

Aanleg 3 duikerbruggen Vlietweg

DO-berekening grondkerende constructies

Brug 152 (Delftsebrug)

Opdrachtgever:



Leiden

Gemeente Leiden

Stadhuisplein 1

2311 EJ Leiden

<http://www.leiden.nl>

Opsteller:



OC2 B.V.

Advies en ontwerp Civiele Constructies

Postbus 328

8200 AH LELYSTAD

info@oc2-bv.nl

www.oc2-bv.nl

Verantwoording

Titel : Aanleg 3 duikerbruggen Vlietweg
DO-berekening grondkerende constructies
Brug 152 (Delftsebrug)

Projectnummer : P180507

Documentnummer : P180507-04

Revisie : 1

Omschrijving revisie : Aanpassing vleugelwanden / draagvermogen damwand

Datum : 17-03-2026

Auteur : J. Hendrikse (BSEng)

Paraaf auteur : 

Gecontroleerd : ing. R. Nieland (MSEng)

Paraaf gecontroleerd : 

Vrijgave opdrachtgever : dhr. I. Hoveling

Paraaf vrijgave :



OC2 B.V.

Advies en ontwerp Civiele Constructies

Postbus 328

8200 AH LELYSTAD

info@oc2-bv.nl

www.oc2-bv.nl

Inhoudsopgave

1	<i>Inleiding</i>	4
2	<i>Overzicht constructie</i>	5
3	<i>Scope werkzaamheden en vervolgfase</i>	7
4	<i>Ontvangen gegevens</i>	7
5	<i>Normen en richtlijnen</i>	8
6	<i>Uitgangspunten</i>	9
7	<i>Grondonderzoek</i>	11
8	<i>Kabels en leidingen</i>	12
9	<i>Berekening damwand</i>	13

Bijlagen

- A** *Sonderingen*
- B** *Berekening damwand (D-Sheet)*
 - B-1** *sondering SW03*
 - B-2** *sondering SW04*

1 Inleiding

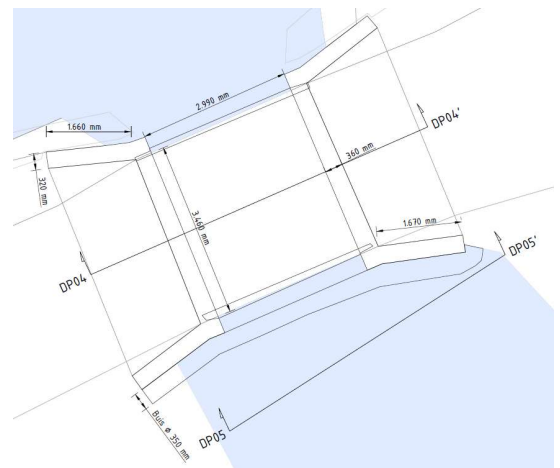
In de Vlietweg zijn 3 bruggen aan het einde van de technische levensduur. De gemeente Leiden wil deze bruggen vervangen zodat de gehele weg voldoet aan de Constructieve Veiligheid volgens de vigerende normen. Daarnaast is rekening gehouden met het veelvuldige landbouwverkeer, de leuningen worden aangebracht op forse, relatief brede randbalken om schade tot een minimum te beperken.

De bruggen zullen volledig worden gesloopt en vervangen door geprefabriceerde, betonnen, rechthoekige duikers. De fundatie zal bestaan uit betonnen kessen en (inwendig geheide) stalen buispalen. De grondkeringen zullen worden verzorgd door stalen damwanden voorzien van een betonnen deksloof.

In onderhavig document wordt de grondkerende constructie op DO-niveau berekend. Het gaat hierbij om: brug 152 (Delftsebrug).



Bestaande situatie (bron: gemeente Leiden)



Globale afmetingen bestaande brug (bron: De Aquanoom)

Leeswijzer:

Brug 151:

- Rapport P180507-01: fundatie duiker
- Rapport P180507-02: damwanden

Brug 152:

