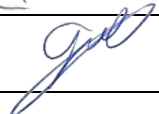


Polanenkade Halfweg
Trillingsprognose

Opdrachtgever Nebest B.V.
Rapportnummer 54371-R001-V1-RBR
Status Definitief
Rapportdatum 21 februari 2023

Autorisatie	Naam	Paraaf
Auteur	ing. R.R. Broekens	
Controle	ing. G.E. van de Vlag	



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN	3
2.1	Normen en richtlijnen	3
2.2	Verstreckte gegevens	3
2.3	Grondgesteldheid	3
2.3.1	Grondonderzoek	3
2.3.2	(Grond)waterstanden	3
2.3.3	Waterbodem.....	3
2.3.4	Maaiveld	4
2.3.5	Grondopbouw en parameters	4
3	AARD VAN DE TRILLINGEN	5
3.1	Situatie	5
3.2	Trilblok.....	5
3.3	Methode CUR 166	5
3.3.1	Algemeen	5
3.3.2	Bronsterkte trillen	6
3.3.3	Trillingsoverdracht in de ondergrond	6
3.3.4	Overgang grond naar gebouw	7
4	BEOORDELING TRILLINGSHINDER	8
4.1	SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017	8
5	RESULTATEN PROGNOSE	10
5.1	Trillingsniveaus	10
5.2	Toetsing SBR-A	11
6	CONCLUSIE	12

Bijlage 1 Overzichtstekening

Bijlage 2 Grondonderzoek

Bijlage 3 Specificatie trilblok

Bijlage 4 Trillingsprognose



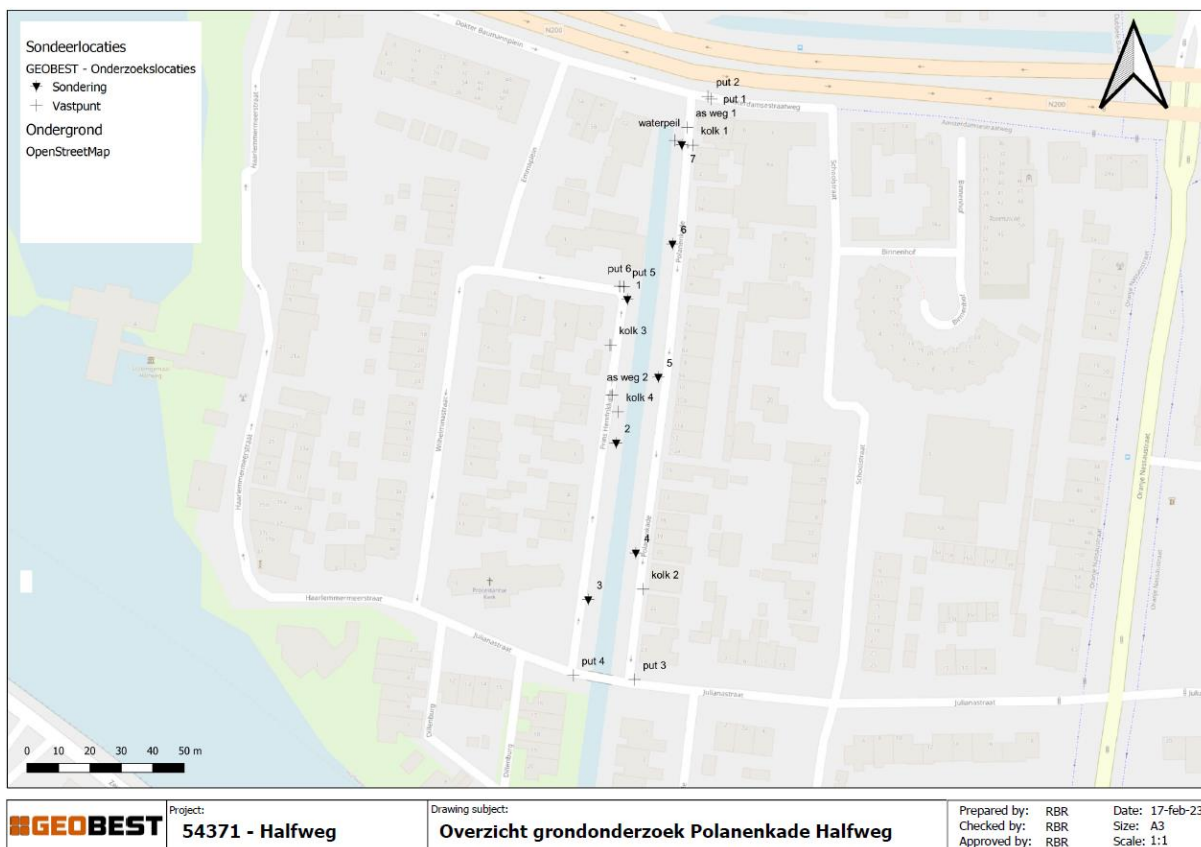
1 INLEIDING

In het kader van de realisatie van een kadevervanging aan de Polanenkode en Prins Hendrikkade te Halfweg, is Geobest B.V. gevraagd diverse geotechnische adviezen uit te brengen.

Namens de gemeente Haarlemmermeer is Nebest gevraagd de contractuele voorbereiding te verzorgen waarbij tevens de ontwerp-opgave is inbegrepen. Voor het geotechnisch ontwerp is door Nebest aan Geobest gevraagd ondersteuning te geven.

In een eerdere fase van het project zijn reeds enkele damwandberekeningen gedeeld waarmee de uitdagingen voor dit werk nader in beeld zijn gebracht. Op dit moment ligt er een voorlopig ontwerp op basis van stalen damwanden van het type AZ18-700 met een teenniveau op circa NAP -12,4 m met een betonnen deksloof en een houten afwerking (esthetisch). Door Nebest is gevraagd om een trillingsprognose op te stellen om de eventuele invloed op de omgeving en bijbehorende risico's ten gevolge van het installeren van de planken inzichtelijk te maken.

De projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.



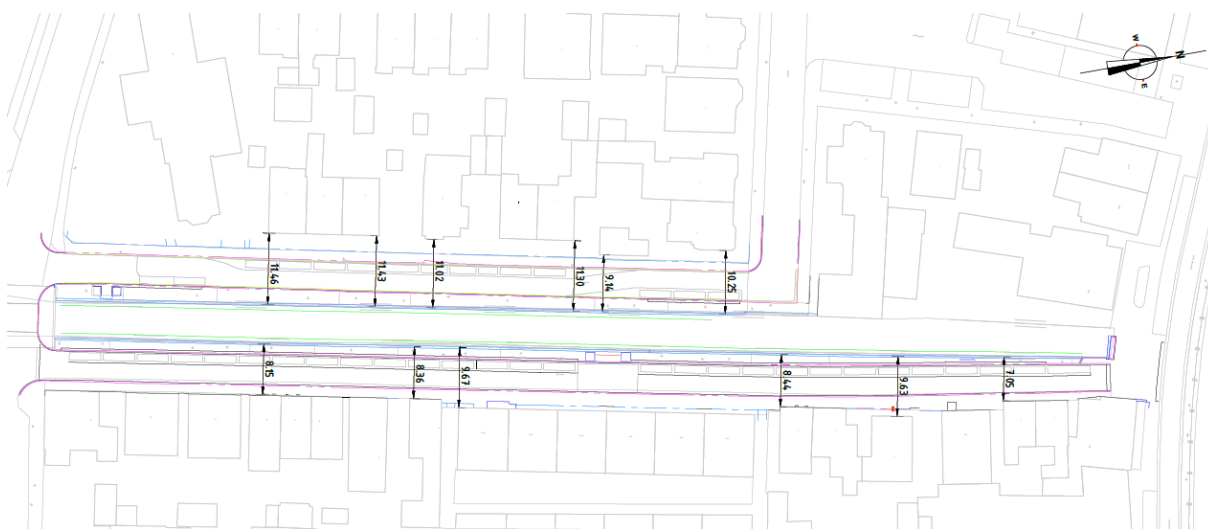
Figuur 1.1: Projectlocatie

Gewenst is om de damwanden trillend aan te brengen, hetgeen trillingen in de omgeving veroorzaakt met mogelijk schade aan de belendingen tot gevolg.

De belendingen langs de Polanenkode (oostzijde) staan op circa 7 m tot 9,5 m van de beoogde hartlijn van de aan te brengen damwanden, aan de Prins Hendrikkade zijde (westzijde) is de afstand van de hartlijn tot de gevellijn circa 9 m tot 11,5 m, zie Figuur 1.2. Volgens de BAG [15] zijn de panden gebouwd in verschillende perioden tussen omstreeks 1900 à 1990. Vooral nog is bij ons niet bekend of in de huidige situatie noemenswaardige verzakkingen of schadebeelden aanwezig zijn. Voor een impressie van de aanwezige bebouwing langs de kadeconstructies zie Figuur 1.3. Verondersteld wordt dat de panden zonder uitzondering op palen zijn gefundeerd.

Gezien de grote verscheidenheid aan type panden en bijbehorend bouwjaar wordt op basis van een eerste inschatting aangenomen dat alle aanwezige bouwwerken kunnen worden ingedeeld in categorie 2 (onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet gewapend beton, metselwerk of brosse steenachtige materialen). Voor een zeker deel van de panden zal daarnaast naar verwachting gelden dat die in een gevoelige bouwkundige staat verkeren, terwijl er ook panden zijn met een normale bouwkundige staat (niet-gevoelig). Daarnaast wordt niet op voorhand uitgesloten dat er panden aanwezig kunnen zijn met een monumentale status.

Voorliggende rapportage omvat een prognose van de te verwachten trillingen en het risico op schade aan de bebouwing in de omgeving. De trillingsprognose is opgesteld volgens de methode uit CUR166, 6^e herziene druk, juli 2012. De resultaten van de trillingsprognose zijn getoetst aan de grenswaarden volgens de SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken, november 2017 [4], in het vervolg verkort aangeduid als SBR-A.



Figuur 1.2: Situatietekening (bovenaanzicht nieuwe situatie)



Figuur 1.3: Belendingen



2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Normen en richtlijnen

Er is gebruikgemaakt van de volgende normen en richtlijnen:

- [1] NEN 9997-1+C2:2017 Geotechnisch ontwerp van constructies – Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1, november 2017;
- [2] CUR 2003-7 Bepaling geotechnische parameters; 1^e druk, oktober 2003;
- [3] CUR 166 Damwandconstructies; 6^e druk, juli 2012;
- [4] SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017, november 2017.

2.2 Verstrekte gegevens

Een selectie van relevante documenten aangeleverd door Nebest B.V. is navolgend opgesomd:

- [5] Notitie 'Resultaten variantenstudie Polanenkade Definitief', d.d. 19 september 2022, Nebest B.V.;
- [6] Tekening 43587-BE-NS-3-1, 'Brug Oude Wetering, Nieuwe situatie', d.d. 24 januari 2023, Nebest B.V.;
- [7] Tekeningenset 51666-VO-BS, 'Bestaande situatie, diverse tekeningen met aanzichten en doorsneden', d.d. 01 februari 2023, Nebest B.V.;
- [8] Tekeningenset 51666-VO-NS, 'Nieuwe situatie, diverse tekeningen met aanzichten en doorsneden', d.d. 01 februari 2023, Nebest B.V.;
- [9] Tekening 51666-VO-KL, 'Overzichtstekening met Kabels en leidingen', d.d. 1 februari 2023;
- [10] NEHA20220365, 'Polanenkade Halfweg, Inmeting bestaande situatie en Dwarsprofielen', d.d. 21 april 2022, van der Helm.

Via het internet zijn diverse databanken te raadplegen met relevante informatie aangaande de bodemgesteldheid en de historie van de locatie. Voor het tot op heden uitgevoerde onderzoek is gebruikgemaakt van de volgende openbare bronnen:

- [11] Overzicht van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) (www.ahn.nl);
- [12] Grondonderzoek vanuit het DINOloket van NITG-TNO (www.dinoloket.nl);
- [13] Historische topografische kaarten van het Kadaster (www.topotijdreis.nl);
- [14] Gegevens van het Hoogheemraadschap van Rijnland (www.rijnland.net);
- [15] Basisregistratie Adressen en Gebouwen van het Kadaster (www.kadaster.nl/bag-viewer).

2.3 Grondgesteldheid

2.3.1 Grondonderzoek

Door Geosonda is een grondonderzoek uitgevoerd onder kenmerk 2200564-1, bestaande uit 7 sonderingen tot een diepte van circa 20 tot 25 m onder het open waterpeil (maximaal verkende diepte circa NAP -25,0 m).

In bijlage 1 is het grondonderzoek opgenomen.

2.3.2 (Grond)waterstanden

De watergang waarlangs de oevers zullen worden vervangen maakt onderdeel uit van het boezemstelsel van het Hoogheemraadschap van Rijnland [14]. Er geldt een streefpeil van NAP -0,62 m (zomerpeil) en NAP -0,64 m (winterpeil).

