvoer van het materieel. Werkwijze omgekeerd identiek als bij aanvoer en opbouw;
- Opruimen en herstellen werkterrein rondom in- en uittredepunt inclusief toegangsweg.

3.6 Kwaliteitsregistratie

Tijdens de pilotboringen, het ruimen van de boorgaten en het intrekken van de buizen worden een aantal gegevens zoals torque, mudflow, trekkracht door middel van analoge meters op de rig weergegeven. De gegevens worden bijgehouden op een registratieformulier muddrukken. Eventueel vindt registratie van locatie en hoogteligging in RD – coördinaten t.o.v. NAP plaats.

De meetgegevens van de survey worden bijgehouden. Aan de hand van deze gegevens, en van de veldmetingen, zal de revisie worden gemaakt. De revisie zal worden ingetekend op het tracé en detail tekeningen van het omvattende werk welk wordt verzorgd door opdrachtnemer. Alle geregistreerde gegevens worden door de booraannemer gearhiveerd.

3.7 Toelaatbare afwijking boring

De toelaatbare afwijking van de boring, conform afwijkingen Richtlijn Boortechnieken 2019 (RBT 2019), welke als bijlage 6 is opgenomen in dit rapport.

Tijdens het boren kunnen heel gemakkelijk kleine afwijkingen in de boorlijn optreden, bijvoorbeeld na 25 m1 ca. 0,25 rechts van de boorlijn. De surveyor zal deze afwijking voorzichtig corrigeren door naar links gaan sturen. Bij een dergelijke boring kan het zo zijn dat de afwijking eerst nog iets groter wordt bijvoorbeeld 0,75 meter voordat de boring terug op de geprojecteerde lijn komt. Deze geringe afwijking wordt uiteraard in de revisie meegenomen. Als er sterk gestuurd wordt om de afwijkingen minimaal te houden, geeft dit een kwalitatief mindere boring dan dat er iets grotere afwijkingen geaccepteerd worden (extra spanningen in de leiding). Dit geldt ook in verticale zin. Het belangrijkste is dat de boorlijn die gevolgd is geen extra spanningen in de leiding geeft en goed gereviseerd wordt.

3.8 Zonerings Rijkswaterstaat

Op de boortekening, zie tekening nr. 482.20.2.132-100, zijn de zonerings van Rijkswaterstaat weergegeven. Het gaat hier om de kernzone en de beschermzones binnen- en buitenkant. De gegevens zijn verwerkt in zowel het overzicht en bovenaanzicht.

Door het gebruik van Drill-Grout wordt in ieder geval gewaarborgd dat de ruimte tussen de mantelbuizen en de ruimgang volledig wordt opgevuld.

3.9 Bestaande kabels en leidingen

Voor uitvoering wordt door opdrachtnemer een KLIC melding gedaan, om de ligging van de bestaande ondergrondse infrastructuur in kaart te brengen. Ook zal, indien nodig, met de betreffende kabel- en leidingbeheerders contact worden opgenomen.

Voor aanvang van de boring worden er proefsleuven gemaakt nabij het begin en einde van de boringen. Aan de hand van deze proefsleuven worden vervolgens de in- en uittredeputten gegraven. In het dwarsprofiel van de boring, zoals weergegeven op tekening nr. 482.20.2.132-100, zijn de bestaande kabels en/of leidingen verwerkt.

Tijdens de engineeringfase zijn de gegevens van de bestaande kabels en leidingen door middel van een KLIC melding verkregen en verwerkt op de tekening.

De melding is geregistreerd onder het KLIC nummers 200067712.

3.10 Historisch onderzoek ondergrondse objecten

Voor het verkrijgen van de gegevens m.b.t. het historisch onderzoek zijn de volgende acties uitgevoerd:

- In beeld brengen van de bestaande kabels en leidingen. De bestaande infrastructuur is opgevraagd met behulp van een KLIC melding.
Deze gegevens zijn vervolgens digitaal op de boortekening verwerkt, zowel in het overzicht als in het boorprofiel.
- Op de boortekening zijn de afstanden tot aan de brug weergegeven.
De minimale afstand van de boring tot aan het brugdeel bedraagt circa 35,00 meter. Indien de funderingspalen onder het brugdeel (landhoofd) onder schoor staan dan bedraagt de minimale afstand nog altijd circa 33 meter.
Er is dus geen enkel risico op beschadigingen gedurende het aanbrengen van de gestuurde boring.
Mede omdat de gestuurde boring wordt aangebracht met behulp van een Gyrocoopmeetsysteem, en dus afwijkingen nihil zullen zijn.

3.11 Overlegstructuur, procesbeheersing, procedures

Voor dit project wordt een V&G – (deel)plan opgesteld welke tijdens uitvoering op het werk aanwezig zal zijn.

Voor aanvang van het werk zal met de betrokkenen werknemers een werkoverleg gehouden worden over de boring, de tijd die ervoor is en de risico's ervan. Ook wordt er periodiek een toolbox gehouden en krijgen nieuwe werknemers een specifieke toolbox H.D.D.-boringen.

3.12 Vergunningverlenende instanties

Met betrekking tot de uit te voeren gestuurde boring, met de daarbij behorende aanleg van de kabels, zijn de volgende vergunningverlenende instanties, met de daarbij behorende richtlijnen, van toepassing:

- Gemeente Breda
- Rijkswaterstaat
- Waterschap Brabantse Delta
- Gemeente Drimmelen

Afdichting tussen de te leggen kabels en de mantelbuis.

- De afdichting tussen de aangebrachte kabels en de mantelbuizen dient plaats te vinden met behulp van rubberen manchetten. Hierdoor ontstaat er een waterdichte constructie waardoor er geen kwel kan optreden langs de binnenkant van de mantelbuizen.
-

4 BEREKENINGEN VOOR DE BORINGEN

Voor uitvoering van de boringen kunnen diverse berekeningen uitgevoerd worden met betrekking tot treksterkte van de buizen en de muddrukken. Deze berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650 / 3651.

4.1 Uitgangspunten

Materiaal en buis gegevens

Voor de horizontaal gestuurde boring zijn de volgende materialen en mantelbuizen gehanteerd:

Boring – tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø250 HDPE – mantelbuis

Materiaal	:	HDPE PE 100 SDR-11
Aantal buizen	:	1 st
Uitwendige diameter	:	250 mm
Wanddikte	:	22,8 mm
Korte duur Elasticiteitsmodulus	:	975 N/mm ²
Lange duur Elasticiteitsmodulus	:	350 N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	:	16×10 ⁻⁵ (mm/mm) K ¹
Axiale verhouding zuivere trek/buigtrek	:	0,65 -
Tangentiele verhouding zuivere trek/buigtrek	:	0,65 -
Toelaatbare korte duur spanning	:	10,0 N/mm ²
Toelaatbare lange duur spanning	:	8,0 N/mm ²

Boring – tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø110 HDPE – mantelbuis

Materiaal	:	HDPE PE 100 SDR-11
Aantal buizen	:	2 st
Uitwendige diameter	:	110 mm
Wanddikte	:	10,0 mm
Korte duur Elasticiteitsmodulus	:	975 N/mm ²
Lange duur Elasticiteitsmodulus	:	350 N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	:	16×10 ⁻⁵ (mm/mm) K ¹
Axiale verhouding zuivere trek/buigtrek	:	0,65 -
Tangentiele verhouding zuivere trek/buigtrek	:	0,65 -
Toelaatbare korte duur spanning	:	10,0 N/mm ²
Toelaatbare lange duur spanning	:	8,0 N/mm ²

Lengte boring	:	435,16 m
Diepte boring	:	ca. 20,40 m
Intrede hoek boring	:	16 °
Uittredehoek boring	:	17 °
Bochtstraal neergaande bocht	:	150 m
Bochtstraal opgaande bocht	:	150 m
Bochtstraal horizontale bocht	:	175 m
Kromtestraal op de rollenbaan/maaiveld	:	150 m

4.1.1 Grondgegevens

Het onderzoek bestaat uit de sonderingen (SW01, SW02 en SW03). De resultaten van het onderzoek, Geotechnisch onderzoek – documentnummer GA201024.R01.V1.0, zijn opgenomen in Bijlage 3 van dit rapport.

De GEF bestanden van de sonderingen, welke zijn ingevoerd in het berekeningsprogramma, zijn de basis van de uitgevoerde sterkteberekeningen en boorspoeldrukberekeningen.

De onzekerheidsfactoren voor de grondmechanische parameters zijn in deze parameters nog niet verwerkt, deze worden separaat in de berekening meegenomen, overeenkomstig Tabel B.2 “Partiële onzekerheidsfactoren in verband met modelonzekerheidtabel” van de NEN 3650.

De grondboringen zijn uitgevoerd op maaiveld niveau.

Opmerking.

In de sterkteberekening, bijlage 3, zijn op pagina 2 onder grondsoort, de grondsoorten weergegeven welke door de boring worden gekruist.

Onder “volumiek gewicht droge grond”, “volumiek gewicht natte grond”, “wrijvings-hoek”, “Effectieve cohesie en “E-Modulus ondergrond” zijn de uitkomsten aangepast aan de daadwerkelijke grondlagen.

Het is aan de aannemer welk boormaterieel hij hiervoor inzet.

De GEF-bestanden van de sonderingen zijn in het rekenprogramma Sigma ingelezen. De inleesmogelijkheid van de GEF bestanden is (mede) ontwikkeld door CRUX Engineering BV, adviseur op het gebied van geotechniek, bodem en omgevingsbeïnvloeding.

De vertaling van conus- en wrijvingsweerstand uit de sondering, naar de grondsoort, wordt gedaan op basis van CUR 162:

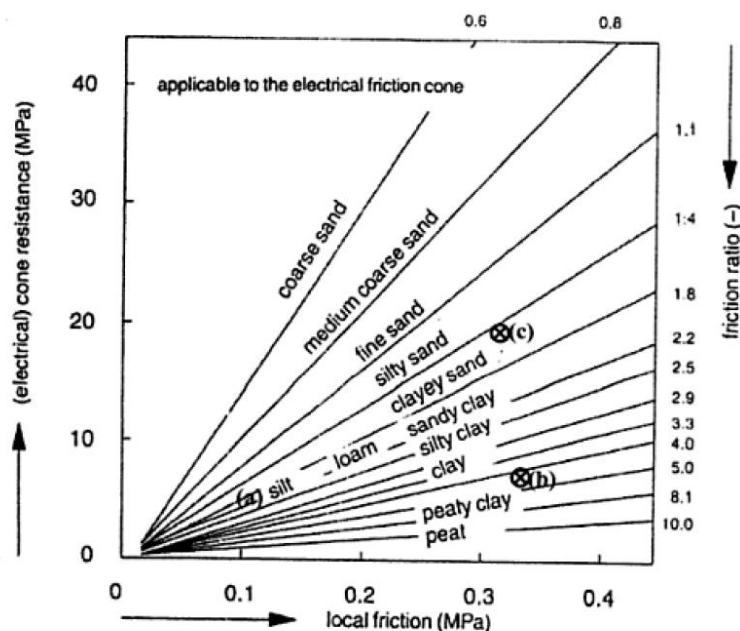


Figure 29. CUR 162 method.

De naam uit bovenstaande figuur, in combinatie met de conusweerstand worden gebruikt als ingang

voor Tabel 1 uit de NEN 6740, norm voor geotechniek.

De in sigma gebruikte grondparameters betreffen: volumiek gewicht (nat en droog), inwendige wrijvingshoek, cohesie, E-modulus en beddingsconstante.

Op de volumieke gewichten na, zijn voor de berekening de grondparameters op het niveau van de buis relevant. Deze parameters op buisniveau zijn niet afhankelijk van de bovenliggende lagen. Voor de bepaling van de grondbelasting is het gemiddeld gewicht van de lagen boven de buis van belang, van kruin van de buis tot het maaiveld.

Boorspoeldruk

De boorspoeldrukken geven aan dat de verschillen tussen de berekende maximale toelaatbare boorspoeldrukken en de minimaal benodigde boorspoeldrukken aandacht vereisen.

De booraannemer dient de boorspoeldruk gedurende de boring nauwlettend in de gaten te houden en er zorg voor dragen dat de boorspoeldruk minimaal is.

Daar waar nodig dient de booraannemer aanvullende maatregelen toe te passen, bijvoorbeeld het aanpassen van de snelheid van boren of het niet laten oplopen van de boorspoeldrukken.

Conusweerstand in combinatie met grindlagen

De conusweerstand van de sonderingen geven grondlagen aan met een weerstand > 30MPa. Dit kan duiden op vaste grond tot zeer vaste grond, maar ook op mogelijke grindresten.

De grondlagen in Breda bestaan voor een deel uit de afzetting van Antwerpen en de afzetting van Deurne.

Waarbij de afzetting van Deurne plaatselijk enig grind kan bevatten.

Het gaat in dit geval dus niet om complete grindlagen.

Gedurende de boring dient de boormeester de retour boorspoeling te controleren op de aanwezigheid van grind.

Indien grind wordt aangetroffen kan de booraannemer N-Seal toevoegen aan de boorvloeistof (zie productomschrijving in bijlage 4).

Op dit moment geven de resultaten uit de sonderingen geen aanleiding voor het gebruik van een andere boorkop.

Voor de sterkteberekeningen is een aanvullende berekening uitgevoerd waarbij voor de “Omstandigheden ondergronds” gerekend is met de “Totaalfactor bij moeilijke omstandigheden”. Deze berekeningen zijn aangevuld in bijlage 3.

In deze berekeningen is de factor van bundels ($f=1,8$) verzwakt naar de factor voor moeilijke omstandigheden ($f=2$).

Hierbij zijn alleen de uitkomsten zoals weergegeven onder § 8 en § 9 van toepassing omdat het om de gebruiksfase gaat.

In de aanvullende berekeningen (versie 2) is ook de Wrijvingshoek aangepast naar 12° , hiermee is dus het advies opgevolgd zoals opgenomen in de NEN 3650-1 – E1.2.3.

4.1.2 Belastingen

In de sterkteberekening zijn de volgende belastingen meegenomen.

Eigengewicht, excl. inhoud Q_{eg}

Het eigengewicht van de lege buis is in de berekening als gewichtsbelasting opgenomen, met inachtneming van de grondwaterstand.

Grondbelasting Q

De grondbelasting wordt berekend conform de formules zoals opgegeven in de NEN 3650.

Verkeersbelasting Q_v

Voor de buis is de verkeersbelasting overeenkomend, volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17, aangehouden.

4.1.3 Grondwater

Tijdens het meten van het dwarsprofiel zijn de waterstanden in sloten en watergangen digitaal ingemeten. Zo ook de waterspiegel van de sloten en het Markkanaal.

Voor de grondwaterstand zijn bij een aantal locaties van de sonderingen de grondwaterstand gemeten.

Op het locatieoverzicht, in het rapport geotechnisch bodemonderzoek (zoals bijgevoegd in het boorplan), is te zien dat bij de sondering SW 02 de grondwaterstand is weergegeven (zie onderstaand voorbeeld).

Deze zijn zo goed mogelijk in de berekening verwerkt. Uiteraard heeft een klein verschil in deze standen geen enkele invloed op de uitkomsten van de berekeningen zoals weergegeven in het boorplan.

Sondering	Maaiveld [m t.o.v. NAP]	Ingestort [m- maaiveld]	Ingestort [m t.o.v. NAP]	Grondwaterstand [m- maaiveld]	Grondwaterstand [m t.o.v. NAP]
SW01	+0,96	0,6	+0,36	-	-
SW02	+0,98	-	-	1,3	-0,32
SW03	+1,71	1,8	-0,09	-	-
SW04	+0,78	-	-	0,8	-0,02
SW05	+0,75	-	-	1,1	-0,35
SW06	+0,59	-	-	0,9	-0,31
SW07	+1,82	-	-	2,0	-0,18

4.2 Berekeningen

Voor de sterkteberekening van de horizontaal gestuurde boring wordt onderscheid gemaakt in de volgende fases:

- De buis op rollenbaan / maaiveld; totalisatie van de berekening is opgenomen onder § 3.4
- De buis het boorgat intrekken; totalisatie van de berekening is opgenomen onder § 4.7
- De 'bedrijfsstoestand' van de buis; totalisatie van de berekening is opgenomen onder § 8

In § 9 is de berekening van de deflectie opgenomen en in § 10 is de boorspoeldruk opgenomen.

4.2.1 De mantelbuis op rollenbaan / maaiveld

Voor de berekening van de spanningen in de mantelbuis op de rollenbaan / maaiveld wordt verwezen naar § 3.4 van de sterkteberekening, opgenomen in bijlage 3.

Boring tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø250 HDPE – mantelbuis

De maximaal berekende optredende spanning bedraagt $3,07 \text{ N/mm}^2$, deze wordt voornamelijk veroorzaakt door de kromtestraal op de rollenbaan en de wrijving tussen de buis en het maaiveld.

Boring tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø110 HDPE – mantelbuis

De maximaal berekende optredende spanning bedraagt $2,75 \text{ N/mm}^2$, deze wordt voornamelijk veroorzaakt door de kromtestraal op de rollenbaan en de wrijving tussen de buis en het maaiveld.

4.2.2 De mantelbuis het boorgat intrekken

Voor de berekening van de spanningen in de mantelbuis tijdens het intrekken van deze buis in het boorgat wordt verwezen naar § 4.7 van de sterkteberekening, opgenomen in bijlage 3.

Boring tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø250 HDPE – mantelbuis

De maximaal berekende optredende spanning bedraagt $7,60 \text{ N/mm}^2$, deze wordt voornamelijk veroorzaakt door de combinatie van de trekkracht voor het intrekken en spanningen t.g.v. de kromtestralen in de boring.

Boring tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø110 HDPE – mantelbuis

De maximaal berekende optredende spanning bedraagt $9,09 \text{ N/mm}^2$, deze wordt voornamelijk veroorzaakt door de combinatie van de trekkracht voor het intrekken en spanningen t.g.v. de kromtestralen in de boring.

4.2.3 De ‘bedrijfstoestand’ van de mantelbuis

In de ‘bedrijfstoestand’ van de mantelbuis, zijn op vijf maatgevende doorsneden de spanningen in de buis berekend, zoals weergegeven op de tekening met de letters A t/m E.

Voor de berekeningen van de spanningen in de buis in bedrijfstoestand wordt verwezen naar § 5 van de sterkteberekening, opgenomen in bijlage 3.

4.2.4 Deflectie berekening

De deflectie van de buis is berekend op de vijf aangegeven doorsneden, zoals weer gegeven op tekening nr. 482.20.2.132-100 opgenomen in bijlage 3.

Boring tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø250 HDPE – mantelbuis

De maximaal berekende deflectie van de mantelbuis bedraagt 5,53 mm, zie § 9 van de sterkteberekening in bijlage 3.

Boring tekening nr. 482.20.2.132-100 – Ø110 HDPE – mantelbuis

De maximaal berekende deflectie van de mantelbuis bedraagt 2,46 mm, zie § 9 van de sterkteberekening in bijlage 3.

4.2.5 Boorspoel berekening

Op de markante doorsneden A t/m E, zijn de boorspoeldruk berekeningen uitgevoerd. De resultaten zijn opgenomen in genoemd op § 10 van de berekeningen in bijlage 3.

Voor de bodem van het kanaal en de naast gelegen taluds van de watergang zijn een viertal aanvullende boorspoeldruk berekeningen gemaakt. Het gaat om de locaties B1, B3 en B4 zoals weergegeven in het lengteprofiel op de boortekening nr. 482.20.2.132-100.

Deze berekeningen zijn opgenomen onder bijlage 3.

B1

Maximaal toelaatbare boorspoeldruk

Tijdens pilot	=	8,65 bar
Tijdens ruimgang	=	8,59 bar

Minimaal benodigde boorspoeldruk

Tijdens pilot	=	5,40 bar
Tijdens ruimgang	=	2,32 bar

B3

Maximaal toelaatbare boorspoeldruk

Tijdens pilot	=	7,67 bar
Tijdens ruimgang	=	7,67 bar

Minimaal benodigde boorspoeldruk

Tijdens pilot	=	5,75 bar
Tijdens ruimgang	=	2,14 bar

B4

Maximaal toelaatbare boorspoeldruk

Tijdens pilot	=	11,03 bar
Tijdens ruimgang	=	11,03 bar

Minimaal benodigde boorspoeldruk

Tijdens pilot	=	6,07 bar
Tijdens ruimgang	=	2,18 bar

In alle gevallen is er geen overschrijding van de benodigde boorspoeldrukken, en valt binnen de eisen zoals weergegeven in de Richtlijn Boortechnieken.

4.2.6 Kwelwateroplossing

Tijdens het boorproces wordt grond verwijderd en wordt de oversnijding tussen het boorgat en de aangebrachte bundel opgevuld door de boorspoeling. De grondspanning rondom het boorgat zal hierdoor veranderen.

Nadat de gestuurde boring gereed is wordt er een nieuw spanningsevenwicht gevormd tussen de achtergebleven boorspoeling en de grond er omheen. Dit gebeurt doordat het water langzaam uit de boorspoeling wordt geperst. Daarnaast kan met name in situaties met relatief zout grondwater de

bentoniet na verloop van tijd gaan uitvlokken, waardoor zelfs holle ruimten in het boorgat ontstaan. Door het veranderen van grondspanning of het ontstaan van holle ruimten kan grondwater (kwel) gaan stromen.

Risico's en te nemen maatregelen

Het ontstaan van kwelwater zorgt voor overlast en kan een waterkering negatief beïnvloeden.

Voor de boring is op een aantal locaties een kwelwegberekening gemaakt.

Er wordt gebruik gemaakt van Drill Grout.

In de bijlage 3 is een kwelwegberekening, incl. omschrijving opgenomen.

Conclusie kwel

Om alle risico's uit te sluiten wordt er tijdens de laatste boorgang Drill-Grout aangebracht.

Ondanks dat door het gebruik van Drill-Grout de kans op kwel nihil is bestaat de mogelijkheid om kwelschermen te plaatsten (indien de vergunningverlener dit nodig acht).

Afdichting tussen de te leggen kabels en de mantelbuis.

De afdichting tussen de aangebrachte kabels en de mantelbuizen dient plaats te vinden met behulp van rubberen manchetten. Hierdoor ontstaat er een waterdichte constructie waardoor er geen kwel kan optreden langs de binnenkant van de mantelbuizen.

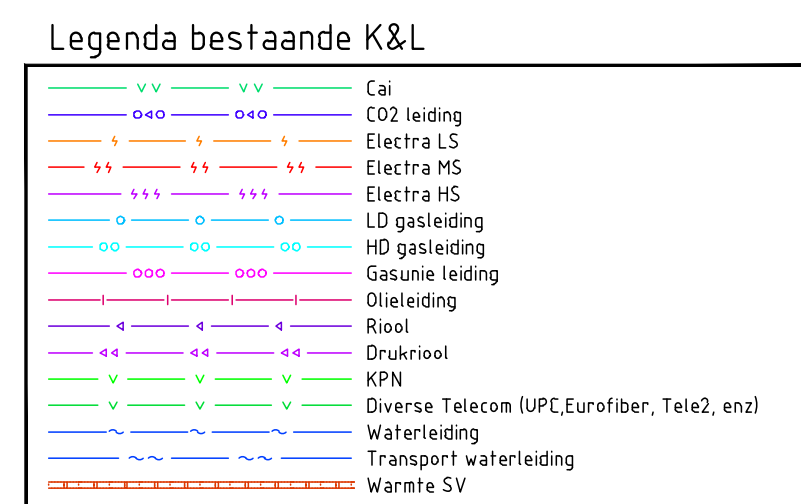
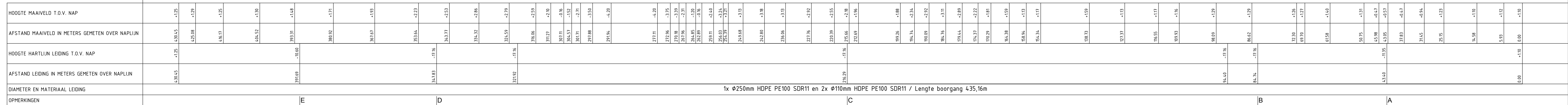
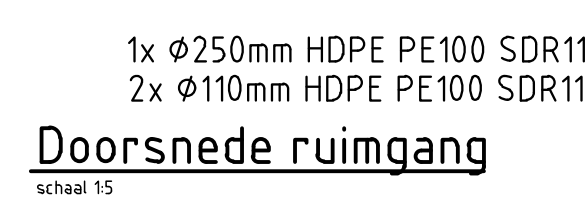
4.3 Conclusies

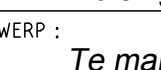
Op basis van de tekening, het grondmechanisch onderzoek en de beschreven uitgangspunten in dit rapport is de horizontaal gestuurde boring berekend overeenkomstig de NEN 3650 en NEN 3651.

	Omtrekspanning berekend	Omtrekspanning toelaatbaar	Langsspanning berekend	Langsspanning toelaatbaar	Deflectie berekend	Deflectie toelaatbaar
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
250 HDPE PE100 SDR11 (f2,0)	5,96	8,00	0,82	8,00	5,53	18,18
110 HDPE PE100 SDR11 (f2,0)	6,00	8,00	0,36	8,00	2,46	8,00

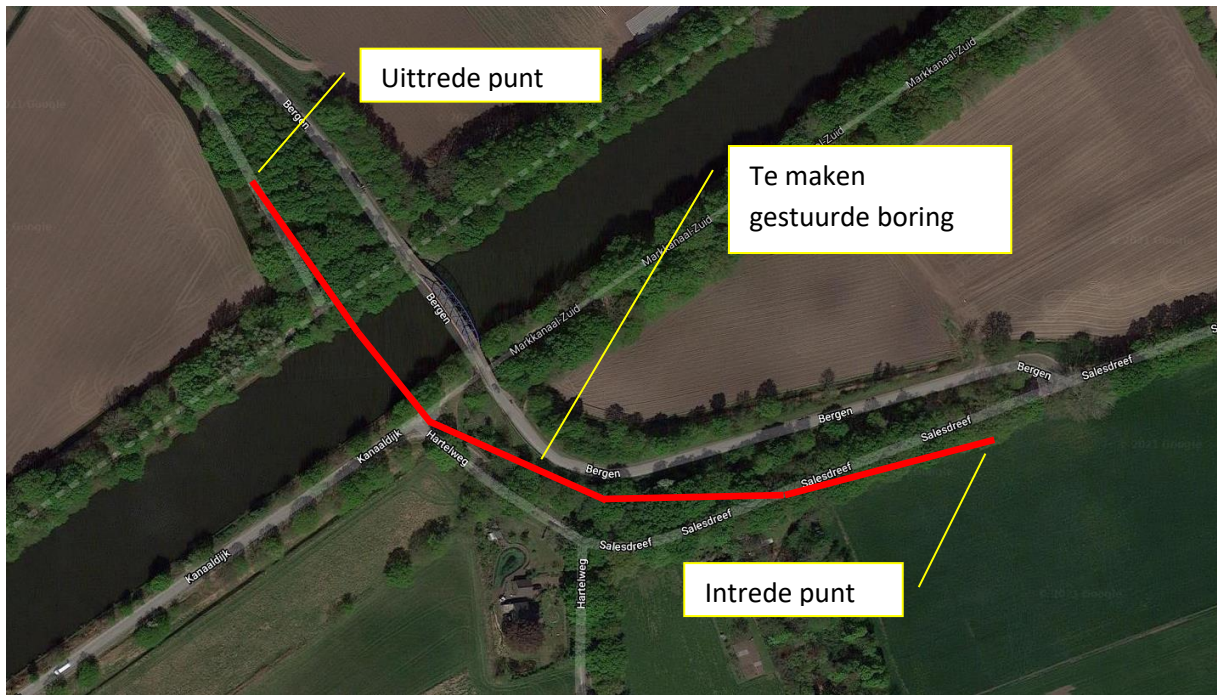
Uit de berekeningen volgt dat het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen uit de betreffende normen.

Bijlage 1: Tekeningen

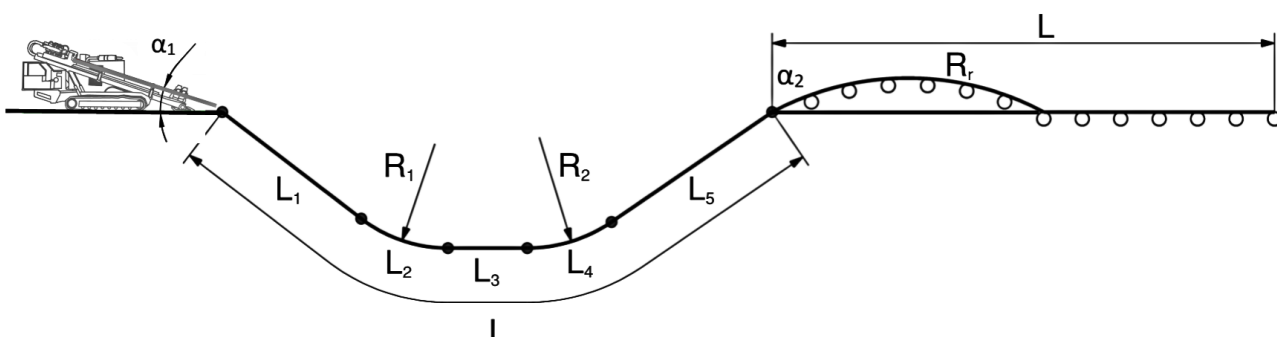


3	Maptakening te 5: fundatie brug (vergevoert)	17-05-2021	Al	Rd
2	Diverse wijzigingen	05-08-2021	HvT	Rd
1	Diverse wijzigingen	22-04-2020	JS	Rd
6	Voor vergoedingaanvraag	24-06-2021	Al	Rd
	Verz. beschrijving wijziging	Datum	Gekend	Gecen.
OPDRACHTGEVER:				
 ENEXIS				
PROJECT:		PROJ.NR.: 482.20.2.132 MS Zonnepark De Bergen, Terheijden - Breda Bergen / Salesredr te Terheijden / Breda kruising met Markkanaal km 9.393		
ONDERWERP:		PROJ.NR.: 482.20.2.132 ONDERWIP.: 1 GETHENDE.: 24-06-2021 DATUM.: 24-06-2021 SCHAL.: 15000 / 1500 / 15 FORMGAT.: 40		
Te maken gestuurde booring  baas BV Essenbaan 71, 2008LB - Capelle aan den IJssel Postbus 402, 2000 AL - Capelle aan den IJssel (088) 2227000 info@baasbv.nl www.baasbv.nl		TEKSTENING NR.: 482.20.2.132-100		

Bijlage 2: Luchtfoto



Bijlage 3: Grondonderzoek, sterkte- en muddrukberekeningen

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020			Sigma 2020 3.0 ©	
Algemene gegevens				
Naam van het project : Aanleg middenspanningskabel - 10kV tracé Zonnepark Terheijden				
Projectonderdeel : Te maken HDD boring - Tek. nr. 482.20.2.132-100 - 110 HDPE versie grind versie 3				
Materiaalgegevens				
Materiaalsoort:	PE			
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11			
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm²	
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-	
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm²	
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm²	
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm²	
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)	
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-	
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m³	
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%	
Leidinggegevens				
Uitwendige middellijn	D _e	= 110,00	mm	
Wanddikte	d _n	= 10	mm	
Procesgegevens				
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken				
Totale lengte	L	= 435,17	m	
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 45,15	m	
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 41,89	m	
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 263,09	m	
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 44,51	m	
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 40,53	m	
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 150,00	m	
Straal neergaande bocht	R ₁	= 150,00	m	
Straal opgaande bocht	R ₂	= 150,00	m	
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %	
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 17,00 / 30,57	° / %	
Belastinghoek	α	= 30	°	
Ondersteuningshoek	β	= 30	°	
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°	
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1		
				
			02-11-2021 14:42:09	

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2020 3.0 ©			
Uitvoeringsaspecten							
Diameter boorstang		D_b	= 100	mm			
<i>Tijdens pilot</i>							
Diameter boorkop		D_p	= 146	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,p}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,p}$	= 15	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_p	= 0,03	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,p}$	= 100	l/min			
<i>Tijdens ruimgang</i>							
Diameter ruimer		D_g	= 473	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,r}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,r}$	= 15	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_r	= 0,03	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,r}$	= 500	l/min			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet			= 70	%			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan							
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang							
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij moeilijke omstandigheden		f	= 2				
Belastingfactor, bovengronds		$f_{k,b}$	= 1,1				
Belastingfactor, ondergronds		$f_{k,o}$	= 1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds		$f_{r,o}$	= 0,9				
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan		f_1	= 0,3				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof		f_2	= 0,00005	N/mm ²			
Wrijving tussen leiding/boorgangwand		f_3	= 0,2				
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting							
Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
Berm	26,16	7,34	1,40	Zand	18,85	20,92	35,00
Berm	39,35	10,22	1,30	Zand	19,53	19,85	12,00
1e rechte deel	45,15	11,90	1,00	Zand	19,24	19,88	12,00
Berm	47,83	12,53	1,00	Zand	19,39	19,85	12,00
Berm	52,74	14,56	1,50	Zand	18,93	19,87	12,00
Kant weg	74,58	17,90	1,50	Zand	18,93	19,89	12,00
Neergaande bocht	87,04	18,44	1,50	Zand	18,93	19,90	12,00
Berm	187,05	20,26	2,00	Klei	18,00	19,35	12,00
Berm	192,38	20,08	2,00	Klei	17,95	19,35	12,00
2e rechte deel	218,585	19,39	2,00	Klei	18,24	19,30	12,00
Kant weg	256,68	20,37	2,40	Klei	18,01	19,34	12,00
Insteek talud	258,32	20,40	2,40	Klei	17,99	19,35	12,00
Bestaande damwand	265,18	17,31	0,00	Klei	0,00	19,25	12,00
Bodem watergang	279,40	12,96	-4,00	Klei	0,00	19,29	12,00
Bodem watergang	294,23	12,96	-4,00	Zand	0,00	19,23	12,00
Bestaande damwand	309,40	17,31	0,00	Zand	0,00	19,67	12,00
Insteek talud	313,56	19,26	1,70	Zand	18,59	19,70	12,00
Berm	336,61	20,02	2,00	Zand	18,06	19,73	12,00
Opgaande bocht	350,13	19,56	2,00	Zand	18,50	19,70	12,00
3e rechte deel	394,64	12,12	1,30	Zand	19,11	19,72	12,00
					02-11-2021 14:42:09		