- Rapport P180507-03: fundatie duiker
- Rapport P180507-04: damwanden

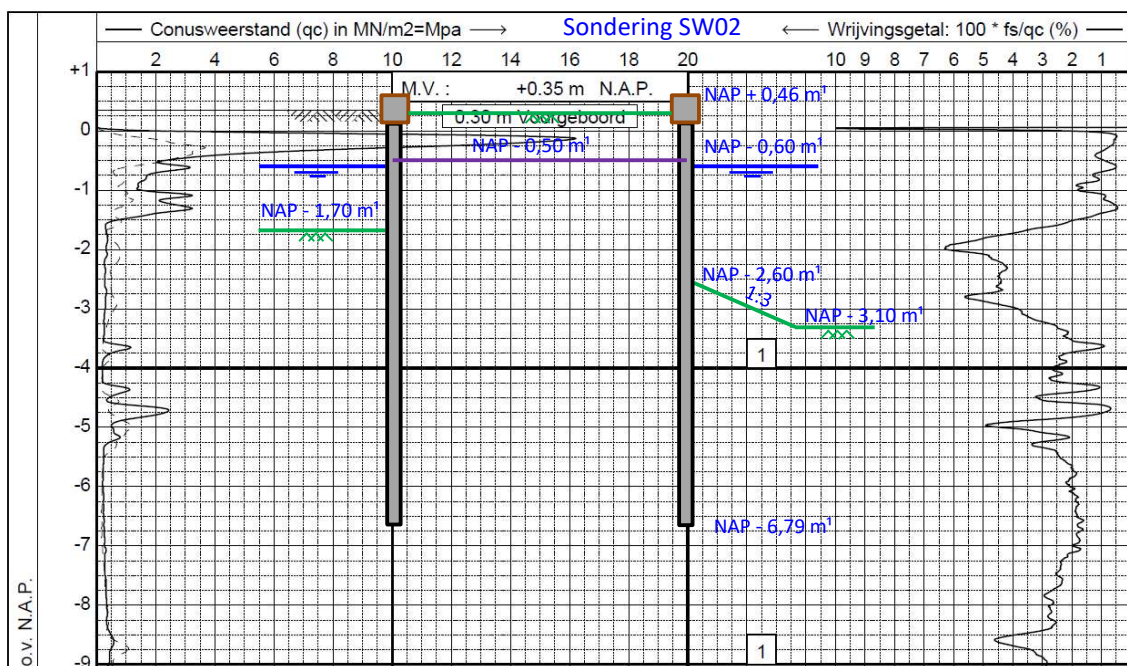
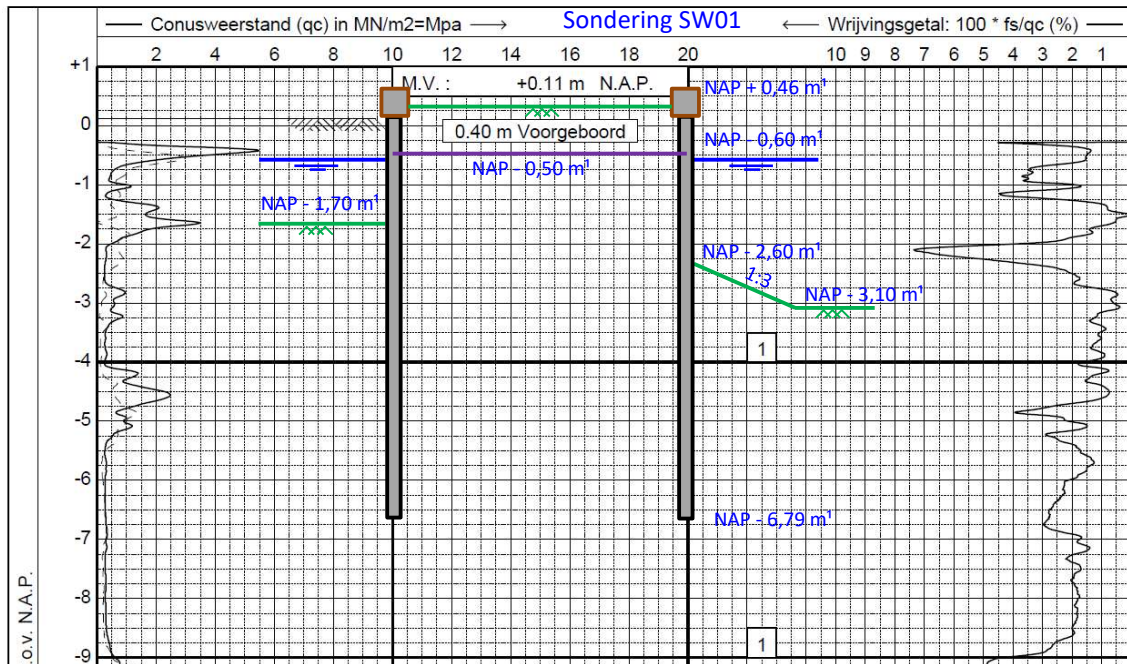
Brug 156:

- Rapport P180507-05: fundatie duiker
- Rapport P180507-06: damwanden



Locatie bestaande/nieuwe constructies (bron: Google Maps)

2 Overzicht constructie

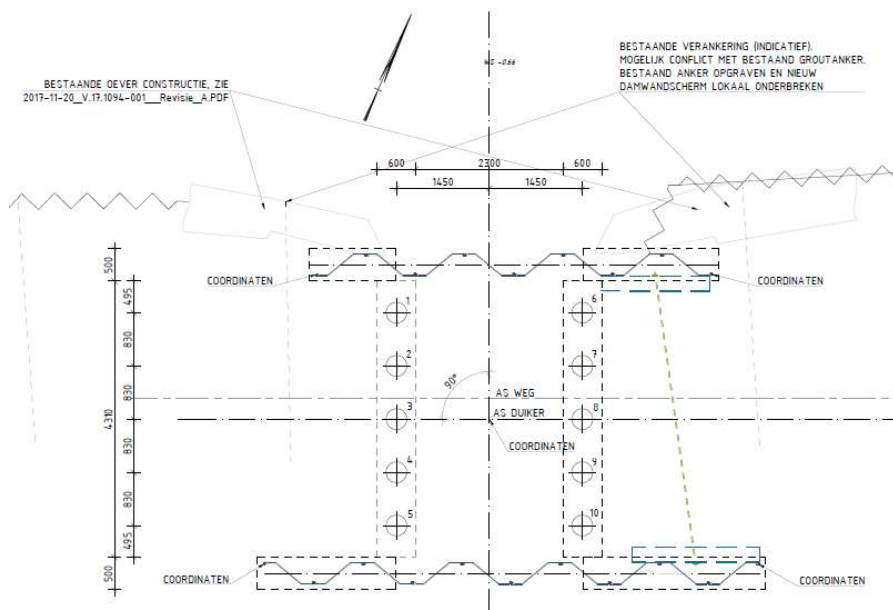
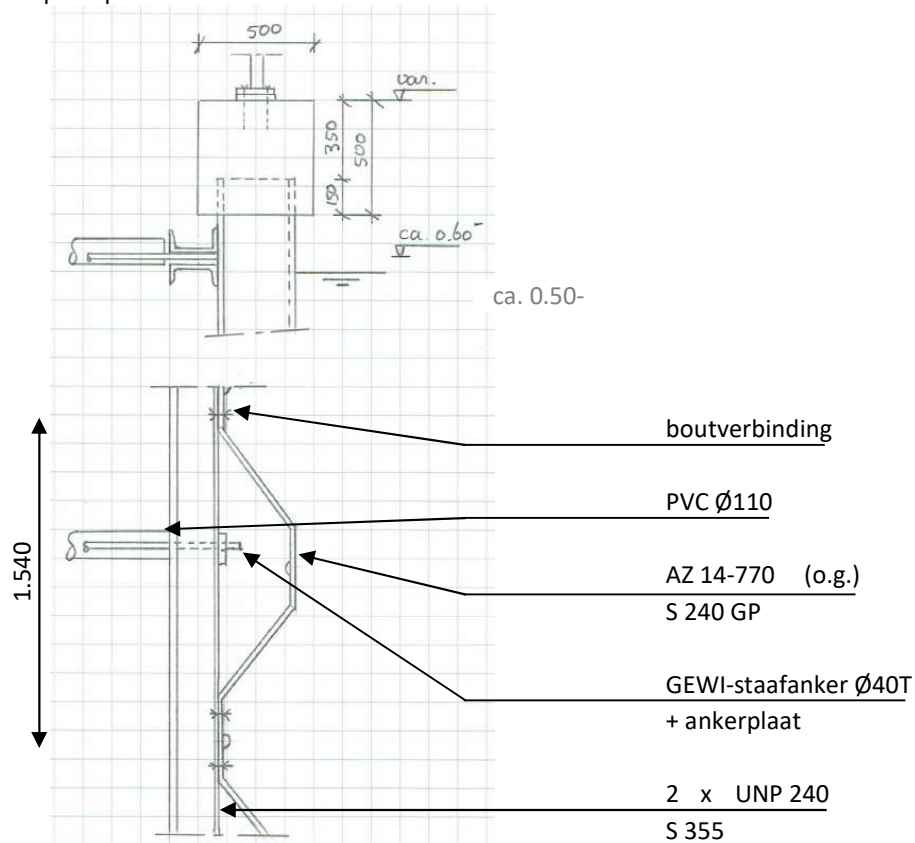