2.3.3 Waterbodem

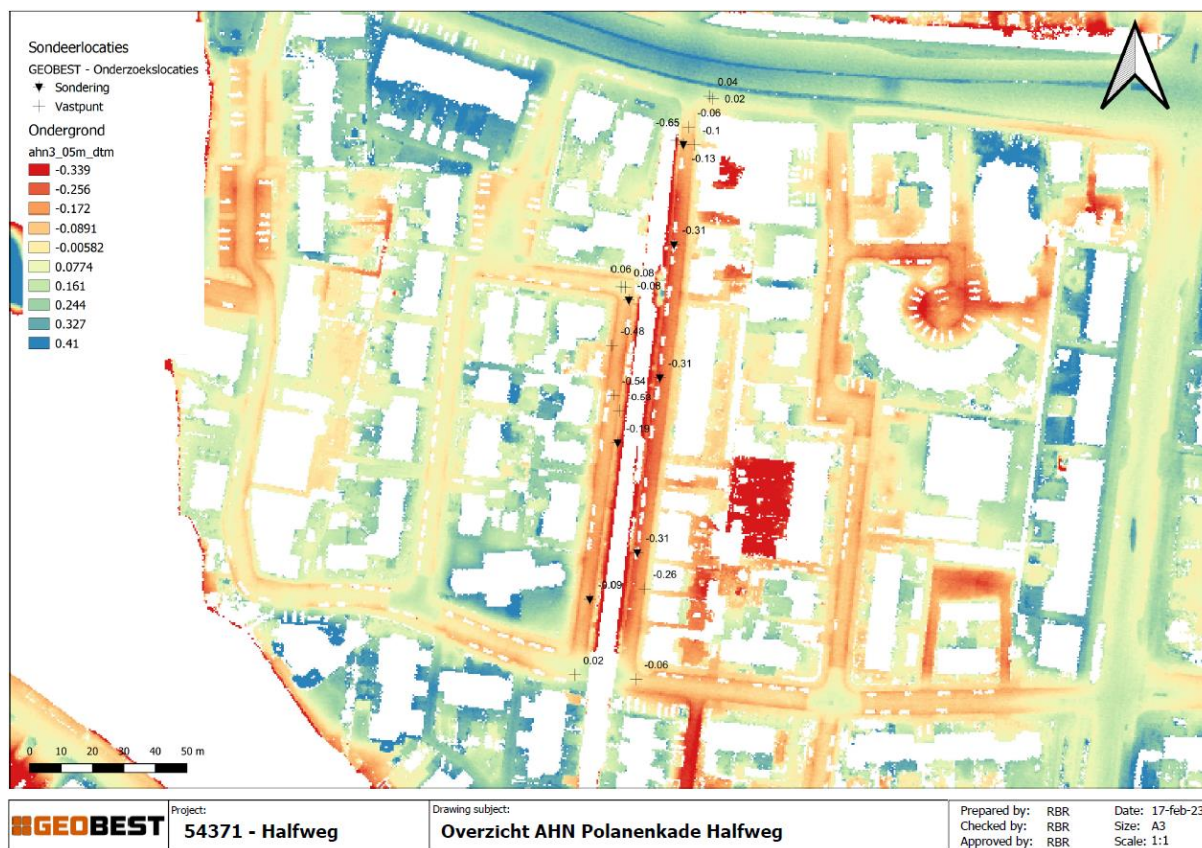
De legger [14] schrijft een waterdiepte voor van 1,00 m, overeenkomstig met een waterbodemniveau van circa NAP -1,62 m. De waterbodem wordt op basis van de ontvangen tekeningen in de nieuwe situatie gerealiseerd op NAP -1,50 m.



Ten behoeve van de trillingsprognose is de vaste waterbodem aangehouden op NAP -1,5 m.

2.3.4 Maaiveld

Het maaiveld op de projectlocatie bevindt zich op circa NAP -0,4 m à NAP +0,1 m, als weergegeven in Figuur 2.1. In de nieuwe situatie zal een herinrichting worden gerealiseerd waarbij het maaiveld niet significant zal worden opgehoogd of verlaagd. Er is tevens een digitale terreinmeting [10] beschikbaar waarmee de aangetroffen maaiveldniveaus zijn geverifieerd.



Figuur 2.1: Maaiveldhoogtes volgens AHN

2.3.5 Grondopbouw en parameters

De grondopbouw bestaat uit een toplaag van antropogeen zand, gevolgd door een veenlaag tot circa NAP -4,5 m à NAP -5,0 m. Na het veenpakket wordt een slap kleipakket met lokaal organische bijmenging aangetroffen tot circa NAP -7,0 m à -8,0 m. Vanaf hier is een tussenzandlaag aanwezig met een dikte van circa 1 tot 2 m tot NAP -9,0 m. Vervolgens is opnieuw een kleipakket te onderscheiden dat overgaat in een zandig kleipakket dat wordt begrensd door een basisveenlaag tot circa NAP -12,0 m. Hieronder wordt tot aan de maximaal verkende diepte Pleistoceen zand aangetroffen met voornamelijk matig vaste tot vaste pakking.

Voor de trillingsprognose is voornamelijk de tussenzandlaag vanaf circa NAP -7,0 à NAP -8,0 m relevant omdat de weerstand gedurende installatie in dit pakket het hoogst zal zijn. In de tussenzandlaag worden conusweerstand aangetroffen van 3 MPa tot maximaal circa 10 MPa.



3 AARD VAN DE TRILLINGEN

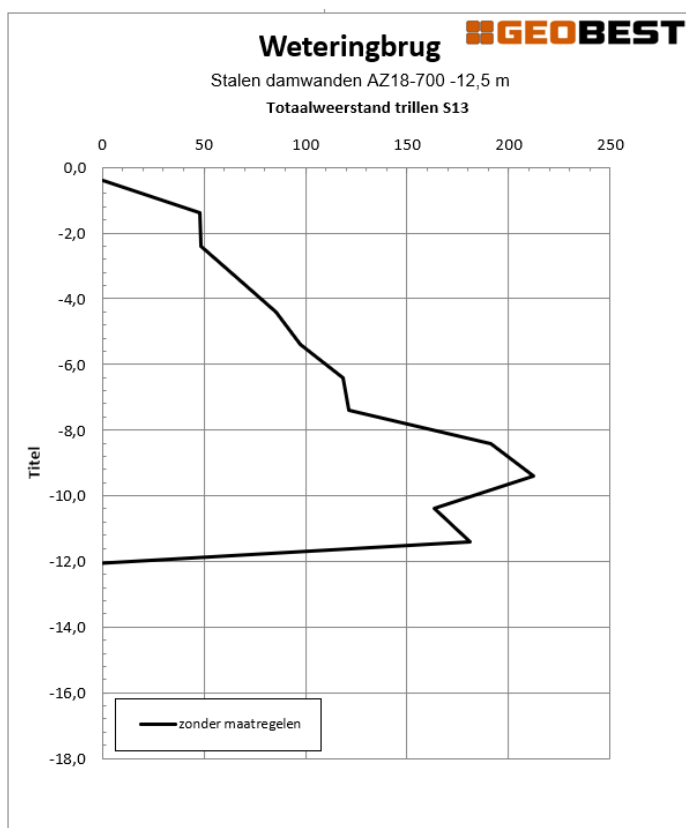
3.1 Situatie

De damwandplanken worden geplaatst langs de gehele kade. Vooralsnog is een damwandplank AZ18-700 voorzien met een lengte 12,0 m en een teenniveau op NAP -12,4 m. De afstand tot de dichtstbijzijnde belendingen (Polanenkade) bedraagt circa 7 m.

3.2 Trilblok

Gebaseerd op CUR 166 en de methode van Splunder is een inschatting gemaakt van een geschikt trilblok. Op basis van de sonderingen wordt geconcludeerd dat de damwandplanken naar verwachting kunnen worden geïnstalleerd met een hoogfrequent trilblok met variabel moment van het volgende of gelijkwaardige type:

- Trilblok type PVE 20VM (slagkracht 0 – 1100 kN, frequentie 38,3 Hz)



Figuur 3.1: Prognose van de totaalweerstand tijdens intrillen

Op basis van voorgenoemde trillingsbron kan een voorspelling gedaan worden van de trillingen in de omgeving op basis van de maximale slagkracht.

3.3 Methode CUR 166

3.3.1 Algemeen

De methode CUR 166 is opgesteld voor het intrillen van stalen damwanden. Tijdens het inbrengen van de damwandplanken wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. Deze trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort.



Te onderscheiden zijn compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven. Op korte afstand van de trillingsbron zijn qua trillingsniveau zowel de afschuif- als Rayleighgolven van belang, op grotere afstand alleen de Rayleighgolven. De voortplantingssnelheid van de trillinggolven in de aanwezige zandlagen bedraagt globaal 125 à 200 m/s. De demping is in sterke mate afhankelijk van de mate waarin het grondmateriaal vervormd wordt onder invloed van de homogeniteit en de gelaagdheid van het bodemprofiel.

In de 6e druk van CUR 166 richtlijn is voor enkele karakteristieke bodemprofielen de bronintensiteit voor het inbrengen van damwanden gegeven op een referentieafstand van 5 m tot de bron. Op basis van de bodemopbouw met een dik Holoceen (klei- en veen) pakket gevolgd door het Pleistoceen (gelaagd zand) pakket is voor dit geval het bodemprofiel “Amsterdam” aangehouden. Deze waarden dienen nog gecorrigeerd te worden voor de in te zetten trilblokken. De gegeven bronwaarden uit CUR 166 zijn echter gebaseerd op een versimpelde bepaling van de benodigde veiligheidsfactor. In Rijnveld en Snethlage¹ is een nauwkeuriger methode gegeven, waardoor de berekende trillingsintensiteiten kunnen worden aangescherpt.

3.3.2 Bronsterkte trillen

De bronsterkte van het trillen van damwanden wordt bepaald met de volgende empirische relatie:

$$v_{0,corr} (x=5 \text{ m}) = v_0 + c_{vel} (F-350)$$

waarin:

$v_{0,corr} (x=5 \text{ m})$	= gecorrigeerde trillingssnelheid op referentieafstand van 5 meter [mm/s]
v_0	= referentie trillingssnelheid (uit CUR 166) [mm/s]
c_{vel}	= empirische parameter, afhankelijk van de grondslag (uit CUR 166)
F	= slagkracht trilblok [kN].

In de CUR 166 zijn de waarden van de referentie trillingssnelheden bij 50%, 95% en 99% gegeven. De ervaring leert dat in de praktijk de trillingssnelheid bij een overschrijdingskans van 1% zeer zelden wordt gehaald, derhalve is deze maximaal optredende trillingsintensiteit in de prognose niet verder beschouwd.

3.3.3 Trillingsoverdracht in de ondergrond

Zoals vermeld wordt bij golfvoortplanting onderscheid gemaakt in compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven. Bij compressiegolven (drukgolven) bewegen de gronddeeltjes zich in dezelfde richting als de voortplantingsrichting van de drukgolf. Ten gevolge van de afschuifgolf worden de gronddeeltjes zijdelings bewogen, loodrecht op de voortplantingsrichting van de golf.

Aangezien zowel de compressie- als afschuifgolven zich bolvormig voortplanten wordt de trillingsenergie over een steeds groter volume verdeeld en zal dus vrij snel afnemen. Ten gevolge van de afschuifgolven en compressiegolven aan het maaiveld ontstaan zogenaamde oppervlaktegolven (Rayleigh-golven). Deze golven nemen het grootste deel van de totale trillingsenergiebron op en kenmerken zich door een geringe dieptewerking, waardoor deze golven op grotere afstand van de bron nog steeds een behoorlijke trillingssterkte kunnen bezitten.

De afname van de amplitude van de golven wordt veroorzaakt door geometrische demping. Tevens vertoont de grond door inwendige wrijving een dissipatief gedrag (energieverlies) bij vervormingen, wat materiaaldemping wordt genoemd. Dit energieverlies wordt gemodelleerd door hysteretische demping.

¹Aanscherping trillingsprognoses met nauwkeuriger bepaalde veiligheidsfactoren, Geotechniek, Oktober 2014



Indien de geometrische verzwakking en de materiaaldemping worden samengenomen kan met onderstaande relatie de amplitude van een trilling op een afstand x van de bron bepaald worden:

$$v_x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} \cdot e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

v_x	= trillingssnelheid op afstand x van de bron [mm/s]
v_0	= bronsterkte van de trillingssnelheid op 5 m afstand van de bron [mm/s]
x_0	= referentieafstand (5 m van de bron) [m]
x	= afstand van de bron [m]
α	= karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping [m^{-1}]

Verwijzend naar CUR 166 wordt in de berekening voor het intrillen een waarde voor de dempingsconstante α van $0,01 \text{ m}^{-1}$ gehanteerd.

3.3.4 Overgang grond naar gebouw

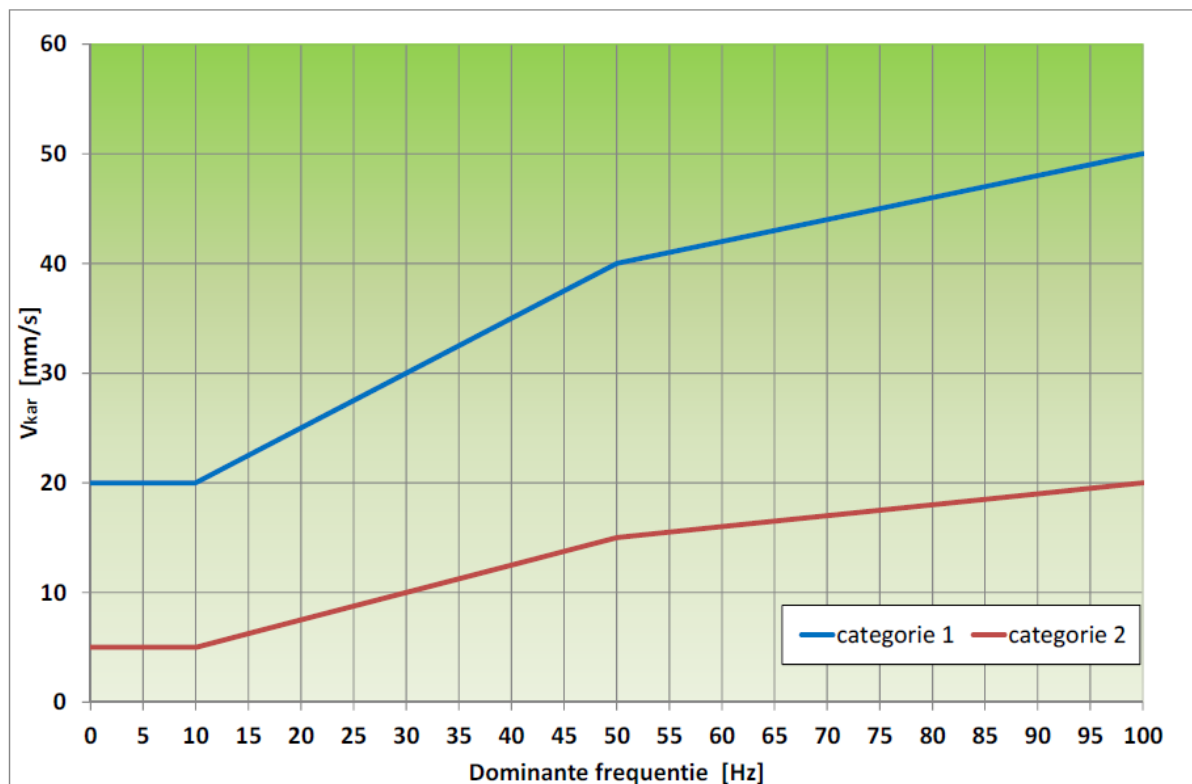
Over het algemeen geldt voor de overdracht van ondergrond naar een gebouw een reductiefactor van 0,7 op bovenvermelde trillingsniveaus. Deze waarde is meegenomen in de berekeningen. In de 3^e druk van CUR 166 is een methode gepubliceerd waarmee een inschatting gemaakt kan worden van de trillingsniveaus voor diverse onderdelen van de draagconstructie. Deze benadering vereist een gedegen inzicht in de opbouw van elke woning en valt vooralsnog buiten het kader van deze prognose.