Locatie	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
Berm	-	0,00	75,00	Grafiek II
Berm	-	0,00	45,00	Grafiek II
1e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek II
Berm	0,1400	0,00	45,00	Grafiek II
Berm	0,1400	0,00	45,00	Grafiek II
Kant weg	0,1500	0,00	45,00	Grafiek I
Neergaande bocht	0,1500	0,00	45,00	Grafiek I
Berm	-	5,00	3,00	Grafiek II
Berm	-	5,00	3,00	Grafiek II
2e rechte deel	-	0,00	1,50	Grafiek I
Kant weg	-	5,00	3,00	Grafiek I
Insteek talud	-	5,00	3,00	Grafiek II
Bestaande damwand	-	0,00	1,00	Grafiek ½ x II
Bodem watergang	-	5,00	3,00	Geen
Bodem watergang	-	0,00	75,00	Geen
Bestaande damwand	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
Insteek talud	-	0,00	75,00	Grafiek II
Berm	-	0,00	75,00	Grafiek II
Opgaande bocht	0,1500	0,00	75,00	Grafiek II
3e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
Berm	Geen	03
Berm	Homogeen (zand)	03
1e rechte deel	Homogeen (zand)	03
Berm	Homogeen (zand)	03
Berm	Homogeen (zand)	03
Kant weg	Homogeen (zand)	03
Neergaande bocht	Homogeen (zand)	03
Berm	Homogeen (zand)	02
Berm	Homogeen (zand)	02
2e rechte deel	Homogeen (zand)	02
Kant weg	Homogeen (zand)	02
Insteek talud	Homogeen (zand)	02
Bestaande damwand	Homogeen (zand)	02
Bodem watergang	Homogeen (zand)	02
Bodem watergang	Homogeen (zand)	01
Bestaande damwand	Homogeen (zand)	01
Insteek talud	Homogeen (zand)	01
Berm	Homogeen (zand)	01
Opgaande bocht	Homogeen (zand)	01
3e rechte deel	Homogeen (zand)	01

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 90,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 100,00	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 110,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 55,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 45,00	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 50,00	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 3.966.260,73	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 72.113,83	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 83,33	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 16,67	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 3.141,59	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,0300	N/mm ¹

2. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

	Leiding op rollenbaan/maaiveld	Leiding in boorgat
Gewicht mediumleiding	$g = 0,0300 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,0300 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,0300 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,0300 \text{ N/mm}^1$

3. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

3.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	435,17	7.834
Na intrekken van L_5	394,64	7.104
Na intrekken van $L_5 + L_4$	350,13	6.303
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	87,04	1.567
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	45,15	813

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 2 \cdot L \cdot 0,0300 \cdot 0,3$$

3.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	7.834	2,49
Na intrekken van L_5	7.104	2,26
Na intrekken van $L_5 + L_4$	6.303	2,01
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	1.567	0,50
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	813	0,26

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{3.141,59}$$

3.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{3.966.261}{150.000} = 28.358,76 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{28.358,76}{72.114} = 0,39 \text{ N/mm}^2$$

3.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	2,49	2,75
Na intrekken van L ₅	2,26	2,52
Na intrekken van L ₅ + L ₄	2,01	2,26
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	0,50	0,75
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	0,26	0,51

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,39 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = 10,00 \text{ N/mm}^2$

4. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat

4.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

70% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 241,90 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,0300 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 110,00^2 \cdot \pi/4 = 0,109 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,0793 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
Na intrekken van L_5	40,53	2.266	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	85,04	-	4.754
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	348,13	19.462	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	390,02	-	21.804
Geheel ingetrokken	435,17	24.328	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 2 \cdot L \cdot (241,90 \cdot 0,00005 + 0,0793 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 2 \cdot L \cdot (241,90 \cdot 0,00005 + 0,0793 \cdot 0,2)$

4.2 Berekening van de vereiste trekkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Berm	0,0056	150	0,0026	130
Berm	0,0056	150	0,0026	130
Kant weg	0,0057	150	0,0027	132
Neergaande bocht	0,0057	150	0,0027	132
Opgaande bocht	0,0057	150	0,0027	132

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$Q_r = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 2 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 110 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

4.3 Berekening van de wrijving door bochtcracht T_{3c}

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	6.303	4.754	132	-	11.189
Opgaande bocht	813	21.804	132	132	22.882

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a, \text{neer}} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a, \text{neer}} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}} + T_{3a, \text{op}} + T_{3b, \text{op}, \text{max}}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,00	11.189	1.246
Opgaande bocht	8,50	22.882	2.548

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 2 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

4.4 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3c, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	$T_{3c, \text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
Na intrekken van L_5	7.104	2.266	-	-	-	-	9.370
Na intrekken van $L_5 + L_4$	6.303	4.754	132	1.246	-	-	12.435
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	1.567	19.462	132	1.246	-	-	22.407
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	813	21.804	132	1.246	132	2.548	26.833
Geheel ingetrokken	0	24.328	132	1.246	132	2.548	28.544

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}} + T_{3c, \text{neer}} + T_{3b, \text{op}, \text{max}} + T_{3c, \text{op}}$$

4.5 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkraften in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
Na intrekken van L_5	9.370	2,98
Na intrekken van $L_5 + L_4$	12.435	3,96
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	22.407	7,13
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	26.833	8,54
Geheel ingetrokken	28.544	9,09

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{3.141,59}$$

4.6 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat

4.6.1 Neergaande bocht

$$M_b = f_{k,0} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,0} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{3.966.260,73}{0,9 \cdot 150.000} = 40.103,30 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{40.103,30}{72.113,83} = \mathbf{0,56 \text{ N/mm}^2}$$

4.6.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,0} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,0} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{3.966.260,73}{0,9 \cdot 150.000} = 40.103,30 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{40.103,30}{72.113,83} = \mathbf{0,56 \text{ N/mm}^2}$$

4.7 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	9.370	2,98	-	2,98
Na intrekken van $L_5 + L_4$	12.435	3,96	0,56	4,32
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	22.407	7,13	-	7,13
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	26.833	8,54	0,56	8,90
Geheel ingetrokken	28.544	9,09	-	9,09

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{3.141,59} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

5. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase

5.1 Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

5.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

5.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	h [m]	GWS [m]	γ' [kN/m ³]
Berm	7,34	1,40	14,49
Berm	10,22	1,30	13,06
1e rechte deel	11,90	1,00	12,65
Berm	12,53	1,00	12,59
Berm	14,56	1,50	12,78
Kant weg	17,90	1,50	12,63
Neergaande bocht	18,44	1,50	12,62
Berm	20,26	2,00	12,13
Berm	20,08	2,00	12,13
2e rechte deel	19,39	2,00	12,14
Kant weg	20,37	2,40	12,28
Insteek talud	20,40	2,40	12,29
Bestaande damw..	17,31	0,00	11,18
Bodem watergang	12,96	-4,00	11,22
Bodem watergang	12,96	-4,00	11,15
Bestaande damw..	17,31	0,00	11,64
Insteek talud	19,26	1,70	12,44
Berm	20,02	2,00	12,52
Opgaande bocht	19,56	2,00	12,56
3e rechte deel	12,12	1,30	12,69

$$\gamma' = \frac{\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w}{h}$$

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	8·B ₁ [m]	Q _n [N/mm ¹]	Q _{n,r} [N/mm ¹]
Berm	Geen	-	11,70	-
Berm	Homogeen (zand)	1,89	14,68	2,02 ⁽¹⁾
1e rechte deel	Homogeen (zand)	1,89	16,56	1,95 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	1,89	17,36	1,95 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	1,89	20,47	1,97 ⁽¹⁾
Kant weg	Homogeen (zand)	1,89	24,87	1,95 ⁽¹⁾
Neergaande bocht	Homogeen (zand)	1,89	25,59	1,95 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	1,89	27,02	0,00 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	1,89	26,79	0,00 ⁽¹⁾
2e rechte deel	Homogeen (zand)	1,89	25,90	1,88 ⁽¹⁾
Kant weg	Homogeen (zand)	1,89	27,52	0,00 ⁽¹⁾
Insteek talud	Homogeen (zand)	1,89	27,57	0,00 ⁽¹⁾
Bestaande damw..	Homogeen (zand)	1,89	21,28	1,73 ⁽¹⁾
Bodem watergang	Homogeen (zand)	1,89	15,99	0,00 ⁽¹⁾
Bodem watergang	Homogeen (zand)	1,89	15,90	1,72 ⁽¹⁾
Bestaande damw..	Homogeen (zand)	1,89	22,16	1,80 ⁽¹⁾
Insteek talud	Homogeen (zand)	1,89	26,37	1,92 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	1,89	27,57	1,93 ⁽¹⁾
Opgaande bocht	Homogeen (zand)	1,89	27,02	1,94 ⁽¹⁾
3e rechte deel	Homogeen (zand)	1,89	16,92	1,96 ⁽¹⁾

$$B_1 = \frac{1}{2} \cdot D_0 + D_0 \cdot \tan(45^\circ - \frac{1}{2} \cdot \varphi) \geq R$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_0 = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_0$$

Indien gereduceerde grondbelasting volgens berekeningswijze 'Homogeen (zand)': ($h \geq 8 \cdot B_1$):

$$Q_{n,r1} = \frac{B_1 \cdot (\gamma' - c/B_1)}{K \cdot \tan(\varphi)} \cdot (1 - e^{\frac{-K \cdot h \cdot \tan \varphi}{B_1}}) \cdot D_0 \quad (1)$$

5.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ²]
Berm	7,34	Grafiek II	2,51	0,28
Berm	10,22	Grafiek II	1,62	0,18
1e rechte deel	11,90	Grafiek II	1,31	0,14
Berm	12,53	Grafiek II	1,21	0,13
Berm	14,56	Grafiek II	0,97	0,11
Kant weg	17,90	Grafiek I	1,61	0,18
Neergaande bocht	18,44	Grafiek I	1,52	0,17
Berm	20,26	Grafiek II	0,56	0,06
Berm	20,08	Grafiek II	0,57	0,06
2e rechte deel	19,39	Grafiek I	1,39	0,15
Kant weg	20,37	Grafiek I	1,27	0,14
Insteek talud	20,40	Grafiek II	0,55	0,06
Bestaande damw..	17,31	Grafiek ½ x II	0,37	0,04
Bodem watergang	12,96	Geen	0,00	0,00
Bodem watergang	12,96	Geen	0,00	0,00
Bestaande damw..	17,31	Grafiek ½ x II	0,37	0,04
Insteek talud	19,26	Grafiek II	0,61	0,07
Berm	20,02	Grafiek II	0,57	0,06
Opgaande bocht	19,56	Grafiek II	0,59	0,07
3e rechte deel	12,12	Grafiek II	1,27	0,14

$$Q_v = q_v \cdot D_0 = q_v \cdot 110$$

5.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	$Q_{n,r}$ [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
Berm	11,70	-	0,28	11,97	153,83 ⁽¹⁾	9,23
Berm	14,68	2,02	0,18	2,20	28,21 ⁽²⁾	1,69
1e rechte deel	16,56	1,95	0,14	2,10	26,96 ⁽²⁾	1,62
Berm	17,36	1,95	0,13	2,08	26,72 ⁽²⁾	1,60
Berm	20,47	1,97	0,11	2,08	26,74 ⁽²⁾	1,60
Kant weg	24,87	1,95	0,18	2,13	27,35 ⁽²⁾	1,64
Neergaande bocht	25,59	1,95	0,17	2,12	27,20 ⁽²⁾	1,63
Berm	27,02	0,00	0,06	0,06	0,79 ⁽²⁾	0,05
Berm	26,79	0,00	0,06	0,06	0,80 ⁽²⁾	0,05
2e rechte deel	25,90	1,88	0,15	2,03	26,07 ⁽²⁾	1,56
Kant weg	27,52	0,00	0,14	0,14	1,79 ⁽²⁾	0,11
Insteek talud	27,57	0,00	0,06	0,06	0,78 ⁽²⁾	0,05
Bestaande damw..	21,28	1,73	0,04	1,77	22,70 ⁽²⁾	1,36
Bodem watergang	15,99	0,00	0,00	0,00	0,00 ⁽²⁾	0,00
Bodem watergang	15,90	1,72	0,00	1,72	22,14 ⁽²⁾	1,33
Bestaande damw..	22,16	1,80	0,04	1,84	23,62 ⁽²⁾	1,42
Insteek talud	26,37	1,92	0,07	1,99	25,57 ⁽²⁾	1,53
Berm	27,57	1,93	0,06	2,00	25,66 ⁽²⁾	1,54
Opgaande bocht	27,02	1,94	0,07	2,01	25,77 ⁽²⁾	1,55
3e rechte deel	16,92	1,96	0,14	2,10	27,00 ⁽²⁾	1,62

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 50,00 \quad (1)$$

$$M_q = K_b \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot 50,00 \quad (2)$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{16,67}$$

5.6 Optredende spanning σ_{qr} t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Berm	150	0,0026	0,17
Berm	150	0,0026	0,17
Kant weg	150	0,0027	0,18
Neergaande bocht	150	0,0027	0,18
Opgaande bocht	150	0,0027	0,18

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 110 \cdot \frac{55,00}{16,67}$$

5.7 Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

6. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{83,33}{100^3} = 0,0812 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{81,25 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²**

7. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 83,33}{100,00^3} = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 83,33}{100,00^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27,78 m** grondwater boven de leiding

8. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

8.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
Berm	9,23	-	0,65	6,00
Berm	1,69	-	0,65	1,10
1e rechte deel	1,62	-	0,65	1,05
Berm	1,60	0,17	0,65	1,15
Berm	1,60	0,17	0,65	1,15
Kant weg	1,64	0,18	0,65	1,18
Neergaande bocht	1,63	0,18	0,65	1,18
Berm	0,05	-	0,65	0,03
Berm	0,05	-	0,65	0,03
2e rechte deel	1,56	-	0,65	1,02
Kant weg	0,11	-	0,65	0,07
Insteek talud	0,05	-	0,65	0,03
Bestaande damw..	1,36	-	0,65	0,89
Bodem watergang	0,00	-	0,65	0,00
Bodem watergang	1,33	-	0,65	0,86
Bestaande damw..	1,42	-	0,65	0,92
Insteek talud	1,53	-	0,65	1,00
Berm	1,54	-	0,65	1,00
Opgaande bocht	1,55	0,18	0,65	1,12
3e rechte deel	1,62	-	0,65	1,05

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

8.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	0,56	0,65	0,36
Berm	0,00	0,00	0,56	0,65	0,36
Kant weg	0,00	0,00	0,56	0,65	0,36
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,56	0,65	0,36
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Kant weg	0,00	0,00	-	-	0,00
Insteek talud	0,00	0,00	-	-	0,00
Bestaande damw..	0,00	0,00	-	-	0,00
Bodem watergang	0,00	0,00	-	-	0,00
Bodem watergang	0,00	0,00	-	-	0,00
Bestaande damw..	0,00	0,00	-	-	0,00
Insteek talud	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,56	0,65	0,36
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$ N/mm²

9. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	$Q_{n,r}$ [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
Berm	11,70	-	0,28	-	2,46⁽¹⁾	2,46
Berm	14,68	2,02	0,18	-	0,24⁽²⁾	0,12
1e rechte deel	16,56	1,95	0,14	-	0,23⁽²⁾	0,12
Berm	17,36	1,95	0,13	0,0026	0,23⁽²⁾	0,12
Berm	20,47	1,97	0,11	0,0026	0,23⁽²⁾	0,12
Kant weg	24,87	1,95	0,18	0,0027	0,23⁽²⁾	0,12
Neergaande bocht	25,59	1,95	0,17	0,0027	0,23⁽²⁾	0,12
Berm	27,02	0,00	0,06	-	0,00⁽²⁾	0,0018
Berm	26,79	0,00	0,06	-	0,00⁽²⁾	0,0018
2e rechte deel	25,90	1,88	0,15	-	0,22⁽²⁾	0,12
Kant weg	27,52	0,00	0,14	-	0,01⁽²⁾	0,0041
Insteek talud	27,57	0,00	0,06	-	0,00⁽²⁾	0,0018
Bestaande damw..	21,28	1,73	0,04	-	0,20⁽²⁾	0,10
Bodem watergang	15,99	0,00	0,00	-	0,00⁽²⁾	0
Bodem watergang	15,90	1,72	0,00	-	0,20⁽²⁾	0,10
Bestaande damw..	22,16	1,80	0,04	-	0,21⁽²⁾	0,11
Insteek talud	26,37	1,92	0,07	-	0,22⁽²⁾	0,12
Berm	27,57	1,93	0,06	-	0,22⁽²⁾	0,12
Opgaande bocht	27,02	1,94	0,07	0,0027	0,23⁽²⁾	0,12
3e rechte deel	16,92	1,96	0,14	-	0,23⁽²⁾	0,12

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q) - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r}{E' \cdot I_w} \cdot r_g^3 \quad (1)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 50,00^3}{350 \cdot 83,33}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{h,r} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w} \quad (2)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_{n,r} + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} \cdot (Q_{n,r} + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 50,00^3}{350 \cdot 83,33}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 100,00 = **8,00 mm**

10. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	E_{100} [MN/m ²]
Berm	7,34	77,56	33,07	55,32	87,04	77,33
Berm	10,22	94,85	75,13	84,99	102,66	51,99
1e rechte deel	11,90	105,48	83,55	94,52	114,17	18,40
Berm	12,53	110,39	87,44	98,92	119,48	56,53
Berm	14,56	131,12	103,86	117,49	141,92	61,39
Kant weg	17,90	158,36	125,43	141,89	171,39	67,66
Neergaande bocht	18,44	162,87	129,01	145,94	176,29	68,64
Berm	20,26	171,34	135,71	153,53	190,34	6,16
Berm	20,08	169,88	134,56	152,22	188,76	6,11
2e rechte deel	19,39	164,38	130,20	147,29	177,91	2,98
Kant weg	20,37	175,54	139,04	157,29	194,88	6,25
Insteek talud	20,40	175,89	139,32	157,60	195,26	6,26
Bestaande damw..	17,31	129,83	102,83	116,33	140,52	1,70
Bodem watergang	12,96	97,67	77,36	87,52	110,60	4,05
Bodem watergang	12,96	96,96	76,80	86,88	104,95	90,17
Bestaande damw..	17,31	136,43	108,07	122,25	147,67	63,87
Insteek talud	19,26	167,61	132,76	150,19	181,42	116,11
Berm	20,02	175,85	139,29	157,57	190,33	118,73
Opgaande bocht	19,56	172,52	136,65	154,59	186,73	117,54
3e rechte deel	12,12	108,36	85,83	97,09	117,28	18,60

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p _{lim} [N/mm ²]	90% p _{lim} [bar] 1
Berm	39,95	0,00079	0,0594	0,2989	1,23	11,10
Berm	60,13	0,00029	0,0892	0,4420	0,51	4,55
1e rechte deel	21,28	0,00092	0,1090	0,4420	0,49	4,40
Berm	65,38	0,00031	0,1153	0,4420	0,59	5,35
Berm	71,00	0,00034	0,1306	0,4420	0,69	6,22
Kant weg	78,25	0,00038	0,1640	0,4420	0,83	7,47
Neergaande bocht	79,38	0,00038	0,1694	0,4420	0,85	7,67
Berm	7,12	0,0052	0,1826	0,4420	0,69	6,20
Berm	7,07	0,0052	0,1808	0,4420	0,68	6,14
2e rechte deel	3,44	0,0089	0,1739	0,4420	0,57	5,17
Kant weg	7,22	0,0052	0,1797	0,4420	0,70	6,27
Insteek talud	7,24	0,0052	0,1800	0,4420	0,70	6,28
Bestaande damw..	1,96	0,012	0,1731	0,4420	0,47	4,25
Bodem watergang	4,68	0,0049	0,1696	0,4420	0,48	4,33
Bodem watergang	104,29	0,00017	0,1696	0,4420	0,64	5,72
Bestaande damw..	73,87	0,00034	0,1731	0,4420	0,76	6,80
Insteek talud	134,29	0,00023	0,1756	0,4420	0,94	8,47
Berm	137,32	0,00024	0,1802	0,4420	0,98	8,82
Opgaande bocht	135,95	0,00024	0,1756	0,4420	0,96	8,65
3e rechte deel	21,52	0,00094	0,1082	0,4420	0,50	4,48

$$G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\nu = \frac{K}{1 + K}$$

$$p_{\text{lim}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

10.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δh_{in} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 2	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 3
Berm	0,82	7,21	0,55	5,49	0,09	0,92
Berm	1,35	10,85	0,36	3,65	0,14	1,39
1e rechte deel	0,76	12,45	0,36	3,61	0,16	1,60
Berm	1,30	13,19	0,43	4,32	0,17	1,69
Berm	1,24	14,41	0,50	5,01	0,18	1,85
Kant weg	1,19	17,77	0,60	6,05	0,23	2,32
Neergaande bocht	1,18	18,26	0,62	6,21	0,24	2,42
Berm	10,13	18,26	0,69	6,87	0,28	2,78
Berm	10,04	18,26	0,68	6,82	0,28	2,80
2e rechte deel	9,70	18,26	0,57	5,74	0,29	2,90
Kant weg	10,19	18,26	0,70	6,95	0,30	3,04
Insteek talud	10,20	18,26	0,70	6,96	0,30	3,04
Bestaande damw..	8,66	18,26	0,47	4,72	0,31	3,07
Bodem watergang	6,48	18,26	0,48	4,79	0,31	3,12
Bodem watergang	1,75	18,26	0,48	4,78	0,32	3,17
Bestaande damw..	1,24	18,26	0,56	5,59	0,32	3,23
Insteek talud	1,51	18,26	0,68	6,82	0,32	3,24
Berm	1,49	18,26	0,71	7,10	0,33	3,33
Opgaande bocht	1,50	18,26	0,70	6,96	0,34	3,38
3e rechte deel	0,75	11,70	0,37	3,66	0,28	2,79

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{100}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{100}{1/4 \cdot \pi \cdot (146^2 - 100^2)} = 0,188 \text{ m/s}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ OF } \frac{H}{2}$$

$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,p}}{D_p - D_b} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in}$$

10.2 Tijdens ruimgang

Locatie	R _{p,max} [m]	Δh _{uit} [m]	p _{max} [N/mm ²]	p _{max} [bar] 4	p _{min} [N/mm ²]	p _{min} [bar] 5
3e rechte deel	2,44	11,85	0,37	3,66	0,14 ⁽¹⁾	1,38
Opgaande bocht	4,86	18,40	0,70	6,96	0,22 ⁽¹⁾	2,15
Berm	4,84	18,40	0,71	7,10	0,22 ⁽¹⁾	2,16
Insteek talud	4,90	18,40	0,68	6,82	0,22 ⁽¹⁾	2,17
Bestaande damw..	4,03	18,40	0,56	5,59	0,22 ⁽¹⁾	2,17
Bodem watergang	5,68	18,40	0,48	4,78	0,22 ⁽¹⁾	2,17
Bodem watergang	6,48	18,40	0,47	4,67	0,22 ⁽¹⁾	2,18
Bestaande damw..	8,66	18,40	0,47	4,70	0,22 ⁽¹⁾	2,19
Insteek talud	10,20	18,40	0,69	6,88	0,22 ⁽¹⁾	2,19
Kant weg	10,19	18,40	0,69	6,87	0,22 ⁽¹⁾	2,19
2e rechte deel	9,70	18,40	0,57	5,70	0,22 ⁽¹⁾	2,20
Berm	10,04	18,40	0,67	6,74	0,22 ⁽¹⁾	2,21
Berm	10,13	18,40	0,68	6,79	0,22 ⁽¹⁾	2,22
Neergaande bocht	3,83	18,40	0,62	6,21	0,23 ⁽¹⁾	2,26
Kant weg	3,85	17,91	0,60	6,05	0,22 ⁽¹⁾	2,21
Berm	4,03	14,56	0,50	5,01	0,18 ⁽¹⁾	1,83
Berm	4,22	13,33	0,43	4,32	0,17 ⁽¹⁾	1,69
1e rechte deel	2,46	12,59	0,36	3,61	0,16 ⁽¹⁾	1,61
Berm	4,36	10,99	0,36	3,65	0,14 ⁽¹⁾	1,42
Berm	2,65	7,36	0,55	5,49	0,10 ⁽²⁾	0,97

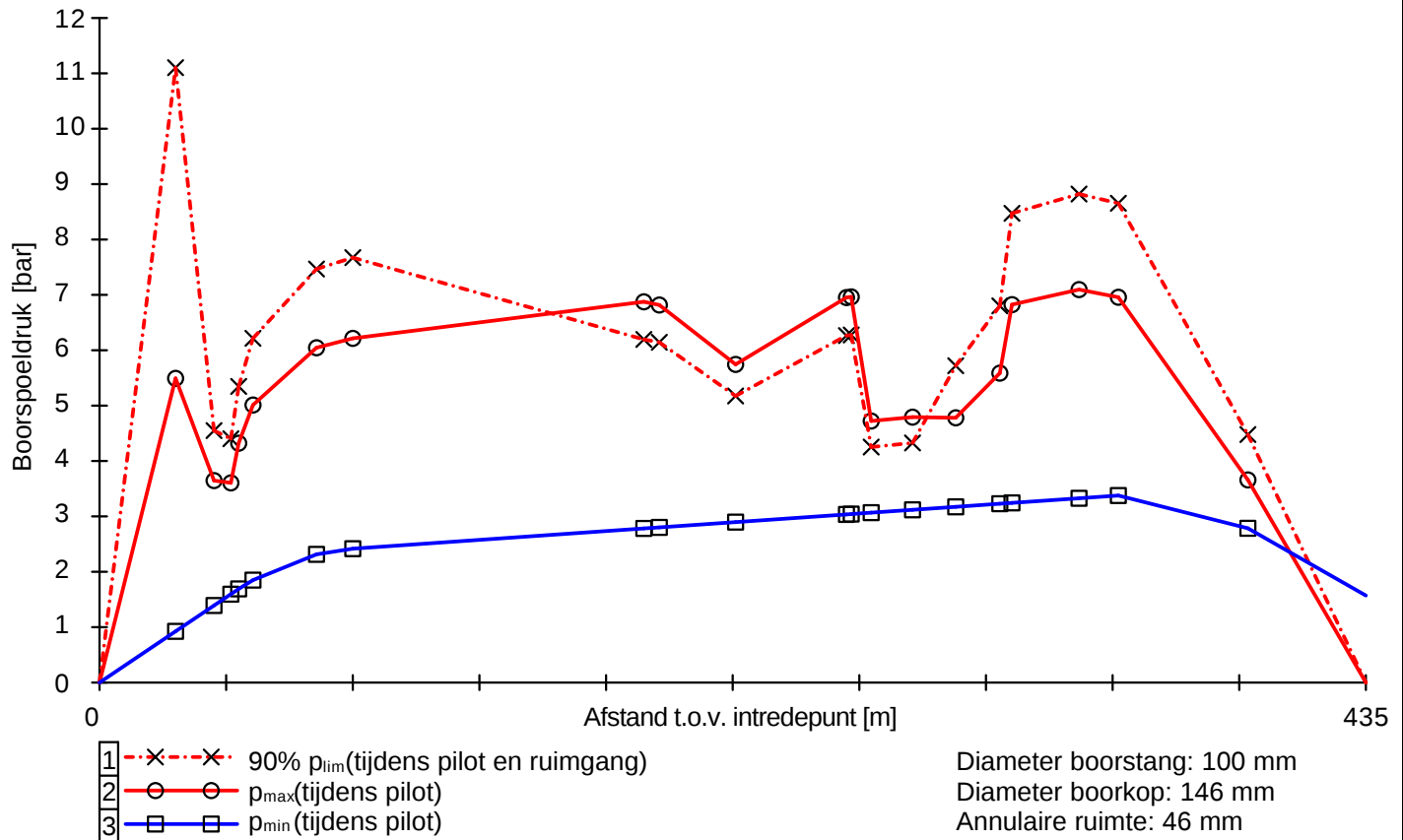
$$v_{m,r1} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_g^2 - D_b^2)} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (473^2 - 100^2)} = 0,050 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r2} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (146^2 - 100^2)} = 0,938 \text{ m/s}$$

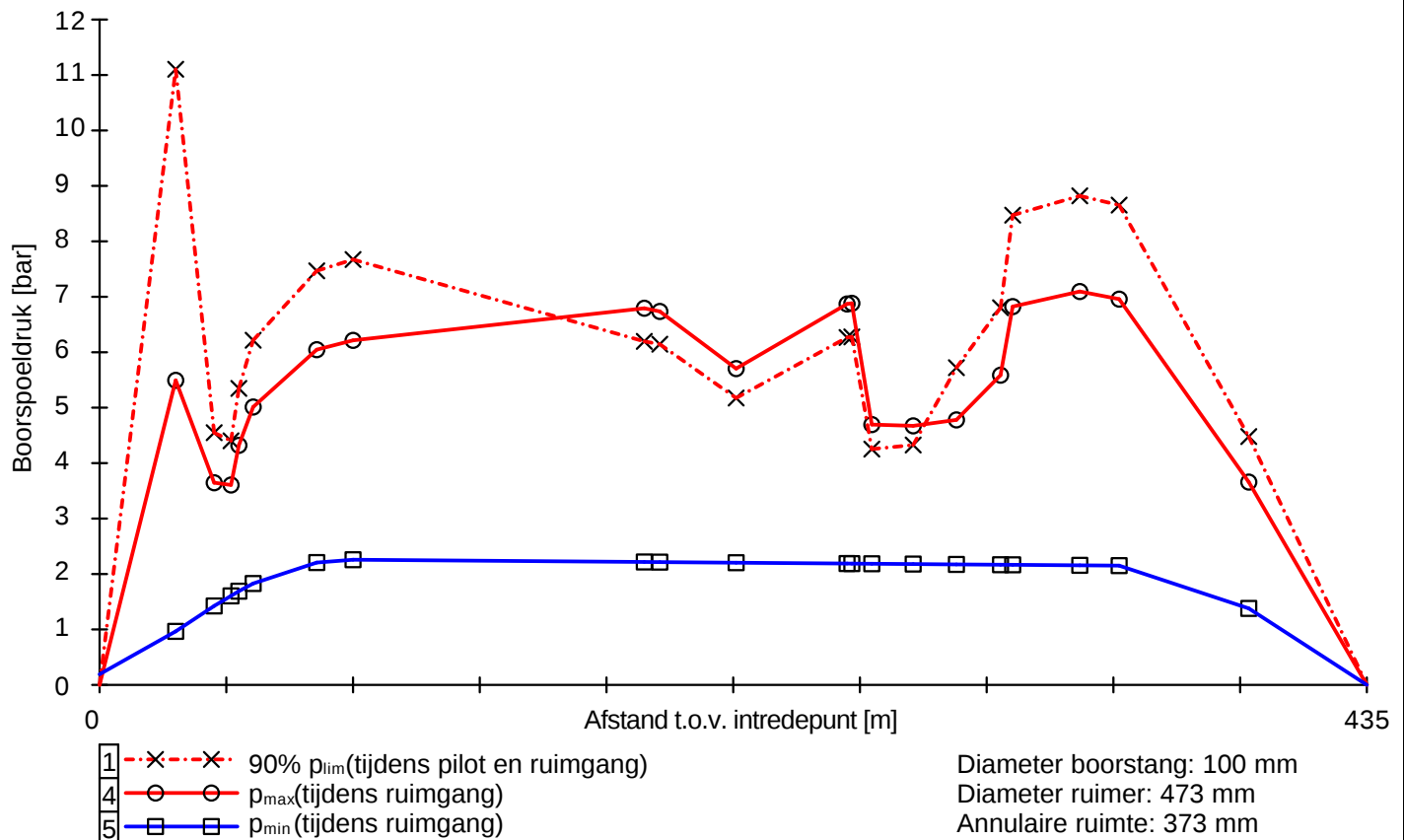
$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r1}}{(D_g - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{D_g - D_b} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r2}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{D_p - D_b} \right) \cdot L + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

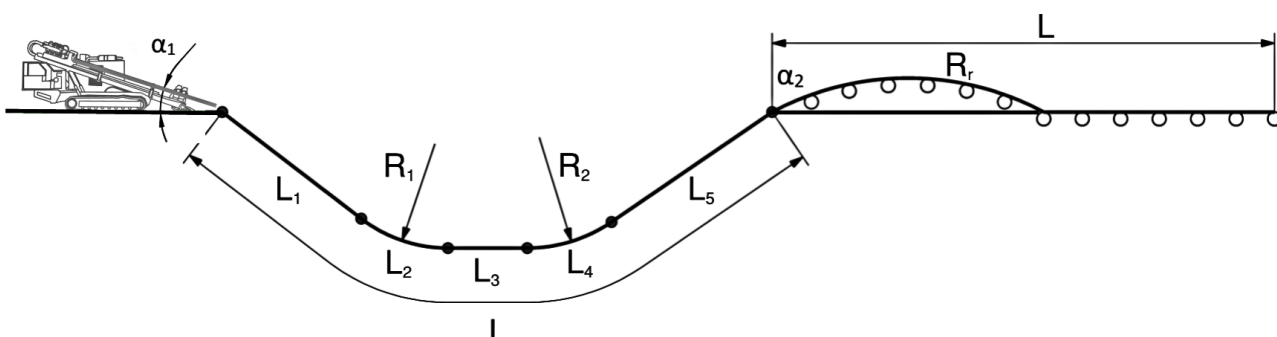
10.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



10.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 3.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : Aanleg middenspanningskabel - 10kV tracé Zonnepark Terheijden			
Projectonderdeel : Te maken HDD boring - Tek. nr. 482.20.2.132-100 - 250 HDPE versie grind versie 3			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 250,00	mm
Wanddikte	d _n	= 22,8	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken			
Totale lengte	L	= 435,17	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 45,15	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 41,89	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 263,09	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 44,51	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 40,53	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 150,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 150,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 150,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 17,00 / 30,57	° / %
Belastinghoek	α	= 30	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	