- stalen damwand
 - AZ 14-770 (o.g.)
 - S 240 GP
 - PPN NAP -6,79 m¹
 - lengte ca. 6,90 m¹ (opname in betonnen deksloof = 150 mm.)
(hoogte deksloof = 500 mm.)
- verankering
 - GEWI-staafanker Ø40T

GEWI-Staafanker	Eenheid	16T	20T	25T	28T	32T	40T	50T	57,5TR+	63,5T	63,5TR+	75TR+			
Diameter	mm	16	20	25	28	32	40	50	57,5	63,5	63,5	75			
Rekenkundige doorsnede	mm²	200	314	491	616	804	1257	1963	2597	3167	3167	4418			
Gewicht	kg/m¹	1,6	2,5	3,9	4,9	6,4	10,1	15,7	20,8	25,3	25,3	35,3			
Vloespanning	N/mm²	500	500	500	500	500	500	500	670	555	670	670			
Treksterkte	N/mm²	550	550	550	550	550	550	550	800	700	800	800			

Overzicht constructie (vervolg)

- gording
 - 2 x UNP 240
 - S 355
- principeschets



FUNDERINGSPLAN

SCHAAL 1:50

FUNDERINGSSTAAT BRUG 152

BUISPALEN Ø324x6.3 (S235) MET GESLOTEN PUNT

PAAL NUMMER	SYMBOOL	AANTAL	HELLING	PUNTNIVEAU	O.K. CONSTRUCTIE	AFBRANDNIVEAU	LENGTE	KWALITEIT	KOPWAPENING
1-10	+	20	TE LOOD	-15.000	-0.535	-0.515	14.495	S235	5Ø12

MINIMAAL BOVENSTE 350mm VAN DE BUISPALEN VULLEN MET BETON C30/37, REST MET ZAND

STALEN DAMWAND AZ 14 770 (ENKELE PLANKEN)

NOORD	TE LOOD	VAR	MAX +0.425	MAX 7135
ZUID	TE LOOD	VAR	MAX -0.425	MAX 7135

3 Scope werkzaamheden en vervolgfase

In onderhavige berekening zijn de volgende zaken op DO-niveau beschouwd:

- damwandafmetingen;
- verankering + gording;

Deze berekening dient als onderlegger voor het bestek. Hierin staat exact beschreven welke werkzaamheden nog worden verlangd van de aannemer. In grote lijnen is dit als volgt:

- detailengineering (damwanden, gordingen, verankering, deksloof);
- wijze van uitvoering (o.a. trillingspredictie);

Alle berekeningen en tekeningen dienen ter goedkeuring aan de directie (en hoofdconstructeur) te worden aangeboden.

4 Ontvangen gegevens

De volgende gegevens zijn ter beschikking gesteld:

- Sonderingen

Sondeerder	Geonius
Titel	Vijf bruggen aan de Vlietweg te Leiden
Opdrachtnr.	GA190438.R01.V0.1
Datum	22-10-2019

- Inmetingen bestaande bruggen

Opsteller	De Aquanoom
Titel	Inmeten 3 bruggen Vlietweg Leiden
Datum	29-01-2019 / 29-01-2020
Tekeningnr.	T001 (totaal 5 bladen)

- Foto's huidige situatie

- Tekening en berekening verankerde damwand Rijn-Schiekanaal

Opsteller	Tauw / De Vries Titan
Titel	Oeververvanging traject 4.1 N&Z / Berekening groutinjectie-ankers
Datum	22-03-2017 / 20-11-2021

5 Normen en richtlijnen

Onderstaand is een overzicht gegeven van de vigerende, meest relevante normen en richtlijnen die voor dit project zullen worden gebruikt.