4 BEOORDELING TRILLINGSHINDER

4.1 SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017

De trillingshinder voor beleningen wordt beoordeeld volgens SBR-A. Gebaseerd op de richtlijn wordt op basis van het type trillingsbron, de constructie- en funderingswijze van de omliggende bebouwing de maatgevende grenswaarden bepaald. Volgens de richtlijn is de kans op schade aanvaardbaar klein (minder dan 1%) indien de rekenwaarde van de grenswaarde niet overschreden wordt.



Figuur 4.1: Karakteristieke grenswaarden begane grond voor de twee categorieën bouwwerk volgens [4]

De toelaatbare trillingsniveaus op begane grondniveau volgens de SBR-A zijn aangegeven in Figuur 4.1. Hierin wordt onderscheidt gemaakt tussen twee categorieën, namelijk categorie 1 en 2. Zie Tabel 4-1 voor een toelichting op de categorieën.

Tabel 4-1: Toelichting categorieën volgens SBR-A

Categorie	Toelichting
1	In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijv. scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke. Onderdelen bestaande uit staal of voorgespannen beton kunnen ook in deze categorie worden ingedeeld.
2	Onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk. Onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

Voor de bepaling van de rekenwaarde van de grenswaarde dienen de partiële veiligheidsfactoren γ_t , γ_s en γ_v in acht te worden genomen. De veiligheidsfactor γ_t is afhankelijk van het type trilling, de veiligheidsfactor γ_s hangt samen met de bouwkundige staat en monumentale status en veiligheidsfactor γ_v hangt samen met het type meting.



De partiële veiligheidsfactoren die afhankelijk zijn van het soort trillingen zijn aangegeven in Tabel 4-2. Verondersteld wordt dat de belendingen (bouwjaar circa 1930 [15]) op palen gefundeerd zijn en daarmee vallen onder niet-trillingsgevoelige funderingen volgens de SBR-A. Voor het intrillen is een veiligheidsfactor γ_t van 2,5 aangehouden (continu).

Tabel 4-2: Partiële veiligheidsfactoren voor het type trillingen

Soort werkzaamheden	γ_t	
	Draagconstructie en onderdelen	Fundering kans op zettingen
Kortdurend	1,0	1,0
Herhaald kortdurend	1,5	1,6
Continu	2,5	2,0

De partiele veiligheidsfactoren die afhankelijk zijn van de bouwkundige staat en monumentale status zijn aangegeven in Tabel 4-3. Voor dit project zijn de resultaten gegeven bij zowel een veiligheidsfactor γ_s van 1,0 als voor een veiligheidsfactor van 1,7.

Tabel 4-3: Veiligheidsfactoren bouwkundige staat en monumentale status

Soort meting	γ_s
Bouwkundige staat: normaal Monumentale status: geen	1,0
Bouwkundige staat: gevoelig en/of Monumentale status: monument	1,7

In Tabel 4-4 zijn de veiligheidsfactoren die afhankelijk zijn van het type meting gegeven. Een lagere veiligheidsfactor resulteert in hogere grenswaarden. De SBR-A impliceert hiermee dat bij meer metingen het risico en de kans op schade (theoretisch) afneemt. In deze fase is uitgegaan van een indicatieve meting met een veiligheidsfactor γ_v van 1,6.

Tabel 4-4: Partiële veiligheidsfactoren voor het type meting

Soort meting	γ_v
Indicatief	1,6
Beperkt	1,4
Uitgebreid	1,0

Rekening houdend met deze veiligheidsfactoren zijn de rekenwaarden van de grenswaarden voor het intrillen van de damwandplanken als aangegeven in Tabel 4-5. Aangezien de grenswaarden voor zowel een niet-gevoelige als gevoelige bouwkundige staat zijn gegeven zijn in onderstaande tabel twee grenswaarden per categorie gegeven.

Tabel 4-5: Grenswaarden [mm/s] conform SBR-A normale bouwkundige staat

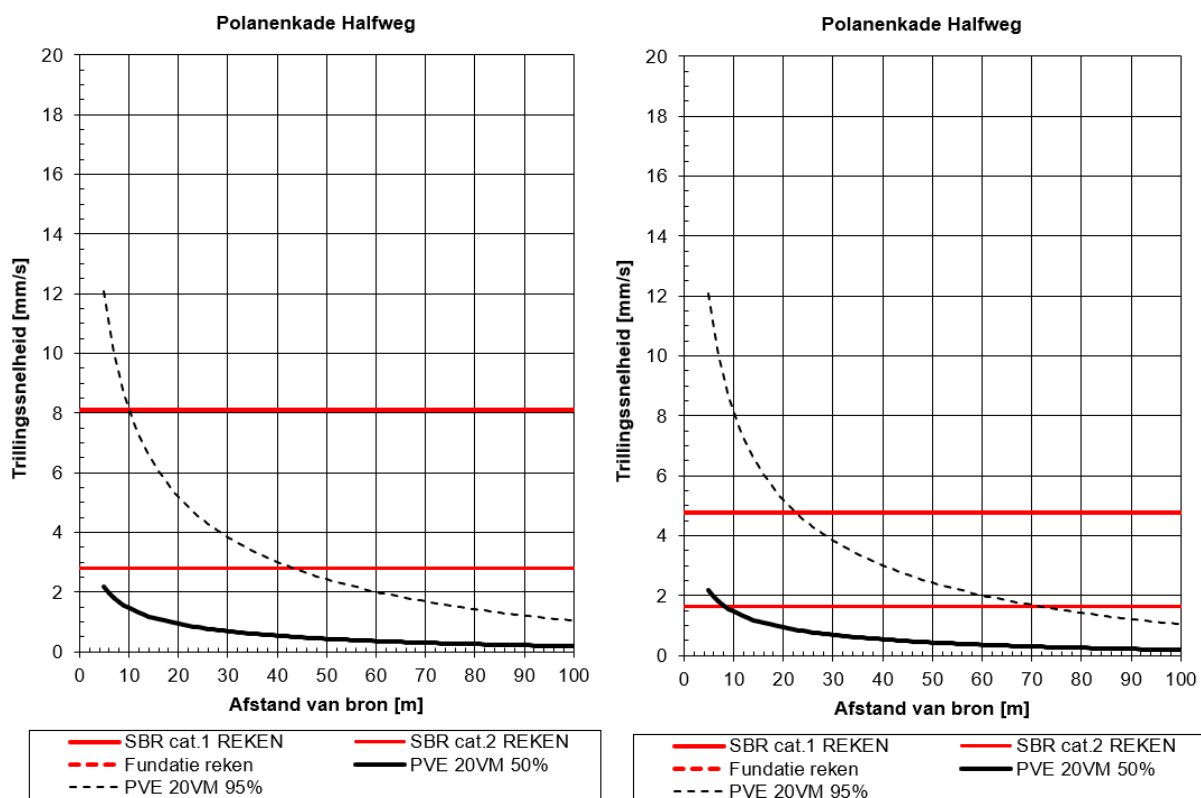
Soort meting	Dominante frequentie [Hz]	Karakteristieke waarden			Partiële veiligheidsfactor			Rekenwaarde grenswaarde trillingssnelheid		
		[mm/sec]			[-]			[mm/sec]		
		Cat. 1	Cat. 2	Fund.	Trillen	Meting	Fund.	Cat. 1	Cat. 2	Fund.
Indicatief	38,3	32,5	11,25	4,5	2,5	1,6	1,0	8,1 / 4,8	2,8 / 1,7	n.v.t.



5 RESULTATEN PROGNOSE

5.1 Trillingsniveaus

Een prognose van de te verwachten trillingen als functie van de afstand tot de werkzaamheden is gegeven in Figuur 5.1. De trillingsprognose is tevens opgenomen in Bijlage 4. De linker grafiek geeft de prognose met de grenswaarden behorende bij categorie 1 en 2 met een niet-gevoelige bouwkundige staat. De rechter grafiek geeft de prognose met de grenswaarden voor gevoelige bouwkundige staat.



Figuur 5.1: Trillingsintensiteit als functie van de afstand en grenswaarden bij een trilblok PVE 20VM o.g.

De rekenwaarden van de grenswaarden uit Tabel 4-5 zijn tevens grafisch ingevoerd in de prognosegrafiek. De 50% waarde betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van circa 50% op overschrijding van de trillingsnelheden, ofwel de verwachtingswaarde (karakteristieke waarde). De 95% waarde betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van circa 5% op overschrijding van de trillingen. Het betreft hier een rekenwaarde.

Onze ervaringen bij het uitvoeren en verwerken van trillingsmetingen wijzen uit dat de verwachtingswaarde (50% lijn) over het algemeen een reële inschatting is van de gemeten trillingsintensiteit. Bij het bepalen van de kans op schade kan hier echter niet vanuit worden gegaan, zonder validerende praktijkmetingen op de locatie.



5.2 Toetsing SBR-A

Uit de prognosegrafiek kunnen de volgende conclusies worden getrokken ten aanzien van de toetsing met de SBR-A, namelijk:

- Bij toepassing van het trilblok PVE 20 VM o.g. ligt de **95% lijn** ruim boven de rekenwaarde van de grenswaarde voor categorie 1 en 2 bij een afstand van circa 7 m vanaf de werkzaamheden; bij constructies uit deze categorieën die op deze afstand staan is er een verhoogde kans op overschrijding van de grenswaarde voor bouwwerken in zowel niet-gevoelige als gevoelige bouwkundige staat;
- Bij toepassing van het trilblok PVE 20 VM o.g. ligt de **50% lijn** (verwachtingswaarde) onder de rekenwaarde van de grenswaarde voor categorie 1 en 2 bij een afstand van circa 7 m vanaf de werkzaamheden bij een niet-gevoelige bouwkundige staat. In het geval van een gevoelige bouwkundige staat ligt de verwachtingswaarde op de grenswaarde;
- De grenswaarden zijn vooralsnog bepaald op basis een indicatieve meting. Door de trillingsmetingen op te waarden naar een uitgebreide meting kunnen de grenswaarden worden verhoogd. Niet-gevoelige panden van categorie 1 en 2 vallen bij een uitgebreide meting en op basis van de **95% lijn** onder de grenswaarde. Voor gevoelige panden wordt de grens door de **95% lijn** alsnog overschreden.



6 CONCLUSIE

Door middel van de methode van Splundert is indicatief bepaald dat de damwandplanken van het type AZ18-700 met een lengte van 12,0 m met een puntniveau op NAP -12,4 m geïnstalleerd kunnen worden met een hoogfrequent trilblok met variabel moment van het volgende of gelijkwaardige type:

- Trilblok type PVE 20VM (slagkracht 0 – 1100 kN, frequentie 38,3 Hz)

Dit type trilblok is gehanteerd bij het opstellen van de trillingsprognose.

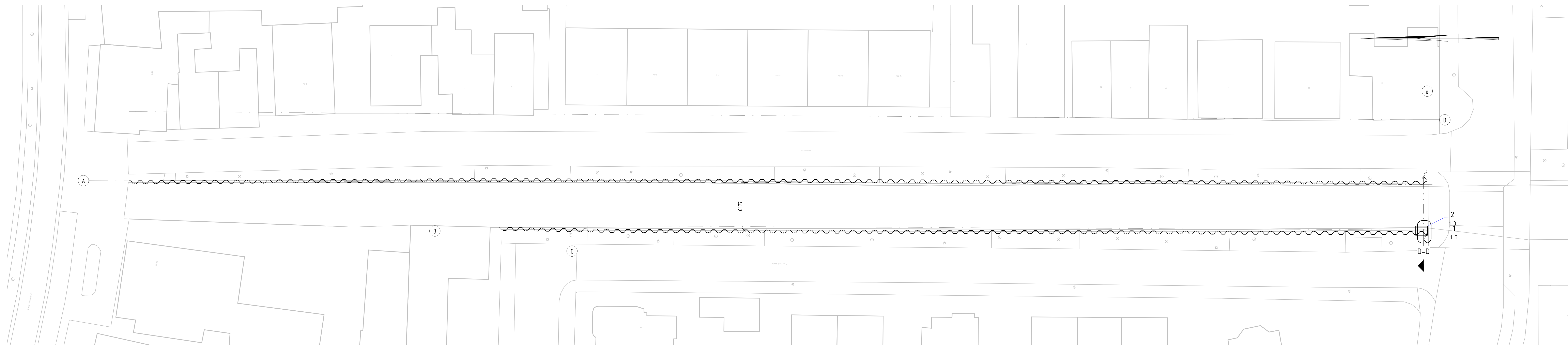
Op basis van de uitgevoerde analyses en uitgaande van het uitvoeren van indicatieve metingen volgens de SBR-A kan gesteld worden dat er een verhoogde kans op schade is aan de belendingen van de Polanenkaide en Prins Hendrikkade met een afstand van circa 7 tot 11,5 m van de werkzaamheden. Op basis van een eerste inschatting is aangenomen dat de meeste belendingen in SBR-A gebouwcategorie 2 vallen en dat er sprake zal zijn van panden in zowel gevoelige en niet-gevoelige bouwkundige staat. De verwachtingswaarden van de trillingsniveaus (50 % lijn) ligt onder de grenswaarden, maar de rekenwaarden van de trillingsniveaus (95 % lijn) tonen een ruime overschrijding van de grenswaarde. Geadviseerd wordt om maatregelen te treffen ter voorkoming van het optreden van schade aan de panden.