02-11-2021 14:44:24

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020				Sigma 2020 3.0 ©			
Uitvoeringsaspecten							
Diameter boorstang		D_b	= 100	mm			
<i>Tijdens pilot</i>							
Diameter boorkop		D_p	= 146	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,p}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,p}$	= 15	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_p	= 0,03	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,p}$	= 100	l/min			
<i>Tijdens ruimgang</i>							
Diameter ruimer		D_g	= 473	mm			
Soortelijk gewicht boorvloeistof		$\rho_{m,r}$	= 11,5	kN/m ³			
Zwichtspanning boorvloeistof		$\tau_{y,r}$	= 15	Pa			
Plastische viscositeit boorvloeistof		η_r	= 0,03	Pa·s			
Debiet boorvloeistof		$Q_{m,r}$	= 500	l/min			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet			= 70	%			
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. rollenbaan							
Leiding wordt niet verzwaard t.p.v. boorgang							
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij moeilijke omstandigheden		f	= 2				
Belastingfactor, bovengronds		$f_{k,b}$	= 1,1				
Belastingfactor, ondergronds		$f_{k,o}$	= 1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds		$f_{r,o}$	= 0,9				
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan		f_1	= 0,3				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof		f_2	= 0,00005	N/mm ²			
Wrijving tussen leiding/boorgangwand		f_3	= 0,2				
Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting							
Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
Berm	26,16	7,34	1,40	Zand	18,85	20,92	35,00
Berm	39,35	10,22	1,30	Zand	19,53	19,85	12,00
1e rechte deel	45,15	11,90	1,00	Zand	19,24	19,88	12,00
Berm	47,83	12,53	1,00	Zand	19,39	19,85	12,00
Berm	52,74	14,56	1,50	Zand	18,93	19,87	12,00
Kant weg	74,58	17,90	1,50	Zand	18,93	19,89	12,00
Neergaande bocht	87,04	18,44	1,50	Zand	18,93	19,90	12,00
Berm	187,05	20,26	2,00	Klei	18,00	19,35	12,00
Berm	192,38	20,08	2,00	Klei	17,95	19,35	12,00
2e rechte deel	218,585	19,39	2,00	Klei	18,24	19,30	12,00
Kant weg	256,68	20,37	2,40	Klei	18,01	19,34	12,00
Insteek talud	258,32	20,40	2,40	Klei	17,99	19,35	12,00
Bestaande damwand	265,18	17,31	0,00	Klei	0,00	19,25	12,00
Bodem watergang	279,40	12,96	-4,00	Klei	0,00	19,29	12,00
Bodem watergang	294,23	12,96	-4,00	Zand	0,00	19,23	12,00
Bestaande damwand	309,40	17,31	0,00	Zand	0,00	19,67	12,00
Insteek talud	313,56	19,26	1,70	Zand	18,59	19,70	12,00
Berm	336,61	20,02	2,00	Zand	18,06	19,73	12,00
Opgaande bocht	350,13	19,56	2,00	Zand	18,50	19,70	12,00
3e rechte deel	394,64	12,12	1,30	Zand	19,11	19,72	12,00
					02-11-2021 14:44:24		

Locatie	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
Berm	-	0,00	75,00	Grafiek II
Berm	-	0,00	45,00	Grafiek II
1e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek II
Berm	0,1400	0,00	45,00	Grafiek II
Berm	0,1400	0,00	45,00	Grafiek II
Kant weg	0,1500	0,00	45,00	Grafiek I
Neergaande bocht	0,1500	0,00	45,00	Grafiek I
Berm	-	5,00	3,00	Grafiek II
Berm	-	5,00	3,00	Grafiek II
2e rechte deel	-	0,00	1,50	Grafiek I
Kant weg	-	5,00	3,00	Grafiek I
Insteek talud	-	5,00	3,00	Grafiek II
Bestaande damwand	-	0,00	1,00	Grafiek ½ x II
Bodem watergang	-	5,00	3,00	Geen
Bodem watergang	-	0,00	75,00	Geen
Bestaande damwand	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
Insteek talud	-	0,00	75,00	Grafiek II
Berm	-	0,00	75,00	Grafiek II
Opgaande bocht	0,1500	0,00	75,00	Grafiek II
3e rechte deel	-	0,00	15,00	Grafiek II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
Berm	Geen	03
Berm	Homogeen (zand)	03
1e rechte deel	Homogeen (zand)	03
Berm	Homogeen (zand)	03
Berm	Homogeen (zand)	03
Kant weg	Homogeen (zand)	03
Neergaande bocht	Homogeen (zand)	03
Berm	Homogeen (zand)	02
Berm	Homogeen (zand)	02
2e rechte deel	Homogeen (zand)	02
Kant weg	Homogeen (zand)	02
Insteek talud	Homogeen (zand)	02
Bestaande damwand	Homogeen (zand)	02
Bodem watergang	Homogeen (zand)	02
Bodem watergang	Homogeen (zand)	01
Bestaande damwand	Homogeen (zand)	01
Insteek talud	Homogeen (zand)	01
Berm	Homogeen (zand)	01
Opgaande bocht	Homogeen (zand)	01
3e rechte deel	Homogeen (zand)	01

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 106.064.835,12	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.273,95	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1554	N/mm ¹

2. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

	Leiding op rollenbaan/maaiveld	Leiding in boorgat
Gewicht mediumleiding	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,1554 \text{ N/mm}^1$

3. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

3.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkracht T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	435,17	40.579
Na intrekken van L_5	394,64	36.800
Na intrekken van $L_5 + L_4$	350,13	32.650
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	87,04	8.116
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	45,15	4.210

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 2 \cdot L \cdot 0,1554 \cdot 0,3$$

3.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	40.579	2,49
Na intrekken van L_5	36.800	2,26
Na intrekken van $L_5 + L_4$	32.650	2,01
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	8.116	0,50
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	4.210	0,26

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.273,95}$$

3.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835}{150.000} = 758.363,57 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{758.363,57}{848.519} = \mathbf{0,89 \text{ N/mm}^2}$$

3.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	2,49	3,07
Na intrekken van L ₅	2,26	2,84
Na intrekken van L ₅ + L ₄	2,01	2,59
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	0,50	1,08
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	0,26	0,84

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,89 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$

4. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat

4.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

70% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 549,78 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,155 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 250,00^2 \cdot \pi/4 = 0,565 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,409 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
Na intrekken van L_5	40,53	8.860	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	85,04	-	18.591
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	348,13	76.106	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	390,02	-	85.264
Geheel ingetrokken	435,17	95.134	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 2 \cdot L \cdot (549,78 \cdot 0,00005 + 0,409 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 2 \cdot L \cdot (549,78 \cdot 0,00005 + 0,409 \cdot 0,2)$

4.2 Berekening van de vereiste trekkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Berm	0,0030	150	0,0091	1.880
Berm	0,0030	150	0,0091	1.880
Kant weg	0,0031	150	0,0094	1.913
Neergaande bocht	0,0031	150	0,0094	1.913
Opgaande bocht	0,0031	150	0,0094	1.913

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$Q_r = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 2 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

4.3 Berekening van de wrijving door bochtcracht T_{3c}

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	32.650	18.591	1.913	-	53.153
Opgaande bocht	4.210	85.264	1.913	1.913	93.300

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a, \text{neer}} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a, \text{neer}} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}} + T_{3a, \text{op}} + T_{3b, \text{op}, \text{max}}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,00	53.153	5.918
Opgaande bocht	8,50	93.300	10.388

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 2 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

4.4 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b, \text{neer}}$ [N]	$T_{3c, \text{neer}}$ [N]	$T_{3b, \text{op}}$ [N]	$T_{3c, \text{op}}$ [N]	T_{tot} [N]
Na intrekken van L_5	36.800	8.860	-	-	-	-	45.660
Na intrekken van $L_5 + L_4$	32.650	18.591	1.913	5.918	-	-	59.071
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	8.116	76.106	1.913	5.918	-	-	92.053
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	4.210	85.264	1.913	5.918	1.913	10.388	110.250
Geheel ingetrokken	0	95.134	1.913	5.918	1.913	10.388	115.910

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b, \text{neer}, \text{max}} + T_{3c, \text{neer}} + T_{3b, \text{op}, \text{max}} + T_{3c, \text{op}}$$

4.5 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkraften in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm²]
Na intrekken van L_5	45.660	2,81
Na intrekken van $L_5 + L_4$	59.071	3,63
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	92.053	5,66
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	110.250	6,77
Geheel ingetrokken	115.910	7,12

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{16.273,95}$$

4.6 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat

4.6.1 Neergaande bocht

$$M_b = f_{k,0} \cdot E \cdot \frac{l_b}{f_{r,0} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 150.000} = 1.072.433,33 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.072.433,33}{848.518,68} = \mathbf{1,26 \text{ N/mm}^2}$$

4.6.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,0} \cdot E \cdot \frac{l_b}{f_{r,0} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 150.000} = 1.072.433,33 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.072.433,33}{848.518,68} = \mathbf{1,26 \text{ N/mm}^2}$$

4.7 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	45.660	2,81	-	2,81
Na intrekken van $L_5 + L_4$	59.071	3,63	1,26	4,45
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	92.053	5,66	-	5,66
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	110.250	6,77	1,26	7,60
Geheel ingetrokken	115.910	7,12	-	7,12

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_\sigma \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

5. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase

5.1 Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

5.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

5.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	h [m]	GWS [m]	γ' [kN/m ³]
Berm	7,34	1,40	14,49
Berm	10,22	1,30	13,06
1e rechte deel	11,90	1,00	12,65
Berm	12,53	1,00	12,59
Berm	14,56	1,50	12,78
Kant weg	17,90	1,50	12,63
Neergaande bocht	18,44	1,50	12,62
Berm	20,26	2,00	12,13
Berm	20,08	2,00	12,13
2e rechte deel	19,39	2,00	12,14
Kant weg	20,37	2,40	12,28
Insteek talud	20,40	2,40	12,29
Bestaande damw..	17,31	0,00	11,18
Bodem watergang	12,96	-4,00	11,22
Bodem watergang	12,96	-4,00	11,15
Bestaande damw..	17,31	0,00	11,64
Insteek talud	19,26	1,70	12,44
Berm	20,02	2,00	12,52
Opgaande bocht	19,56	2,00	12,56
3e rechte deel	12,12	1,30	12,69

$$\gamma' = \frac{\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w}{h}$$

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	8·B ₁ [m]	Q _n [N/mm ¹]	Q _{n,r} [N/mm ¹]
Berm	Geen	-	26,58	-
Berm	Homogeen (zand)	2,30	33,37	5,56 ⁽¹⁾
1e rechte deel	Homogeen (zand)	2,30	37,63	5,39 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	2,30	39,45	5,37 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	2,30	46,52	5,45 ⁽¹⁾
Kant weg	Homogeen (zand)	2,30	56,51	5,39 ⁽¹⁾
Neergaande bocht	Homogeen (zand)	2,30	58,16	5,38 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	2,30	61,42	0,00 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	2,30	60,88	0,00 ⁽¹⁾
2e rechte deel	Homogeen (zand)	2,30	58,85	5,18 ⁽¹⁾
Kant weg	Homogeen (zand)	2,30	62,54	0,00 ⁽¹⁾
Insteek talud	Homogeen (zand)	2,30	62,66	0,00 ⁽¹⁾
Bestaande damw..	Homogeen (zand)	2,30	48,36	4,77 ⁽¹⁾
Bodem watergang	Homogeen (zand)	2,30	36,35	0,00 ⁽¹⁾
Bodem watergang	Homogeen (zand)	2,30	36,14	4,76 ⁽¹⁾
Bestaande damw..	Homogeen (zand)	2,30	50,36	4,97 ⁽¹⁾
Insteek talud	Homogeen (zand)	2,30	59,92	5,31 ⁽¹⁾
Berm	Homogeen (zand)	2,30	62,66	5,34 ⁽¹⁾
Opgaande bocht	Homogeen (zand)	2,30	61,41	5,36 ⁽¹⁾
3e rechte deel	Homogeen (zand)	2,30	38,46	5,41 ⁽¹⁾

$$B_1 = \frac{1}{2} \cdot D_0 + D_0 \cdot \tan(45^\circ - \frac{1}{2} \cdot \varphi) \geq R$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_0 = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_0$$

Indien gereduceerde grondbelasting volgens berekeningswijze 'Homogeen (zand)': ($h \geq 8 \cdot B_1$):

$$Q_{n,r1} = \frac{B_1 \cdot (\gamma' - c/B_1)}{K \cdot \tan(\varphi)} \cdot (1 - e^{\frac{-K \cdot h \cdot \tan \varphi}{B_1}}) \cdot D_0 \quad (1)$$

5.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ²]
Berm	7,34	Grafiek II	2,51	0,63
Berm	10,22	Grafiek II	1,62	0,41
1e rechte deel	11,90	Grafiek II	1,31	0,33
Berm	12,53	Grafiek II	1,21	0,30
Berm	14,56	Grafiek II	0,97	0,24
Kant weg	17,90	Grafiek I	1,61	0,40
Neergaande bocht	18,44	Grafiek I	1,52	0,38
Berm	20,26	Grafiek II	0,56	0,14
Berm	20,08	Grafiek II	0,57	0,14
2e rechte deel	19,39	Grafiek I	1,39	0,35
Kant weg	20,37	Grafiek I	1,27	0,32
Insteek talud	20,40	Grafiek II	0,55	0,14
Bestaande damw..	17,31	Grafiek ½ x II	0,37	0,09
Bodem watergang	12,96	Geen	0,00	0,00
Bodem watergang	12,96	Geen	0,00	0,00
Bestaande damw..	17,31	Grafiek ½ x II	0,37	0,09
Insteek talud	19,26	Grafiek II	0,61	0,15
Berm	20,02	Grafiek II	0,57	0,14
Opgaande bocht	19,56	Grafiek II	0,59	0,15
3e rechte deel	12,12	Grafiek II	1,27	0,32

$$Q_v = q_v \cdot D_0 = q_v \cdot 250$$

5.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	$Q_{n,r}$ [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
Berm	26,58	-	0,63	27,21	794,30 ⁽¹⁾	9,17
Berm	33,37	5,56	0,41	5,97	174,17 ⁽²⁾	2,01
1e rechte deel	37,63	5,39	0,33	5,72	166,98 ⁽²⁾	1,93
Berm	39,45	5,37	0,30	5,67	165,63 ⁽²⁾	1,91
Berm	46,52	5,45	0,24	5,69	166,22 ⁽²⁾	1,92
Kant weg	56,51	5,39	0,40	5,79	169,04 ⁽²⁾	1,95
Neergaande bocht	58,16	5,38	0,38	5,76	168,28 ⁽²⁾	1,94
Berm	61,42	0,00	0,14	0,14	4,08 ⁽²⁾	0,05
Berm	60,88	0,00	0,14	0,14	4,15 ⁽²⁾	0,05
2e rechte deel	58,85	5,18	0,35	5,53	161,39 ⁽²⁾	1,86
Kant weg	62,54	0,00	0,32	0,32	9,27 ⁽²⁾	0,11
Insteek talud	62,66	0,00	0,14	0,14	4,04 ⁽²⁾	0,05
Bestaande damw..	48,36	4,77	0,09	4,86	141,87 ⁽²⁾	1,64
Bodem watergang	36,35	0,00	0,00	0,00	0,00 ⁽²⁾	0,00
Bodem watergang	36,14	4,76	0,00	4,76	138,86 ⁽²⁾	1,60
Bestaande damw..	50,36	4,97	0,09	5,06	147,62 ⁽²⁾	1,70
Insteek talud	59,92	5,31	0,15	5,46	159,48 ⁽²⁾	1,84
Berm	62,66	5,34	0,14	5,48	160,11 ⁽²⁾	1,85
Opgaande bocht	61,41	5,36	0,15	5,51	160,77 ⁽²⁾	1,86
3e rechte deel	38,46	5,41	0,32	5,73	167,29 ⁽²⁾	1,93

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60 \quad (1)$$

$$M_q = K_b \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot 113,60 \quad (2)$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{86,64}$$

5.6 Optredende spanning σ_{qr} t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Berm	150	0,0091	0,59
Berm	150	0,0091	0,59
Kant weg	150	0,0094	0,61
Neergaande bocht	150	0,0094	0,61
Opgaande bocht	150	0,0094	0,61

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{86,64}$$

5.7 Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

6. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{987,70}{227,2^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²**

7. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07 m** grondwater boven de leiding

8. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

8.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
Berm	9,17	-	0,65	5,96
Berm	2,01	-	0,65	1,31
1e rechte deel	1,93	-	0,65	1,25
Berm	1,91	0,59	0,65	1,62
Berm	1,92	0,59	0,65	1,63
Kant weg	1,95	0,61	0,65	1,66
Neergaande bocht	1,94	0,61	0,65	1,66
Berm	0,05	-	0,65	0,03
Berm	0,05	-	0,65	0,03
2e rechte deel	1,86	-	0,65	1,21
Kant weg	0,11	-	0,65	0,07
Insteek talud	0,05	-	0,65	0,03
Bestaande damw..	1,64	-	0,65	1,06
Bodem watergang	0,00	-	0,65	0,00
Bodem watergang	1,60	-	0,65	1,04
Bestaande damw..	1,70	-	0,65	1,11
Insteek talud	1,84	-	0,65	1,20
Berm	1,85	-	0,65	1,20
Opgaande bocht	1,86	0,61	0,65	1,60
3e rechte deel	1,93	-	0,65	1,26

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

8.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	1,26	0,65	0,82
Berm	0,00	0,00	1,26	0,65	0,82
Kant weg	0,00	0,00	1,26	0,65	0,82
Neergaande bocht	0,00	0,00	1,26	0,65	0,82
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Kant weg	0,00	0,00	-	-	0,00
Insteek talud	0,00	0,00	-	-	0,00
Bestaande damw..	0,00	0,00	-	-	0,00
Bodem watergang	0,00	0,00	-	-	0,00
Bodem watergang	0,00	0,00	-	-	0,00
Bestaande damw..	0,00	0,00	-	-	0,00
Insteek talud	0,00	0,00	-	-	0,00
Berm	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	1,26	0,65	0,82
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$ N/mm²

9. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	$Q_{n,r}$ [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
Berm	26,58	-	0,63	-	5,53⁽¹⁾	2,43
Berm	33,37	5,56	0,41	-	0,65⁽²⁾	0,15
1e rechte deel	37,63	5,39	0,33	-	0,63⁽²⁾	0,14
Berm	39,45	5,37	0,30	0,0091	0,63⁽²⁾	0,14
Berm	46,52	5,45	0,24	0,0091	0,63⁽²⁾	0,14
Kant weg	56,51	5,39	0,40	0,0094	0,63⁽²⁾	0,14
Neergaande bocht	58,16	5,38	0,38	0,0094	0,63⁽²⁾	0,14
Berm	61,42	0,00	0,14	-	0,01⁽²⁾	0,0018
Berm	60,88	0,00	0,14	-	0,01⁽²⁾	0,0018
2e rechte deel	58,85	5,18	0,35	-	0,61⁽²⁾	0,14
Kant weg	62,54	0,00	0,32	-	0,02⁽²⁾	0,0041
Insteek talud	62,66	0,00	0,14	-	0,01⁽²⁾	0,0018
Bestaande damw..	48,36	4,77	0,09	-	0,55⁽²⁾	0,12
Bodem watergang	36,35	0,00	0,00	-	0,00⁽²⁾	0
Bodem watergang	36,14	4,76	0,00	-	0,54⁽²⁾	0,12
Bestaande damw..	50,36	4,97	0,09	-	0,57⁽²⁾	0,13
Insteek talud	59,92	5,31	0,15	-	0,61⁽²⁾	0,14
Berm	62,66	5,34	0,14	-	0,61⁽²⁾	0,14
Opgaande bocht	61,41	5,36	0,15	0,0094	0,62⁽²⁾	0,14
3e rechte deel	38,46	5,41	0,32	-	0,63⁽²⁾	0,14

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q) - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r}{E' \cdot I_w} \cdot r_g^3 \quad (1)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{h,r} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w} \quad (2)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_{n,r} + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} \cdot (Q_{n,r} + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 227,20 = **18,18 mm**

10. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	E_{100} [MN/m ²]
Berm	7,34	77,56	33,07	55,32	87,04	77,33
Berm	10,22	94,85	75,13	84,99	102,66	51,99
1e rechte deel	11,90	105,48	83,55	94,52	114,17	18,40
Berm	12,53	110,39	87,44	98,92	119,48	56,53
Berm	14,56	131,12	103,86	117,49	141,92	61,39
Kant weg	17,90	158,36	125,43	141,89	171,39	67,66
Neergaande bocht	18,44	162,87	129,01	145,94	176,29	68,64
Berm	20,26	171,34	135,71	153,53	190,34	6,16
Berm	20,08	169,88	134,56	152,22	188,76	6,11
2e rechte deel	19,39	164,38	130,20	147,29	177,91	2,98
Kant weg	20,37	175,54	139,04	157,29	194,88	6,25
Insteek talud	20,40	175,89	139,32	157,60	195,26	6,26
Bestaande damw..	17,31	129,83	102,83	116,33	140,52	1,70
Bodem watergang	12,96	97,67	77,36	87,52	110,60	4,05
Bodem watergang	12,96	96,96	76,80	86,88	104,95	90,17
Bestaande damw..	17,31	136,43	108,07	122,25	147,67	63,87
Insteek talud	19,26	167,61	132,76	150,19	181,42	116,11
Berm	20,02	175,85	139,29	157,57	190,33	118,73
Opgaande bocht	19,56	172,52	136,65	154,59	186,73	117,54
3e rechte deel	12,12	108,36	85,83	97,09	117,28	18,60

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	v [-]	p _{lim} [N/mm ²]	90% p _{lim} [bar] 1
Berm	39,95	0,00079	0,0594	0,2989	1,23	11,10
Berm	60,13	0,00029	0,0892	0,4420	0,51	4,55
1e rechte deel	21,28	0,00092	0,1090	0,4420	0,49	4,40
Berm	65,38	0,00031	0,1153	0,4420	0,59	5,35
Berm	71,00	0,00034	0,1306	0,4420	0,69	6,22
Kant weg	78,25	0,00038	0,1640	0,4420	0,83	7,47
Neergaande bocht	79,38	0,00038	0,1694	0,4420	0,85	7,67
Berm	7,12	0,0052	0,1826	0,4420	0,69	6,20
Berm	7,07	0,0052	0,1808	0,4420	0,68	6,14
2e rechte deel	3,44	0,0089	0,1739	0,4420	0,57	5,17
Kant weg	7,22	0,0052	0,1797	0,4420	0,70	6,27
Insteek talud	7,24	0,0052	0,1800	0,4420	0,70	6,28
Bestaande damw..	1,96	0,012	0,1731	0,4420	0,47	4,25
Bodem watergang	4,68	0,0049	0,1696	0,4420	0,48	4,33
Bodem watergang	104,29	0,00017	0,1696	0,4420	0,64	5,72
Bestaande damw..	73,87	0,00034	0,1731	0,4420	0,76	6,80
Insteek talud	134,29	0,00023	0,1756	0,4420	0,94	8,47
Berm	137,32	0,00024	0,1802	0,4420	0,98	8,82
Opgaande bocht	135,95	0,00024	0,1756	0,4420	0,96	8,65
3e rechte deel	21,52	0,00094	0,1082	0,4420	0,50	4,48

$$G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\nu = \frac{K}{1 + K}$$

$$p_{\text{lim}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

10.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δh_{in} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 2	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 3
Berm	0,82	7,21	0,55	5,49	0,09	0,92
Berm	1,35	10,85	0,36	3,65	0,14	1,39
1e rechte deel	0,76	12,45	0,36	3,61	0,16	1,60
Berm	1,30	13,19	0,43	4,32	0,17	1,69
Berm	1,24	14,41	0,50	5,01	0,18	1,85
Kant weg	1,19	17,77	0,60	6,05	0,23	2,32
Neergaande bocht	1,18	18,26	0,62	6,21	0,24	2,42
Berm	10,13	18,26	0,69	6,87	0,28	2,78
Berm	10,04	18,26	0,68	6,82	0,28	2,80
2e rechte deel	9,70	18,26	0,57	5,74	0,29	2,90
Kant weg	10,19	18,26	0,70	6,95	0,30	3,04
Insteek talud	10,20	18,26	0,70	6,96	0,30	3,04
Bestaande damw..	8,66	18,26	0,47	4,72	0,31	3,07
Bodem watergang	6,48	18,26	0,48	4,79	0,31	3,12
Bodem watergang	1,75	18,26	0,48	4,78	0,32	3,17
Bestaande damw..	1,24	18,26	0,56	5,59	0,32	3,23
Insteek talud	1,51	18,26	0,68	6,82	0,32	3,24
Berm	1,49	18,26	0,71	7,10	0,33	3,33
Opgaande bocht	1,50	18,26	0,70	6,96	0,34	3,38
3e rechte deel	0,75	11,70	0,37	3,66	0,28	2,79

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{100}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{100}{1/4 \cdot \pi \cdot (146^2 - 100^2)} = 0,188 \text{ m/s}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ OF } \frac{H}{2}$$

$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,p}}{D_p - D_b} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in}$$

10.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δh_{uit} [m]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 4	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 5
3e rechte deel	2,44	11,85	0,37	3,66	0,14 ⁽¹⁾	1,38
Opgaande bocht	4,86	18,40	0,70	6,96	0,22 ⁽¹⁾	2,15
Berm	4,84	18,40	0,71	7,10	0,22 ⁽¹⁾	2,16
Insteek talud	4,90	18,40	0,68	6,82	0,22 ⁽¹⁾	2,17
Bestaande damw..	4,03	18,40	0,56	5,59	0,22 ⁽¹⁾	2,17
Bodem watergang	5,68	18,40	0,48	4,78	0,22 ⁽¹⁾	2,17
Bodem watergang	6,48	18,40	0,47	4,67	0,22 ⁽¹⁾	2,18
Bestaande damw..	8,66	18,40	0,47	4,70	0,22 ⁽¹⁾	2,19
Insteek talud	10,20	18,40	0,69	6,88	0,22 ⁽¹⁾	2,19
Kant weg	10,19	18,40	0,69	6,87	0,22 ⁽¹⁾	2,19
2e rechte deel	9,70	18,40	0,57	5,70	0,22 ⁽¹⁾	2,20
Berm	10,04	18,40	0,67	6,74	0,22 ⁽¹⁾	2,21
Berm	10,13	18,40	0,68	6,79	0,22 ⁽¹⁾	2,22
Neergaande bocht	3,83	18,40	0,62	6,21	0,23 ⁽¹⁾	2,26
Kant weg	3,85	17,91	0,60	6,05	0,22 ⁽¹⁾	2,21
Berm	4,03	14,56	0,50	5,01	0,18 ⁽¹⁾	1,83
Berm	4,22	13,33	0,43	4,32	0,17 ⁽¹⁾	1,69
1e rechte deel	2,46	12,59	0,36	3,61	0,16 ⁽¹⁾	1,61
Berm	4,36	10,99	0,36	3,65	0,14 ⁽¹⁾	1,42
Berm	2,65	7,36	0,55	5,49	0,10 ⁽²⁾	0,97

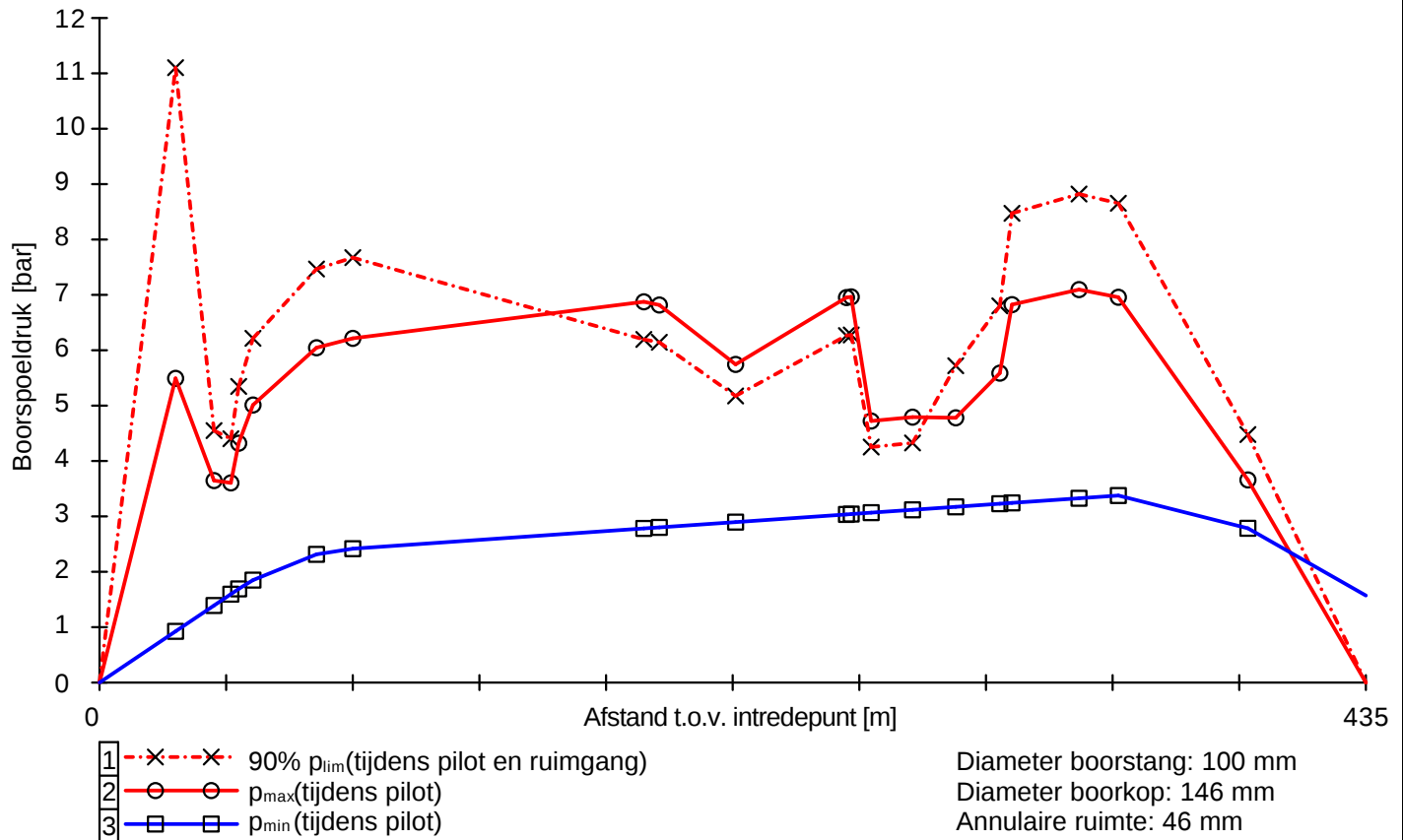
$$v_{m,r1} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_g^2 - D_b^2)} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (473^2 - 100^2)} = 0,050 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r2} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{500}{1/4 \cdot \pi \cdot (146^2 - 100^2)} = 0,938 \text{ m/s}$$

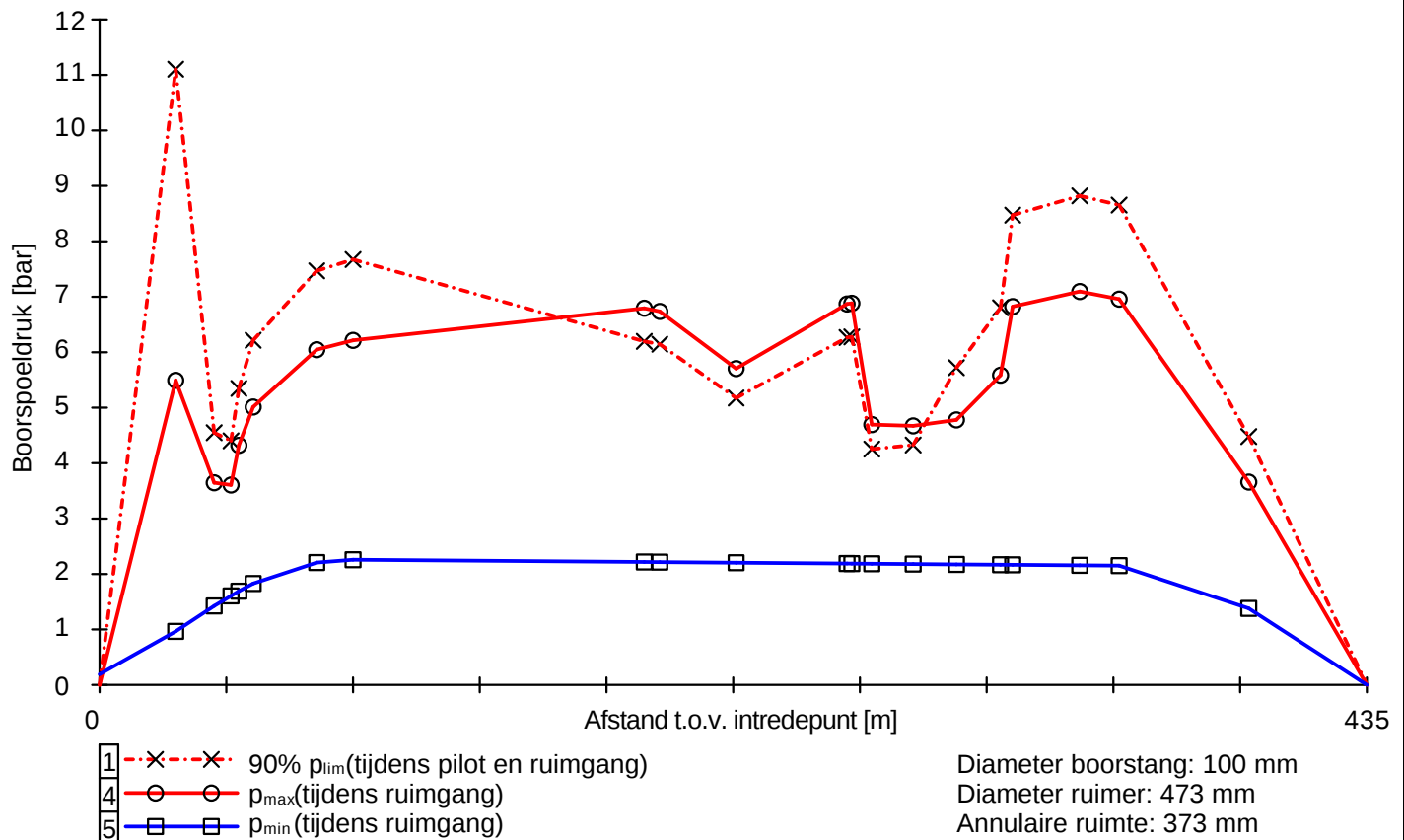
$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r1}}{(D_g - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{D_g - D_b} \right) \cdot (L_{tot} - L) + p_{m,r} \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min} = \left(\frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r2}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{D_p - D_b} \right) \cdot L + p_{m,r} \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