Normen

Eurocode 0: grondslag voor het ontwerp

- NEN-EN 1990:2019 (nl) + NB:2019 (nl) *Grondslagen van het constructief ontwerp*

Eurocode 1: belastingen op constructies

- NEN-EN 1991-1-1:2011 (nl) + NB:2019 (nl) *Algemene belastingen*
- NEN-EN 1991-1-4:2011 (nl) + NB:2020 (nl) *Windbelasting*
- NEN-EN 1991-1-5:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Thermische belasting*
- NEN-EN 1991-1-7:2019 (nl) + NB:2019 (nl) *Buitengewone belastingen*
- NEN-EN 1991-2:2015 (nl) + NB:2019 (nl) *Verkeersbelasting op bruggen*

Eurocode 2: ontwerp en berekening van betonconstructies

- NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl) + NB:2020 (nl) *Algemene regels en regels voor gebouwen*
- NEN-EN 1992-2:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Betonnen bruggen, regels voor ontwerp, berekening en detaillering*

Eurocode 3: ontwerp en berekening van staalconstructies

- NEN-EN 1993-1-1:2016 (nl) + NB:2016 (nl) *Algemene regels en regels voor gebouwen*
- NEN-EN 1993-1-8:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Ontwerp en berekening van verbindingen*

Eurocode 7: geotechnisch ontwerp van constructies

- NEN 9997-1:2017 (nl) *Algemene regels*

Richtlijnen

CUR 166 *Damwandconstructies, 6^e druk*

Naast genoemde normen en richtlijnen zullen ook productspecifieke normen van toepassing zijn, deze worden verder niet genoemd.

6 Uitgangspunten

6.1 Betrouwbaarheids- en gevolgklasse

Gevolgklasse	CC 2
Betrouwbaarheidsklasse	RC 2
Geotechnische categorie	2
Levensduur	100 jaar
Levensduur vervangbare onderdelen	50 jaar

6.2 Materialen

Staal

- damwanden S 240
- legankers GEWI

Soortelijke gewichten:

- eigen gewicht beton 25,0 kN/m³
- straatwerk 23,0 kN/m³
- asfalt 23,0 kN/m³
- granulaat 20,0 kN/m³
- staal 78,5 kN/m³
- grond (droog) 18,0 kN/m³
- grond (verzadigd) 20,0 kN/m³

6.3 Gebruikte programmatuur

- Excel van Microsoft
- D-Foundations van Deltares
- D-Sheet van Deltares

6.4 Overig

- Waterstand NAP -0,60 m¹ (streefpeil)
- Dit is de waterstand in het Rijn-Schiekanaal, representatief voor brug 151 en 152
 - vanwege golfslag en "zuigende werking" wordt gerekend met de volgende waterstanden:
 - actieve zijde NAP -0,30 m¹ (dit is 0,30 hoger dan het streefpeil)
 - passieve zijde NAP -0,80 m¹ (dit is 0,20 lager dan het streefpeil)
- Waterstand NAP -2,00 m¹ (variabel)
- Dit is de waterstand in de watergang, representatief voor brug 156.
- Waterdiepte in de duiker (minimum) 1,00 m¹

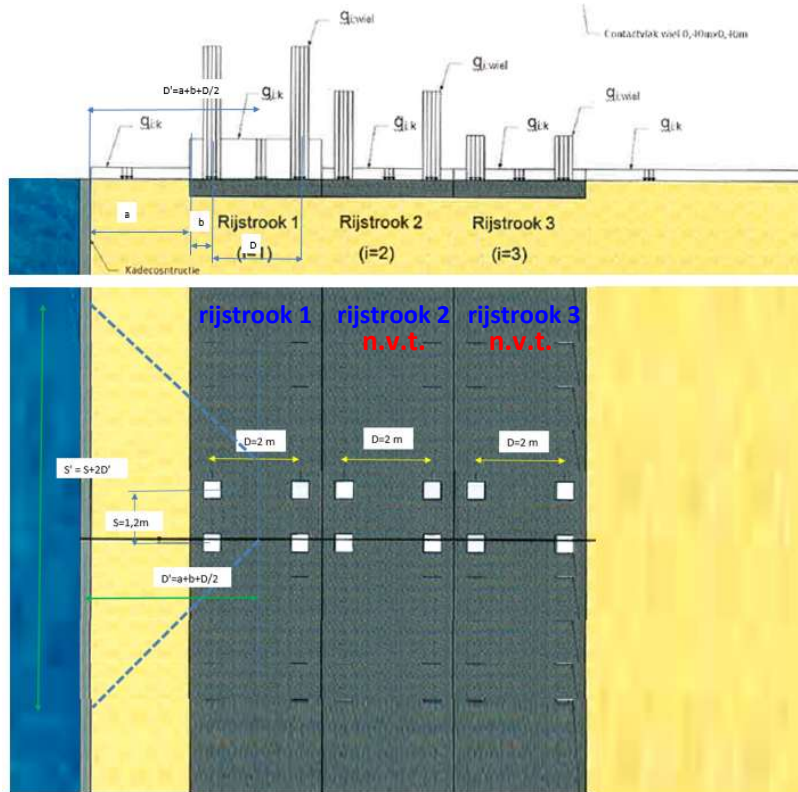
Uitgangspunten (vervolg)

6.5 Belastingen

Verkeersbelastingen

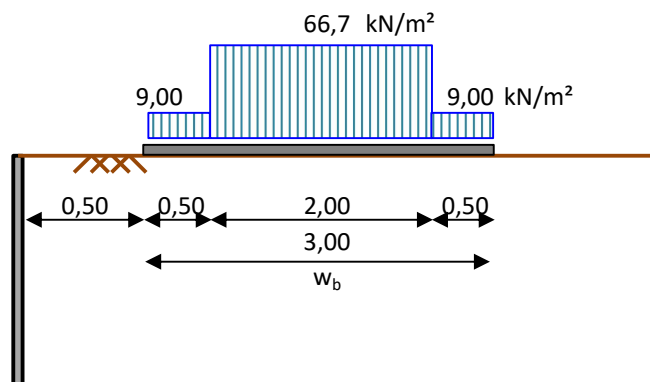
- Belastingmodel 1 (globaal effect)