Het hanteren van een werkvolgorde waarbij gestart wordt met de planken die zich op de grootste afstand tot een pand bevinden, in combinatie met het uitvoeren van trillingsmetingen, geeft een indicatie van de werkelijk optredende trillingsniveaus. Dit draagt bij aan een beheersbare uitvoering en geeft nadere informatie ten aanzien van de verwachte optredende trillingsniveaus bij het installeren van de planken op de kortste afstand van de panden.

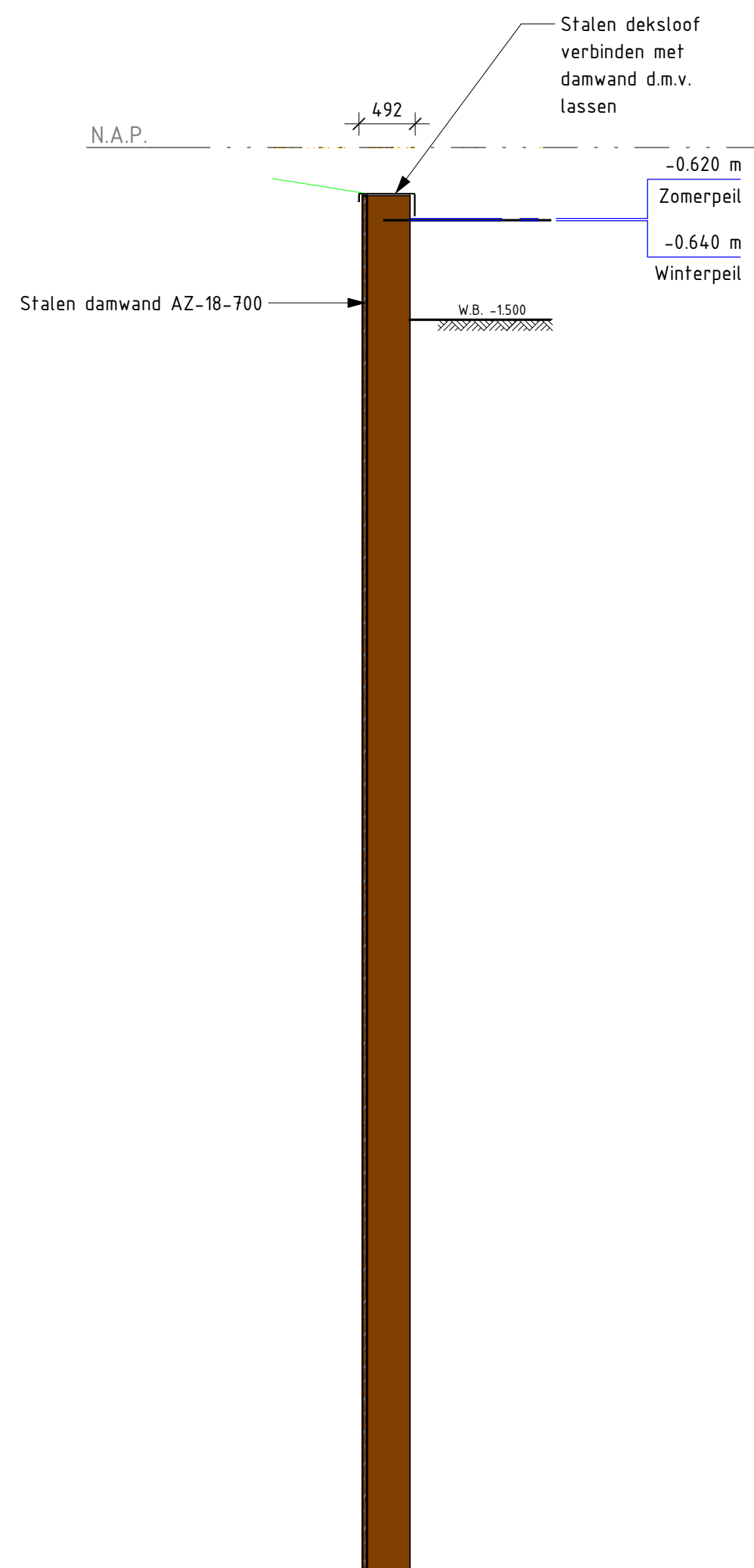
Ook kan overwogen worden om intensievere trillingsmetingen (zie paragraaf 4.1, Tabel 4-4) uit te voeren, waarmee hogere trillingsniveaus (hogere grenswaarden) worden geaccepteerd. Hierbij wordt opgemerkt dat ook onder een intensiever meetregime de rekenwaarden van de trillingsniveaus (95% lijn) de grenswaarde overschrijdt als men uitgaat van een gevoelige bouwkundige staat.

Voor alle belendingen in de directe nabijheid van de projectlocatie wordt geadviseerd om voor aanvang van de werkzaamheden een bouwkundige opname te verrichten, zowel interieur als exterieur. Ook wordt geadviseerd om na voltooiing van de werkzaamheden wederom een bouwkundige opname te verrichten. De nulopname en eindopname zorgt voor een objectieve documentatie van de huidige staat van de bebouwing en verschaft in geval van het vermoeden van opgetreden trillingsschade ten gevolge van de werkzaamheden onpartijdige informatie.

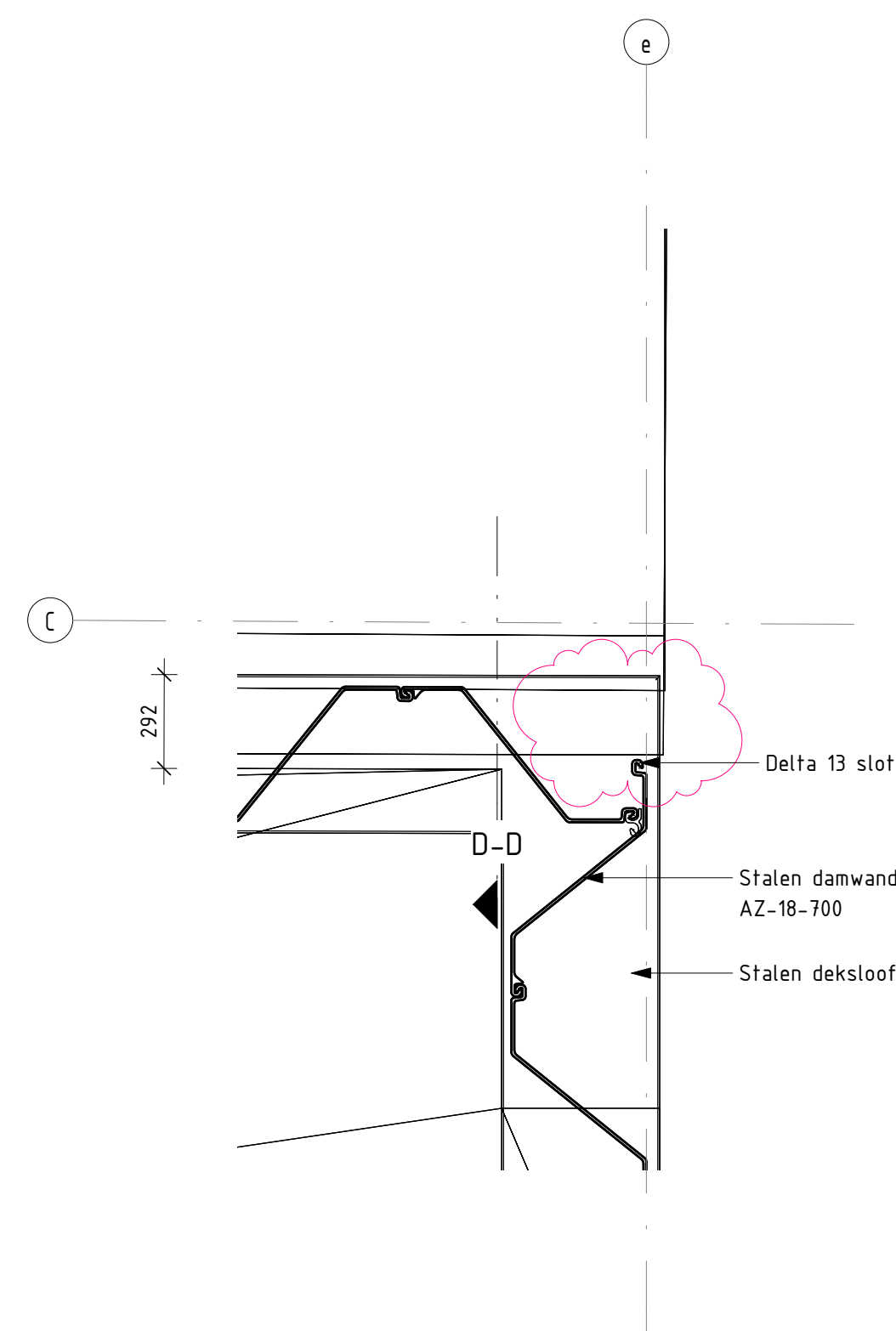
Bijlage 1 Overzichtstekening



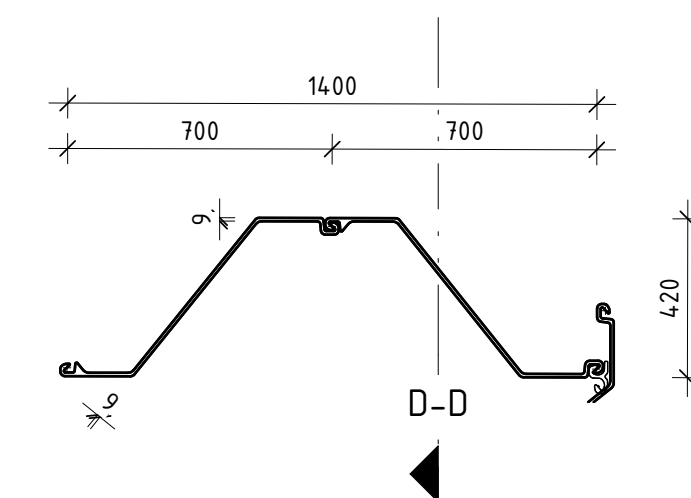
D-D Damwandenplan
Schaal 1 : 200



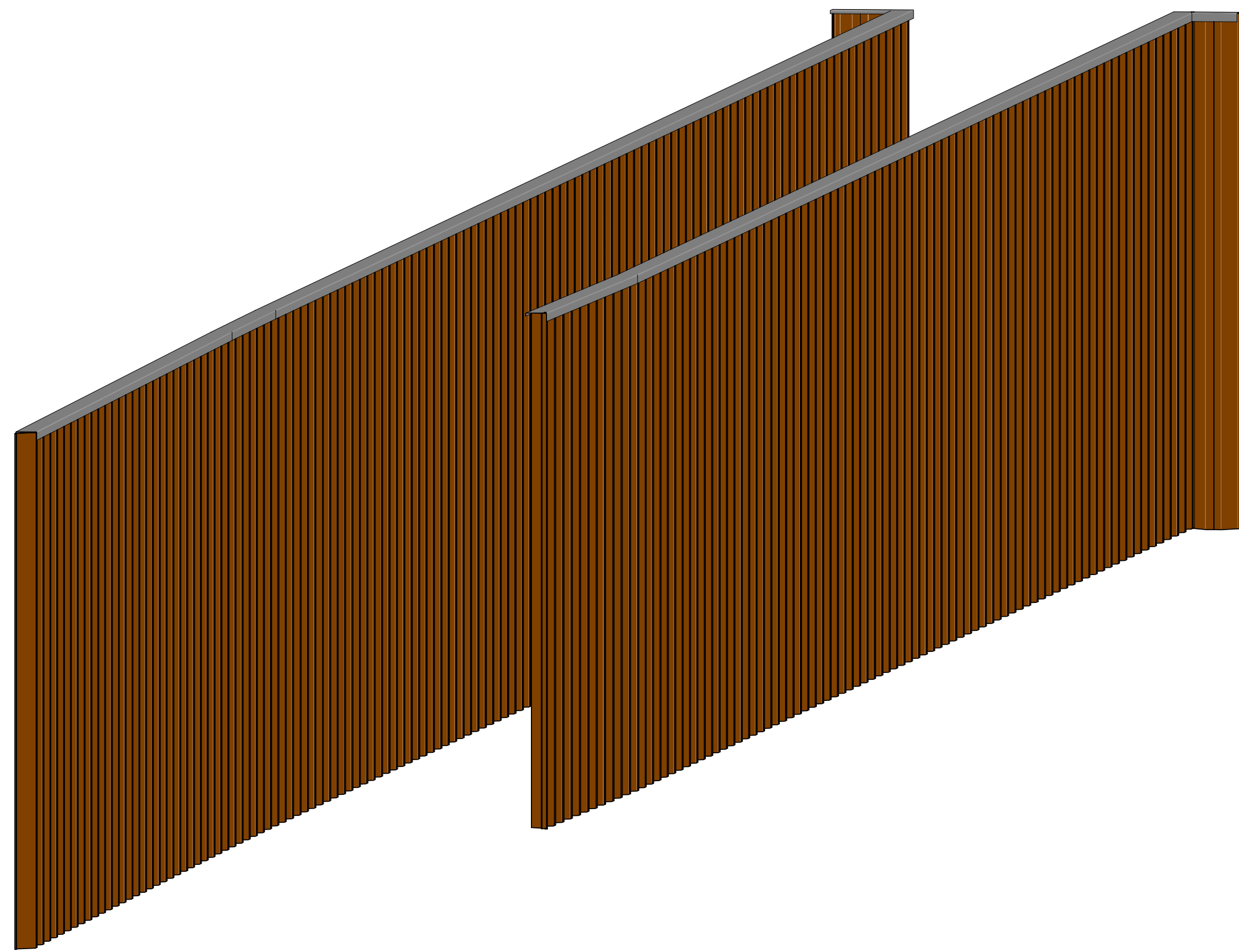
Detail damwand AZ18-700
Schaal 1 : 50



Detail 1 aansluiting brug
Schaal 1 : 20



Detail 2 AZ18-700
Schaal 1 : 20



3D-view Nieuwe situatie
Schaal

DAMWANDENPLAN							
Profiel	Type	Locatie	Aanbrengniveau t.o.v. N.A.P.	Inheinniveau t.o.v. N.A.P.	Lengte	Materiaal	Aantal
AZ18-700	Dubbele plank	Polanenkade	-4.00	-124.00	12000	Staal_Damwand	122
AZ18-700	Dubbele plank	Prins Hendrikkade	-4.00	-124.00	12000	Staal_Damwand	87
AZ18-700	Enkele plank	Prins Hendrikkade	-4.00	-124.00	12000	Staal_Damwand	1