10.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



10.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020			Sigma 2020 2.1 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : Aanleg middenspanningskabel - 10kV tracé Zonnepark Terheijden			
Projectonderdeel : Boorspoeldruk - Tek. nr. 482.20.2.132-100 - B1			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Klei	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 17,99	kN/m ³
Volumiek gewicht natte grond	γ_n	= 19,35	kN/m ³
Volumiek gewicht water	γ_w	= 10	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 22,5	°
Effectieve cohesie	c'	= 5	kN/m ²
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 3	MN/m ²
Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 20,40	m
Gronddekking boven de grondwaterstand	H_d	= 2,4	m
Gronddekking onder de grondwaterstand	H_n	= 18,00	m
Afstand t.o.v. intredepunt	L	= 258,32	m
Totale lengte	L_{tot}	= 435,16	m
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Diameter boorstang	D_b	= 100	mm
Diameter boorkop	D_p	= 146	mm
Diameter ruimer	D_g	= 473	mm
1. Maximaal toelaatbare boorspoeldruk (conform NEN 3650-serie)			
1.1 Neutrale grondbelasting			
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$			
$q_n = 1,1 \cdot 17,99 \cdot 2,4 + 1,1 \cdot 19,35 \cdot 18,00 - 10 \cdot 18,00 = 250,62 \text{ kN/m}^2$			
1.2 Verticale terreinspanning			
$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$			
$\sigma_{vert} = \frac{17,99}{1,1} \cdot 2,4 + \frac{19,35}{1,1} \cdot 18,00 - 10 \cdot 18,00 = 175,89 \text{ kN/m}^2$			
1.3 Horizontale terreinspanning			
$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\phi))$			
$\sigma_{hor} = 175,89 \cdot (1 - \sin(22,5)) = 108,58 \text{ kN/m}^2$			
1.4 Gemiddelde terreinspanning			
$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$			
$\sigma_o' = \frac{175,89 + 108,58}{2} = 142,23 \text{ kN/m}^2$			
1.5 Boorspoeldruk waarbij de eerste plastische vervormingen optreden			
$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\phi)) + c \cdot \cos(\phi)$			
$p_f' = 142,23 \cdot (1 + \sin(22,5)) + 5 \cdot \cos(22,5) = 201,28 \text{ kN/m}^2$			
			03-08-2021 15:29:10

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
1.6 Glijdingsmodulus $\kappa = 1 - \sin(\varphi)$ $\kappa = 1 - \sin(22,5) = 0,617$ $\nu = \frac{\kappa}{1 + \kappa}$ $\nu = \frac{0,617}{1 + 0,617} = 0,38$ $E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,8} = 3 \cdot (250,62/100)^{0,8} = 6,26 \text{ MN/m}^2$ $G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + \nu)}$ $G = \frac{6,26}{2 \cdot (1 + 0,38)} = 4,28 \text{ MN/m}^2$	
1.7 Bepaling van Q $Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$ $Q = \frac{142,23 \cdot \sin(22,5) + 5 \cdot \cos(22,5)}{4,28 \cdot 10^3} = 0,014$	
1.8 Bepaling initiële straal boorgang en max. toelaatbare plastische zone 1.8.1 Tijdens pilot $R_o = \frac{D_p}{2} = 73,00 \text{ mm}$ $R_{p, \text{max}} = \frac{H}{2}$ $R_{p, \text{max}} = \frac{20400,00}{2} = 10.200,00 \text{ mm}$ 1.8.2 Tijdens ruimgang $R_o = \frac{D_g}{2} = 236,5 \text{ mm}$ $R_{p, \text{max}} = \frac{20400,00}{2} = 10.200,00 \text{ mm}$	
1.9 Berekening van de aanwezige waterspanning $u = \gamma_w \cdot H_n$ $u = (10 \cdot 18,00) \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ N/mm}^2$	
1.10 Effectieve limietdruk $p_{\text{lim}} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$ $p_{\text{lim}} = (201,28 + 5 \cdot \cot(22,5)) \cdot Q^{\frac{-\sin 22,5}{1 + \sin 22,5}} - 5 \cdot \cot(22,5) + 0,18 = 0,87 \text{ N/mm}^2$ $p_{\text{lim}, 90\%} = 0,90 \cdot 0,87 = \mathbf{0,78 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{7,80 \text{ bar}} = \mathbf{779,56 \text{ kPa}}$	
	03-08-2021 15:29:11

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
1.11 Maximaal toelaatbare boorspoeldruk 1.11.1 Tijdens pilot $p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,\max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1+\sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$ $p_{\max} = (201,28 + 5 \cdot \cot(22,5)) \cdot \left(\frac{73,00^2}{10.200,00} + 0,01 \right)^{\frac{-\sin 22,5}{1+\sin 22,5}} - 5 \cdot \cot(22,5) + 0,18$ $p_{\max} = \mathbf{0,87 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{8,65 \text{ bar}} = \mathbf{865,46 \text{ kPa}}$ 1.11.2 Tijdens ruimgang $p_{\max} = (201,28 + 5 \cdot \cot(22,5)) \cdot \left(\frac{236,5^2}{10.200,00} + 0,01 \right)^{\frac{-\sin 22,5}{1+\sin 22,5}} - 5 \cdot \cot(22,5) + 0,18$ $p_{\max} = \mathbf{0,86 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{8,59 \text{ bar}} = \mathbf{858,82 \text{ kPa}}$	
2. Minimaal benodigde boorspoeldruk 2.1 Statische druk $p_{\text{st}} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$ $p_{\text{st}} = (1.150,00 \cdot 9,81 \cdot 18,00) \cdot 10^{-6} = 0,20 \text{ N/mm}^2$ 2.2 Drukverschil 2.2.1 Tijdens pilot $\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_p - D_b} \cdot L$ $\Delta p = 4 \cdot \frac{0,000015}{146 - 100} \cdot 258.320,00 = 0,337 \text{ N/mm}^2$ 2.2.2 Tijdens ruimgang $\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot (L_{\text{tot}} - L)$ $\Delta p = 4 \cdot \frac{0,000015}{473 - 100} \cdot (435.160,00 - 258.320,00) = 0,028 \text{ N/mm}^2$	
2.3 Minimaal benodigde boorspoeldruk 2.3.1 Tijdens pilot $p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$ $p_{\min} = 0,20 + 0,337 = \mathbf{0,54 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{5,40 \text{ bar}} = \mathbf{540,01 \text{ kPa}}$ 2.3.2 Tijdens ruimgang $p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$ $p_{\min} = 0,20 + 0,028 = \mathbf{0,23 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{2,32 \text{ bar}} = \mathbf{231,51 \text{ kPa}}$	
	03-08-2021 15:29:11

3. Conclusie

3.1 Tijdens pilot

$p_{lim,90\%} < p_{max} \rightarrow p_{lim,90\%}$ is maatgevend

$p_{lim,90\%} > p_{min} \rightarrow$ Voldoet

3.2 Tijdens ruimgang

$p_{lim,90\%} < p_{max} \rightarrow p_{lim,90\%}$ is maatgevend

$p_{lim,90\%} > p_{min} \rightarrow$ Voldoet

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020			Sigma 2020 2.1 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : Aanleg middenspanningskabel - 10kV tracé Zonnepark Terheijden			
Projectonderdeel : Boorspoeldruk - Tek. nr. 482.20.2.132-100 - B3			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Zand	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 0	kN/m ³
Volumiek gewicht natte grond	γ_n	= 19,23	kN/m ³
Volumiek gewicht water	γ_w	= 10	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 35	°
Effectieve cohesie	c'	= 0	kN/m ²
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 75	MN/m ²
Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 12,96	m
G.W.S. t.o.v. maaiveld		= -4	m
Afstand t.o.v. intredepunt	L	= 294,23	m
Totale lengte	L_{tot}	= 435,16	m
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Diameter boorstang	D_b	= 100	mm
Diameter boorkop	D_p	= 146	mm
Diameter ruimer	D_g	= 473	mm
1. Maximaal toelaatbare boorspoeldruk (conform NEN 3650-serie)			
1.1 Neutrale grondbelasting			
$q_n = \gamma \cdot \gamma_n \cdot H - \gamma_w \cdot H$			
$q_n = 1,1 \cdot 19,23 \cdot 12,96 - 10 \cdot 12,96 = 144,54 \text{ kN/m}^2$			
1.2 Verticale terreinspanning			
$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H - \gamma_w \cdot H$			
$\sigma_{vert} = \frac{19,23}{1,1} \cdot 12,96 - 10 \cdot 12,96 = 96,96 \text{ kN/m}^2$			
1.3 Horizontale terreinspanning			
$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\phi))$			
$\sigma_{hor} = 96,96 \cdot (1 - \sin(35)) = 41,35 \text{ kN/m}^2$			
1.4 Gemiddelde terreinspanning			
$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$			
$\sigma_o' = \frac{96,96 + 41,35}{2} = 69,16 \text{ kN/m}^2$			
1.5 Boorspoeldruk waarbij de eerste plastische vervormingen optreden			
$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\phi)) + c \cdot \cos(\phi)$			
$p_f' = 69,16 \cdot (1 + \sin(35)) + 0 \cdot \cos(35) = 108,82 \text{ kN/m}^2$			
			03-08-2021 15:32:46

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
16 Glijdingsmodulus $\kappa = 1 - \sin(\varphi)$ $\kappa = 1 - \sin(35) = 0,426$ $\nu = \frac{\kappa}{1 + \kappa}$ $\nu = \frac{0,426}{1 + 0,426} = 0,30$ $E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,5} = 75 \cdot (144,54/100)^{0,5} = 90,17 \text{ MN/m}^2$ $G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + \nu)}$ $G = \frac{90,17}{2 \cdot (1 + 0,30)} = 46,59 \text{ MN/m}^2$	
17 Bepaling van Q $Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$ $Q = \frac{69,16 \cdot \sin(35) + 0 \cdot \cos(35)}{46,59 \cdot 10^3} = 0,001$	
18 Bepaling initiële straal boorgang en max. toelaatbare plastische zone 18.1 Tijdens pilot $R_o = \frac{D_p}{2} = 73,00 \text{ mm}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g, \text{max}}}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{73^2}{0,001} \cdot 2 \cdot 0,05} = 791,12 \text{ mm}$ 18.2 Tijdens ruimgang $R_o = \frac{D_g}{2} = 236,5 \text{ mm}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g, \text{max}}}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{236,5^2}{0,001} \cdot 2 \cdot 0,05} = 2.563,00 \text{ mm}$	
19 Berekening van de aanwezige waterspanning $u = \gamma_w \cdot H_n$ $u = (10 \cdot 16,96) \cdot 10^{-3} = 0,17 \text{ N/mm}^2$	
110 Effectieve limietdruk $p_{\text{lim}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$ $p_{\text{lim}} = (108,82 + 0 \cdot \cot(35)) \cdot Q^{\frac{-\sin 35}{1 + \sin 35}} - 0 \cdot \cot(35) + 0,17 = 1,60 \text{ N/mm}^2$ $p_{\text{lim}, 90\%} = 0,90 \cdot 1,60 = \mathbf{1,44 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{14,41 \text{ bar}} = \mathbf{1.440,68 \text{ kPa}}$	
03-08-2021 15:32:46	

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
1.11 Maximaal toelaatbare boorspoeldruk 1.11.1 Tijdens pilot $p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,\max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$ $p_{\max} = (108,82 + 0 \cdot \cot(35)) \cdot \left(\frac{73,00^2}{791,12} + 0,00 \right)^{\frac{-\sin 35}{1 + \sin 35}} - 0 \cdot \cot(35) + 0,17$ $p_{\max} = \mathbf{0,77 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{7,67 \text{ bar}} = \mathbf{766,77 \text{ kPa}}$ 1.11.2 Tijdens ruimgang $p_{\max} = (108,82 + 0 \cdot \cot(35)) \cdot \left(\frac{236,5^2}{791,12} + 0,00 \right)^{\frac{-\sin 35}{1 + \sin 35}} - 0 \cdot \cot(35) + 0,17$ $p_{\max} = \mathbf{0,77 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{7,67 \text{ bar}} = \mathbf{766,77 \text{ kPa}}$	
2. Minimaal benodigde boorspoeldruk 2.1 Statische druk $p_{\text{st}} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$ $p_{\text{st}} = (1.150,00 \cdot 9,81 \cdot 16,96) \cdot 10^{-6} = 0,19 \text{ N/mm}^2$ 2.2 Drukverschil 2.2.1 Tijdens pilot $\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_p - D_b} \cdot L$ $\Delta p = 4 \cdot \frac{0,000015}{146 - 100} \cdot 294.230,00 = 0,384 \text{ N/mm}^2$ 2.2.2 Tijdens ruimgang $\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot (L_{\text{tot}} - L)$ $\Delta p = 4 \cdot \frac{0,000015}{473 - 100} \cdot (435.160,00 - 294.230,00) = 0,023 \text{ N/mm}^2$	
2.3 Minimaal benodigde boorspoeldruk 2.3.1 Tijdens pilot $p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$ $p_{\min} = 0,19 + 0,384 = \mathbf{0,58 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{5,75 \text{ bar}} = \mathbf{575,11 \text{ kPa}}$ 2.3.2 Tijdens ruimgang $p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$ $p_{\min} = 0,19 + 0,023 = \mathbf{0,21 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{2,14 \text{ bar}} = \mathbf{214,00 \text{ kPa}}$	

3. Conclusie

3.1 Tijdens pilot

$p_{\max} < p_{\text{lim},90\%} \rightarrow p_{\max}$ is maatgevend

$p_{\max} > p_{\min} \rightarrow$ Voldoet

3.2 Tijdens ruimgang

$p_{\max} < p_{\text{lim},90\%} \rightarrow p_{\max}$ is maatgevend

$p_{\max} > p_{\min} \rightarrow$ Voldoet

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020			Sigma 2020 2.1 ©
Algemene gegevens			
Naam van het project : Aanleg middenspanningskabel - 10kV tracé Zonnepark Terheijden			
Projectonderdeel : Boorspoeldruk - Tek. nr. 482.20.2.132-100 - B4			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Zand	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 18,59	kN/m ³
Volumiek gewicht natte grond	γ_n	= 19,70	kN/m ³
Volumiek gewicht water	γ_w	= 10	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	ϕ	= 35,0	°
Effectieve cohesie	c'	= 0,0	kN/m ²
E-modulus ondergrond	E_{100}	= 75	MN/m ²
Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 19,26	m
Gronddekking boven de grondwaterstand	H_d	= 1,7	m
Gronddekking onder de grondwaterstand	H_n	= 17,56	m
Afstand t.o.v. intredepunt	L	= 313,56	m
Totale lengte	L_{tot}	= 435,16	m
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Diameter boorstang	D_b	= 100	mm
Diameter boorkop	D_p	= 146	mm
Diameter ruimer	D_g	= 473	mm
1. Maximaal toelaatbare boorspoeldruk (conform NEN 3650-serie)			
1.1 Neutrale grondbelasting			
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$			
$q_n = 1,1 \cdot 18,59 \cdot 1,7 + 1,1 \cdot 19,70 \cdot 17,56 - 10 \cdot 17,56 = 239,69 \text{ kN/m}^2$			
1.2 Verticale terreinspanning			
$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$			
$\sigma_{vert} = \frac{18,59}{1,1} \cdot 1,7 + \frac{19,70}{1,1} \cdot 17,56 - 10 \cdot 17,56 = 167,61 \text{ kN/m}^2$			
1.3 Horizontale terreinspanning			
$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\phi))$			
$\sigma_{hor} = 167,61 \cdot (1 - \sin(35,0)) = 71,47 \text{ kN/m}^2$			
1.4 Gemiddelde terreinspanning			
$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$			
$\sigma_o' = \frac{167,61 + 71,47}{2} = 119,54 \text{ kN/m}^2$			
1.5 Boorspoeldruk waarbij de eerste plastische vervormingen optreden			
$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\phi)) + c \cdot \cos(\phi)$			
$p_f' = 119,54 \cdot (1 + \sin(35,0)) + 0,0 \cdot \cos(35,0) = 188,11 \text{ kN/m}^2$			
			03-08-2021 15:34:28

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
16 Glijdingsmodulus $\kappa = 1 - \sin(\varphi)$ $\kappa = 1 - \sin(35,0) = 0,426$ $\nu = \frac{\kappa}{1 + \kappa}$ $\nu = \frac{0,426}{1 + 0,426} = 0,30$ $E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^{0,5} = 75 \cdot (239,69/100)^{0,5} = 116,11 \text{ MN/m}^2$ $G = \frac{E_{100, \text{norm}}}{2 \cdot (1 + \nu)}$ $G = \frac{116,11}{2 \cdot (1 + 0,30)} = 59,99 \text{ MN/m}^2$	
17 Bepaling van Q $Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$ $Q = \frac{119,54 \cdot \sin(35,0) + 0,0 \cdot \cos(35,0)}{59,99 \cdot 10^3} = 0,001$	
18 Bepaling initiële straal boorgang en max. toelaatbare plastische zone 18.1 Tijdens pilot $R_o = \frac{D_p}{2} = 73,00 \text{ mm}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g, \text{max}}}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{73^2}{0,001} \cdot 2 \cdot 0,05} = 682,82 \text{ mm}$ 18.2 Tijdens ruimgang $R_o = \frac{D_g}{2} = 236,5 \text{ mm}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g, \text{max}}}$ $R_{p, \text{max}} = \sqrt{\frac{236,5^2}{0,001} \cdot 2 \cdot 0,05} = 2.212,14 \text{ mm}$	
19 Berekening van de aanwezige waterspanning $u = \gamma_w \cdot H_n$ $u = (10 \cdot 17,56) \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ N/mm}^2$	
110 Effectieve limietdruk $p_{\text{lim}} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$ $p_{\text{lim}} = (188,11 + 0,0 \cdot \cot(35,0))^{\frac{-\sin 35,0}{1 + \sin 35,0}} \cdot Q - 0,0 \cdot \cot(35,0) + 0,18 = 2,40 \text{ N/mm}^2$ $p_{\text{lim}, 90\%} = 0,90 \cdot 2,40 = \mathbf{2,16 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{21,58 \text{ bar}} = \mathbf{2.157,99 \text{ kPa}}$	
03-08-2021 15:34:28	

Berekening van de toelaatbare boorspoeldruk conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
1.11 Maximaal toelaatbare boorspoeldruk 1.11.1 Tijdens pilot $p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,\max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1+\sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$ $p_{\max} = (188,11 + 0,0 \cdot \cot(35,0)) \cdot \left(\frac{73,00^2}{682,82} + 0,00 \right)^{\frac{-\sin 35,0}{1+\sin 35,0}} - 0,0 \cdot \cot(35,0) + 0,18$ $p_{\max} = \mathbf{1,10 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{11,03 \text{ bar}} = \mathbf{1.102,82 \text{ kPa}}$ 1.11.2 Tijdens ruimgang $p_{\max} = (188,11 + 0,0 \cdot \cot(35,0)) \cdot \left(\frac{236,5^2}{682,82} + 0,00 \right)^{\frac{-\sin 35,0}{1+\sin 35,0}} - 0,0 \cdot \cot(35,0) + 0,18$ $p_{\max} = \mathbf{1,10 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{11,03 \text{ bar}} = \mathbf{1.102,82 \text{ kPa}}$	
2. Minimaal benodigde boorspoeldruk	
2.1 Statische druk $p_{\text{st}} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$ $p_{\text{st}} = (1.150,00 \cdot 9,81 \cdot 17,56) \cdot 10^{-6} = 0,20 \text{ N/mm}^2$	
2.2 Drukverschil 2.2.1 Tijdens pilot $\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_p - D_b} \cdot L$ $\Delta p = 4 \cdot \frac{0,000015}{146 - 100} \cdot 313.560,00 = 0,409 \text{ N/mm}^2$ 2.2.2 Tijdens ruimgang $\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot (L_{\text{tot}} - L)$ $\Delta p = 4 \cdot \frac{0,000015}{473 - 100} \cdot (435.160,00 - 313.560,00) = 0,020 \text{ N/mm}^2$	
2.3 Minimaal benodigde boorspoeldruk 2.3.1 Tijdens pilot $p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$ $p_{\min} = 0,20 + 0,409 = \mathbf{0,61 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{6,07 \text{ bar}} = \mathbf{607,09 \text{ kPa}}$ 2.3.2 Tijdens ruimgang $p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$ $p_{\min} = 0,20 + 0,020 = \mathbf{0,22 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{2,18 \text{ bar}} = \mathbf{217,66 \text{ kPa}}$	
	03-08-2021 15:34:28

3. Conclusie

3.1 Tijdens pilot

$p_{\max} < p_{\text{lim},90\%} \rightarrow p_{\max}$ is maatgevend

$p_{\max} > p_{\min} \rightarrow$ Voldoet

3.2 Tijdens ruimgang

$p_{\max} < p_{\text{lim},90\%} \rightarrow p_{\max}$ is maatgevend

$p_{\max} > p_{\min} \rightarrow$ Voldoet

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.1 ©	
Algemene gegevens							
Naam van het project : Aanleg middenspanningskabel - 10kV tracé Zonnepark Terheijden Projectonderdeel : Kwelwegberekening HDD boring - Tek. nr. 482.20.2.132-100							
Invoergegevens kwelwegen							
Locatie	Grondsoort afhankelijke factor	Peilverschil [m]	Lengte natuurlijke verticale kwelweg [m]	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg [m]	Lengte alternatieve verticale kwelweg [m]	Lengte alternatieve horizontale kwelweg [m]	Weegfactor
1	1,8	0,63	0	430,45	29,84	435,16	1/6
2	1,8	2,36	0,0	307,11	17,31	309,40	1/6
3	5	1,26	0,0	262,89	17,31	265,18	1/6
4	5	0,15	0	216,91	0,0	217,83	1/6
						04-08-2021 15:47:03	

Berekening van de kwelwegen conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.1 ©
Toetsing kwelwegen	
1 (Absolute toetsing): $C_L = 1,8$ $h = 0,63 \text{ m}$ $\Sigma L_{h1} = 435,16 \text{ m}$ $\Sigma L_{v1} = 29,84 \text{ m}$ $C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h1}$ $1,8 \cdot 0,63 \leq 29,84 + 1/3 \cdot 435,16$ $1,13 \leq 174,89 \rightarrow \text{Voldoet}$ 1 (Relatieve toetsing): $\Sigma L_{h0} = 430,45 \text{ m}$ $\Sigma L_{v0} = 0 \text{ m}$ $1/2 > \alpha > 1/6$ $\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v1} + \Sigma \alpha \cdot L_{h1}$ $\alpha = 1/2 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 430,45 \leq 29,84 + 1/2 \cdot 435,16$ $143,48 \leq 247,42 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/3 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 430,45 \leq 29,84 + 1/3 \cdot 435,16$ $143,48 \leq 174,89 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/5 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 430,45 \leq 29,84 + 1/5 \cdot 435,16$ $143,48 \leq 116,87 \rightarrow \text{Voldoet niet}$ $\alpha = 1/6 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 430,45 \leq 29,84 + 1/6 \cdot 435,16$ $143,48 \leq 102,37 \rightarrow \text{Voldoet niet}$ 2 (Absolute toetsing): $C_L = 1,8$ $h = 2,36 \text{ m}$ $\Sigma L_{h2} = 309,40 \text{ m}$ $\Sigma L_{v2} = 17,31 \text{ m}$ $C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v2} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h2}$ $1,8 \cdot 2,36 \leq 17,31 + 1/3 \cdot 309,40$ $4,25 \leq 120,44 \rightarrow \text{Voldoet}$ 2 (Relatieve toetsing): $\Sigma L_{h0} = 307,11 \text{ m}$ $\Sigma L_{v0} = 0,0 \text{ m}$ $1/2 > \alpha > 1/6$ $\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v2} + \Sigma \alpha \cdot L_{h2}$ $\alpha = 1/2 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 307,11 \leq 17,31 + 1/2 \cdot 309,40$ $102,37 \leq 172,01 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/3 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 307,11 \leq 17,31 + 1/3 \cdot 309,40$ $102,37 \leq 120,44 \rightarrow \text{Voldoet}$ $\alpha = 1/5 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 307,11 \leq 17,31 + 1/5 \cdot 309,40$ $102,37 \leq 79,19 \rightarrow \text{Voldoet niet}$ $\alpha = 1/6 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 307,11 \leq 17,31 + 1/6 \cdot 309,40$ $102,37 \leq 68,88 \rightarrow \text{Voldoet niet}$	
	04-08-2021 15:47:04

3 (Absolute toetsing):

$$C_L = 5$$

$$h = 1,26 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h3} = 265,18 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v3} = 17,31 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v3} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h3}$$

$$5 \cdot 1,26 \leq 17,31 + 1/3 \cdot 265,18$$

$$6,30 \leq 105,70 \rightarrow \text{Voldoet}$$

3 (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 262,89 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0,0 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v3} + \Sigma \alpha \cdot L_{h3}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 262,89 \leq 17,31 + 1/2 \cdot 265,18$$

$$87,63 \leq 149,90 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 262,89 \leq 17,31 + 1/3 \cdot 265,18$$

$$87,63 \leq 105,70 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 262,89 \leq 17,31 + 1/5 \cdot 265,18$$

$$87,63 \leq 70,35 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 0,0 + 1/3 \cdot 262,89 \leq 17,31 + 1/6 \cdot 265,18$$

$$87,63 \leq 61,51 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

4 (Absolute toetsing):

$$C_L = 5$$

$$h = 0,15 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{h4} = 217,83 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v4} = 0,0 \text{ m}$$

$$C_L \cdot h \leq \Sigma L_{v4} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h4}$$

$$5 \cdot 0,15 \leq 0,0 + 1/3 \cdot 217,83$$

$$0,75 \leq 72,61 \rightarrow \text{Voldoet}$$

4 (Relatieve toetsing):

$$\Sigma L_{h0} = 216,91 \text{ m}$$

$$\Sigma L_{v0} = 0 \text{ m}$$

$$1/2 > \alpha > 1/6$$

$$\Sigma L_{v0} + \Sigma 1/3 \cdot L_{h0} \leq \Sigma L_{v4} + \Sigma \alpha \cdot L_{h4}$$

$$\alpha = 1/2 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 216,91 \leq 0,0 + 1/2 \cdot 217,83$$

$$72,30 \leq 108,92 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/3 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 216,91 \leq 0,0 + 1/3 \cdot 217,83$$

$$72,30 \leq 72,61 \rightarrow \text{Voldoet}$$

$$\alpha = 1/5 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 216,91 \leq 0,0 + 1/5 \cdot 217,83$$

$$72,30 \leq 43,57 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

$$\alpha = 1/6 \rightarrow 0 + 1/3 \cdot 216,91 \leq 0,0 + 1/6 \cdot 217,83$$

$$72,30 \leq 36,31 \rightarrow \text{Voldoet niet}$$

Kwelwegberekening

HDD boring 482.20.2.132-100 – Kruising Markkanaal – KM 9.393

1. Inleiding
In verband met de geplande aanleg van een kabeltracé t.b.v. het verzwaren van het middenspanningsnet richting Terheijden is het voornemen om een gestuurde boring aan te brengen tussen de Salesdreef te Breda en de Bergen te Terheijden. Hierbij wordt het Markkanaal gekruist ter hoogte van KM 9.393. Na het uitvoeren van de laatste ruimgang van de boring, waarna de mantelbuizen in het boorgat worden getrokken, wordt er Drill-Grout aangebracht. Het Drill-Grout wordt aangebracht door middel van het inspuiten via de nozzles welke op de boorkop aanwezig zijn. Het Drill-Grout wordt dus gedurende het hele boortracé, tijdens het intrekken van de mantelbuizen, aangebracht. Hierbij ontstaat een goede afdichting door een volledige opvulling van de ruimte tussen de mantelbuizen en het boorgat met een plastisch materiaal, en dit over de gehele lengte van de boring. Door het gebruik van het Drill-Grout worden tevens verzakkingen voorkomen. Het voordeel van Drill-Grout is dat het weinig tot geen zetting heeft. Drill-Grout ontwikkelt zich tot een harde, echter nog, plastische formatie met een lage water doorlatendheid, om zo vermenging van de ondergrondse waterlagen te voorkomen. Drill-Grout is een zelfuithardende suspensie. In tegenstelling tot bentoniet-boorspoeling is er bij het gebruik van Drill-Grout geen uitpersing (consolidatie) van water. Dit voorkomt dus verzakkingen in de ondergrond. Drill-Grout voorkomt dat er een kwelstroom ontstaat via de boortunnel naar het in- en/of uittredepunt. Middels de volgende toetsingen en controles, wordt het gedrag op de middellange termijn nader onderzocht. In de berekeningen is de kans op kwel aan de oost- en westzijde onderzocht
2. Kwelwegberekening
Aan beide zijde is sprake van een verheelde waterkering. Gelet op het dwarsprofiel zijn er 4 maatgevende kwelsituaties te veronderstellen: 1. Een natuurlijke kwelweg van het Markkanaal (zuidzijde) naar een insteek van een berm (peilverschil 0,63 m) i.c.m. de alternatieve kwelweg langs de boring. 2. Een natuurlijke kwelweg van het Markkanaal (zuidzijde) naar het intredepunt van de boring (peilverschil 2,36 m) i.c.m. de alternatieve kwelweg langs de boring. 3. Een natuurlijke kwelweg van het Markkanaal (noordzijde) naar het intredepunt van de boring (peilverschil 1,26 m) i.c.m. de alternatieve kwelweg langs de boring. 4. Een natuurlijke kwelweg van het intredepunt naar het uittredepunt (peilverschil 0,15 m) i.c.m. de alternatieve kwelweg langs de boring.
3. Conclusie
Uit de toetsing/kwelwegberekening (volgens de norm NEN 3651 Bijlage D) blijkt dat er een kans is op kwel, wanneer een weegfactor van 1/5 of kleiner wordt gebruikt. Echter de berekeningen volgens de NEN 3650/3651 voorzien niet in het aanbrengen van kwel beperkende maatregelen, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van Drill-Grout.

Tijdens het beschouwen van de berekening dient rekening gehouden te worden met het feit dat er Drill-Grout wordt toegepast.

Om zettingen en kwel te voorkomen zal voor de genoemde boring tijdens de laatste “werkgang” (het intrekken van de mantelbuizen) Drill-Grout in de plaats van bentoniet worden aangebracht.

Buiten het bovengenoemde kan er, indien nodig, gebruik gemaakt worden van een kwelremmende voorziening in de vorm van een kleikist en een kwelscherm. Vooralsnog is er geen aanleiding om deze mitigerende maatregelen te treffen.

Geotechnisch onderzoek

Omgeving Strikberg te Breda

GA201024.R01.V1.0

20 oktober 2020



Geotechnisch onderzoek

Omgeving Strikberg te Breda
Documentnummer GA201024.R01.V1.0
20 oktober 2020

Opdrachtgever
KL Infra Engineering
Hazepad 15 - A1
4825 AV Breda

Auteurs

/

+31 88 130 06 00
info@geonius.nl
Postbus 1097
6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
---------	------	--------

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Grondonderzoek	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Diepsonderingen	5
2.3	Inmeting	5
2.4	Grondwater	6

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekeningen

Bijlage 2 Sondeergrafieken

1 Inleiding

Door KL Infra Engineering werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren in de omgeving Strikberg te Breda.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek.

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in oktober 2020 zeven diepsonderingen uitgevoerd. De sondeerlocaties zijn door de opdrachtgever aangegeven. Hieronder is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA201024 SW01 t/m SW07. De diepsonderingen zijn gemaakt met een elektrische conus waarbij de conusweerstand continu wordt gemeten, elektrisch geregistreerd en digitaal vastgelegd. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij de sonderingen is tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende ongeroerde gronden onder de grondwaterstand ongeveer de navolgende relaties:

Tabel 2.2.1: interpretatie van het wrijvingsgetal

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 – 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 – 2.5	Silt (leem)
2.5 – 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

2.3 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekeningen GA201024.T01 t/m T04 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. De sondeergrafieken zijn getekend ten opzichte van NAP.