O.b.v. het handboek "Binnenstedelijke kademuren" is de volgende belasting bepaald:



b_w	=	3,00 m ¹	(rijstrookbreedte)
$Q_{1,k}$	=	300 kN	(BM1: aslast)
$F_{1,k}$	=	150 kN	(BM1: wiellast)
α_{Q1}	=	1,00 -	(ondanks de lage intensiteit wordt géén reductie toegepast)
D	=	2,00 m ¹	(afstand tussen de wielen)
S	=	1,20 m ¹	(afstand tussen de assen)
a	=	0,50 m ¹	(afstand tussen damwand en kant verharding)
b	=	0,50 m ¹	(afstand tussen kant verharding en hart wiel)
D'	=	2,00 m ¹	(afstand tussen hart wagen en damwand)
q_1	=	57,7 kN/m ²	(= $4F / (D \times (S + 2 \times D'))$)
x_{begin}	=	1,00 m ¹	(= $D' - D/2$)
x_{eind}	=	3,00 m ¹	

$q_{1,k}$	=	9,00 kN/m ²
α_{q1}	=	1,00 -
x_{begin}	=	0,50 m ¹
x_{eind}	=	3,50 m ¹

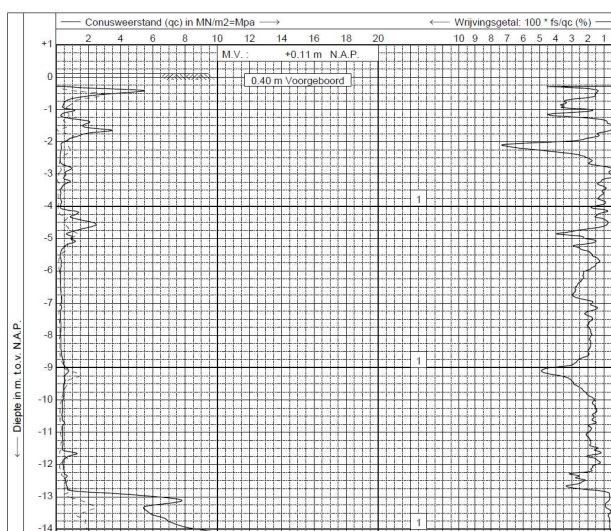
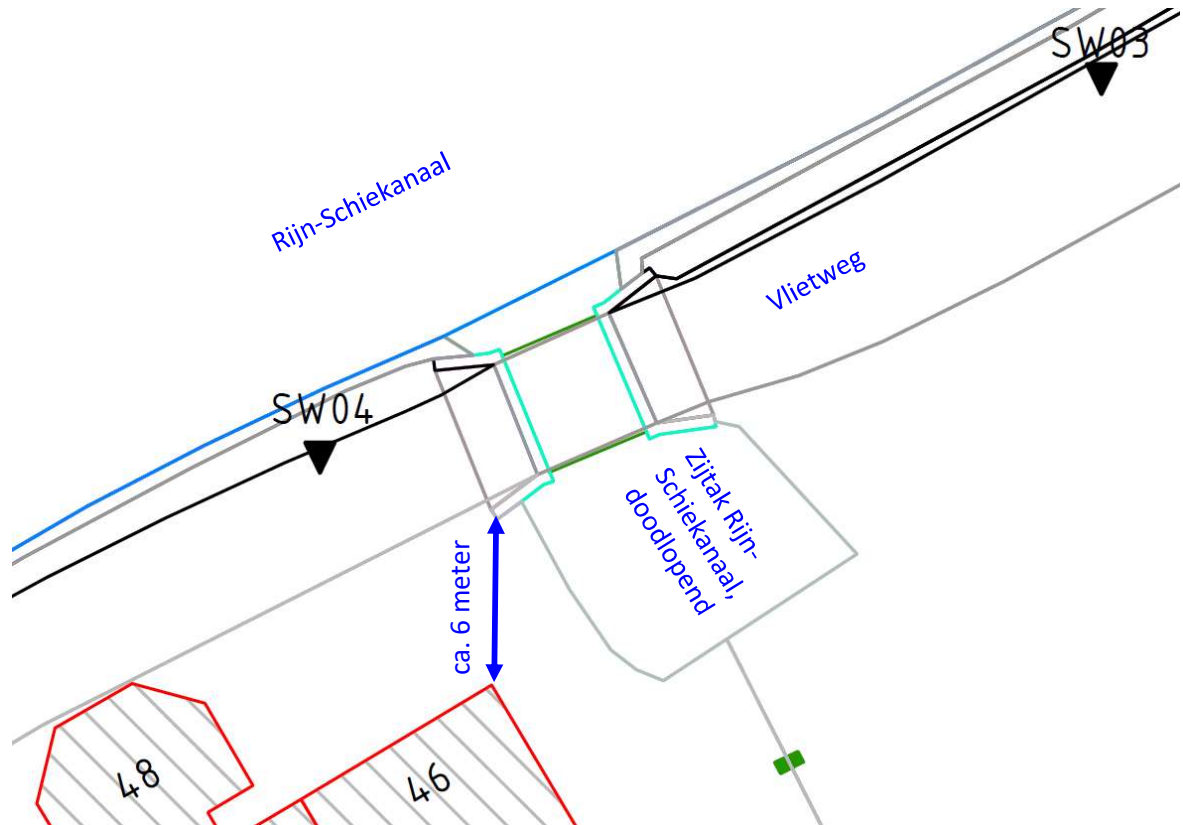