[illegible]

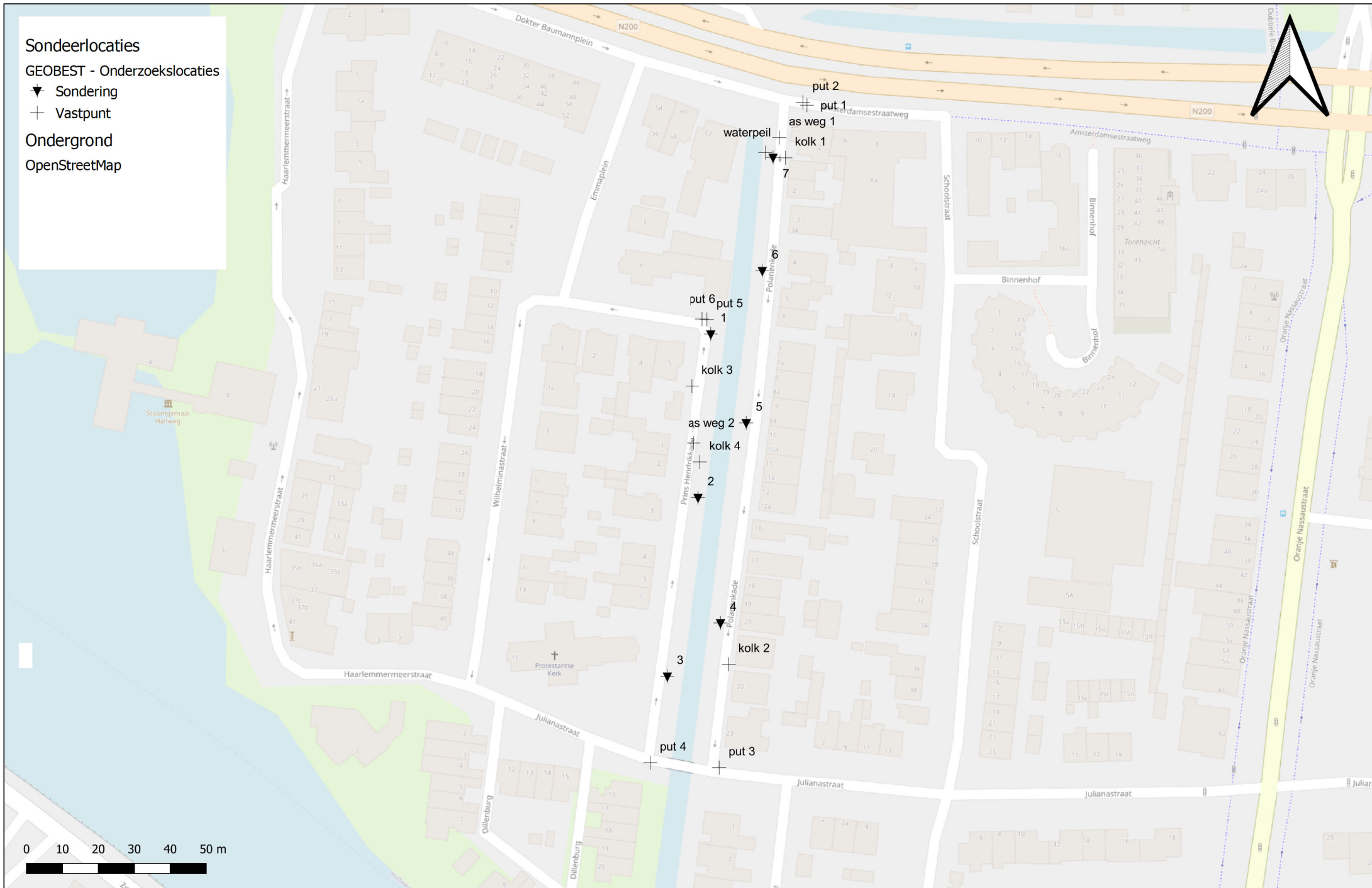
Sondeerlocaties

GEOBEST - Onderzoekslocaties

- ▼ Sondering
- + Vastpunt

Ondergrond

OpenStreetMap



0 10 20 30 40 50 m



Project:

54371 - Halfweg

Drawing subject:

Overzicht grondonderzoek Polanenkode Halfweg

Prepared by:

RBR

Checked by:

RBR

Approved by:

RBR

Date: 17-feb-23

Size: A3

Scale: 1:1



**Veldrapport betreffende grondonderzoek
aan de Polanenkade en Prins Hendrikkade
te Halfweg**

Opdracht nummer	2200564-1
Datum rapport	29 april 2022

**Veldrapport betreffende grondonderzoek
aan de Polanenkade en Prins Hendrikkade
te Halfweg**

Opdracht nr.	2200564-1
Datum rapport	29 april 2022
Opdrachtgever	Nebest B.V. Postbus 106 4130 EC Vianen

Bijlagen

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| - sondeergrafieken met kleefmeting | 01 t/m 07 |
| - coördinatentabel | 1 pagina |
| - situatietekening | T01 |

WERKOMSCHRIJVING

Op 5 april 2022 ontving Geosonda van Nebest B.V. de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek langs de Polanenkafe en de Prins Hendrikkade te Halfweg. De resultaten van het grondonderzoek zijn in dit veldrapport opgenomen.

Uitgevoerd werden 7 diepsonderingen met meting van de plaatselijke mantelwrijving. Het resultaat van de sonderingen is gepresenteerd op de sondeergrafieken 01 t/m 07. De grondwaterstand varieerde van 0,3 tot 0,6 m-maaiveld. Opgemerkt wordt dat dit éénmalige waarnemingen betreffen en met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarde slechts indicatief is. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP. De sondeerlocaties zijn uitgezet en ingemeten met dGPS-RTK en weergegeven in de bijgevoegde coördinatentabel en situatietekening T01.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus met hellingmeter conform NEN-EN-ISO 22476-1. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de klefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit geldt niet alleen voor de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige grondlagen.

De verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een andere waarde. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

<u>wrijvingsgetal in %</u>	<u>grondsoort</u>
0,3 – 1,2	zand, grof tot fijn
1,5 – 2,0	silt
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.

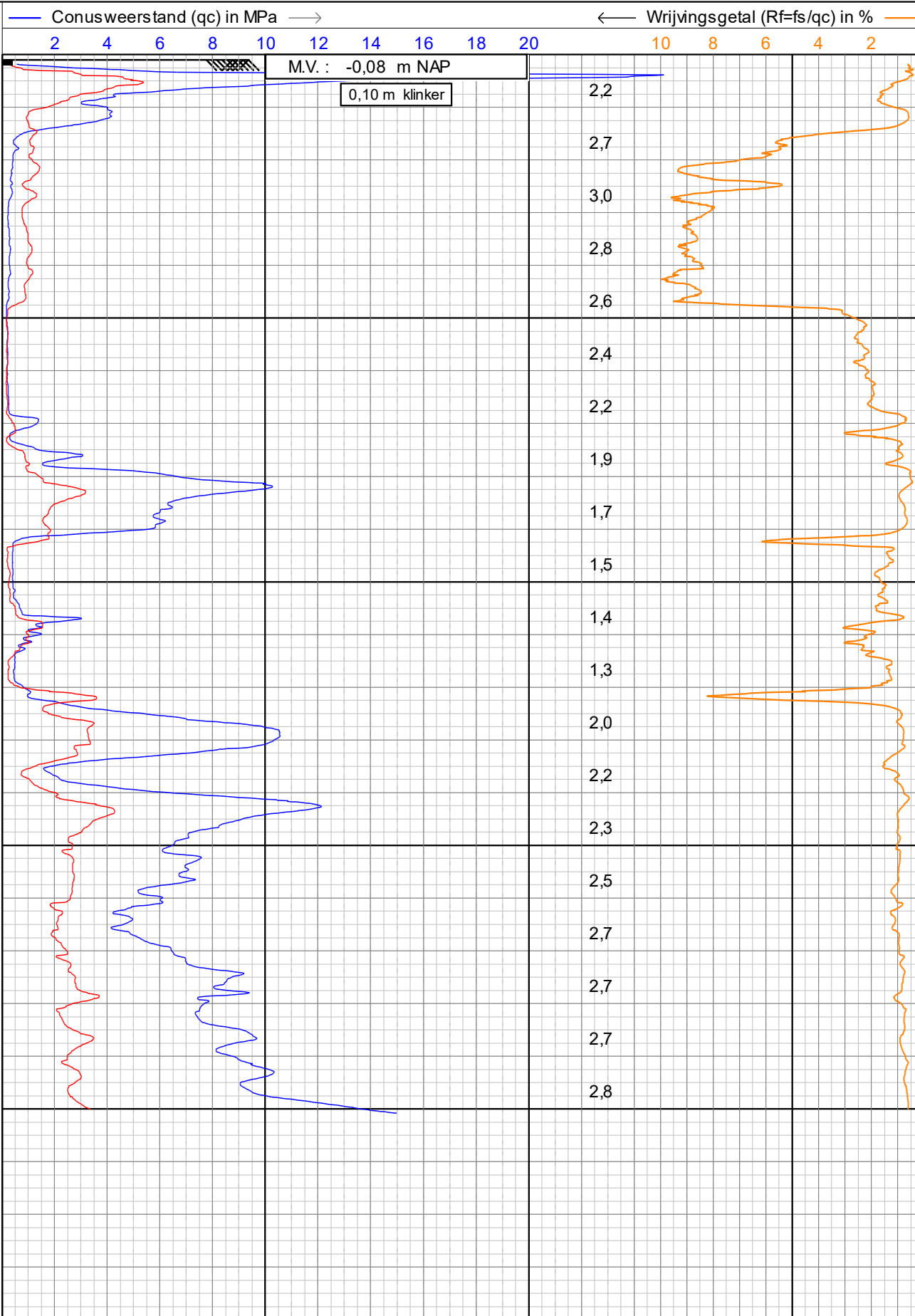
In de conus bevindt zich een hellingmeter waardoor een controle mogelijk is op een eventueel afwijken van de verticaal. De gemeten afwijkingen zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken. Bijzondere afwijkingen zijn in het algemeen niet vastgesteld.

Alphen aan den Rijn, 29 april 2022

GEOSONDA B.V.

ing. A.F. van der Burg
Directeur

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **POLANENKADE/PRINS HENDRIKKADE**

Locatie : **HALFWEG**

Datum : **28-4-2022**

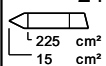
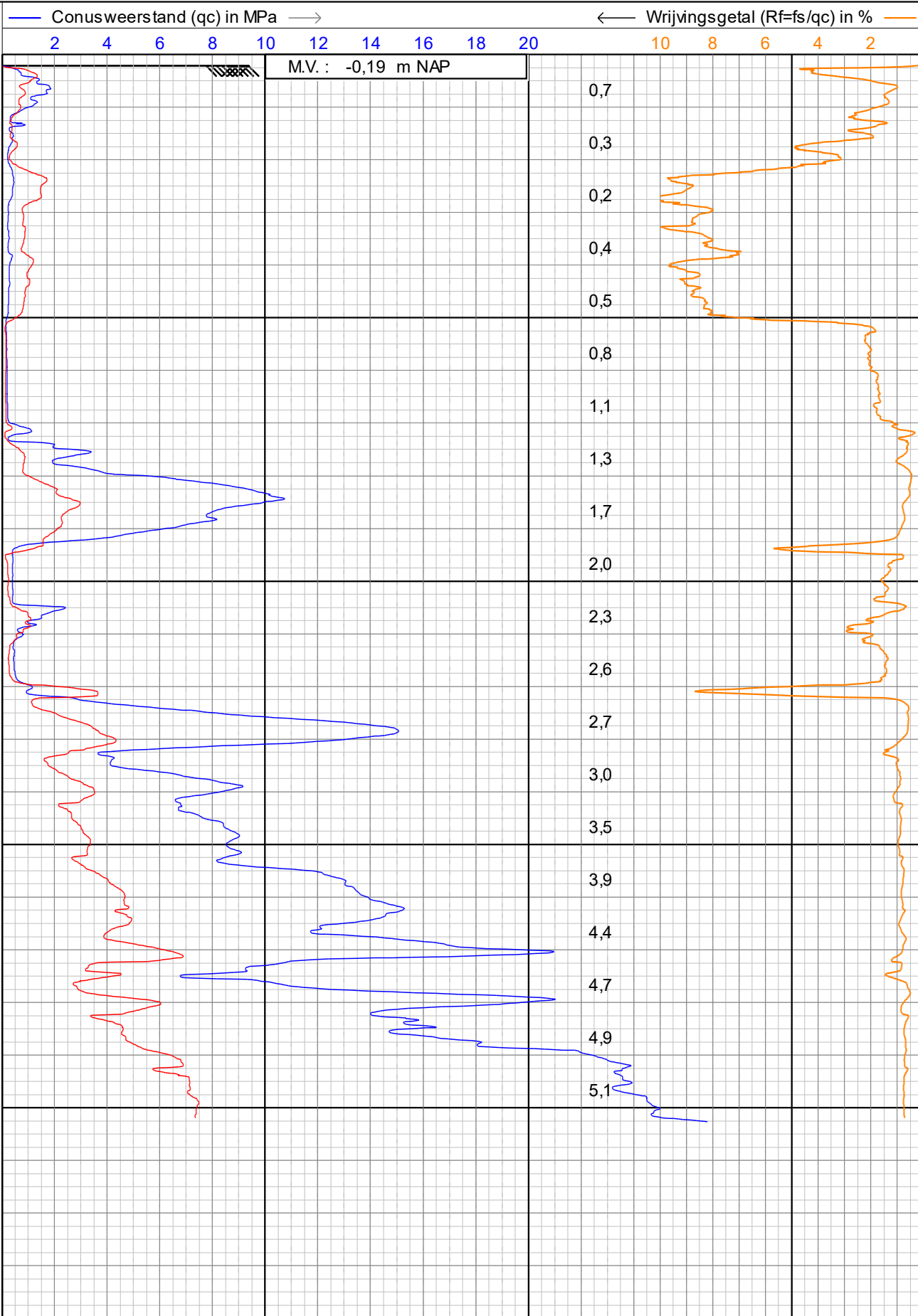
Conusnr. : **P15-CFPTxy.70047**