De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

2.4 Grondwater

Tijdens het grondonderzoek is in de sondeergaten naar de actuele grondwaterstand gepeild. Deze werd niet overal aangetroffen omdat een aantal sondeergaten waren ingestort, vermoedelijk als gevolg van de grondwaterdruk net onder het niveau van instorten. In tabel 2.4.1 hieronder wordt per sondering het niveau aangegeven waarop de sondeergaten waren ingestort of de grondwaterstand is aangetroffen. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Tabel 2.4.2: peiling grondwaterstand / niveau ingestorte sondeergaten

Sondering	Maaiveld [m t.o.v. NAP]	Ingestort [m- maaiveld]	Ingestort [m t.o.v. NAP]	Grondwaterstand [m- maaiveld]	Grondwaterstand [m t.o.v. NAP]
SW01	+0,96	0,6	+0,36	-	-
SW02	+0,98	-	-	1,3	-0,32
SW03	+1,71	1,8	-0,09	-	-
SW04	+0,78	-	-	0,8	-0,02
SW05	+0,75	-	-	1,1	-0,35
SW06	+0,59	-	-	0,9	-0,31
SW07	+1,82	-	-	2,0	-0,18

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

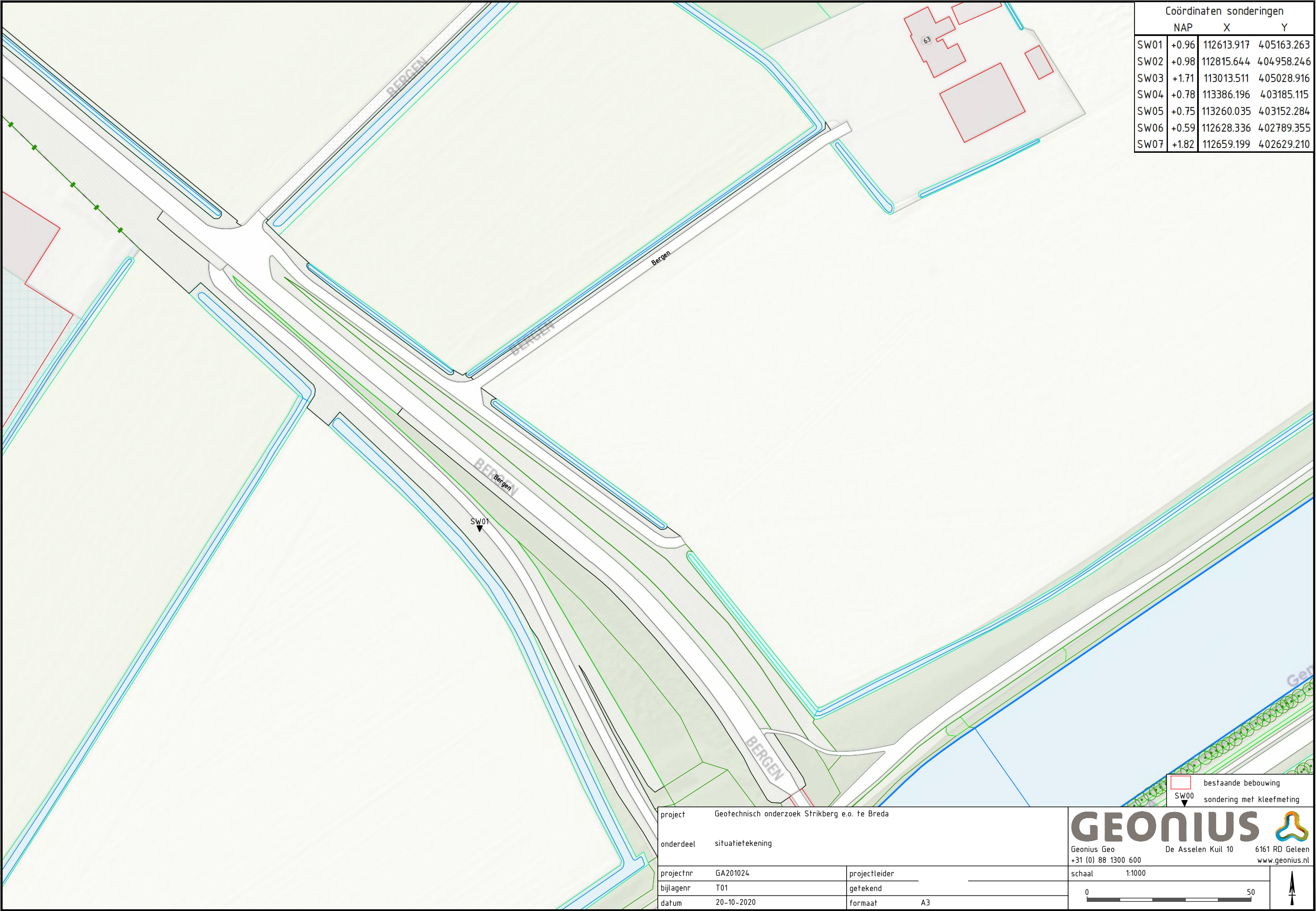
Bijlagen

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 1 Situatietekeningen



Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
SW01	+0.96	112613.917	405163.263
SW02	+0.98	112815.644	404958.246
SW03	+1.71	113013.511	405028.916
SW04	+0.78	113386.196	403185.115
SW05	+0.75	113260.035	403152.284
SW06	+0.59	112628.336	402789.355
SW07	+1.82	112659.199	402629.210

 bestaande bebouwing
 sondering met kleefmeting

project Geotechnisch onderzoek Strikberg e.o. te Breda

onderdeel situatietekening

projectnr	GA201024	projectleider	
bijlagenr	T01	getekend	
datum	20-10-2020	formaat	A3

GEONIUS
Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

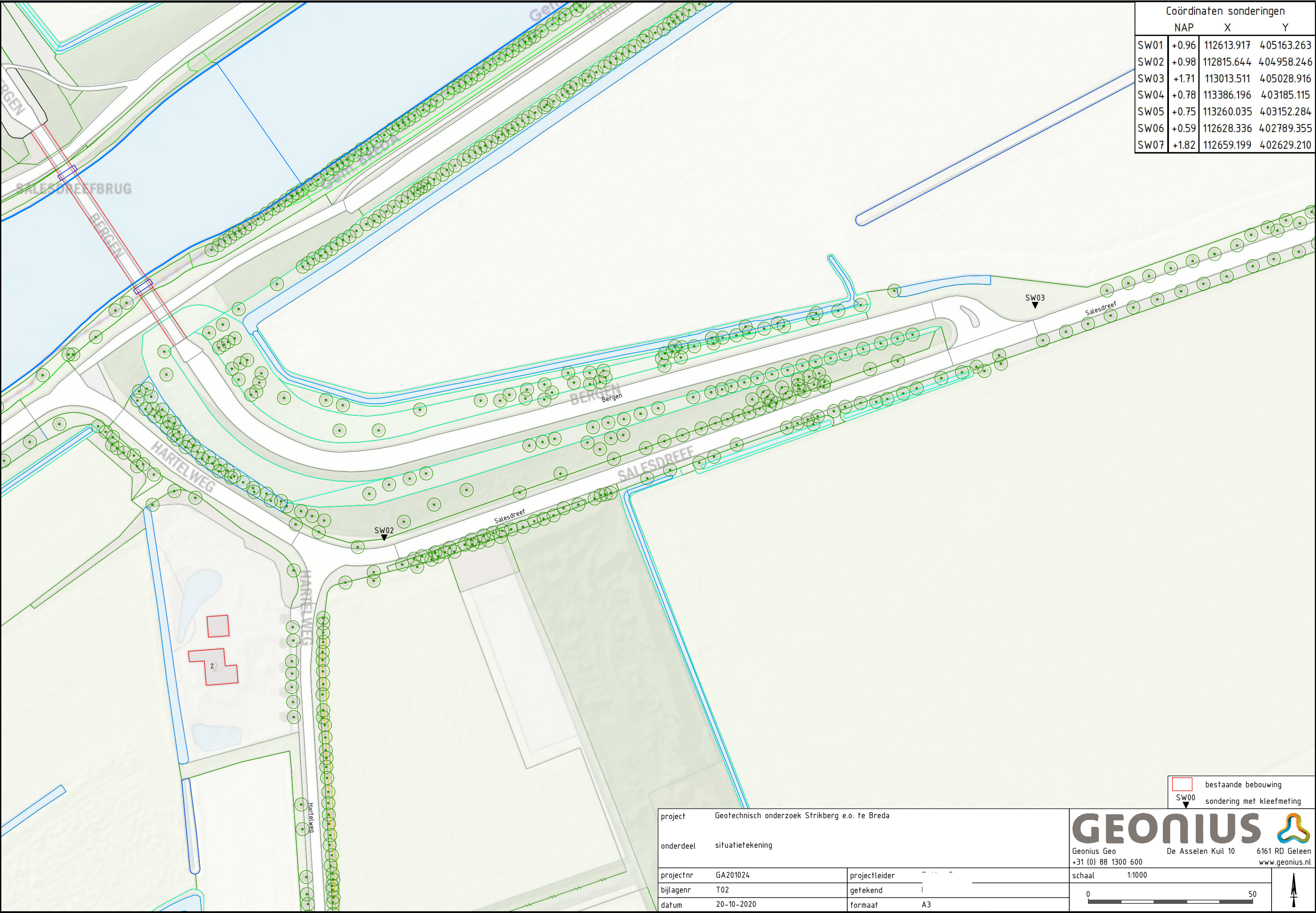
De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

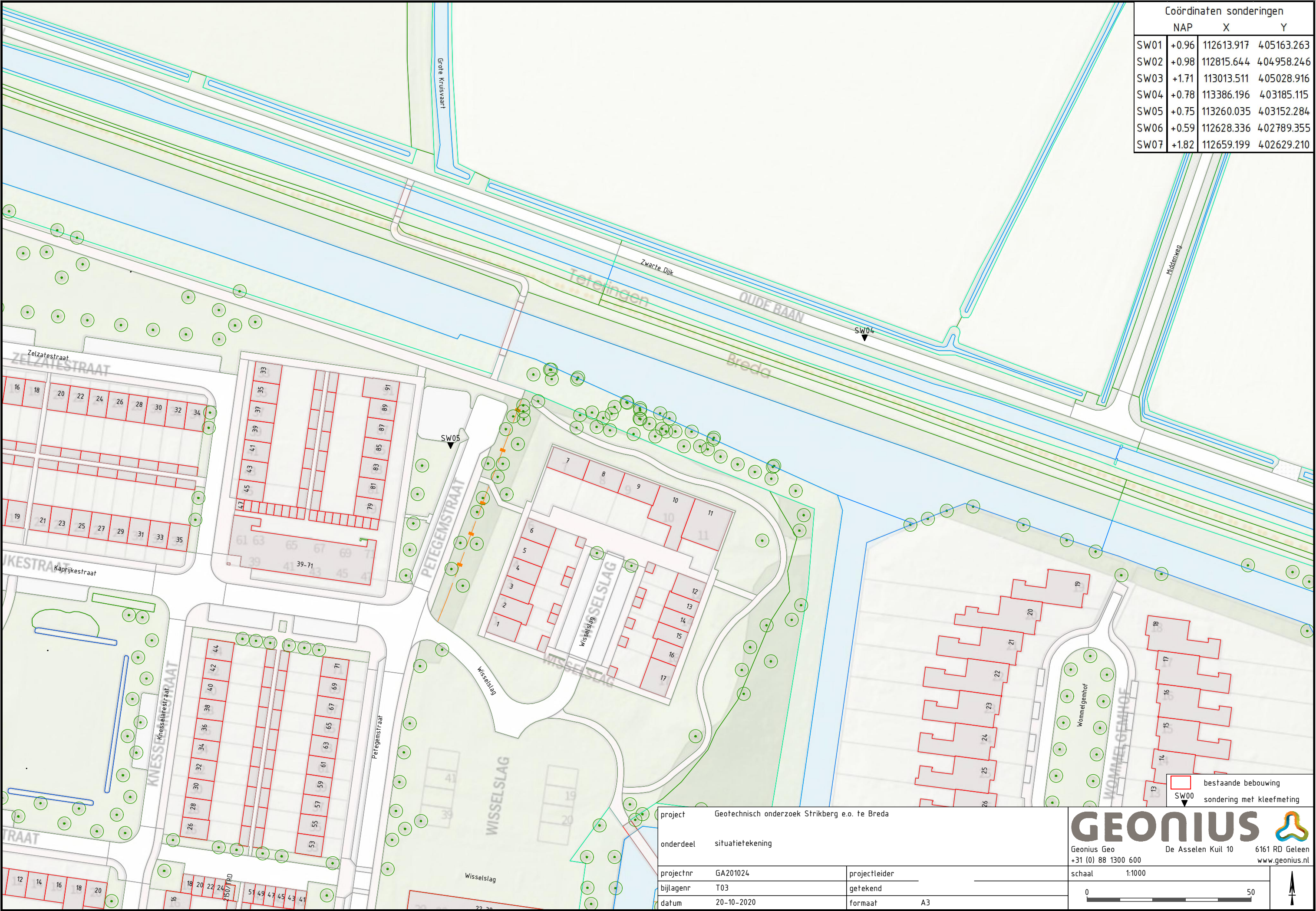


schaal 1:1000









Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
SW01	+0.96	112613.917	405163.263
SW02	+0.98	112815.644	404958.246
SW03	+1.71	113013.511	405028.916
SW04	+0.78	113386.196	403185.115
SW05	+0.75	113260.035	403152.284
SW06	+0.59	112628.336	402789.355
SW07	+1.82	112659.199	402629.210

 bestaande bebouwing
 sondering met kleefmeting

project Geotechnisch onderzoek Strikberg e.o. te Breda

onderdeel situatietekening

projectnr GA201024

projectleider

bijlagenr T03

getekend

datum 20-10-2020

formaat A3

GEONIUS

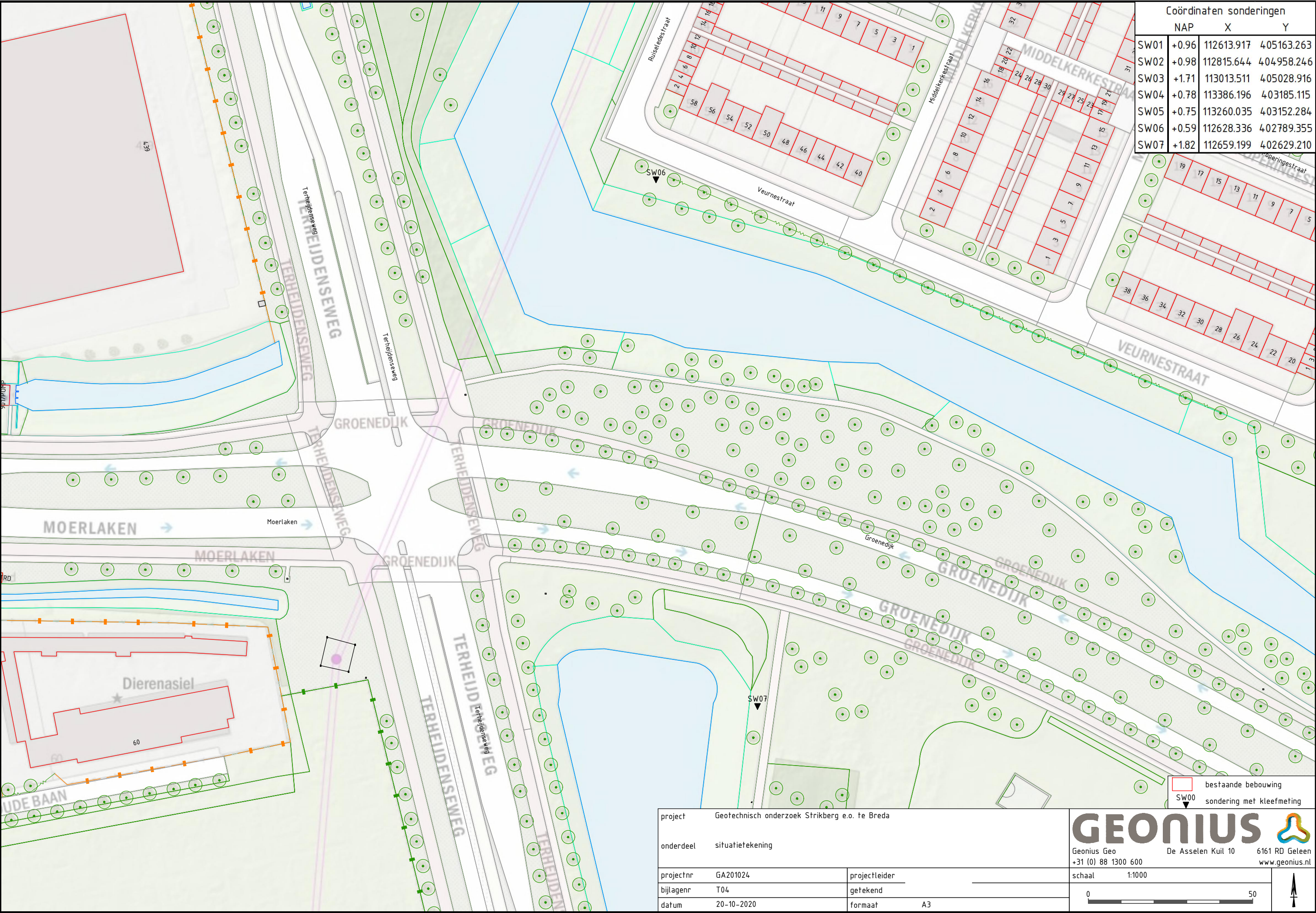
Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

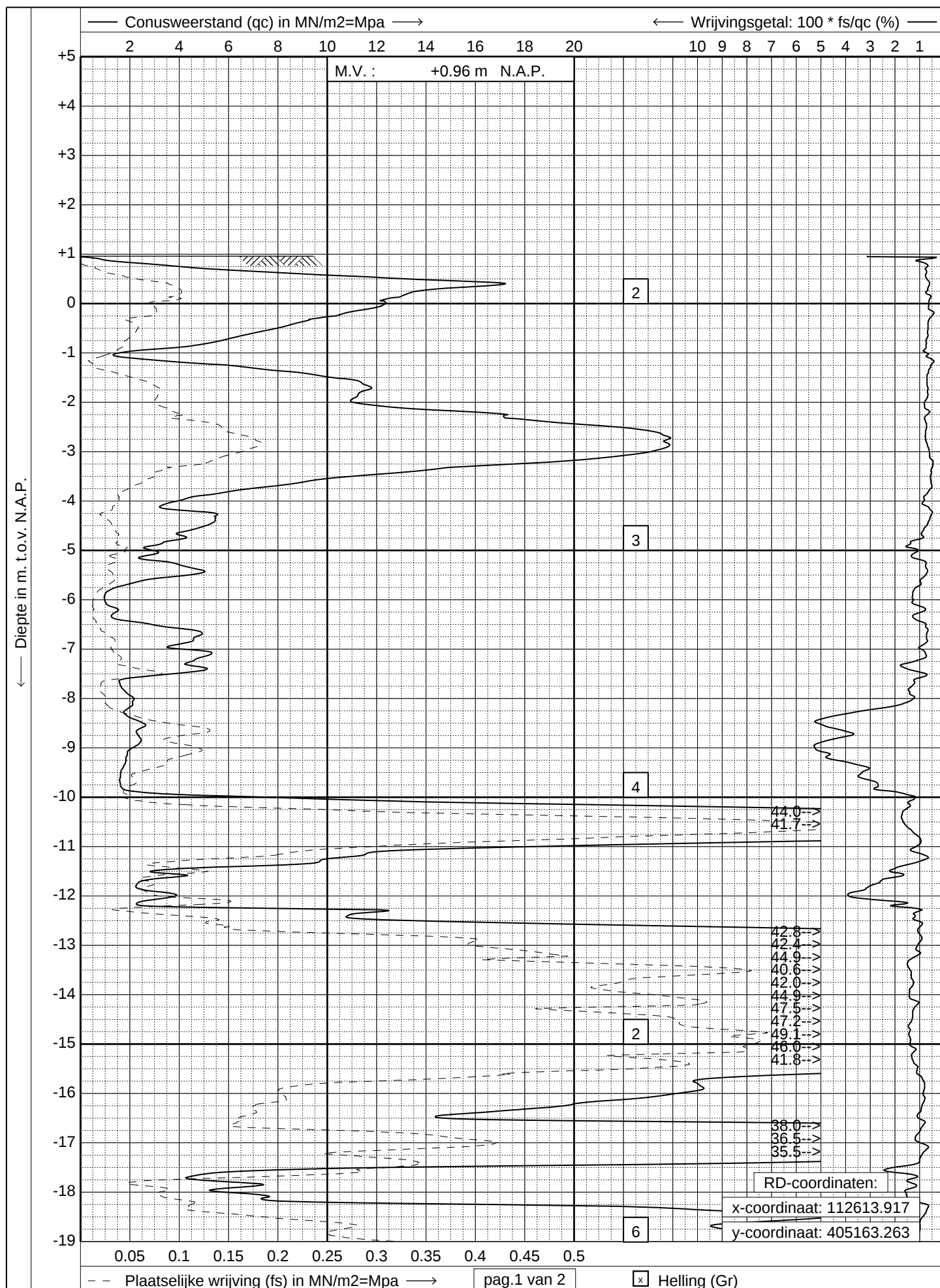
schaal 1:1000







Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

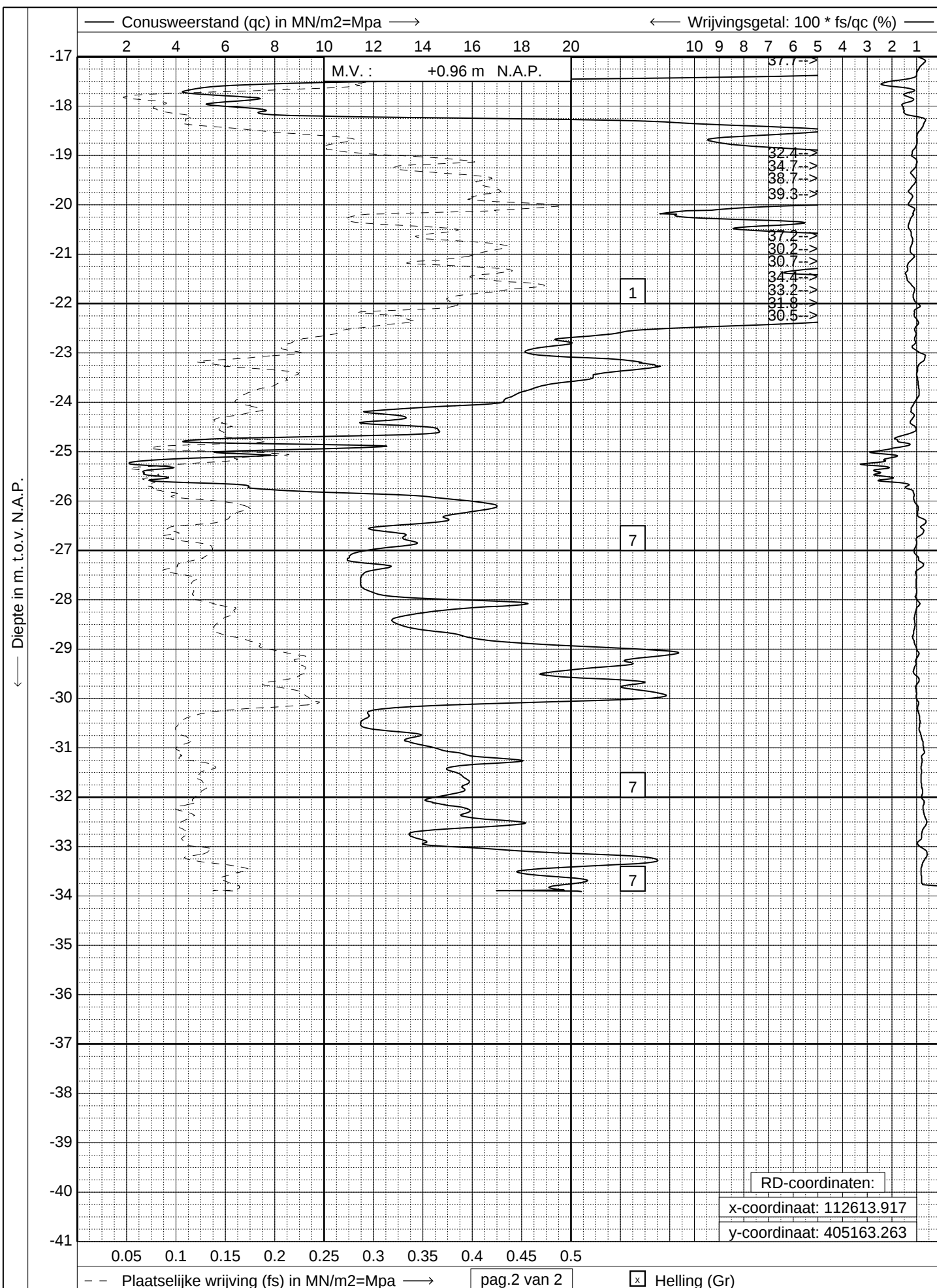
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **06-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **01**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

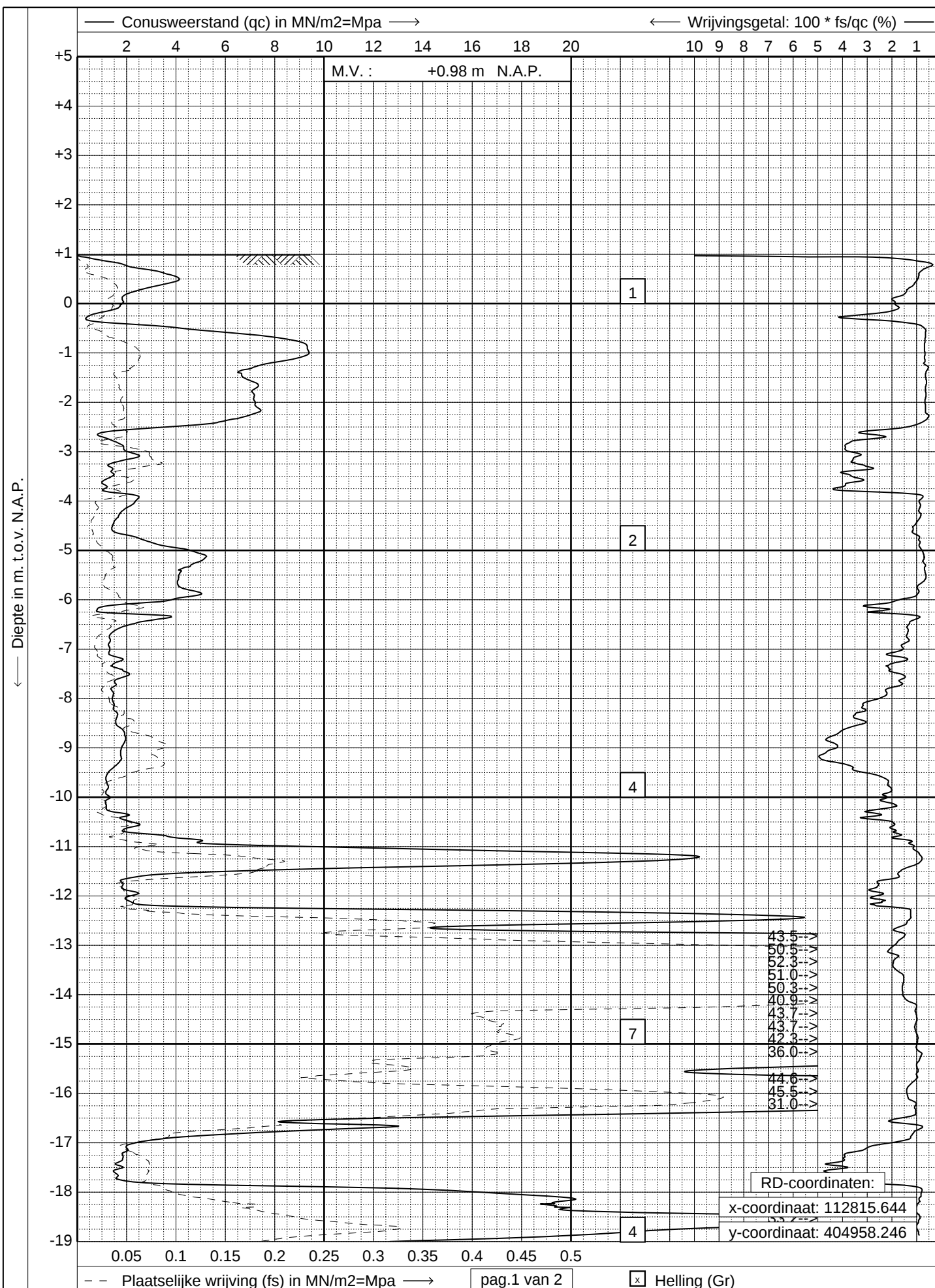
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **06-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **01**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

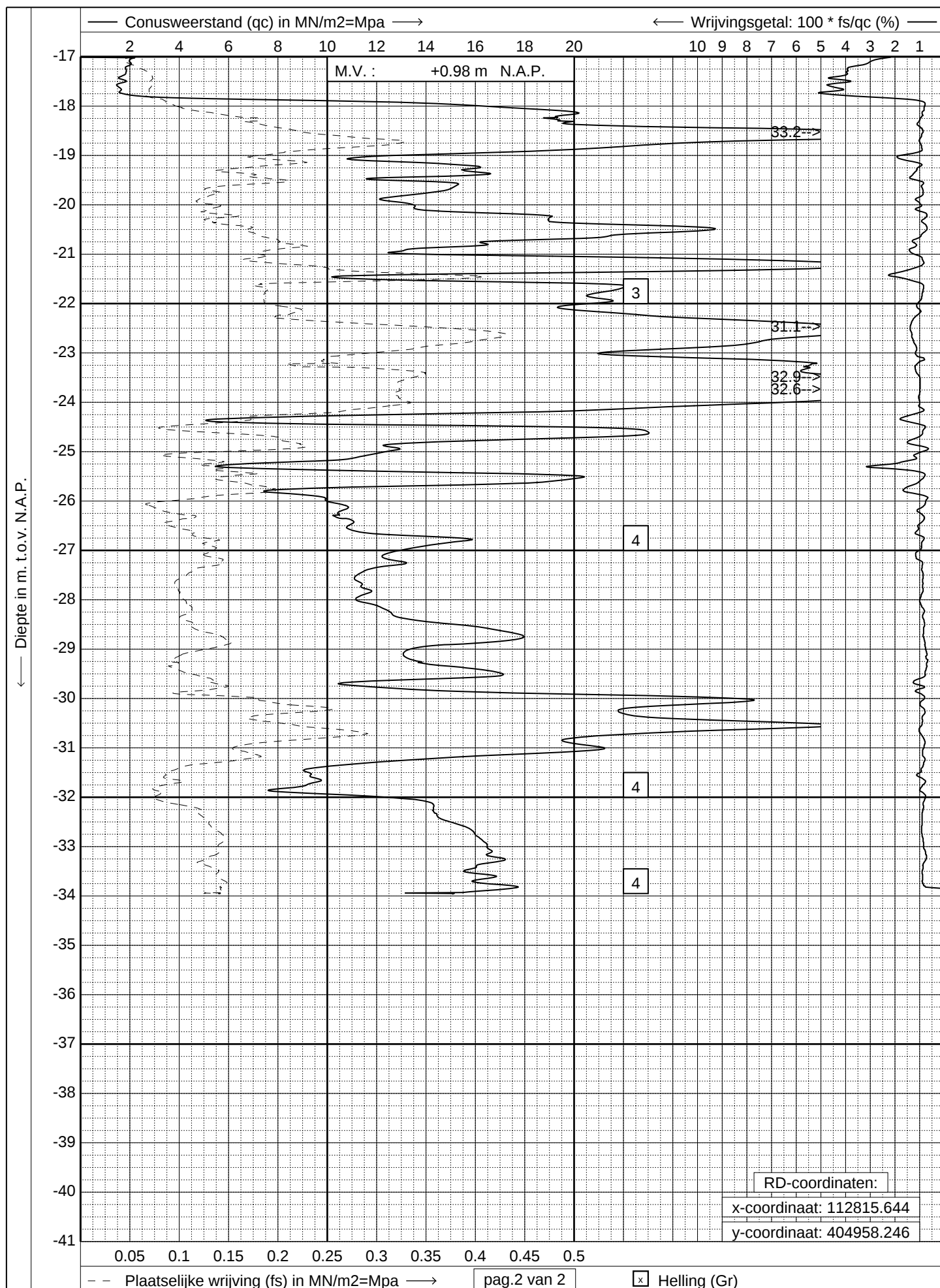
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **06-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

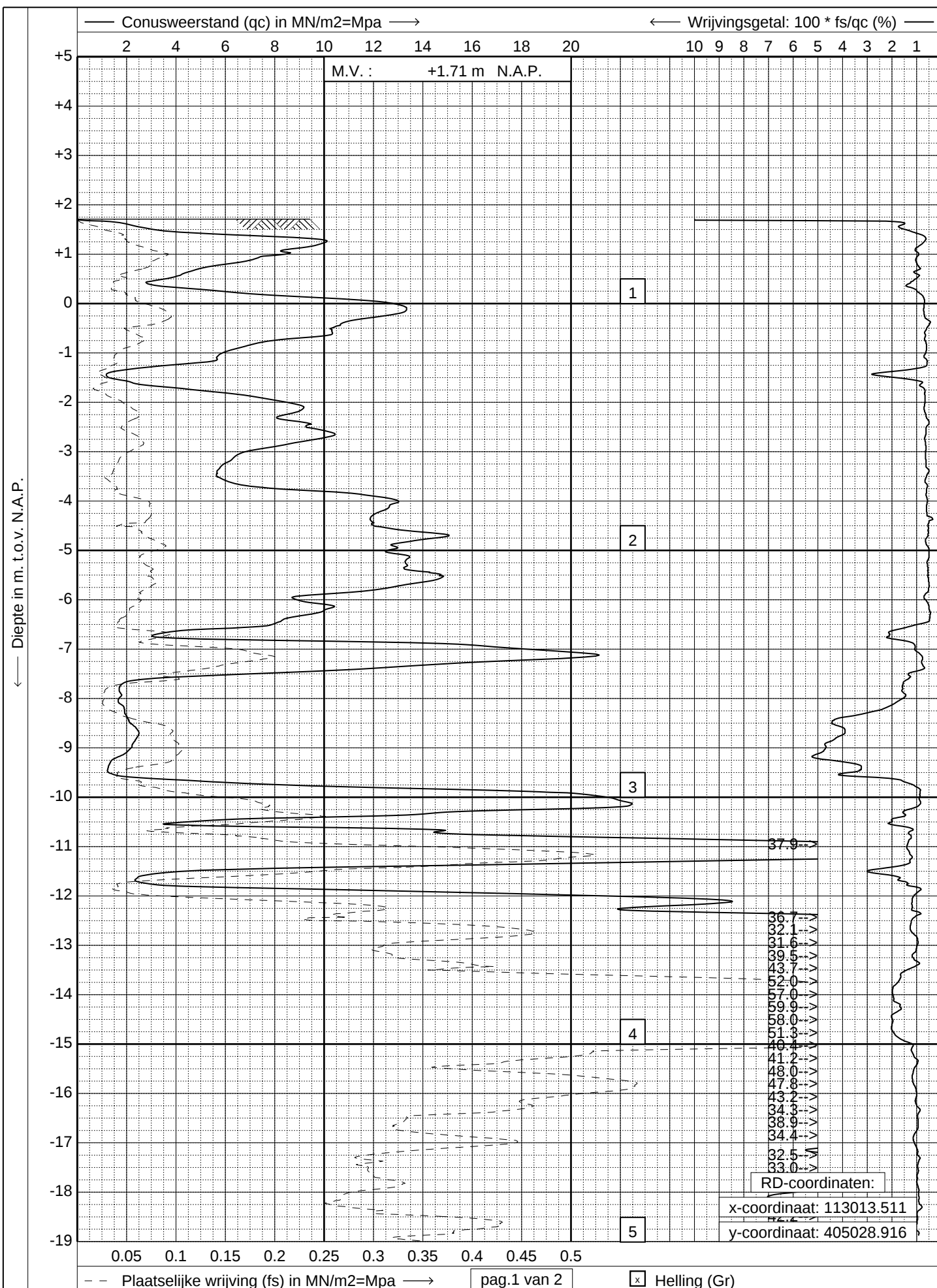
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **06-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **02**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