Scheepvaartbelastingen

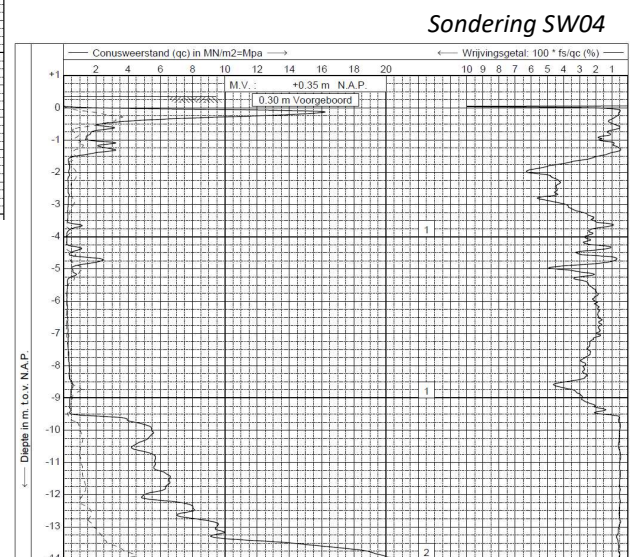
Er is geen noemenswaardige scheepvaart ter plaatse van de duikerbruggen, belastingen uit scheepvaart worden niet in rekening gebracht.

7 Grondonderzoek

Voor dit werk is een grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 2 (land)sonderingen. De rapportage is als [Bijlage A](#) toegevoegd aan dit rapport. Het uitgevoerde grondonderzoek voldoet aan de eisen conform NEN 9997-1. Voor het bepalen van het draagvermogen is rekening gehouden met een mate van reductie van de qc-waarden i.v.m. de aanwezigheid van de watergang.



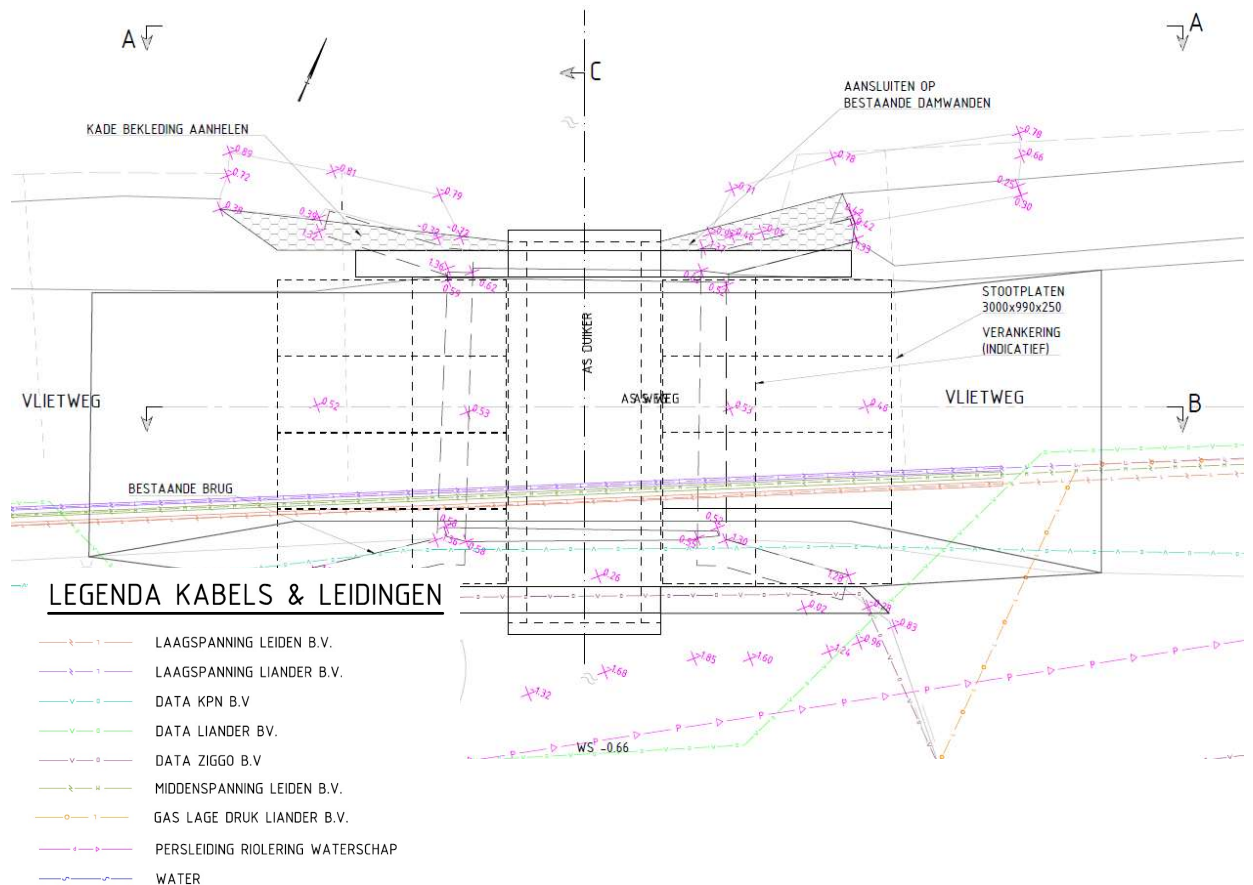
Sondering SW03



Sondering SW04

8 Kabels en leidingen

Door de gemeente is een KLIC-melding gedaan waarvan in onderstaand figuur de ligging (bovenaanzicht) is aangegeven:



Deze ligging/tekening is een inschatting, vóór uitvoering dient de actuele stand te worden opgevraagd alsmede controle van de juiste ligging.

Randvoorwaarden m.b.t. het aanbrengen van funderingselementen dienen te worden opgevraagd bij de betreffende beheerders, mogelijk zijn aanvullende maatregelen danwel aanpassingen aan het ontwerp noodzakelijk ondanks het feit dat zoveel als mogelijk rekening is gehouden met de aanwezige K&L.