Projectnr. : **2200564**

Sondeernr.: **01**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **POLANENKADE/PRINS HENDRIKKADE**

Locatie : **HALFWEG**

Datum : **28-4-2022**

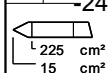
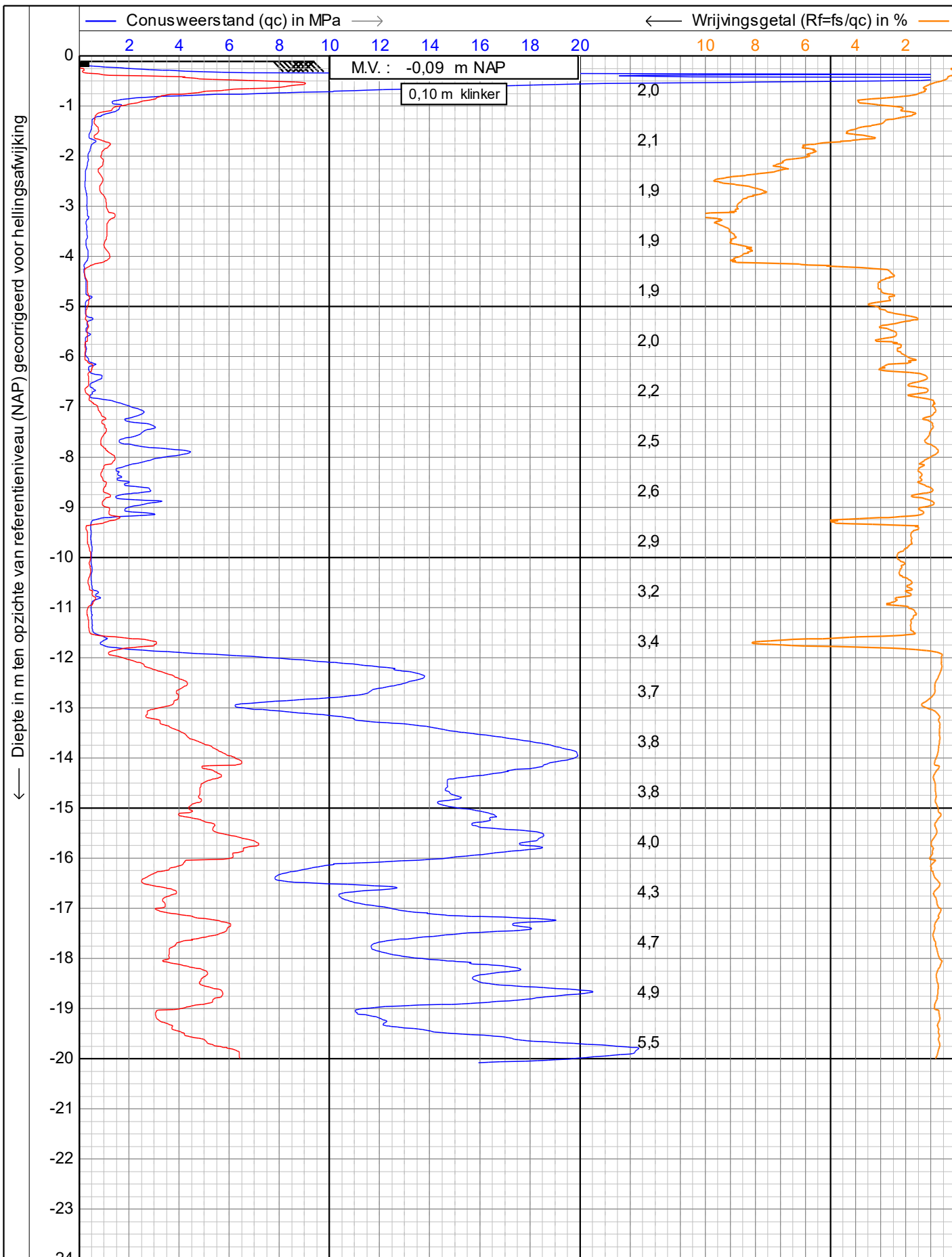
Conusnr. : **P15-CFPTxy.70047**

Projectnr. : **2200564**

Sondeernr.: **02**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **POLANENKADE/PRINS HENDRIKKADE**

Locatie : **HALFWEG**

Datum : **28-4-2022**

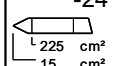
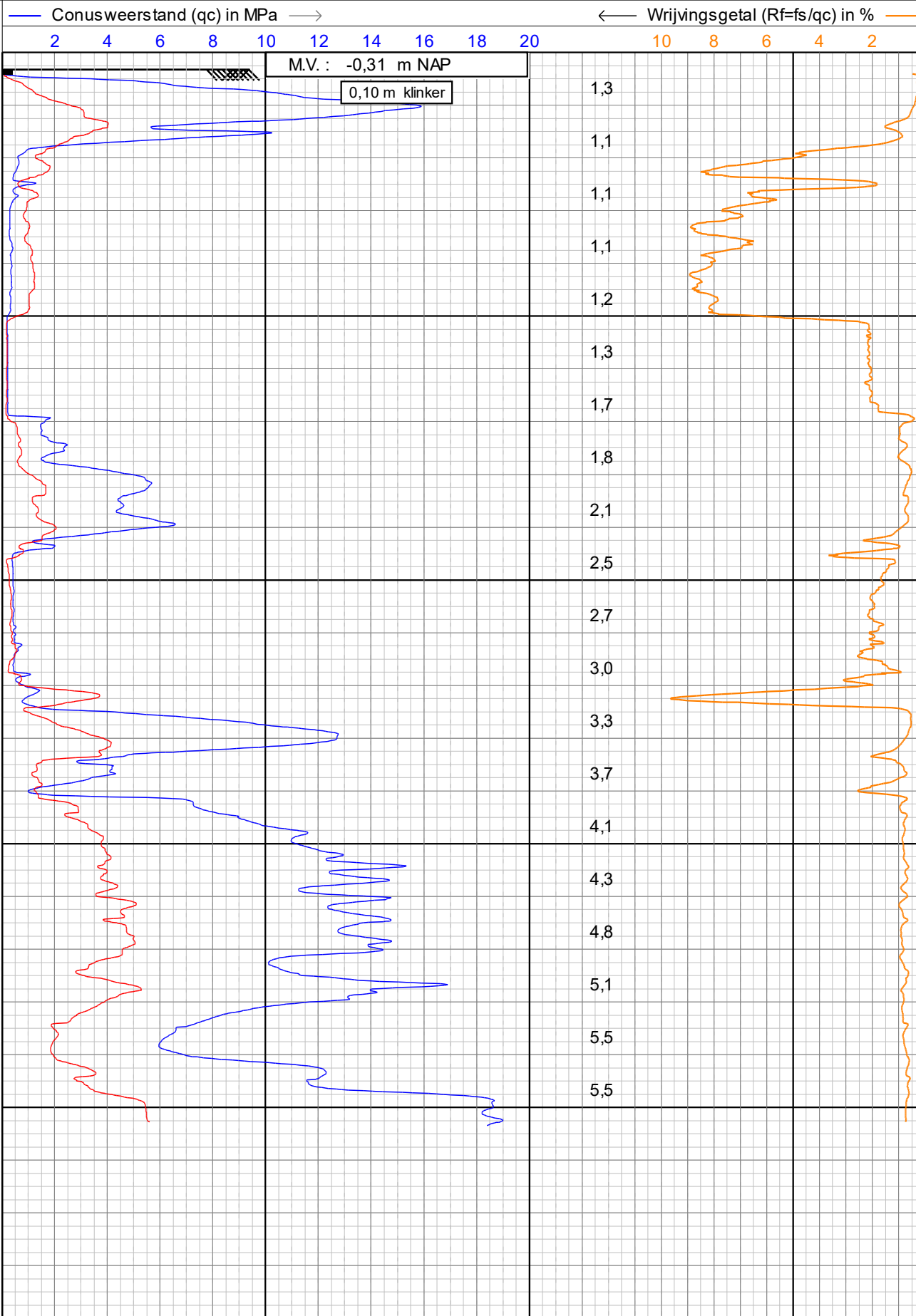
Conusnr. : **P15-CFPTxy.70047**

Projectnr. : **2200564**

Sondeernr.: **03**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



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

— Wrijvingsweerstand (fs) in MPa →

☒ Helling (I) in graden



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **POLANENKADE/PRINS HENDRIKKADE**