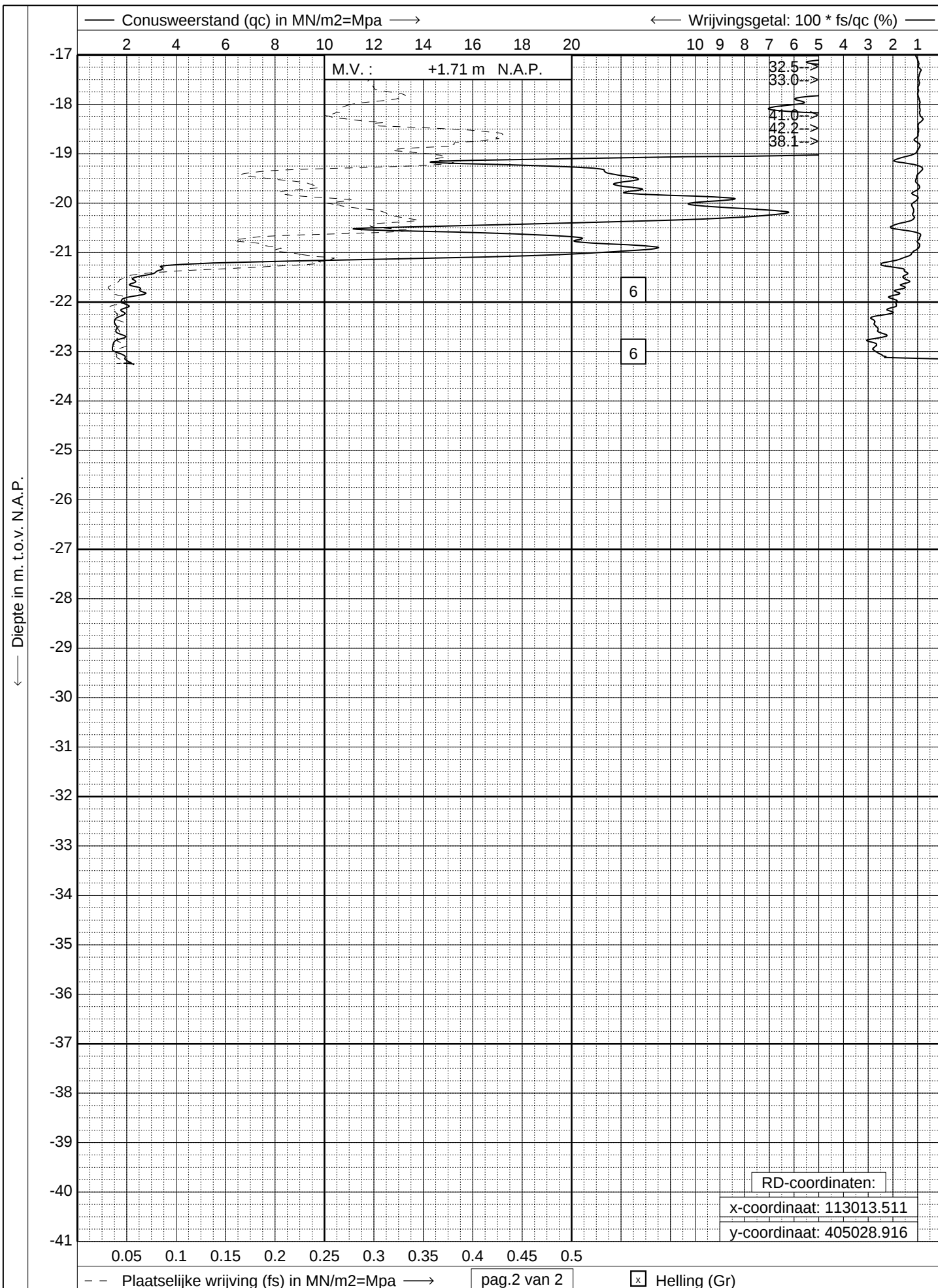
Datum : **06-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **03**

pag.1 van 2



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

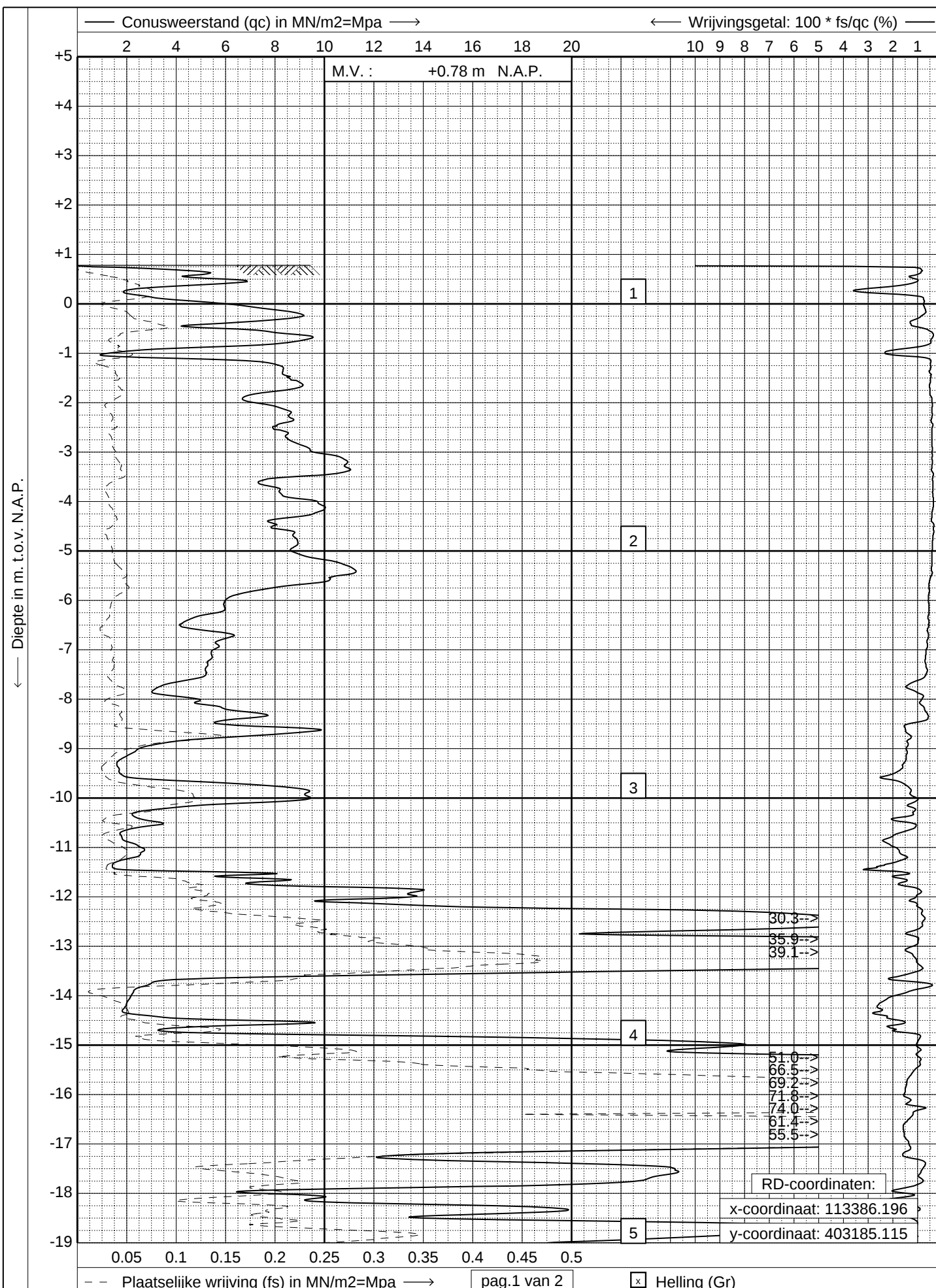
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **06-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **03**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

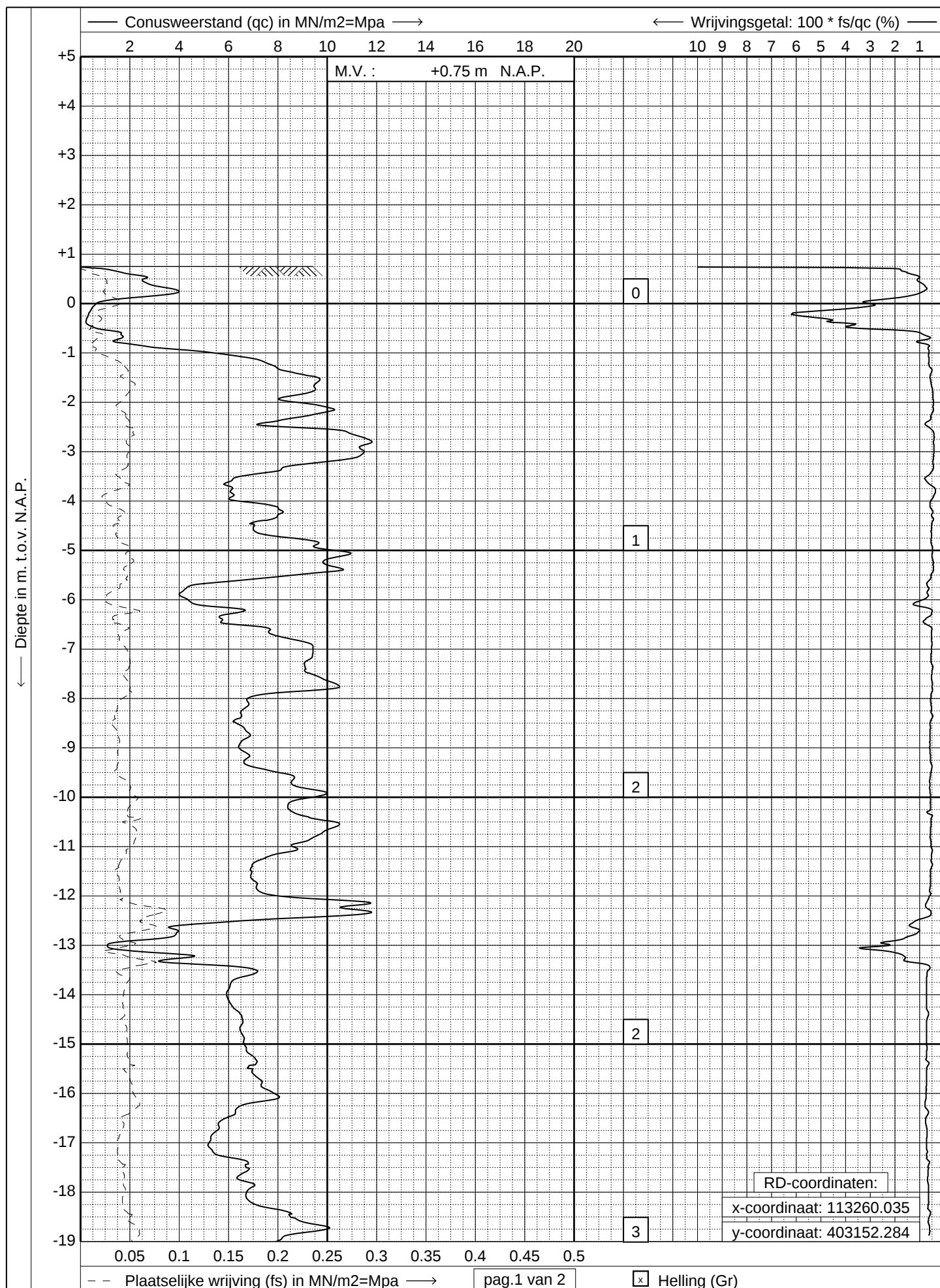
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **13-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **04**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

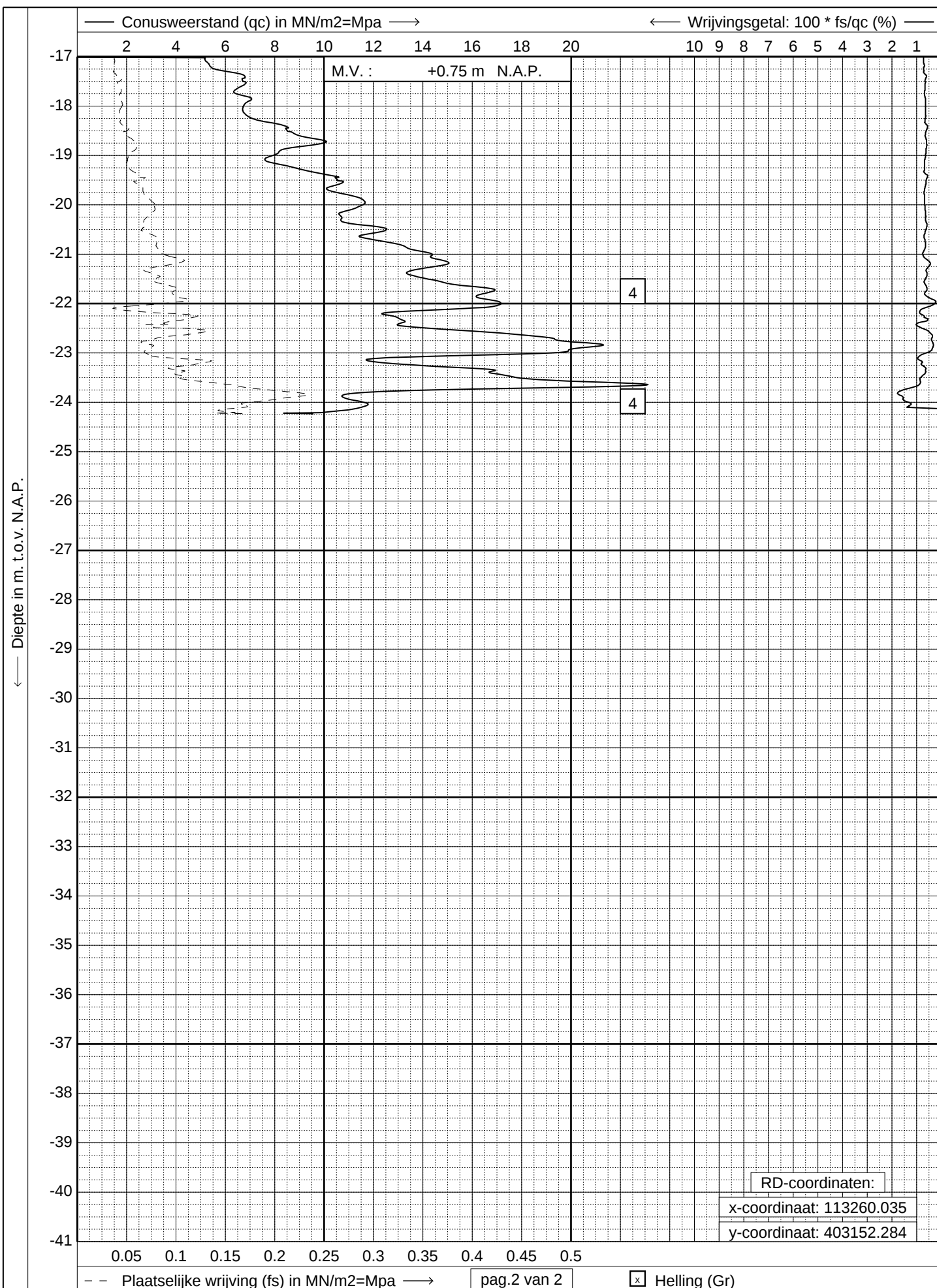
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **16-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **05**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

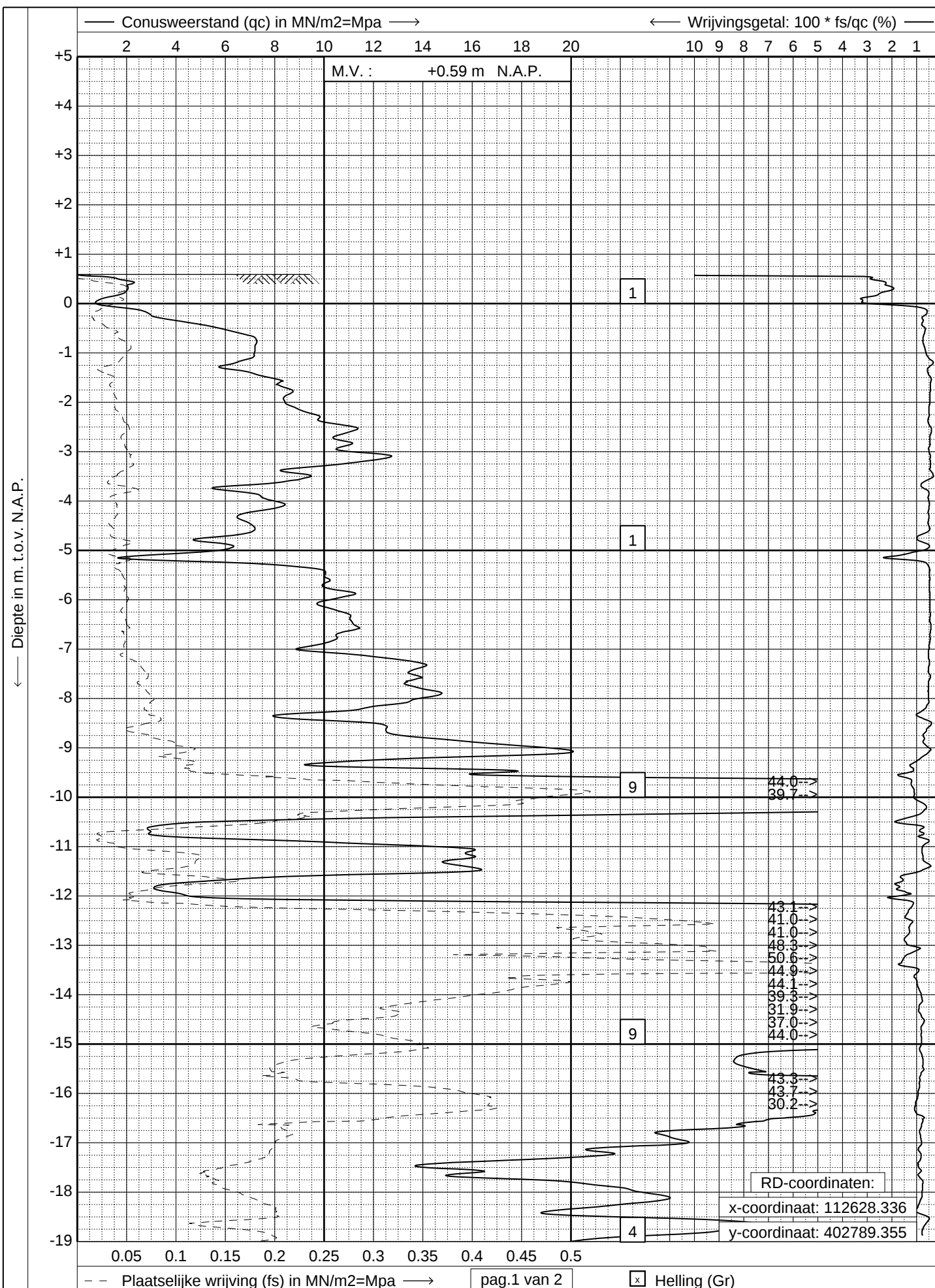
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **16-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **05**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

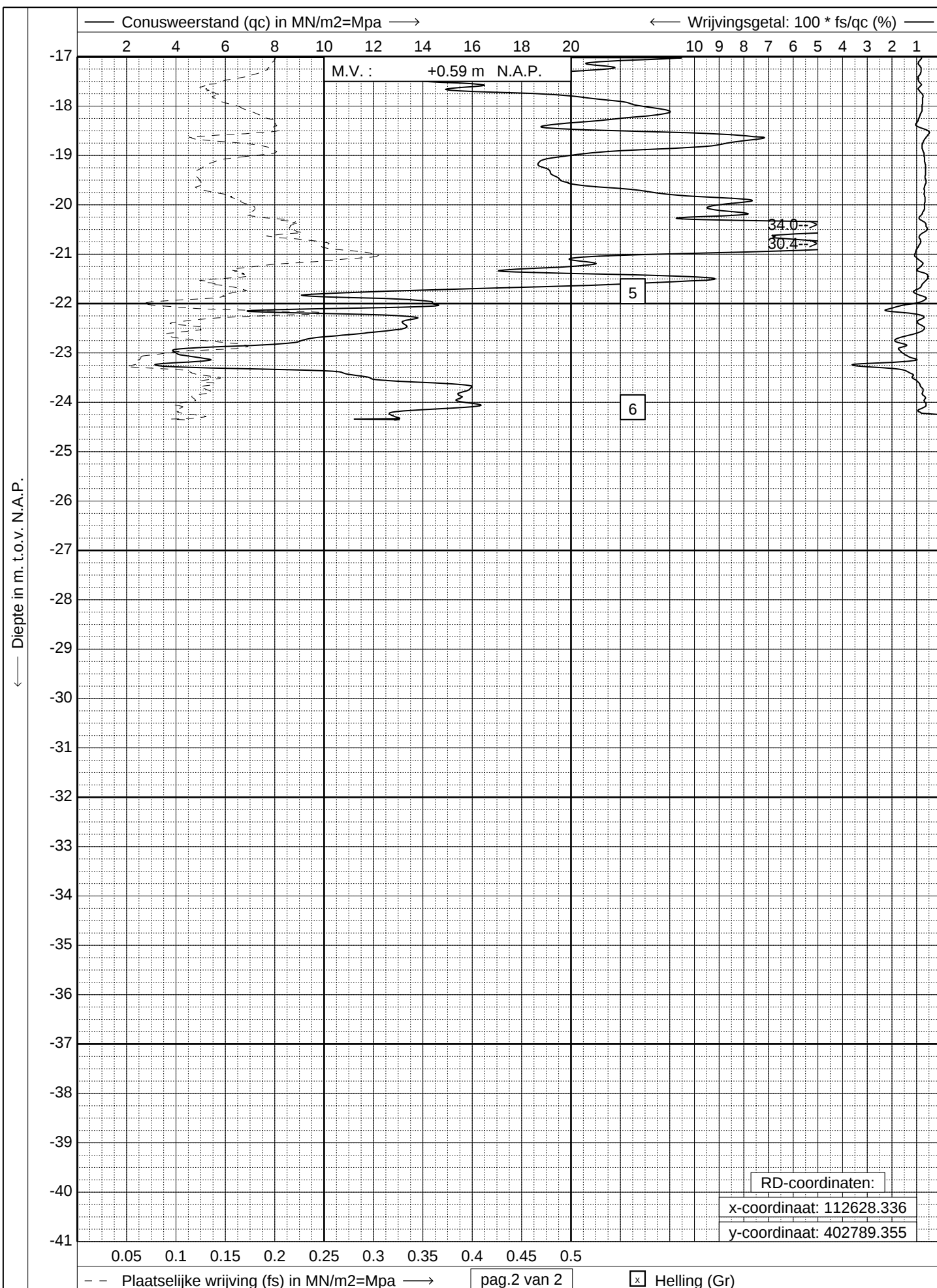
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **16-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **06**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

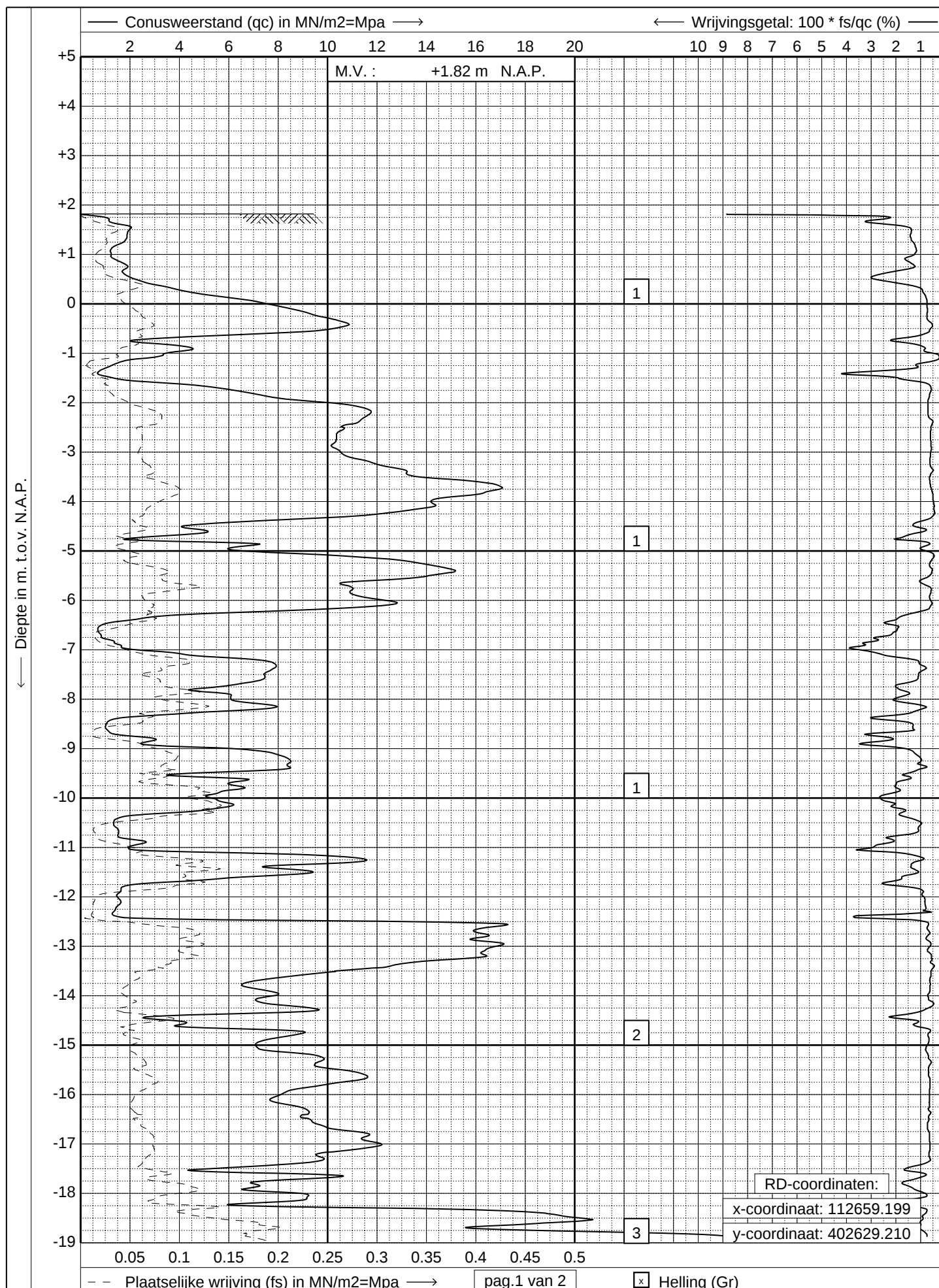
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **16-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **06**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

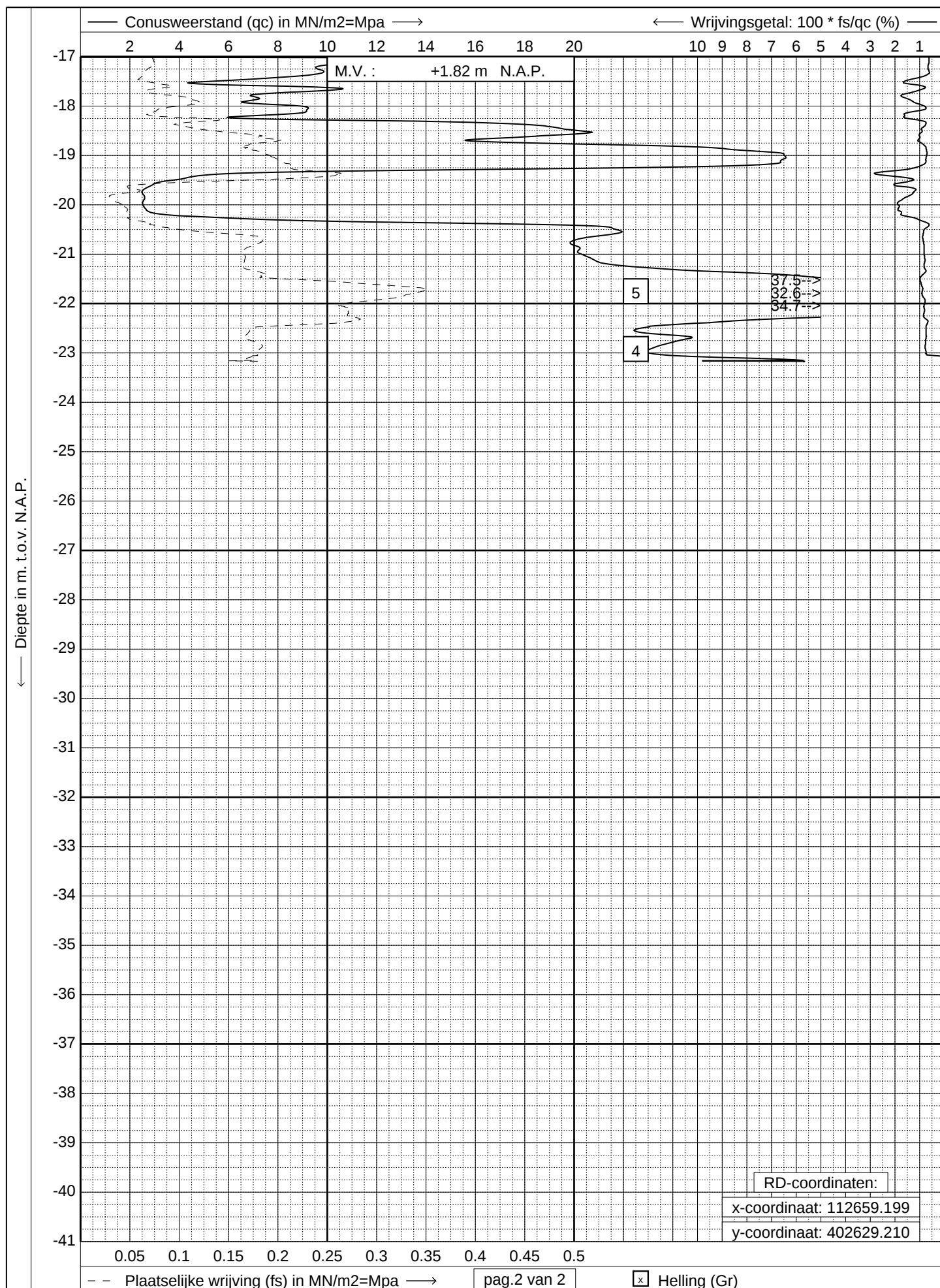
Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **16-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **07**



GEONIUS

www.geonius.nl
E-mail: info@geonius.nl
Tel.: 088-1300600
Fax.: 088-1300669

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

Project : **Geotechnisch onderzoek**

Locatie : **Strikberg e.o. te Breda**

Datum : **16-10-2020**

Conus : **S15-CFI.1791**

Opdracht : **GA201024**

Sondering : **07**

Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.



Wegen



Geotechniek



Milieu



Geodesie



Water



Ruimtelijke ontwikkeling



Landschap



Archeologie



Ecologie

Bijlage 4: Certificaten en productomschrijving



Product Data Blad

Cebogel OCMA

Toepassing

Omschrijving

Drilling

Cebogel OCMA is een speciaal geselecteerde, natrium geactiveerde bentoniet. **Cebogel OCMA** voldoet aan de OCMA specificaties zoals vastgesteld voor olieboringen, wordt geleverd met het KIWA Water merk certificaat en is getest voor Duitsland door het "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets". **Cebogel OCMA** is een allround boorbentoniet. **Cebogel OCMA** heeft een laag filtraatwaterverlies, is goed te recycleren en heeft daardoor een goede prijs-kwaliteitverhouding.

Restrictie voor gebruik in Nederland: Mag niet gebruikt worden binnen de 60-dagen zone. Indien gewerkt wordt binnen deze zone, adviseren wij Cebogel CE te gebruiken.

Eigenschappen



Cebogel OCMA heeft de volgende eigenschappen;

KIWA Water merk certificaat nr. K1007

Cebogel OCMA is gecertificeerd volgens het KIWA K1007 certificaat en voldoet hiermee aan de eisen zoals vastgelegd in de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening. Voor Duitsland is Cebogel OCMA getest en goedgekeurd op waterhygiëne door het "Hygiene-Institut des Ruhrgebiets" en dus veilig voor gebruik in drinkwater gebieden.

Goede stabiliserende eigenschappen

Cebogel OCMA heeft goede stabiliserende eigenschappen door een laag filtraatverlies.

Uitstekende prijs-kwaliteitverhouding

Cebogel OCMA is gemakkelijk te recycleren en kan daardoor meerdere malen worden gebruikt. Cebogel OCMA heeft hierdoor een uitstekend rendement.

Cebogel OCMA heeft de volgende typische waarden;

Typische waarden Cebogel OCMA			
Parameter	Methode	Eis	Typische waarde
Korrelgrootte		Min. 98% door 150 micron (μm) zeef	99,5%
Vochtgehalte	Volgens DIN 18121-1	$\leq 13\%$ (m/m)	11%
Soortelijk gewicht	-	-	2300 kg/m³ +/- 10%
Stort gewicht	-	-	900 kg/m³ +/- 10%

Cebogel OCMA heeft de volgende chemische en fysische eigenschappen;

Chemische en fysische eigenschappen Cebogel OCMA	
Samenstelling	Hoogwaardige natrium geactiveerde bentoniet
Kleur	Beige
Vorm	Poeder



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com



Product Data Blad

Cebogel OCMA

Aanbevolen gebruik

De eigenschappen van Cebogel OCMA worden het best benut als het aanmaakwater de volgende eigenschappen bezit;

- Geleidbaarheid : < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH : 7.5 – 10
- Hardheid : < 100 ppm

Langzaam en gelijkmatig toevoegen aan een hoog circulatie mixer. Blijf de slurry rond circuleren totdat de bentoniet volledig is gedispergeerd. Aanbevolen wordt de suspensie minimaal 4 uur te laten rijpen.

Typische waarden Cebogel OCMA volgens OCMA DFCP-4		
Parameter	Eis	Typische waarde
Yield	$\geq 16,0 \text{ m}^3/\text{ton}$	17,4 m^3/ton
API Filtraatwaterverlies	$\leq 15 \text{ ml (30 min)}$	13 ml
Korrelgrootte	Min. 98% door 150 micron (μm) zeef	99,5%

Cebogel OCMA in suspensie van 65 kg/m^3 heeft de volgende typische waarden (na 24 uur);

Typische waarden 6,5% Cebogel OCMA suspensie		
Parameter	Test methode	Specificaties
Dichtheid	Fann Mud Balance	1,035 g/ml
Viscositeit	Fann Marsh Funnel	48 sec.
Yield Point	Fann Viscometer	18 lbs/100 ft^2
Waterafscheiding	-	0%
Vloeigrens kogelnummer	Kugelharfengerät	3 kogels - 10 N/m^2
Filtraatwaterverlies	Fann API Filter Press	$\leq 10 \text{ ml}$

Verpakking

Cebogel OCMA is verkrijgbaar in de volgende verpakkingen;

- 1000 kg verpakt in 25 kg zakken op een pallet met krimpfolie
- 1000 kg big bag
- Bulk

Revisie datum : 25.04.2016
Document nummer : 100307NL

Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.



Cebo Holland

Industrial Minerals, Powerful Logistics

Cebo Holland BV, Westerduinweg 1, 1976 BV IJmuiden, The Netherlands
Tel. +31(0)255-546262, info@cebo.com, www.cebo.com



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

Drillgrout - S

Voorgemengde diepwandsuspensie en suspensie voor boortechnieken.