Op 28-03-2023 heeft er een Nuts-overleg plaatsgevonden (o.a. KPN, Alliander, Dunea) waarbij gekeken is naar een haalbare oplossing voor het omleggen van de K&L. Aan de noordzijde bevindt zich het kanaal, aan de zuidzijde ligt particulier terrein. Als bouwvolgorde is afgesproken dat, nadat de palen zijn aangebracht, de K&L tussen de palen zullen worden aangebracht/gezinkerd waarna de duikerelementen kunnen worden geplaatst.

Er zal een tijdelijke omlegging gemaakt moeten worden in de bouwfase, dit kan bijvoorbeeld m.b.v. een leidingenbrug tegen/op de bestaande damwand aan de noordzijde.

9 Berekening damwand

Uitgangspunten

Veiligheidsklasse	RC 2	(middelmatige persoonlijk veiligheidsrisico's bij bezwijken)
Schematisatie glijvlakken	recht	(methode c, fi, delta)
Indeling damwand oppervlak	ruw	(delta = 0,67 x fi)
Referentieperiode damwand	100 ▼ jaar	
Tijdelijke damwand	nee	
Bouwkuip	nee	

In de berekening is één strekkende m

Schematisatie

Zie ook de volgende bladzijden.

De UGT-waarden van de grondparameters worden gecorrigeerd op basis van onderstaande tabel en indeling:

User Defined Partial Factors

EC7 General EC7 NL CUR EC7 BE

RC 0 RC 1,2,3 RC 1 RC 2 RC 3

Factors on loads:

		Geotechnical loads		Constructive loads		Geotechnical loads		Constructive loads		Geotechnical loads		Constructive loads	
Factor on permanent load, unfavourable	[-]	1.000	1.000	1.215	1.215	1.000	1.000	1.350	1.350	1.000	1.000	1.485	1.485
Factor on permanent load, favourable	[-]	1.000	1.000	0.900	0.900	1.000	1.000	0.900	0.900	1.000	1.000	0.900	0.900
Factor on variable load, unfavourable	[-]	1.000	1.000	1.350	1.350	1.100	1.100	1.500	1.500	1.250	1.250	1.650	1.650
Factor on variable load, favourable	[-]	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	

Material factors:

Factor on cohesion	[-]	1.150	1.150			1.250	1.250			400	1.400		
Factor on tangent phi	[-]	1.150	1.150			1.175	1.175			200	1.200		
Factor on low rep. mod. of subg. reactions	[-]	1.300	1.300			1.300	1.300			300	1.300		

Geometry modification:

Increase retaining height	[%]	10.00	10.00			10.00	10.00			0.00	10.00		
Maximum increase retaining height	[m]	0.50	0.50			0.50	0.50			0.50	0.50		
Change in phreatic line on passive side	[m]	0.20	0.20			0.25	0.25			0.25	0.25		
Raise in phreatic line on active side	[m]	0.05	0.05			0.05	0.05			0.05	0.05		

Overall stability factors:

Factor on cohesion	[-]	1.300	1.300			1.450	1.450			600	1.600		
Factor on tangent phi	[-]	1.200	1.200			1.250	1.250			300	1.300		
Factor on unit weight soil	[-]	1.000	1.000			1.000	1.000			000	1.000		

Factors on representative values:

Factor on rep. values of M, D and Pmax	[-]	1.200	1.200			1.200	1.200			350	1.350		
--	-----	-------	-------	--	--	-------	-------	--	--	-----	-------	--	--

Vertical balance factors:

Partial factor base resistance (gamma_b)	[-]	1.200	1.200			1.200	1.200			200	1.200		
--	-----	-------	-------	--	--	-------	-------	--	--	-----	-------	--	--

Reset OK Cancel Help

Berekening damwand (vervolg)

Geometrie

Overeenkomstig de aangeleverde gegevens worden de volgende hoogten aangehouden:

Maaiveldniveau (actief)	=	NAP	0,46 m ¹	(conform tekening)
Niveau top damwand	=	NAP	0,46 m.	(conform tekening)
Waterstand, actief	=	NAP	-0,30 m ¹	
Waterstand, passief	=	NAP	-0,80 m ¹	
Verankeringsniveau (hart)	=	NAP	-0,50 m.	
Maaiveldniveau (passief)	=	NAP	-2,60 m ¹	(conform inmeting)
Inheinveld damwand	=	NAP	-6,79 m.	
Lengte damwand	=		7,25 m.	

Gegevens ankerstang

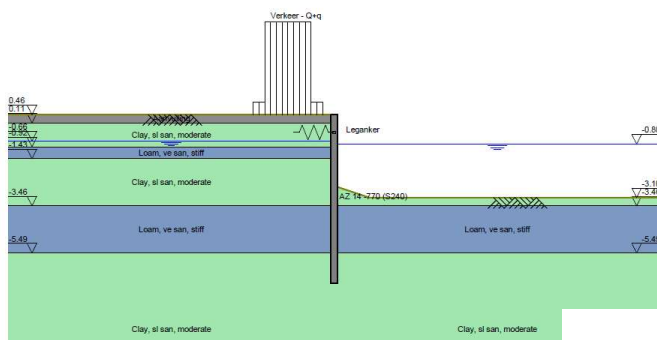
a	=	h.o.h. afstand	=	3,08 m ¹
Ø	=	diameter	=	40 mm
A _{b,s}	=	oppervlakte	=	1257 mm ²
r	=	referentieperiode	=	100 jaar
B	=	grondsoort	=	Ongeroerde, schone bodem
r _c	=	reductie t.g.v. corrosie	=	1,20 mm (rondom) (zie tabel 9.2 CUR 166)
A _c	=	gecorrodeerd oppervlak	=	1110 mm ²
S	=	staalkwaliteit met f _y	=	500 N/mm ²
	=	staalkwaliteit met f _u	=	550 N/mm ²
γ _M	=	materiaalfactor	=	1,4 -
N _{pl,Rd;1}	=	vloeikracht	=	555 kN (= A _{corr} x f _y)
N _{pl,Rd;2}	=	vloeikracht	=	436 kN (= A _{corr} x f _u / γ _M)

Parameterbepaling

De damwanden worden berekend o.b.v. de geleverde GEF-files en tabel 2.b (NEN 9997-1).