Locatie : **HALFWEG**

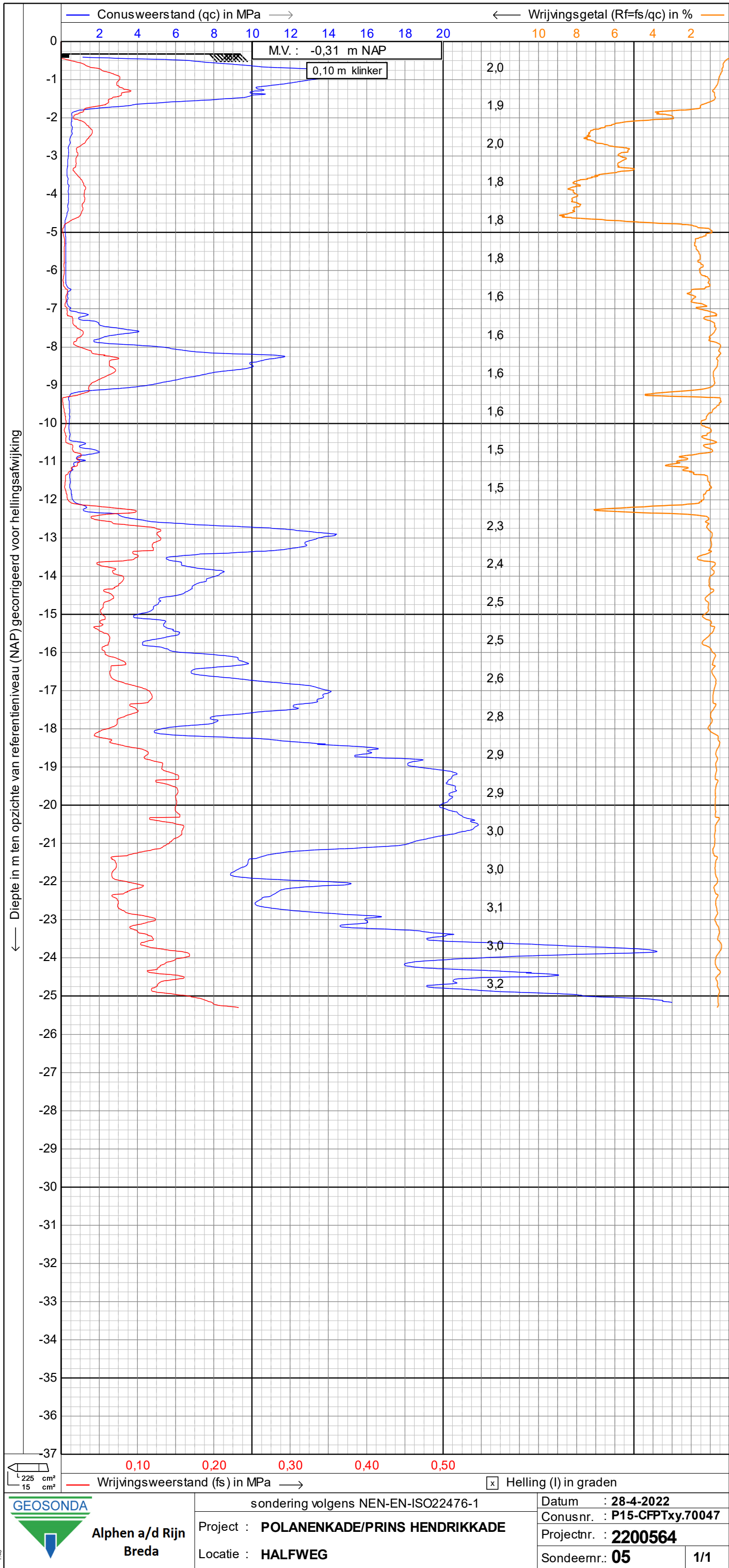
Datum : **28-4-2022**

Conusnr. : **P15-CFPTxy.70047**

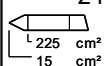
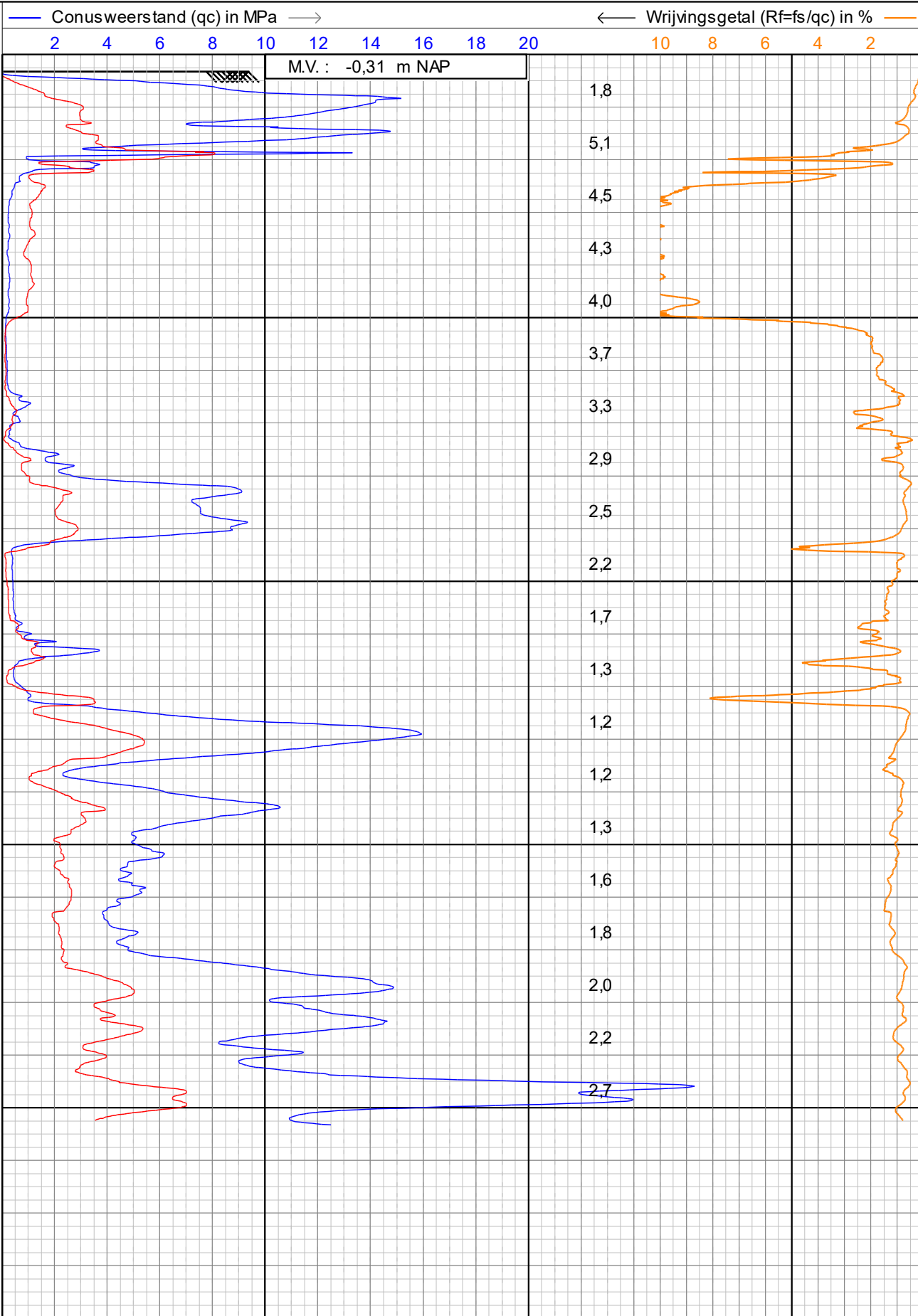
Projectnr. : **2200564**

Sondeernr.: **04**

1/1



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



GEOSONDA

Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **POLANENKADE/PRINS HENDRIKKADE**

Locatie : **HALFWEG**

Datum : **28-4-2022**

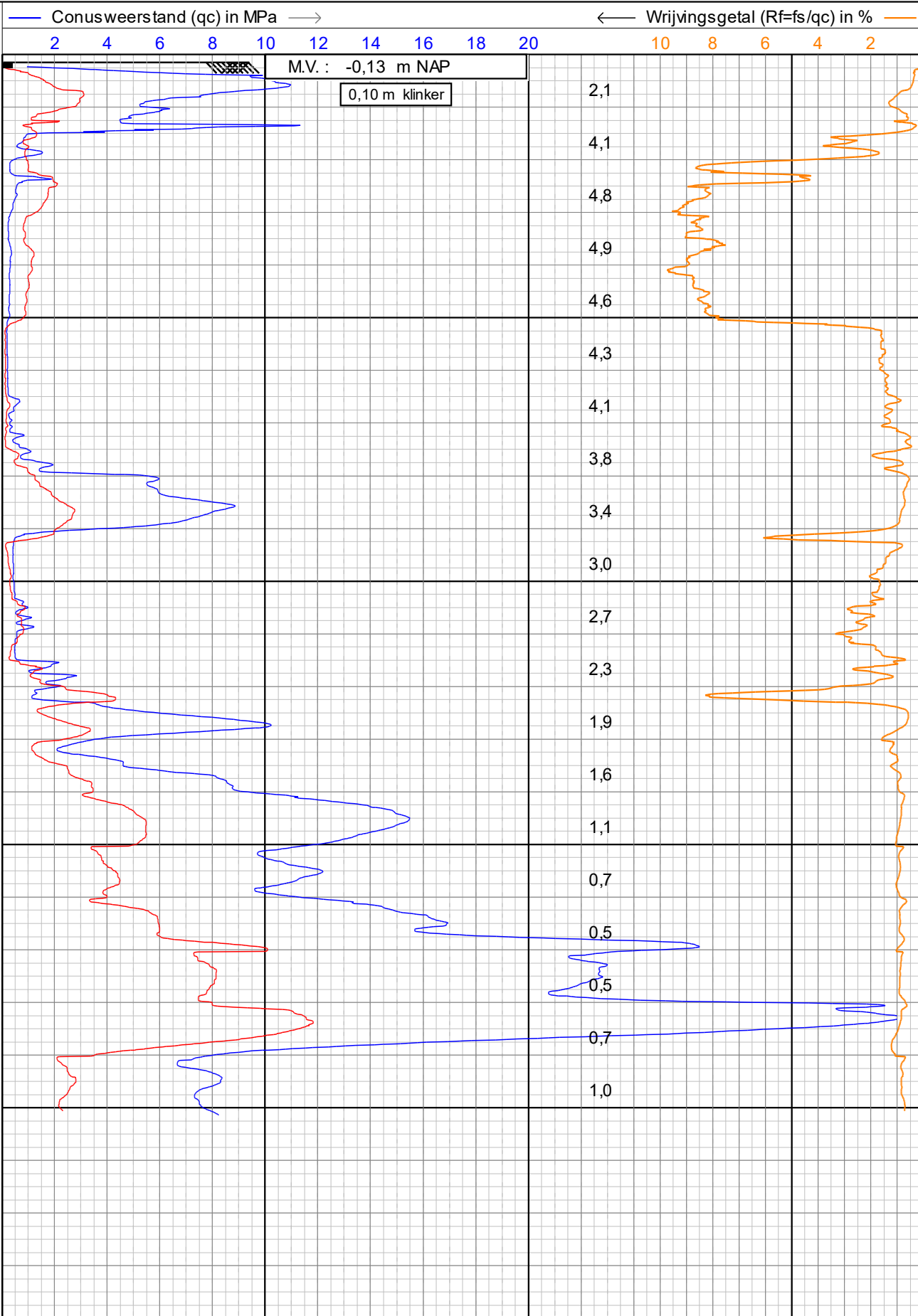
Conusnr. : **P15-CFPTxy.70047**

Projectnr. : **2200564**

Sondeernr.: **06**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP) gecorrigeerd voor hellingsafwijking



Alphen a/d Rijn
Breda

sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1

Project : **POLANENKADE/PRINS HENDRIKKADE**

Locatie : **HALFWEG**

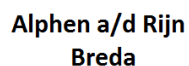
Datum : **28-4-2022**

Conusnr. : **P15-CFPTxy.70047**

Projectnr. : **2200564**

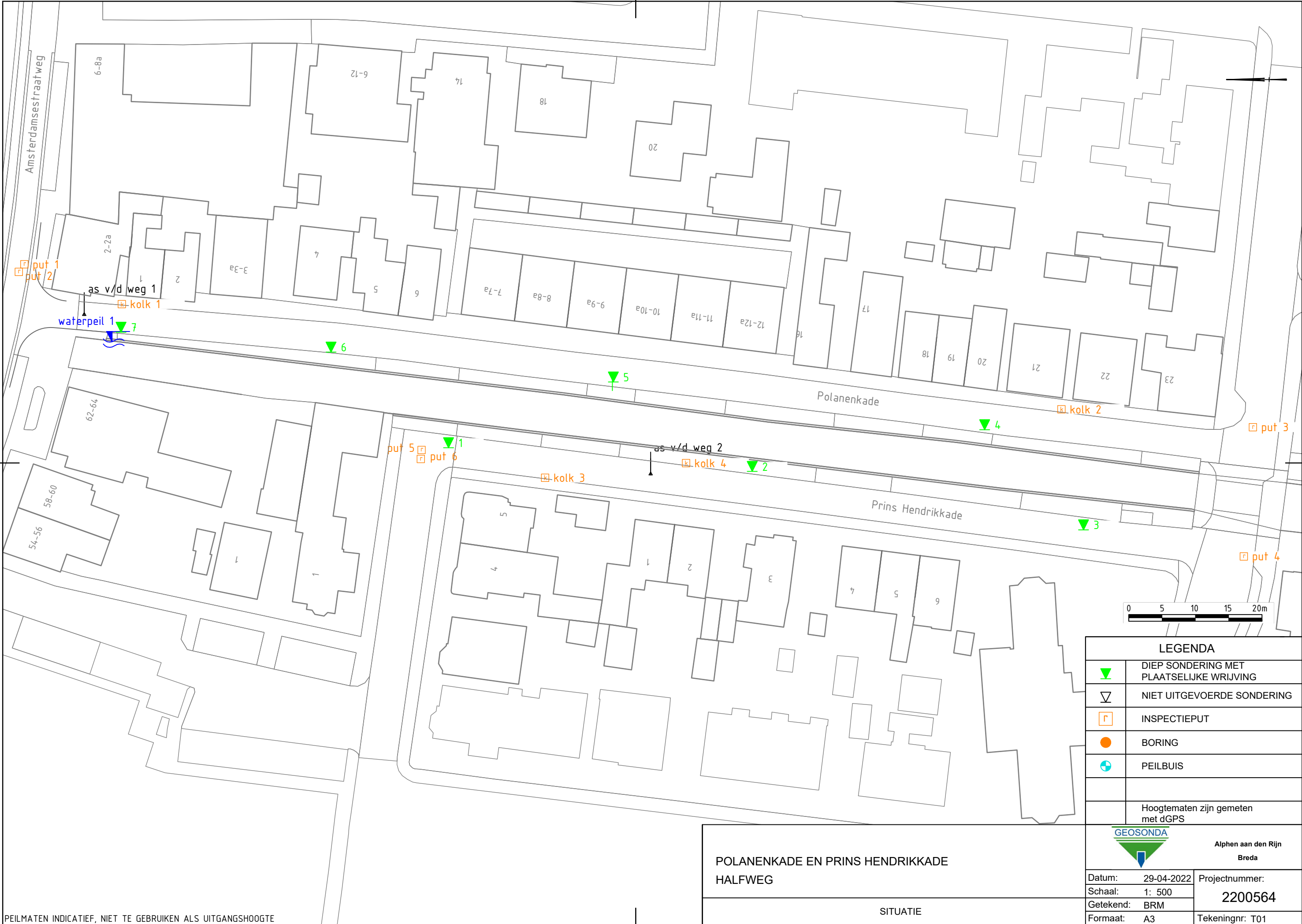
Sondeernr.: **07**

1/1



Project : POLANENKADE EN PRINS HENDRIKKADE
Locatie : HALFWEG
Projectnr. : 2200564

[illegible]



PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

POLANENKADE EN PRINS HENDRIKKADE
HALFWEG

SITUATIE

LEGENDA

	DIEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING
	NIET UITGEVOERDE SONDERING
	INSPECTIEPUT
	BORING
	PEILBUIIS
	Hoogtematen zijn gemeten met dGPS

Alphen aan den Rijn
Breda

Datum:	29-04-2022	Projectnummer: 2200564
Schaal:	1: 500	
Getekend:	BRM	
Formaat:	A3	
		Tekeningnr: T01