Drillgrout – S diepwandsuspensie is samengesteld op basis van een op kwaliteit bewaakte kant- en-klaar cement-betoniet, bestaande uit vooraf geteste minerale bindmiddelen, minerale additieven, hulp- stoffen, bentonieten en kleicomponenten.

Product	Korte beschrijving
Drillgrout - S	snelle uithardingsontwikkeling rijk aan vaste stoffen, zeer goed bestand tegen diverse samenstellingen van zak-, lek en kwelwater

Toepassingsmogelijkheden

- Annulaire ruimte opvullen bij pipe-jacking en HDD.
- Uitermate geschikt voor boringen in kwelgebieden.
- Vervaardiging van diepwanden volgens het 1-fasesysteem
- Vervaardiging van grondkeringen voor bouwputten (bijv. voor geplaatste damwanden) volgens het 1-fasesysteem
- Beschoeiing voor grondkeringen met berlijnse wanden bij bijzondere voorzorgsmaatregelen
- Grout voor injecties

Levering

Drillgrout – S kan geleverd worden in een silowagen, 1000 kg Bigbags en 25 kg zakgoed.

Soorten

Drillgrout – S suspensies kunnen variabel worden ingesteld. Deze productinformatie bevat als richtwaarden alleen de gegevens van het standaardproduct. Naast Drillgrout – S produceren wij kant-en-klaar producten voor ondergrondse constructies en boortechnieken.

Dienstverlening

Maakt u gebruik van onze toepassing technische ervaring! Graag optimaliseren wij onze producten met het oog op uw bouw- en boorpraktische eisen.

Het aandeel aan vaste stoffen kan variabel worden ingesteld. In het kader van de grondstof technische mogelijkheden zijn de verwerkingstijd en de eigenschappen van de uithardende voor- gemengde suspensie gericht te beïnvloeden.

Receptuur van de suspensie

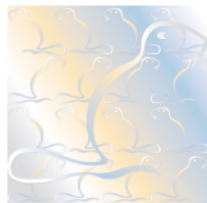
Drillgrout - S		
Kant-en-klaar mengsel	kg/m ³	230
Water (drinkwaterkwaliteit)	kg/m ³	930
Dichtheid van de suspensie	g/cm ³	1,14

Eigenschappen van de verse suspensie (I)

Drillgrout - S		
Marsh-trechtertijd	s/l	35 – 45
Vloeigrens	N/m ²	12 – 39
Kogelharp (Ball harp DIN 4126)	kogel	3 – 7
Filtraatwater (DIN 4127)	cm ³	≤ 70
Afz. mate na 2 h, 250 cm ³	Vol.-%	≤ 1,5

Eigenschappen van de uitgeharde suspensie (II)

Drillgrout - S		
Eenaxiale cilinderdruksterkte q _u	N/mm ²	≥ 0,8-1.0
	N/mm ²	≥ 1.2-1.4
Doorlatendheidscoëfficiënt k-waarde (III)		
na 28 dagen	m/s	≤ 5x10 ⁻¹⁰
na 56 dagen	m/s	



NL BSB®
Productcertificaat
K102354/01



Uitgegeven 2021-04-15 Vervangt -
Geldig tot Onbepaald d.d.
Pagina 1 van 2

Groutmengsels voor het afdichten van boorgaten

Drillgrout - B voor toepassing als NV-bouwstof

Drillgrout - S voor toepassing als NV-bouwstof

De Bentonietfabriek B.V.

VERKLARING VAN KIWA

Dit productcertificaat is afgegeven op basis van BRL 5078 "Groutmengsels voor het afdichten van boorgaten" d.d. 26 juni 2019, conform het Kiwa-Reglement voor Certificatie.

Kiwa verklaart dat:

- het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de door de certificaathouder geleverde producten bij aflevering aan de in dit productcertificaat vastgelegde milieuhygiënische specificaties voldoen, mits zij zijn voorzien van het NL BSB®-merk op de wijze als aangegeven in dit certificaat.
- met in achtneming van het bovenstaande, groutmengsels in hun toepassingen en met in achtneming van de daarbij horende toepassingsvoorwaarden voldoen aan de relevante eisen van het Besluit bodemkwaliteit.

Kiwa verklaart dat voor dit productcertificaat geen controle plaatsvindt op het gebruik in werken en op de melding- en/of informatieplicht van de gebruiker aan het bevoegd gezag.

Voor het Besluit bodemkwaliteit is dit een door de minister van Infrastructuur en Waterstaat erkend certificaat, indien het certificaat is opgenomen in het "Overzicht van erkende kwaliteitsverklaringen in de bouw" op de website van SBK: www.bouwkwaliteit.nl en de website van Bodem+: www.bodemplus.nl

Advies: raadpleeg www.kiwa.nl om na te gaan of dit certificaat geldig is.

Kiwa Nederland B.V.
Sir Winston Churchillaan 273
Postbus 70
2280 AB RIJSWIJK
Tel. 088 998 44 00
Fax 088 998 44 20
info@kiwa.nl
www.kiwa.nl

Certificaathouder
De Bentonietfabriek B.V.
Ampèreweg 17
3442 AB WOERDEN
Tel. 0348 44 14 99
info@debentonietfabriek.com
www.debentonietfabriek.com
KvK nr: 70530572

Afbeelding van het
NL BSB®-merk



® is een collectief merk van
Stichting Bouwkwaliteit

Besluit bodemkwaliteit

Groutmengsels voor het afdichten van boorgaten

MILIEUHYGIËNISCHE SPECIFICATIES

Onderwerp en toepassingsgebied

Dit productcertificaat heeft betrekking op het door De Bentonietfabriek B.V. geleverde groutmengsel voor toepassing als afdichting van boorgaten, met de productnamen zoals vermeld op de voorzijde van dit certificaat.

Merken en aanduidingen op de afleverdocumenten

De afleverbonnen dienen de volgende gegevens te bevatten:

- NL-BSB®-beeld- of woordmerken certificaatnummer;
- Naam certificaathouder / productie-eenheid;
- Productieplaats;
- Afleverdatum;
- De productnaam en de geleverde hoeveelheid;
- De aanduiding: niet-vormgegeven bouwstof.

De uitvoering van het NL-BSB®-beeldmerk en NL-BSB®-woordmerk is als volgt:



NL BSB®

Samenstelling en emissie

De gemiddelde samenstellingswaarden bepaald overeenkomstig AP 04-SB en de gemiddelde emissie bepaald overeenkomstig AP 04-U voldoen voor het beoogde toepassingsgebied aan bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.

Toepassingsvoorwaarden

Groutmengsels dienen te worden toegepast:

- Conform de richtlijnen zoals aangegeven door de producent/leverancier;
- In overeenstemming met artikel 5, 6, 7 en 33 van het Besluit bodemkwaliteit (functionaliteit, zorgplicht en hemeembaarheid).

WENKEN VOOR DE AFNEMER

Inspecteer bij aflevering:

- geleverd is wat is overeengekomen;
- het merk en de wijze van merken juist zijn;
- de afleveringsbon alle gegevens bevat.

Indien u op grond van het hiervoor gestelde tot afkeuring overgaat, neem dan contact op met:

- De Bentonietfabriek B.V.
- en zo nodig met:
- Kiwa Nederland B.V.

Neem de genoemde toepassingsvoorwaarden in acht.

Ga na of en door wie melding moet worden gedaan aan het bevoegd gezag.

Overhandig het bewijsmiddel (afleverbonnen en certificaat) aan de opdrachtgever. Dit geldt niet bij levering aan natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

WENKEN VOOR DE OPDRACHTGEVER

Houdt het bewijsmiddel (afleverbonnen en certificaat) tenminste 5 jaar ter beschikking voor inzage door het bevoegd gezag. Dit geldt niet voor natuurlijke personen anders dan in de uitoefening van beroep of bedrijf.

LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN*

Besluit bodemkwaliteit

Regeling bodemkwaliteit

AP04-SB	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen - Onderdeel: Samenstelling Bouwstoffen (niet zijnde grond) en Afvalstoffen.
AP04-U	Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen - Onderdeel: Uitloogonderzoek.

* Voor de juiste versie van de vermelde documenten wordt verwezen naar de laatste wijziging van de Regeling bodemkwaliteit.



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

Veiligheidsinformatieblad

Volgens de Verordening (EG) Nr 1907/2006 (REACH)

Print date 13.03.2018

Revised on 13.03.2018

RUBRIEK 1: Identificatie van het mengsel en de vennootschap

1.1 Productidentificatie

Dit veiligheidsinformatieblad is geldig voor de volgende producten:

Drillgrout - S

Bestanddelen die tot de indeling van het mengsel leiden (zie hiervoor tevens Rubriek 3):

- Portlandcementklinker
- Ovenstof afkomstig van de productie van portlandcementklinker

1.2 Relevant geïdentificeerd gebruik van het mengsel en ontraden gebruik

Cement wordt op industriële schaal gebruikt voor de samenstelling en productie van hydraulische bindmiddelen en mengsels, zoals betonspecie, mortelspecie, vulspecie/grout, pleister- en metselspecie, evenals voor de vervaardiging van geprefabriceerde betonelementen.

Cement en cementshoudende mengsels (hydraulische bindmiddelen) worden beroepsmatig door de professionele gebruiker, maar ook door de particuliere consument, toegepast bij bouwactiviteiten zowel binnen- als buitenshuis. De geïdentificeerde toepassingen van cement en cementshoudende mengsels omvatten zowel het droge poeder als de met water gemengde materialen (specie). Zie rubriek 16.2 voor meer informatie over de gebruiksomschrijvingen en -categorieën.

Ieder ander dan hierboven vermeld gebruik wordt ontraden.

1.3 Details betreffende de verstrekker van het veiligheidsinformatieblad

Bedrijfsnaam: De Bentonietfabriek B.V.

Adres: Ampèreweg 17
NL – 3442 AB Woerden

Telefoon: +31 348 44 14 99

Fax: -

E-mail van de persoon verantwoordelijk voor het VIB: info@debentonietfabriek.com

1.4 Telefoonnummer voor noodgevallen

Europees noodnummer: 112

Antigifcentrum: +49 6131 19240 (Antigifcentrum Mainz)
Openingsuren van de dienst : Bereikbaar 24/24
Dienst aangeboden in volgende taal : Duits – Engels

RUBRIEK 2 : Identificatie van de gevaren

2.1 Indeling van het mengsel

Overeenkomstig de Verordening (EG) nr. 1272/2008

Gevarenklasse	Gevarencategorie	Gevarenaanduidingen
Huidirritatie	2	H315: Veroorzaakt huidirritatie
Ernstig oogletsel / oogirritatie	1	H318: Veroorzaakt ernstig oogletsel
Toxiciteit voor een specifiek doelorgaan (STOT) - eenmalige blootstelling, irritatie van de luchtwegen	3	H335: Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken

2.2 Etiketteringselementen

Overeenkomstig de Verordening (EG) No 1272/2008 (CLP)

Gevaren-pictogrammen	
Signaalwoord	Gevaar
Gevaren-aanduidingen	H318: Veroorzaakt ernstig oogletsel H315: Veroorzaakt huidirritatie H335: Kan irritatie van de ademhalingswegen veroorzaken
Voorzorgs-maatregelen	P102: Buiten het bereik van kinderen houden. P280: Beschermende handschoenen/beschermende kleding/oogbescherming/gelaatbescherming dragen. P305 + P351 + P338 + P310: BIJ CONTACT MET DE OGEN: Voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen. Onmiddellijk een ANTIGIFCENTRUM of een arts raadplegen. P302 + P352 + P333 + P313: BIJ CONTACT MET DE HUID: Met veel water en zeep wassen. Bij huidirritatie of uitslag: een arts raadplegen. P261 + P304 + P340 + P312: Inademing van stof/rook/gas/nevel/ damp/spuitnevel vermijden. NA INADEMING: het slachtoffer in de frisse lucht brengen en laten rusten in een houding die het ademen vergemakkelijkt. Bij onwel voelen een ANTIGIFCENTRUM of een arts raadplegen. P501: Inhoud/verpakking afvoeren naar een afvalinzamelpunt volgens de geldende regelgeving.
Aanvullende informatie	Huidcontact met nat cement, beton- of mortelspecie, kan irritaties, dermatitis of ernstige huidletsels veroorzaken. Kan schade veroorzaken aan producten vervaardigd uit aluminium of andere niet-edele metalen.



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

2.3 Andere gevaren

Cement voldoet niet aan de criteria voor PBT of zPzB volgens bijlage XIII van de REACH-verordening (EG) nr. 1907/2006.

Cementstof kan irritatie van de ademhalingswegen veroorzaken.

Wanneer cement reageert met water, bijvoorbeeld bij de vervaardiging van beton- of mortelspecie, of wanneer cement vochtig wordt, ontstaat een sterk alkalische oplossing. Door de hoge alkaliteit kan vochtig cement huid- en oogirritaties veroorzaken.

Bij bepaalde personen zou een allergische reactie kunnen ontstaan veroorzaakt door oplosbaar Cr(VI).

Cement is ofwel van nature chromaat-arm ofwel wordt het zeswaardig chroomgehalte, Cr(VI) door middel van toevoeging van een reductiemiddel onder de 2mg/kg (0,0002 %) ten opzichte van het droog cementgewicht gebracht, dit in overeenstemming met de in Rubriek 15 aangegeven Europese regelgeving.

RUBRIEK 3: Samenstelling en informatie over de bestanddelen

3.1 Stof

Niet van toepassing.

3.2 Mengsels

Stoffen die een risico opleveren voor de gezondheid of voor het milieu:

Stof	Concentratie- bereik (% m/m)	EINECS	CAS	Registratie- nummer (REACH)	Indeling volgens Verordening (EG) nr 1272/2008	
					Gevarenklasse en categorie	Gevaren- aanduiding
Portland- cementklinker	1 - 20	266-043-4	65997-15-1	Niet van toepassing	STOT SE 3 Skin Irrit. 2 Eye Dam. 1 Skin Sens. 1B	H335 H315 H318 H317
Ovenstof afkomstig van de productie van Portland- cementklinker	0,1 - 5	270-659-9	68475-76-3	01-2119486767- 17-xxxx	STOT SE 3 Skin Irrit. 2 Eye Dam. 1 Skin Sens. 1B	H335 H315 H318 H317



RUBRIEK 4: Eerstehulpmaatregelen

4.1 Beschrijving van de eerstehulpmaatregelen

Algemeen

Personen die eerste hulp verlenen hoeven geen speciale beschermende kleding te dragen. Maar ze moeten aanrakingen met vochtig cement of vochtige cement houdende mengsels zo mogelijk vermijden.

In geval van contact met de ogen

Wrijf niet in de ogen, hierdoor kan extra beschadiging aan het hoornvlies ontstaan. Verwijder eventueel contactlenzen en buig het hoofd in de richting van het aangetaste oog. Spoel de wijd geopende ogen onmiddellijk met grote hoeveelheden water gedurende tenminste 20 minuten om alle deeltjes te verwijderen.

Vermijd om deeltjes in het niet-aangetaste oog te spoelen. Gebruik indien mogelijk isotonisch water (0,9 % NaCl).

Raadpleeg altijd de arbeidsarts of een oogarts.

In geval van contact met de huid

Droog cement: droog verwijderen en daarna overvloedig met water naspoelen.

Vochtig cement: was de huid met veel water.

Verwijder vervuilde kleding, schoenen, horloges enz. Reinig deze grondig voor hergebruik.

Raadpleeg bij huidirritatie of -letsel een arts.

In geval van inademing

Breng het slachtoffer in de frisse lucht. Stof in keel en neus moet spontaan verdwijnen. Raadpleeg een arts bij blijvende irritatie, als de irritatie zich later ontwikkelt of als het ongemak, hoesten of andere symptomen blijven duren.

In geval van inslikken

Geen braken opwekken. Spoel, als het slachtoffer bij bewustzijn is, de mond met water en laat hem veel water drinken. Neem onmiddellijk contact op met een arts of het Antigifcentrum.

4.2 Belangrijkste acute en uitgestelde symptomen en effecten

Ogen: Contact van de ogen met cement (droog of vochtig) kan ernstig en mogelijk onherstelbaar oogletsel veroorzaken.

Huid: Cement kan door aanhoudend contact een irriterende reactie op vochtige huid (door zweten of luchtvochtigheid) veroorzaken. Na herhaald contact kan het allergische letsels (dermatitis onder de vorm van eczeem) veroorzaken.

Langdurig huidcontact met nat cement of betonspecie kan huidirritaties, dermatitis of ernstig huidletsel veroorzaken doordat zich dit ontwikkelt zonder beleving van pijn (bijvoorbeeld door geknield in de betonspecie te werken zelfs gekleed in lange broek),

Zie voor verdere informatie referentie (1).

Inademing: Herhaaldelijk inademen van cementstof gedurende een lange periode verhoogt het risico van het ontstaan van longaandoeningen.

Milieu: Bij normale toepassing is cement niet gevaarlijk voor het milieu.

4.3 Vermelding van de vereiste onmiddellijke medische verzorging en speciale behandeling

Dit VIB meenemen bij de consultatie van een arts.



RUBRIEK 5: Brandbestrijdingsmaatregelen

5.1 Blusmiddelen

Cement is niet ontvlambaar.

5.2 Speciale gevaren die door het mengsel worden veroorzaakt

Cement is niet explosief en niet ontvlambaar en zal de verbranding van andere materialen niet bevorderen noch onderhouden.

5.3 Advies voor brandweerlieden

Cement vormt geen bijzonder gevaar in geval van brand. Brandweerlieden hoeven geen speciale beschermingsmiddelen te dragen.

RUBRIEK 6: Maatregelen bij het accidenteel vrijkomen van het mengsel

6.1 Persoonlijke voorzorgsmaatregelen, beschermende uitrusting en noodprocedures

6.1.1 Voor andere personen dan de hulpdiensten

Draag de beschermingsuitrusting als beschreven in Rubriek 8 en volg de aanwijzingen voor een veilige omgang zoals beschreven in Rubriek 7.

6.1.2 Voor de hulpdiensten

Een noodprocedure is niet vereist.

Niettemin is ademhalingsbescherming noodzakelijk bij blootstelling aan verhoogde stofconcentraties.

6.2 Milieuvorzorgsmaatregelen

Cement niet lozen in de riolering, afvoersystemen of in oppervlaktewater (rivieren, beken, meren e.d.)

6.3 Insluitings- en reinigingsmethoden en -materiaal

Ruim het gemorste materiaal op, bij voorkeur in droge vorm.

Droog cement

Gebruik schoonmaakmethodes die stofvorming voorkomen, zoals stofzuigers [industriële draagbare apparaten, voorzien van fijnstoffilters (EPA en HEPA-filter, EN 1822-1) of gelijkwaardige technieken]. Reinig nooit met perslucht. Of ruim het stof op met een dweil, een natte bezem of door af te spuiten (fijn verneveld om te voorkomen dat er stof in de lucht komt) en verwijder de slurry. Wanneer dit niet mogelijk is, vermengen met water en de slurry verwijderen (zie nat cement).

Wanneer nat opruimen of stofzuigen niet mogelijk is en alleen met bezems geveegd kan worden, moeten werknemers geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen dragen en voorkomen dat er stofvorming optreedt. Vermijd het inademen van en huidcontact met cement. Verzamel het gemorste materiaal in een afvalcontainer. Laat het materiaal voor afvoer met wat water verharderen, zoals beschreven in Rubriek 13.

Nat cement

Ruim het nat cement op en verzamel het in een afvalcontainer. Laat het materiaal drogen en verharderen vooraleer het af te voeren zoals beschreven in Rubriek 13.

6.4 Verwijzing naar andere rubrieken

Zie Rubrieken 8 en 13 voor verdere details.



RUBRIEK 7: Hantering en opslag

Gebruik en bewaar cement niet in de buurt van voedsel, drank of rookwaren.

7.1 Voorzorgsmaatregelen voor het veilig hanteren van het mengsel

De "Gids voor goede praktijken" die raadgevingen bevat voor een veilige verhandeling en gebruik, is beschikbaar op <http://www.nepsi.eu/agreement-good-practice-guide/good-practice-guide.aspx>. Deze gids werd aangenomen in het kader van de Europese Sociale Dialoog en het akkoord over de "Bescherming van de gezondheid van de werknemers door correct hanteren en juist gebruik van kristallijn silica en producten die kristallijn silica bevatten" dat ondertekend werd door de Europese sectororganisaties van de werkgevers en de werknemers, waaronder Cembureau.

7.1.1 Voorzorgsmaatregelen

Volg de aanbevelingen op van Rubriek 8.

Voor het opruimen van droog cement, zie deelrubriek 6.3.

Maatregelen ter voorkoming van brand

Niet van toepassing.

Maatregelen ter voorkoming van aerosol- en stofvorming

Niet samen vegen. Gebruik droge reinigingsmethoden, zoals stofzuigers en extractie onder vacuüm, die geen stofontwikkeling veroorzaken.

Milieuvoorzorgsmaatregelen

Geen bijzondere maatregelen nodig.

7.1.2 Advies inzake algemene beroepsmatige hygiëne

Gebruik en bewaar cement niet in de buurt van voedsel, drank of rookwaren. Draag in een stoffige omgeving een stofmasker en veiligheidsbril. Draag beschermende handschoenen om contact met de huid te voorkomen.

7.2 Voorwaarden voor een veilige opslag, met inbegrip van incompatibele producten

Bulk cement moet worden opgeslagen in silo's die waterdicht, droog (minimale interne condensatie), schoon en beschermd zijn tegen vervuiling.

Gevaar voor bedelving: Voorkom bedelving of verstikking, ga niet zonder de nodige veiligheidsmaatregelen een afgesloten ruimte binnen (silo, laadruim, bulkwagen of andere opslagcontainers of vaten) waarin cement zit. Cement kan zich ophopen of hechten aan wanden van een afgesloten ruimte, waarna het onverwacht kan losraken, instorten of gaan schuiven.

Verpakte producten moeten koel en droog worden opgeslagen in gesloten verpakking, los van de grond en beschermd tegen overmatige tocht om kwaliteitsverlies te voorkomen.

Zakken moeten stabiel worden opgestapeld.

Gebruik geen aluminiumcontainers voor de opslag of transport van natte cement(mengsels) omwille van de onverenigbaarheid van de materialen.

7.3 Specifiek eindgebruik

Geen extra informatie voor specifiek eindgebruik (zie deelrubriek 1.2).

RUBRIEK 8: Maatregelen ter beheersing van blootstelling/ persoonlijke bescherming

8.1 Controleparameters

België	Grenswaarden	Blootstelling	Aantal keren blootstelling	Onderbouwing
Portlandcement - stof	GWB - E: 10 mg/m ³	Ademhaling	TGG – 8 uur	KB 20/05/2011
Frankrijk	Grenswaarden	Blootstelling	Aantal keren blootstelling	Onderbouwing
Stof – in het algemeen	GWB - E: 10 mg/m ³	Ademhaling	TGG – 8 uur	Artikel R.4222-10
Stof – in het algemeen	GWB - A: 5 mg/m ³	Ademhaling	TGG – 8 uur	Artikel R.4222-10
Duitsland	Grenswaarden	Blootstelling	Aantal keren blootstelling	Onderbouwing
Stof – in het algemeen	GWB - E: 10 mg/m ³	Ademhaling	TGG – 8 uur	TRGS 900
Stof – in het algemeen	GWB - A: 1,25 mg/m ³	Ademhaling	TGG – 8 uur	TRGS 900
Oplosbaar chromaat (VI)	2 ppm	Aan de huid		Verordening (EG) nr. 1907/2006
Nederlands	Grenswaarden	Blootstelling	Aantal keren blootstelling	Onderbouwing
Portlandcement - stof	GWB - E: 10 mg/m ³	Ademhaling	TGG – 8 uur	Nationale MAC- lijst 2007 (*) (referentie 2 en 3)
Oplosbaar chromaat (VI)	2 ppm	Aan de huid	Korte tijd (acuut) Lange tijd (herhaaldelijk)	Verordening (EG) nr. 1907/2006

A: alveolar fraction; E: inhalable fraction

(*) De Nationale MAC-lijst is vanaf 1 januari 2007 vervangen door de lijst Wettelijke Nederlandse Grenswaarden, onderdeel van de wet Arbeidsomstandighedenregeling” (referentie 2 en 3). In deze lijst wordt portlandcement (stof) niet meer genoemd.

8.2 Maatregelen ter beheersing van blootstelling

Voor elke individuele PROC kan de gebruiker in onderstaande tabel kiezen tussen optie A) of B), afhankelijk van zijn specifieke situatie. Wanneer deze keuze eenmaal is gemaakt, dient dezelfde optie te worden aangehouden in de tabel van deelrubriek “8.2.2. Individuele beschermingsmaatregelen, zoals persoonlijke beschermingsmiddelen”, kolom “Type ademhalingsbeschermingmiddel”. Enkel de combinaties A) – A) of B) – B) zijn dus mogelijk.

8.2.1 Passende technische maatregelen

Maatregelen ter voorkoming van stofvorming en stofverspreiding, bijvoorbeeld ontstoffing, ventilatiesystemen en droge reinigingsmethoden die geen stof doen opwaaien.

Gebruik	PROC*)	Bloot- stelling	Plaatselijke maatregelen	Efficiëntie
Industriële vervaardiging / samenstelling van hydraulische bouwmaterialen	2, 3	Tijdsduur is niet beperkt (max. 480 min. per ploeg, 5 ploegen per week)	niet vereist	-
	14, 26		A) niet vereist of B) generiek lokaal afzuigsysteem	- 78%
	5, 8b, 9		A) algemene ventilatie of B) generiek lokaal afzuigsysteem	17% 78%
Industriële toepassing van droge hydraulische bouwmaterialen (binnen, buiten)	2		niet vereist	-
	14, 22, 26		A) niet vereist of B) generiek lokaal afzuigsysteem	- 78%
	5, 8b, 9		A) algemene ventilatie of B) generiek lokaal afzuigsysteem	17% 78%
Industriële toepassing van hydraulische bouwmaterialen onder de vorm van natte suspensie (binnen, buiten)	2, 5, 8b, 9, 10, 13, 14		niet vereist	-
	7		A) niet vereist of B) generiek lokaal afzuigsysteem	- 78%
Beroepsmatige toepassing van droge hydraulische bouwmaterialen (binnen, buiten)	2		niet vereist	-
	9, 26		A) niet vereist of B) generiek lokaal afzuigsysteem	- 72%
	5, 8a, 8b, 14		A) niet vereist of B) generiek lokaal afzuigsysteem	- 87%
	19		Lokale maatregelen zijn niet toepasbaar; werkzaamheden alleen uitvoeren in goed geventileerde ruimtes of buiten	-
Beroepsmatige toepassing van hydraulische bouwmaterialen onder de vorm van natte suspensie (binnen, buiten)	11		A) niet vereist of B) generiek lokaal afzuigsysteem	- 72%
	2, 5, 8a, 8b, 9, 10, 13, 14, 19		niet vereist	-

*) PROC zijn geïdentificeerde vormen van gebruik en gedefinieerd in deelrubriek 16.2.

8.2.2 Individuele beschermingsmaatregelen, zoals persoonlijke beschermingsmiddelen

Algemeen: Voorkom waar mogelijk tijdens de werkzaamheden knielen in verse mortelspecie of betonspecie. Draag geschikte, waterdichte, persoonlijke beschermingsmiddelen wanneer knielen onvermijdelijk is. Eet, drink en rook niet tijdens het werken met cement om contact met de huid of mond te voorkomen. Breng voor aanvang van de werkzaamheden met cement een beschermende huidcrème aan en herhaal dit regelmatig. Direct na het werken met cement of cement bevattende materialen moet men zich wassen of douchen en een huidverzorgende crème gebruiken. Verwijder vervuilde kleding, schoeisel, horloges, enz. en reinig deze grondig voor hergebruik.

Bescherming van de ogen/het gezicht

Bescherm tijdens het werken met droog of nat cement de ogen met behulp van een goedgekeurde veiligheidsbril of ruimzichtbril volgens EN 166 om contact met de ogen te voorkomen.



Bescherming van de huid

Draag ondoordringbare, slijtvaste en alkalibestendige handschoenen, van binnen gevoerd met katoen (bijvoorbeeld CE-gemarkeerde katoenen handschoenen met nitril coating), laarzen en nauwsluitende, beschermende kleding met lange mouwen en gebruik huidverzorgingsproducten (met inbegrip van beschermende huid crèmes) om de huid te beschermen bij langdurig contact met nat cement. Let goed op dat er geen (droog of nat) cement in de laarzen komt. Respecteer de maximum draagtijd bij handschoenen om huidproblemen te vermijden.

Onder bepaalde omstandigheden, bijvoorbeeld bij het aanleggen van betonvloeren of cementchapes, is een waterdichte broek of kniebescherming noodzakelijk.



Bescherming van de ademhalingswegen

Draag een geschikte bescherming voor de ademhalingswegen bij een verwachte blootstelling aan stofconcentraties boven de grenswaarden. Deze bescherming moet worden aangepast aan de stofconcentratie en in overeenstemming zijn met de van toepassing zijnde EN norm (bijvoorbeeld EN 149, EN 140, EN 14387, EN 1827) of nationale normen.



Thermische gevaren

Niet van toepassing

Gebruik	PROC*)	Bloot- stelling	Type ademhalings- beschermingmiddel (ABM)	ABM doelmatigheid toegekende protectiefactor (TPF)
Industriële vervaardiging / samenstelling van hydraulische bouwmaterialen	2, 3	Tijdsduur is niet gelimiteerd (max. 480 min. per ploeg, 5 ploegen per week)	niet vereist	-
	14, 26		A) FFP1 of B) niet vereist	TPF = 4 -
	5, 8b, 9		A) FFP2 of B) FFP1	TPF = 10 TPF = 4
Industriële van droge hydraulische bouwmaterialen (binnen, buiten)	2		niet vereist	-
	14, 22, 26		A) FFP1 of B) niet vereist	TPF = 4 -
	5, 8b, 9		A) FFP2 of B) FFP1	TPF = 10 TPF = 4
Industriële toepassing van hydraulische bouwmaterialen onder de vorm van natte suspensie (binnen, buiten)	2, 5, 8b, 9, 10, 13, 14		niet vereist	-
	7		A) FFP1 of B) niet vereist	TPF = 4 -
Beroepsmatige toepassing van droge hydraulische bouwmaterialen (binnen, buiten)	2		FFP1	TPF = 4
	9, 26		A) FFP2 of B) FFP1	TPF = 10 TPF = 4
	5, 8a, 8b, 14		A) FFP3 of B) FFP1	TPF = 20 TPF = 4
	19		FFP2	TPF = 10
Beroepsmatige toepassing van hydraulische bouwmaterialen onder de vorm van natte suspensie (binnen, buiten)	11		A) FFP1 of B) niet vereist	TPF = 4 -
	2, 5, 8a, 8b, 9, 10, 13, 14, 19		niet vereist	-

*) PROC zijn beschreven en gedefinieerd in deelrubriek 16.2



Voor elke individuele PROC, moet de gebruiker optie A) of B) uit de bovenstaande tabel kiezen, in overeenstemming met hetgeen gekozen werd in deelrubriek "8.2.1 Passende technische maatregelen"- kolom "Plaatselijke maatregelen".

Een overzicht van de doelmatigheid (TPF) van de verschillende types ademhalingsbeschermingmiddelen (ABM) (volgens EN 529) is te vinden in een overzicht van MEASE (referentie 16).

Een ABM zoals hierboven beschreven zal enkel gedragen worden als tegelijkertijd de volgende principes toegepast worden: de werkduur (te vergelijken met de "duur van blootstelling" hierboven) zal rekening houden met de bijkomende fysiologische belasting voor de werknemer ten gevolge van de ademhalingsweerstand en de massa van het ABM zelf en ten gevolge van de verhoogde thermische belasting door het insluiten van het hoofd. Bovendien moet rekening gehouden worden met de verminderde bekwaamheid om werktuigen te gebruiken en te communiceren bij het dragen van ABM.

Omwille van bovenstaande redenen, moet de werknemer (i) gezond zijn (vooral met betrekking tot medische problemen die het gebruik van ABM kunnen beïnvloeden), (ii) geschikte gezichtseigenschappen hebben die lekken tussen gezicht en masker beperken (gezichtsbehaaring en littekens). De bovenstaande apparaten die steunen op een nauwe aansluiting met het gezicht, zullen niet de gewenste bescherming bieden tenzij ze de contouren van het gezicht voldoende en veilig volgen.

De werkgever en zelfstandige werkers hebben de wettelijke verantwoordelijkheid voor het verstrekken van beschermende ademhalingsmiddelen, hun onderhoud en het toezicht op hun correct gebruik op de werkplaats. Daarom moeten ze een passend beleid bepalen en documenteren met betrekking tot een programma voor beschermende ademhalingsmiddelen, met inbegrip van een opleiding van de werknemers.

8.2.3 Beheersing van milieublootstelling

Lucht: de beheersing van de milieublootstelling in verband met de emissie van cementdeeltjes in de lucht moet in overeenstemming zijn met de beschikbare technologie en met de geldende reglementen voor de emissie van gewone stofdeeltjes.

Water: geen cement lozen in rioleringen of in watermassa's om hoge pH-waarden te vermijden. Boven een pH van 9 zijn negatieve ecotoxicologische invloeden mogelijk.

Bodem en terrestrisch milieu: er zijn geen bijzondere beheersingsmaatregelen nodig voor de blootstelling van het terrestrisch milieu.



RUBRIEK 9: Fysische en chemische eigenschappen

9.1 Informatie over fysische en chemische basiseigenschappen

Deze informatie geldt voor het mengsel als geheel.