Bijlage 3 Specificatie trilblok

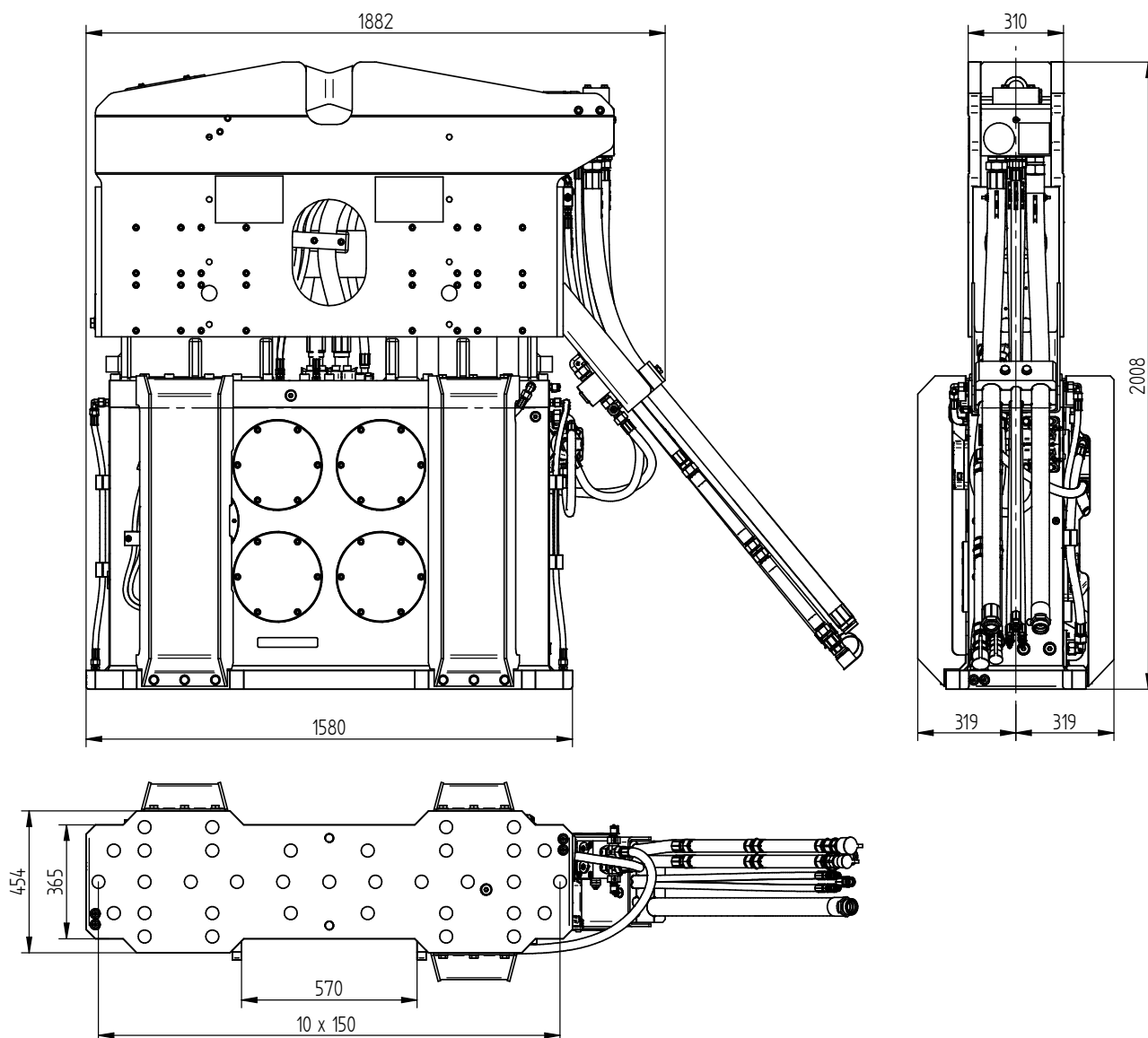


Specificaties

PVE 20VM

Vibro Hammer

Nederlands



Specificaties

PVE 20VM

Excentrisch moment	0-19 kgm	Klemmen:	
Max. centrifugaalkracht	0-1100 kN	Damwandklem	135TU
Max. toerental	2300 rpm	Transportgewicht per klem	1183 kg
Max. amplitude excl. 135TU	15 mm	Pijpenklem	80TC
Max. amplitude incl. 135TU	10,2 mm	Transportgewicht per klem	500 kg
Max. statische trekkracht	240 kN		
Max. voorspanning	120 kN		
Max. werkdruk	350 bar	Aggregaat:	
Max. oliedoorstroming	498 l/min	Model	500 series
Max. hydraulisch vermogen	291/396 kW/PK		
Geforceerde smering	ja		
Dynamisch gewicht excl. 135TU	2550 kg	Slangenset:	
Dynamisch gewicht incl. 135TU	3733 kg	Lengte	30 m
Totaalgewicht excl. 135TU & slangen	3650 kg	Transportgewicht (±)	615 kg

Bijlage 4 Trillingsprognose

PROGNOSE TRILLINGEN DOOR INTRILLEN VAN ELEMENTEN VOLGENS CUR 166

Projectomschrijving
Onderdeel
Projectnummer
Sonderingen nrs.

Polanenkade Halfweg
damwanden AZ18-700
51666 / 54371
6,00

GEOBEST

Versie
Versiedatum
Printdatum

1.0
24 november 2022
20 februari 2023

INPUT

Bodemprofiel	Amsterdam	
$V_{0,50\%}$	1,6	[mm/s]
$C_{vel,50\%}$	0,002	[-]
$V_{0,95\%}$	9	[mm/s]
$C_{vel,95\%}$	0,011	[-]
$V_{0,99\%}$	18,3	[mm/s]
$C_{vel,99\%}$	0,023	[-]
Demping bodem α	0,01	[-]
$V_{0,cor,50\%}$	3,1	[mm/s]
$V_{0,cor,95\%}$	17,3	[mm/s]
$V_{0,cor,99\%}$	35,6	[mm/s]
Blok	PVE 20VM	
Frequentie trilblok	38,3	[Hz]
Slagkracht	1100,0	[kN]
C_{xf}	0,7	[-]
Soort meting	indicatief	[-]
Part. veiligheid γ_v	1,6	[-]
Monument	nee	[-]
Bouwkundige staat	normaal	[-]
veiligheid γ_s	1,0	[-]
Fundering	normaal	[-]

CUR 166 6e druk

$$V_{0,corr}(x=5\text{ m}) = V_0 + C_{vel}(F-350)$$

waarin:

$V_{0,corr}(x=5\text{ m})$ = gecorrigeerde trillingsnelheid op referentieafstand van 5 meter [mm/s]
 V_0 = referentie trillingsnelheid (uit CUR 166) [mm/s]
 C_{vel} = empirische parameter, afhankelijk van de grondslag
 F = slagkracht trilblok [kN].

Barkan (1962):

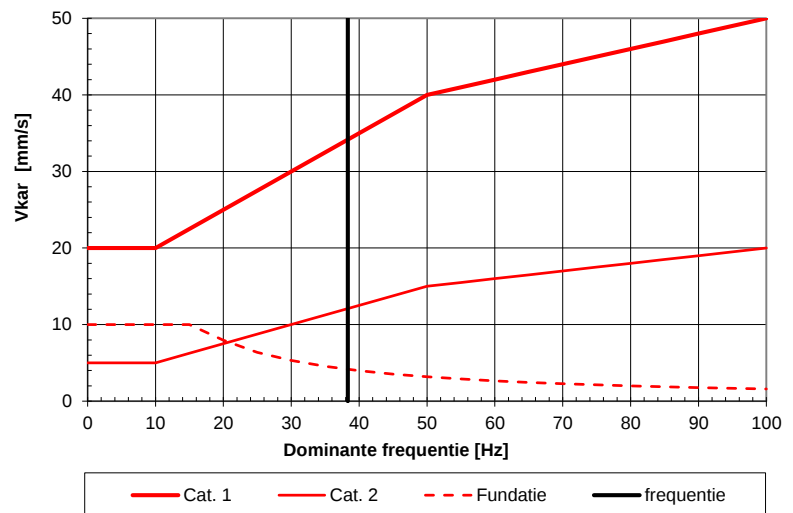
$$v_x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} \cdot e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

v_x = trillingsnelheid op afstand x van de bron [mm/s]
 v_0 = bronsterkte van de trillingsnelheid op 5 m afstand van de bron [mm/s]
 x_0 = referentieafstand (5 m van de bron) [m]
 x = afstand van de bron [m]
 α = karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping [m⁻¹]

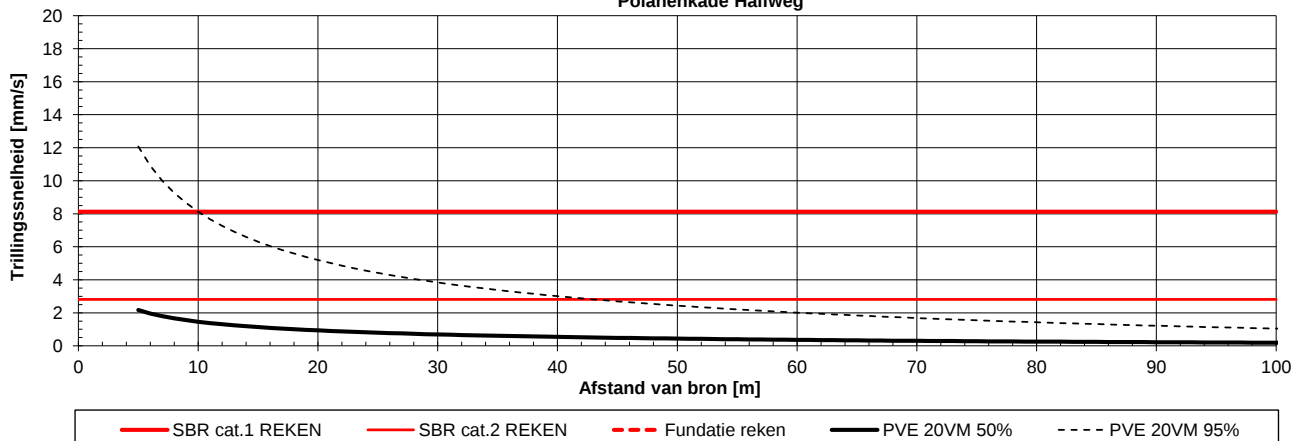
Afstand [m]	PVE 20VM		PVE 20VM	
	50%	95%	50%	95%
	v [mm/sec]		a [mm/sec ²]	
5	2,2	12,1	522,7	2908,3
10	1,5	8,1	351,5	1956,2
15	1,1	6,3	273,0	1519,3
20	0,9	5,2	224,9	1251,6
25	0,8	4,4	191,4	1064,9
30	0,7	3,8	166,2	924,7
35	0,6	3,4	146,3	814,3
40	0,5	3,0	130,2	724,6
45	0,5	2,7	116,8	649,8
50	0,4	2,4	105,4	586,4
55	0,4	2,2	95,6	531,9
60	0,4	2,0	87,0	484,4
65	0,3	1,8	79,6	442,7
70	0,3	1,7	72,9	405,8
75	0,3	1,5	67,0	372,9
100	0,2	1,0	45,2	251,5
125	0,1	0,7	31,5	175,2
150	0,1	0,5	22,4	124,6
175	0,1	0,4	16,1	89,8
200	0,0	0,3	11,8	65,4
225	0,0	0,2	8,6	48,0
250	0,0	0,1	6,4	35,5
275	0,0	0,1	4,7	26,4
300	0,0	0,1	3,5	19,7

Grenswaarden SBR-A: 2017



PROGNOSE EN TOETSING VOLGENS SBR-A 2017

Polanenkade Halfweg



PROGNOSE TRILLINGEN DOOR INTRILLEN VAN ELEMENTEN VOLGENS CUR 166

Projectomschrijving
Onderdeel
Projectnummer
Sonderingen nrs.

Polanenkade Halfweg
damwanden AZ18-700
51666 / 54371
6,00

GEOBEST

Versie
Versiedatum
Printdatum

1.0
24 november 2022
20 februari 2023

INPUT

Bodemprofiel	Amsterdam	
$V_{0,50\%}$	1,6	[mm/s]
$C_{vel,50\%}$	0,002	[-]
$V_{0,95\%}$	9	[mm/s]
$C_{vel,95\%}$	0,011	[-]
$V_{0,99\%}$	18,3	[mm/s]
$C_{vel,99\%}$	0,023	[-]
Demping bodem α	0,01	[-]
$V_{0,corr,50\%}$	3,1	[mm/s]
$V_{0,corr,95\%}$	17,3	[mm/s]
$V_{0,corr,99\%}$	35,6	[mm/s]
Blok	PVE 20VM	
Frequentie trilblok	38,3	[Hz]
Slagkracht	1100,0	[kN]
C_{xf}	0,7	[-]
Soort meting	indicatief	[-]
Part. veiligheid γ_v	1,6	[-]
Monument	nee	[-]
Bouwkundige staat	gevoelig	[-]
veiligheid γ_s	1,7	[-]
Fundering	normaal	[-]

CUR 166 6e druk

$$V_{0,corr}(x=5\text{ m}) = V_0 + C_{vel}(F-350)$$

waarin:

$V_{0,corr}(x=5\text{ m})$ = gecorrigeerde trillingsnelheid op referentieafstand van 5 meter [mm/s]
 V_0 = referentie trillingsnelheid (uit CUR 166) [mm/s]
 C_{vel} = empirische parameter, afhankelijk van de grondslag [mm/s]
 F = slagkracht trilblok [kN].

Barkan (1962):

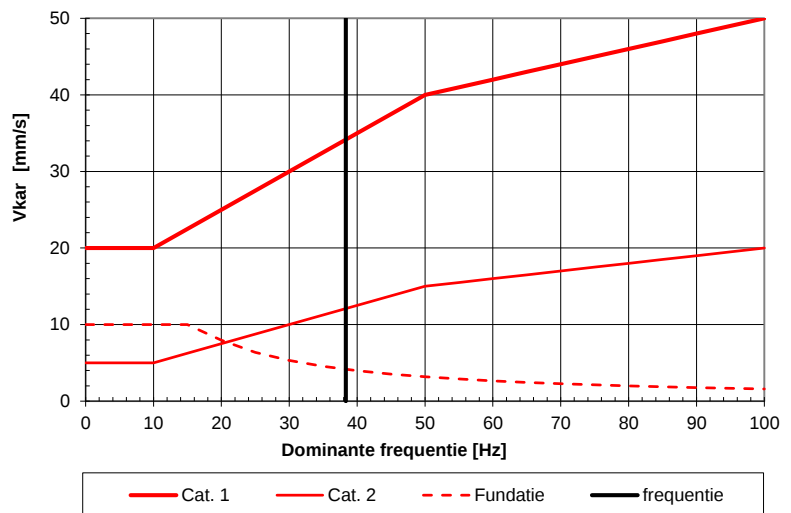
$$v_x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{x_0}{x}} \cdot e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

v_x = trillingsnelheid op afstand x van de bron [mm/s]
 v_0 = bronsterkte van de trillingsnelheid op 5 m afstand van de bron [mm/s]
 x_0 = referentieafstand (5 m van de bron) [m]
 x = afstand van de bron [m]
 α = karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping [m⁻¹]

Afstand [m]	PVE 20VM		PVE 20VM	
	50%	95%	50%	95%
	v [mm/sec]		a [mm/sec ²]	
5	2,2	12,1	522,7	2908,3
10	1,5	8,1	351,5	1956,2
15	1,1	6,3	273,0	1519,3
20	0,9	5,2	224,9	1251,6
25	0,8	4,4	191,4	1064,9
30	0,7	3,8	166,2	924,7
35	0,6	3,4	146,3	814,3
40	0,5	3,0	130,2	724,6
45	0,5	2,7	116,8	649,8
50	0,4	2,4	105,4	586,4
55	0,4	2,2	95,6	531,9
60	0,4	2,0	87,0	484,4
65	0,3	1,8	79,6	442,7
70	0,3	1,7	72,9	405,8
75	0,3	1,5	67,0	372,9
100	0,2	1,0	45,2	251,5
125	0,1	0,7	31,5	175,2
150	0,1	0,5	22,4	124,6
175	0,1	0,4	16,1	89,8
200	0,0	0,3	11,8	65,4
225	0,0	0,2	8,6	48,0
250	0,0	0,1	6,4	35,5
275	0,0	0,1	4,7	26,4
300	0,0	0,1	3,5	19,7

Grenswaarden SBR-A: 2017



PROGNOSE EN TOETSING VOLGENS SBR-A 2017

Polanenkade Halfweg