- (a) Voorkomen: Droog cement is een fijn vermalen anorganisch materiaal (grijs of wit poeder). Korrelgrootte hoofdzakelijk tussen 5 en 30 μm
- (b) Geur: geurloos
- (c) Geurdrempelwaarde: geen, is reukloos
- (d) pH: ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in water, water/vaste stofverhouding 1:2): 11-13,5
- (e) Smeltpunt: $> 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (f) Beginkookpunt en kooktraject: Niet van toepassing, het smeltpunt ligt bij normale atmosferische condities boven $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (g) Vlampunt: Niet van toepassing, is geen vloeistof
- (h) Verdampingssnelheid: Niet van toepassing, is geen vloeistof
- (i) Ontvlambaarheid (vast, gas): Niet van toepassing, materiaal is een vaste stof en niet ontvlambaar, kann niet ontbranden door wrijving
- (j) Bovenste/onderste ontvlambaarheids- of explosiegrenswaarden: Niet van toepassing, het is geen ontvlambaar gas
- (k) Dampspanning: Niet van toepassing, want smeltpunt $> 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (l) Dampdichtheid: Niet van toepassing, want smeltpunt $> 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (m) Relatieve dichtheid: 2,75-3,20. Schijnbare soortelijke massa (stortgewicht): 0,9-1,5 g/cm^3
- (n) Oplosbaarheid in water ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$): Zwak (0,1-1,5 g/l)
- (o) Verdelingscoëfficiënt: n-Octanol/water: Niet van toepassing, want is een anorganisch mengsel
- (p) Zelfontbrandingstemperatuur: Niet van toepassing (niet pyrofoor – geen organometallische, organohalf-metallische of organofosfane verbindingen of afgeleide producten en bevat geen andere pyrofore bestanddelen)
- (q) Ontledingstemperatuur: Niet van toepassing, bevat geen anorganische peroxide
- (r) Viscositeit: Niet van toepassing, is geen vloeistof
- (s) Ontploffingseigenschappen: Niet van toepassing (is noch explosief noch pyrotechnisch) Is op zichzelf niet in staat om door een chemische reactie gas vrij te geven bij een temperatuur, druk en snelheid waardoor schade aan de omgeving zou kunnen ontstaan. Produceert geen zelfonderhoudende exotherme chemische reactie.
- (t) Oxiderende eigenschappen: Niet van toepassing, cement veroorzaakt geen verbranding en draagt evenmin bij aan de verbranding van andere materialen.

9.2. Overige informatie

Niet van toepassing.



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

RUBRIEK 10: Stabiliteit en reactiviteit

10.1 Reactiviteit

Bij menging met water verhardt cement tot een stabiele massa die in een normale omgeving niet verder zal reageren.

10.2 Chemische stabiliteit

Droge cementen zijn stabiel zolang ze op de juiste wijze zijn opgeslagen (zie Rubriek 7) en verenigbaar met de meeste andere bouwmaterialen. Cement moet droog bewaard worden.

Vermijd contact met onverenigbare materialen.

Nat cement is alkalisch en onverenigbaar met zuren, ammoniumzout, aluminium en andere niet-edele metalen.

Cement is oplosbaar in fluorwaterstofzuur, waarbij het corrosieve gas siliciumtetrafluoride vrijkomt.

Cement reageert met water waarbij silicaten en calciumhydroxide wordt gevormd.

Silicaten in het cement kunnen reageren met sterke oxidanten zoals fluor, trifluorboride, trifluorchloride, mangaantrifluoride en difluoroxide.

10.3 Mogelijke gevaarlijke reacties

Cement veroorzaakt geen gevaarlijke reacties.

10.4 Te vermijden omstandigheden

Vochtige omstandigheden tijdens opslag kan kluitvorming en kwaliteitsverlies van het product veroorzaken.

10.5 Chemisch op elkaar inwerkende materialen

Zuren, ammoniumzouten, aluminium of andere niet-edele metalen. Ongecontroleerd gebruik van aluminiumpoeder in nat cement moet worden vermeden omdat daardoor waterstof vrijkomt.

10.6 Gevaarlijke ontledingsproducten

Cement ontleedt niet in gevaarlijke producten.

RUBRIEK 11: Toxicologische informatie

11.1 Informatie over toxicologische effecten

Gevaren-klasse	Cat.	Werking	Referentie
Acute toxiciteit - huidcontact	-	Limiet test, konijn, blootstelling gedurende 24 uur, 2000 mg/kg lichaamsgewicht – niet levensbedreigend. Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	(2)
Acute toxiciteit - inademen	-	Geen acute toxiciteit bij inademen waargenomen. Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	(9)
Acute toxiciteit - inslikken	-	Studies met cementovenstof geven geen aanwijzing van toxiciteit door inslikken. Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	Literatuuronderzoek
Huidcorrosie/huidirritatie	2	Cement in aanraking met vochtige huid kan verdikking, barstjes en kloven van de huid veroorzaken. Bij langdurige blootstelling in combinatie met wrijving kunnen zeer ernstige huidletsels ontstaan.	(2) Menselijke ervaring
Ernstig oogletsel/oogirritatie	1	Portlandcementklinker veroorzaakt verschillende beschadigingen aan het hoornvlies. De berekende "irritatie-index" bedraagt 128. De gewone cementen (conform EN 197-1) bevatten variërende hoeveelheden portlandcementklinker, poederkoolvlieg, hoogovenslak, gips, natuurlijke puzzolanen, gebrande leesteen, silicafume en kalksteen. Direct contact met cement kan beschadigingen aan het hoornvlies veroorzaken door wrijven, onmiddellijke of vertraagde irritatie of ontsteking. Direct contact met grotere hoeveelheden droog cement of spatten van nat cement kan resulteren in gematigde oogirritatie (bijvoorbeeld bindvliesontsteking of blepharitis (ooglidontsteking)) tot ernstig oogletsel en blindheid.	(10), (11)

Zie volgende bladzijde

Gevaren-klasse	Cat.	Werking	Referentie
Sensibilisatie van de huid	1B	Bepaalde personen kunnen eczeem ontwikkelen na blootstelling aan nat cement veroorzaakt door de hoge pH-waarde, welke bij langdurig contact leidt tot irriterende contactdermatitis, of door een immunologische reactie met in water oplosbaar chroom (VI) wat allergische contactdermatitis veroorzaakt. De overgevoeligheid uit zich op verschillende manieren, variërend van een lichte uitslag tot ernstige dermatitis en wordt veroorzaakt door een combinatie van beide mechanismen. Als het cement een reductiemiddel voor het oplosbaar Cr(VI) bevat en de opgegeven werkingsperiode van dit reductiemiddel is niet overschreden, dan is een overgevoeligheidsreactie niet te verwachten.	(3), (4), (17)
Sensibilisatie van de luchtwegen	-	Er is geen aanwijzing voor sensibilisatie van de luchtwegen. Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	(1)
Mutageniteit in geslachts-cellen	-	Geen aanwijzing. Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	(12), (13)
Kanker-verwekkendheid	-	Er is geen causaal verband vastgesteld tussen blootstelling aan portlandcement en kanker. Epidemiologische onderzoeken geven geen ondersteuning om portlandcement als vermoedelijk kankerverwekkend aan te merken. Portlandcement is niet classificeerbaar als kankerverwekkende stof voor de mens (klasse "A4" volgens ACGIH: stoffen waarvoor de bezorgdheid bestaat dat ze kankerverwekkend zouden kunnen zijn voor de mens, maar waarvoor door gebrek aan gegevens geen enkele betrouwbare conclusie kan getrokken worden. Studies uitgevoerd in vitro of op dieren geven onvoldoende aanwijzingen om de stof in een andere klasse dan A4 onder te brengen). Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	(1) (14)
Giftigheid voor de voortplanting	-	Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	Geen aanwijzing vanuit menselijke ervaring
STOT bij eenmalige blootstelling	3	Blootstelling aan cementstof kan leiden tot irritaties van de ademhalingswegen (keel, longen). Hoesten, niezen en kortademigheid kunnen optreden wanneer de blootstelling boven de beroepsmatige grenswaarden ligt. Beroepsmatige blootstelling aan cementstof kan leiden tot beperking van de ademhalingsfunctie. Momenteel zijn er echter geen betrouwbare bewijsmateriaal beschikbaar om een dosis-effect relatie vast te stellen.	(1)
STOT bij herhaalde blootstelling	-	Er is een aanwijzing voor chronisch obstructieve longziekte (COPD). De effecten zijn acuut en een gevolg van hoge blootstellingsniveaus. Geen enkel chronisch effect of effect bij lage concentraties is waargenomen. Gebaseerd op beschikbare gegevens: aan de indelingscriteria is niet voldaan.	(15)
Aspiratiegevaar	-	Niet van toepassing, omdat cement niet als aërosol wordt toegepast.	

Behalve voor de sensibilisatie van de huid hebben Portlandcementklinker en de gewone cementen (conform EN 197-1) dezelfde toxicologische en ecotoxicologische eigenschappen.

Verergerde ziektebeelden door blootstelling

Inademen van cementstof kan reeds aanwezige aandoeningen aan de ademhalingswegen zoals longemfyseem of astma verslechteren. Blootstelling aan cementstof kan bestaande problemen met de huid en/of ogen verergeren.



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

RUBRIEK 12: Ecologische informatie

12.1 Toxiciteit

Cement is niet gevaarlijk voor het milieu. Ecotoxicologisch onderzoek met portlandcement op *Daphnia magna* [referentie (5)] en *Selenastrum coli* [referentie (6)] hebben slechts een gering toxisch effect vertoond.

Derhalve konden de LC50- en EC50-waarden niet worden bepaald [referentie (7)]. Er is geen indicatie voor toxische effecten op sedimenten (bezinksels) [referentie (8)]. Maar het lozen van grote hoeveelheden cement in water kan wel tot een hogere pH-waarde leiden en kan dus onder bepaalde omstandigheden giftig zijn voor waterleven.

12.2 Persistentie en afbreekbaarheid

Niet van toepassing. Na verharding vormt cement geen toxicologisch gevaar.

12.3 Bioaccumulatie

Niet van toepassing. Na verharding vormt cement geen toxicologisch gevaar.

12.4 Mobiliteit in de bodem

Niet van toepassing. Na verharding vormt cement geen toxicologisch gevaar.

12.5 Resultaten van de PBT- en zPzB-beoordeling

Niet van toepassing. Na verharding vormt cement geen toxicologisch gevaar.

12.6 Andere schadelijke effecten

Niet van toepassing.

RUBRIEK 13: Instructies voor verwijdering

13.1. Afvalverwerkingsmethoden

Cement niet lozen in rioleringen of in oppervlaktewater.

Product – ongebruikte resten of gemorst droog materiaal

Ruim de ongebruikte of gemorste resten droog op. Markeer de afvalcontainers. Hergebruik indien mogelijk, afhankelijk van de maximale gebruiksduur en de mogelijkheid om stofvorming te voorkomen. Wanneer afvoer noodzakelijk is, het materiaal vooraf verharden door wat water toe te voegen en afvoeren overeenkomstig "Product – na toevoeging van water, verhard".

EWC-code: 10 13 06 (Deeltjes en stof)

Product – slurries

Laat de slurry verharden, voorkom dat het materiaal in de riolering, afwatersystemen of in oppervlaktewater terecht komt en afvoeren overeenkomstig "Product – na toevoeging van water, verhard".

Product – na toevoeging van water, verhard

Afvoeren overeenkomstig lokale regelgeving. Voorkom dat het in de riolering terecht komt. Voer het verharde materiaal af als betonafval. Gelet op de inerte eigenschappen van verhard beton, is betonafval geen gevaarlijk afval. EWC-code:

10 13 14 (Afval van de fabricage van cement – Betonafval en betonslib)
of 17 01 01 (Bouw- en sloopafval - Beton).

Verpakking

De verpakking volledig legen en verwerken volgens de lokale regelgeving.

EWC-code: 15 01 01 (Verpakking – Papieren en kartonnen verpakking).



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

RUBRIEK 14: Informatie met betrekking tot het vervoer

Cement valt niet onder de internationale regelgeving voor transport van gevaarlijke goederen (IMDG, IATA, ADR/RID). Classificatie is niet vereist. Geen speciale voorzorgsmaatregelen zijn nodig, behalve die genoemd in Rubriek 8.

14.1 VN-nummer

Niet van toepassing.

14.2 Juiste ladingnaam overeenkomstig de modelreglementen van de VN

Niet van toepassing.

14.3 Transportgevaarklasse(n)

Niet van toepassing.

14.4 Verpakkingsgroep

Niet van toepassing.

14.5. Milieugevaren

Niet van toepassing.

14.6. Bijzondere voorzorgen voor de gebruiker

Niet van toepassing.

14.7. Vervoer in bulk overeenkomstig bijlage II bij MARPOL 73/78 en de IBC-code

Niet van toepassing.

RUBRIEK 15: Regelgeving

15.1 Specifieke veiligheids-, gezondheids- en milieureglementen en -wetgeving voor het mengsel

Europese regelgeving

Cement is een mengsel en valt daarom niet onder de registratieplicht van REACH. Portlandcementklinker is volgens artikel 2.7(b) en bijlage V.10 van REACH vrijgesteld van registratieplicht.

De verkoop en het gebruik van cement zijn onderhevig aan de beperking van de hoeveelheid oplosbaar chroom Cr(VI) (REACH, Bijlage XVII, punt 47 Chroom (VI) verbindingen).

15.2 Chemische veiligheidsbeoordeling

Voor dit mengsel is geen enkele veiligheidsevaluatie uitgevoerd door de producent.

RUBRIEK 16: Overige informatie

16.1 Wijzigingen t.o.v. de voorgaande versie

Deze volledig volgens Verordening (EU) Nr. 453/2010 herziene versie is gebaseerd op het werk van de expertengroep "Health & Safety" van Cembureau (Europese Cementassociatie).

16.2 Geïdentificeerde vormen van gebruik en gebruiksdscriptoren en categorieën

Onderstaande tabel geeft een overzicht van alle relevante geïdentificeerde vormen van gebruik van cement en cement bevattende bindmiddelen. Alle gebruiksvormen zijn gegroepeerd volgens deze geïdentificeerde vormen van gebruik omwille van hun specifieke blootstellingscondities voor mens en milieu. Voor elke specifieke vorm van gebruik is een reeks van risicobeheersmaatregelen of plaatselijke maatregelen bepaald (zie Rubriek 8) die door gebruiker van het cement of het cement bevattende bindmiddel moeten toegepast worden om de blootstelling tot een aanvaardbaar niveau te brengen.

De volgende processen zijn beschreven volgens het ECHA-handboek R.12 (ECHA-2010-G-05):

PROC	Geïdentificeerde vorm van gebruik / Beschrijving van de toepassing	Productie/ vervaardiging van hydraulische bindmiddelen	Professioneel/ industrieel gebruik van
2	Gebruik in een gesloten, continu proces met incidentele, beheerste blootstelling. Bv. Industriële of beroepsmatige vervaardiging van hydraulische bindmiddelen.	X	X
3	Gebruik in een gesloten batchproces. Bv. Industriële of beroepsmatige vervaardiging van stortbeton.	X	X
5	Mengen in batchprocessen om mengsels en voorwerpen te formuleren. Bv. Industriële of beroepsmatige vervaardiging van prefabbeton.	X	X
7	Spuiten in een industriële omgeving. Bv. Industrieel gebruik van natte hydraulisch gebonden species door spuiten.		X
8a	Overbrengen van een stof of mengsel (vullen/leeg laten lopen) van/naar vaten/grote containers in nietgespecialiseerde voorzieningen. Bv. Gebruik van verpakt cement voor het aanmaken van mortel.		X
8b	Overbrengen van een stof of mengsel (vullen/leeg laten lopen) van/naar vaten/grote containers in gespecialiseerde voorzieningen. Bv. Vullen van silos, laden van bulkwagens en schepen in cementbedrijven.	X	X
9	Overbrengen van een stof of mengsel naar kleine containers (gespecialiseerde vullijn, inclusief wegen). Bv. Verpakking van cement in cementbedrijven.	X	X
10	Met roller of kwast aanbrengen. Bv. Producten die de aanhechting verbeteren tussen bouwmaterialen en afwerkingslagen.		X
11	Spuiten buiten industriële omgevingen. Bv. Beroepsmatig gebruik van natte hydraulisch gebonden species door spuiten.		X
13	Behandelen van voorwerpen door onderdompelen of overgieten. Bv. Bouwproducten bedekken met een laag om de prestaties te verbeteren.		X
14	Productie van mengsels of voorwerpen door tabletteren, comprimeren, extruderen en pelletiseren. Bv. Productie van vloertegels.	X	X
19	Handmatig mengen met intiem contact en uitsluitend met persoonlijke beschermingsmiddelen beschikbaar. Bv. Vervaardiging van hydraulisch mengsels op de bouwplaats.		X
22	Mogelijk gesloten bewerking met mineralen/metalen bij hogere temperaturen. Industriële omgeving. Bv. Vervaardiging van metselstenen.		X
26	Verwerking van vaste anorganische stoffen bij omgevingstemperatuur. Bv. Vervaardiging van natte hydraulische mengsels.	X	X

16.3 Afkortingen en acroniemen

ABM	Ademhalingsbeschermingsmiddel
ACGIH	American Conference of Industrial Hygienists
ADR/RID	Agreement on the transport of Dangerous goods by Road/Regulation on the International transport of Dangerous goods by rail. – Europese Overeenkomst betreffende het international vervoer van gevaarlijke goederen over de weg / Reglement betreffende het international spoorwegvervoer van gevaarlijke goederen
CAS	Chemical Abstracts Service
C&L	Classification & Labelling – Indeling & Etikettering (Richtlijn 67/548/EEG)
CLP	Classification, labelling and packaging (Verordening (EG) nr. 1272/2008) – Indeling, etikettering en verpakking
COPD	Chronisch obstructieve longziekte (Chronic Obstructive Pulmonary Disease)
EC50	Half maximal effective concentration – De concentratie waarbij 50 % van het te verwachten effect wordt waargenomen
ECHA	European CHemicals Agency
EINECS	European INventory of Existing Commercial chemical Substances
EPA	Efficiënt type luchtfilter (Efficient Particulate Air filter)
EWC	European Waste Catalogue
FF P	Stoffilter voor éénmalig gebruik (Filtering Facepiece against Particles)
FM P	Stofmasker met vervangbare filter (Filtering Mask against Particles with filter cartridge)
GWB	Grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling
HEPA	Zeer efficiënt type luchtfilter (High Efficiency Particulate Air Filter)
IATA	International Air Transport Association (Internationale Luchtvaartorganisatie)
IBC-Code	International Bulk Chemical Code – Internationale Code voor de Bouw en uitrusting van schepen die gevaarlijke Chemicaliën in Bulk vervoeren
IMDG	International agreement on the Maritime transport of Dangerous Goods
LC50	Median lethal concentration – Concentratie waarbij 50% van de proefdieren overlijdt
m/m	massa/massa
MARPOL	Internationaal verdrag ter voorkoming van verontreiniging door schepen
MEASE	Metals Estimation and Assessment of Substance Exposure, EBRC Consulting GmbH for Eurometaux, http://www.ebrc.de/industrial-chemicals-reach/projects-and-references/mease.php
PBT	Persistent, Bio-accumulerend en Toxisch
PROC	PROcess Category – Procescategorie (indeling van gebruik)
REACH	Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals – Registratie, beoordeling en autorisatie van chemische stoffen (Verordening (EG) 1907/2006)
STOT	Specific Target Organ Toxicity – Giftigheid voor bepaalde organen (RE ; herhaalde blootstelling – Repeated Exposure ; SE : eenmalige blootstelling – Single Exposure)
TGG-8 uur	Tijd Gewogen Gemiddelde over 8 uur per dag.
TPF	Toegekende Protectiefactor
VIB	Veiligheidsinformatieblad
VME	Gemiddelde blootstellingswaarde (Valeur Moyenne d'Exposition) (gemiddelde stofconcentratie van de door een persoon ingeademde lucht over een periode van 8 uur – gewogen tijdsgemiddelde)
VLEP	Grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle)
zPzB	zeer Persistent, zeer Bioaccumulerend (vPvB : very Persistent, very Bioaccumulative)

16.4 Bibliografische referenties en gegevensbronnen

- (1) Portland Cement Dust - Hazard assessment document EH75/7, UK Health and Safety Executive, 2006:
<http://www.hse.gov.uk/pubns/web/portlandcement.pdf>
- (2) Observations on the effects of skin irritation caused by cement, Kietzman et al, Dermatosen, 47, 5, 184-189 (1999).
- (3) European Commission's Scientific Committee on Toxicology, Ecotoxicology and the Environment (SCTEE) opinion of the risks to health from Cr (VI) in cement (European Commission, 2002).
http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/sct/documents/out158_en.pdf
- (4) Epidemiological assessment of the occurrence of allergic dermatitis in workers in the construction industry related to the content of Cr(VI) in cement, NIOH, Page 11, 2003.
- (5) U.S. EPA, Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms, 3rd ed. EPA/600/7-91/002, Environmental Monitoring and Support Laboratory, U.S. EPA, Cincinnati, OH (1994a).
- (6) U.S. EPA, Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms, 4th ed. EPA/600/4-90/027F, Environmental Monitoring and Support Laboratory, U.S. EPA, Cincinnati, OH (1993).
- (7) Environmental Impact of Construction and Repair Materials on Surface and Ground Waters. Summary of Methodology, Laboratory Results, and Model Development. NCHRP report 448, National Academy Press, Washington, D.C., 2001.
- (8) Final report Sediment Phase Toxicity Test Results with Corophium volutator for Portland clinker prepared for Norcem A.S. by AnalyCen Ecotox AS, 2007.
- (9) TNO report V8801/02, An acute (4-hour) inhalation toxicity study with Portland Cement Clinker CLP/GHS 03-2010-fine in rats, August 2010.
- (10) TNO report V8815/09, Evaluation of eye irritation potential of cement clinker G in vitro using the isolated chicken eye test, April 2010.
- (11) TNO report V8815/10, Evaluation of eye irritation potential of cement clinker W in vitro using the isolated chicken eye test, April 2010.
- (12) Investigation of the cytotoxic and proinflammatory effects of cement dusts in rat alveolar macrophages, Van Berlo et al, Chem. Res. Toxicol., 2009 Sept; 22(9):1548-58
- (13) Cytotoxicity and genotoxicity of cement dusts in A549 human epithelial lung cells in vitro; Gminski et al, Abstract DGPT conference Mainz, 2008.
- (14) Comments on a recommendation from the American Conference of governmental industrial Hygienists to change the threshold limit value for Portland cement, Patrick A. Hessel and John F. Gamble, EpiLung Consulting, June 2008.
- (15) Prospective monitoring of exposure and lung function among cement workers, Interim report of the study after the data collection of Phase I-II 2006-2010, H. Notø, H. Kjuus, M. Skogstad and K.-C. Nordby, National Institute of Occupational Health, Oslo, Norway, March 2010.
- (16) MEASE, Metals estimation and assessment of substance exposure, EBRC Consulting GmbH for Eurometaux,
<http://www.ebrc.de/industrial-chemicals-reach/projects-and-references/mease.php>
- (17) Occurrence of allergic contact dermatitis caused by chromium in cement. A review of epidemiological investigations, Kåre Lenvik, Helge Kjuus, NIOH, Oslo, December 2011.



De Bentonietfabriek B.V.

Ampèreweg 17 | 3442 AB Woerden | +31 348 44 14 99 | debentonietfabriek.com

16.5 Relevant gevarenaanduidingen H en voorzorgsmaatregelen P

Zie rubriek 2.2.

16.6 Opleidingsadvies

In aanvulling op de opleidingsprogramma's in het kader van gezondheid, veiligheid en milieu, moeten de bedrijven ervoor zorgen dat hun werknemers dit veiligheidsinformatieblad lezen, begrijpen en de eisen die hieruit voortvloeien kunnen toepassen.

16.7 Verdere informatie

De gegevens en proefmethodes gebruikt voor de indeling van gewone cementen zijn gegeven in Rubriek 11.1.

16.8 Vrijwaringsclausule

De informatie van dit veiligheidsinformatieblad is gebaseerd op de huidige stand van kennis en is betrouwbaar mits het product wordt gebruikt onder de voorgeschreven voorwaarden en in overeenstemming met de gebruiksaanwijzing op de verpakking en/of in de technische gebruiksinformatie.

Elk ander gebruik van dit product, inclusief het gebruik van het product in combinatie met elk ander product of elk ander procédé, is de verantwoordelijkheid van de gebruiker. Het spreekt voor zich dat de gebruiker zelf verantwoordelijk is voor het nemen van de juiste veiligheidsmaatregelen en voor het toepassen van de wettelijke regelgeving op de eigen werkzaamheden.

Bijlage 5: Technische gegevens diverse rigs

Boorrig 4 ton, fabrikaat Vermeer D7x11 series II



Trekkracht	4 ton
Drukkracht	4 ton
Mechanisme	Tandheugel (R&P)
Afmetingen machine	4010 x 900 x 1780 mm (afstand intredepunt - achterzijde rig 6 mtr)
Gewicht machine	2,5 ton
Motor	Turbo diesel (35 kW = 50 PK)
Hellingshoek	10° - 18°
Boormotor koppel	2711 Nm
Cabine	Geen cabine
Lavette	Slaglengte 1.800 mm

Toebehoren

Boorstangen	Firesticks II, L = 180 cm Ø 40 mm
Swivel	7 ton
Barrelreamers / Flycutters	Vanaf Ø 60 mm t/m Ø 315 mm
Boorkoppen	Jet Bit 70 mm t.b.v. walk-over/draadmeetsysteem
Meng- en pompsysteem	Site-Tec 200 ltr/min mix- & pompinstallatie gebouwd in vrachtwagen
Transport	4x2 bakwagen

Boorrig 7 ton, fabrikaat Vermeer D16x20 series II

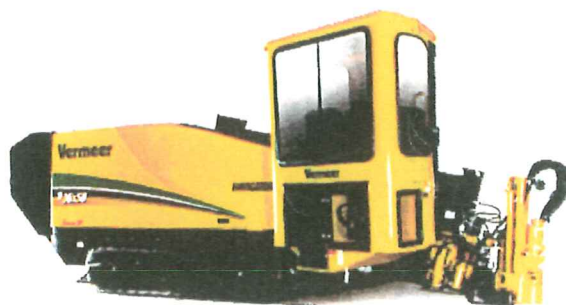


Trekkracht	7,2 ton
Drukkracht	7 ton
Mechanisme	Tandheugel (R&P)
Afmetingen machine	5100 x 1220 x 1920 mm (afstand intredepunt - achterzijde rig 6,5 mtr)
Gewicht machine	4,8 ton
Motor	Turbo diesel (47 kW = 65 PK)
Hellingshoek	10° - 18°
Boormotor koppel	2711 Nm
Cabine	Geen cabine
Lavette	Slaglengte 3.000 mm

Toebehoren

Boorstangen	Firesticks II, L = 300 cm Ø 48 mm
Swivel	10 ton
Barrelreamers / Flycutters	Vanaf Ø 60 mm t/m Ø 315 mm
Boorkoppen	Jet Bit 70 mm t.b.v. walk-over/draadmeetsysteem
Meng- en pompsysteem	Site-Tec 200 ltr/min mix- & pompinstallatie gebouwd in vrachtwagen
Transport	4x2 bakwagen

Boorrig 16 ton, fabrikaat Vermeer D36



Trekkracht	16,5 ton
Drukkracht	16 ton
Mechanisme	Tandheugel (R&P)
Afmetingen machine	6502 x 1905 x 2769 mm (afstand intredepunt - achterzijde rig 7 mtr)
Gewicht machine	9 ton
Rupsonderstel lxb	ca. 2200 x 400 mm Rubber (gronddruk 5 N/cm ²)
Motor	6 cylinder turbo diesel (104 kW = 140 PK)
Hellingshoek	10° - 18°
Boormotor koppel	6800 Nm
Cabine	Vaste cabine met transportstand
Lavette	Slaglengte 3.000 mm

Toebehoren

Boorstangen	Firesticks II, L = 300 cm Ø 60 mm
Swivel	20 ton
Barrelreamers / Flycutters	Vanaf Ø 125 mm t/m Ø 750 mm
Boorkoppen	Jet Bit 70 mm t.b.v. walk-over/draadmeetsysteem
Meng- en pompsysteem	Site-Tec 750 ltr/min mix- & pompinstallatie gebouwd op containersysteem
Transport	Transport op 6x6, rig op semi-dieplader

Boorrig 100 ton, fabrikaat Prime PD 100 / 50 RP



Trekkracht	100 ton
Drukkracht	50 ton
Mechanisme	Tandheugel (R&P)
Afmetingen machine LxBxH	11000 x 1220 x 1920 mm (afstand intredepunt - achterzijde rig 17-20 mtr)
Gewicht machine	25 ton
Rupsonderstel lxb	ca. 4400 x 800 mm (grondruk 7 N/cm ²)
Motor	6 cylinder turbo diesel (104 kW = 140 PK)
Hellingshoek	8° - 17° (praktisch 10° - 15°)
Boormotor koppel	50.000 Nm
Cabine	Vaste cabine met transportstand
Lavette	Slaglengte t.b.v. boorstangen 6.000 mm

Toebehoren

Boorstangen	5" met 4 1/2 IF tooljoint en 3,5" met 3 1/2 IF tooljoint
Swivel	100 ton, max. belasting 200 ton
Ruimers en Flycutters	Vanaf Ø 150 mm t/m Ø 1.350 mm
Boorkop	9-5/8" Toothbit + RVS bit
Mix- en recycling unit	1.600 ltr of 3.200 ltr / min, afhankelijk van de omvang van de boring. 1 of 2 st 20 ft containers.
Meng- en pompunit	2.500 ltr/min mix- & pompinstallatie gebouwd op containersysteem
Transport	Alles is gebouwd op 20 ft container met kabelsysteem. Eigen kraanauto (8x4).

Bijlage 6: Afwijkingen Richtlijn Boortechnieken

Afwijkingen

In de lengte- en breedterichting en de diepteligging van de hartlijn van de leiding mag geen afwijking groter dan de in tabel 2.1 genoemde waarden optreden. Met de maximaal toegestane afwijking conform tabel 2.1 dient in het ontwerp rekening gehouden te worden, zie paragraaf 2.3.6, 2.4.1 en 2.5.1. In overleg met de belanghebbenden dienen voor aanvang van de werkzaamheden de uitvoeringsafwijkingen te worden vastgesteld.

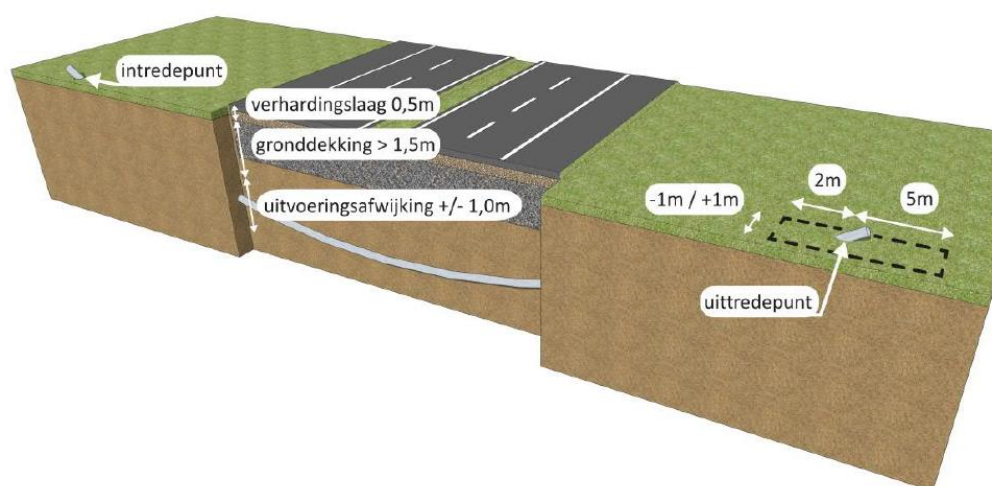
Grotere afwijkingen op tabel 2.1. zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De in tabel 2.1 weergegeven maximaal toegestane afwijkingen van de theoretische lijn van de boring zijn schematisch weergegeven in figuur 2.3.

RICHTING	MAXIMALE UITVOERINGS-AFWIJKING
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal:	
- in lengterichting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
- in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
- in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	< 10%

Tabel 2.1: maximale uitvoeringsafwijking van theoretische lijn van de boring

* De minimale gronddekking dient te allen tijde gewaarborgd te blijven (zie paragraaf 2.4.1 en 2.5.1).

Aan de maximaal toegestane afwijkingen kunnen strengere eisen dan genoemd in tabel 2.1 worden gesteld wanneer dit voor lokale situaties gewenst is, bijvoorbeeld wanneer de boring uitkomt in de middenberm.



Figuur 2.3: illustratie maximaal toegestane afwijkingen theoretische lijn boring, conform Tabel 2.1.

Bijlage 7: Drill-sheet

[illegible]

Blad	Diam Ruimer:	Pomp type:
------	--------------	------------

[illegible]

Bijlage 8: Risico inventarisatie en beheersing

V&G-plan

De werkzaamheden, rondom het uitvoeren van de horizontaal gestuurde boring, worden verricht volgens de richtlijnen door, een door de opdrachtgever, nog nader te bepalen boorbedrijf.

De V&G-coördinator is verantwoordelijk voor de naleving van de regels vastgesteld in het kwaliteits-, arbo- en milieu (KAM) zorgsysteem.

Deze taak kan binnen het project uitgeoefend worden door de verantwoordelijke uitvoerder. Deze is verantwoordelijk voor het vaststellen van de specifieke KAM-maatregelen voor dit project en het beschikbaar stellen van de vereiste beschermingsmiddelen.

De boormeester is verantwoordelijk voor een juiste uitvoering en toezicht op de voorgeschreven V&G-maatregelen ter plaatsen. Tevens is hij verplicht afwijkingen en gevaarlijke situaties te melden bij de uitvoerder, en de hiervoor passende maatregelen te nemen en deze vast te leggen in de projectmap.

V&G risicoanalyse

Activiteit	Risico's	Oorzaak	Maatregelen
Parkeren en manoeuvreren van materieel	Aanrijdgevaar	Overig weg-verkeer	Materieel in de berm plaatsen / PBM en verkeersvoorzieningen
Metten van positie boorkop	Aanrijdgevaar boorpersoneel	Overig weg-verkeer	dragen van veiligheidsvesten verhoogde oplettendheid tijdens verblijf op de weg
Bediening boormachine	Aanraking draaiende delen	In werking zijnde machine	correcte kleding veiligheidsvoorschriften bediening in acht nemen
Bediening boormachine	Aanraking met bentoniet onder hoge druk	In werking zijnde machine	veiligheidsvoorschriften in acht nemen
Bediening boormachine	Gehoor-beschadiging	Lawaai in werking zijnde machine	gehoorbescherming gebruiken
Boren	Blow-trough	Te hoge druk op de boorspoeling	maximale toegestane boordrukken niet overschrijden
Boren	Beschadiging aanwezige kabels en leidingen	Onvoldoende afstand	Klic gegevens hanteren gepland boorprofiel zo goed mogelijk in acht nemen
Boren	Milieuvervuiling	Boorvloeistof met vervuilde grond	Bij overvloedige aanwezigheid van boorvloeistof afvoeren conform instructies

Noodsituaties:

Ingeval van calamiteiten beschikt de boorploeg over:

- Verbrandtrommel
- Mobiele telefoon (landelijke alarmnummer: 112)
- Brandblusser
- Instructies in geval van noodsituaties in instructieboek

Het personeel heeft de plicht gevaarlijke situaties en ongevallen te melden bij de uitvoerder respectievelijk de directie.