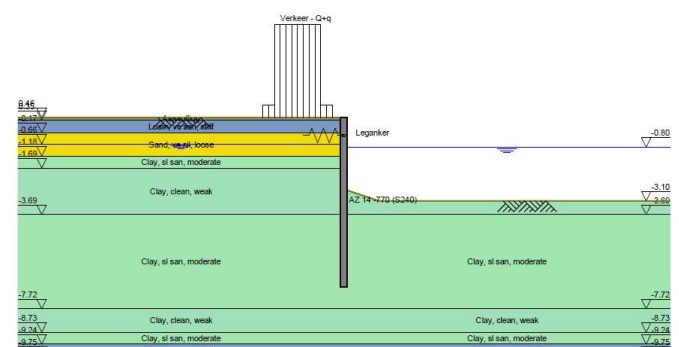
Schematisatie / invoer D-Sheet (eindfase)

Overzicht - Fase 1: Eindsituatie



Sondering SW03

Overzicht - Fase 1: Eindsituatie



Sondering SW04

Berekening damwand (vervolg)

Invoer profielgegevens damwand

Damwandprofiel

Materiaalkeuze

AZ 14-770 ▼

S240 GP ▼

$$\begin{aligned}
 E_{\text{rep}} &= 210.000 \text{ N/mm}^2 & W_{\text{el}} &= 1.355 \times 10^3 \text{ mm}^3 & w_b &= 770 \text{ mm.} \\
 I &= 23.300 \times 10^4 \text{ mm}^4 & f_{y,d} &= 240 \text{ N/mm}^2 \\
 EI_{\text{rep}} &= 48.930 \text{ kNm}^2/\text{m}^1 & \tau_{u,d} &= 139 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Reductiefactor corrosie

T = referentieperiode = 100 jaar

Bodemsoort t.p.v. maximaal moment = Verontreinigde bodem, geroerde grond ▼

Zone t.p.v. maximaal moment = Schoon, zoet water (rond de waterlijn) ▼

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \text{corrosie totaal aan de landzijde (o.b.v. tabel 9.2)} & &= 3,00 \text{ mm} \\
 a_2 &= \text{corrosie totaal aan de waterzijde (o.b.v. tabel 9.3)} & &= 1,40 \text{ mm} \\
 a_{\text{tot}} &= \text{totale optredende corrosie (aan beide zijden)} & &= 4,40 \text{ mm} \\
 t_{\text{dmw}} &= \text{lijfdikte damwand} & &= 9,50 \text{ mm} \\
 R_{\text{corr}} &= \text{reductiefactor corrosie} & = 5,10 / 9,50 & = 0,54 -
 \end{aligned}$$

Reductiefactor scheve buiging (conform tabel 3.4, deel 2)

Sloten in neutrale lijn = nee (Z-profiel)

Wijze van aanbrengen (1=enkelvoudig, 2=dubbel, 3=drievoudig) = 2 n.v.t.

$$\beta_B = \beta_D = 1,00$$

(Let op: indien voor enkelvoudige U-profielen "1" wordt ingevuld, zijn alleen de invloeden 4, 5 en 6 van onderstaande tabel van toepassing)

(Koudgevormde profielen reageren ten aanzien van scheve buiging hetzelfde als enkelvoudige planken)

Voor het weerstandsmoment geldt = $W_{\text{corr}} = \beta_B \cdot W_{\text{el}}$ met $\beta_B = \beta_{B,0} + \sum \Delta\beta_{B,i} \leq 1,00$ Voor het traagheidsmoment geldt = $I_{\text{corr}} = \beta_D \cdot I_{\text{el}}$ met $\beta_D = \beta_{D,0} + \sum \Delta\beta_{D,i} \leq 1,00$

(Onderstaande tabel is niet van toepassing, bèta is 1,00)

 $\beta_{B,0}$ = minimum waarde van de reductiefactor (conform opgave leverancier): = 0,00
 $\beta_{D,0}$ = minimum waarde van de reductiefactor, afhankelijk van type:
 verankerd/gestempeld (ja/nee): **ja** = 0,55
 $\Delta\beta_{B,i}$ = 1) schuifweerstand grond
 grondsoort kerend gedeelte (klei of zand) **klei**
 classificatie (slap, matig of vast) **matig**

$$\Delta\beta_B = 0,10$$

ondersteuning en weerstand tegen schuiven

2) aantal verankeringen/ondersteuning (OWB) **1** $\Delta\beta_B = 0,05$ 3) gording/betonnen deksloof aanwezig (ja/nee) **ja** $\Delta\beta_B = 0,05$ 4) schuifvaste verbindingen aangebracht (ja/nee) **ja** $\Delta\beta_B = 0,05$

(indien er een gording/deksloof aanwezig is, mag bij punt 4 "ja" ingevuld worden)

5) installatie

trillend/heidend aangebracht (ja/nee) **ja** $\Delta\beta_B = 0,10$ (controleer benodigde W_x o.b.v. tabellen bijlage B (deel 1) m.b.t. schadevrij installeren)

6) zandlaag boven GWS

minimaal 5 m. droog zand aanwezig (ja/nee) **nee** $\Delta\beta_B = 0,00$

h / b (hoogte / breedte damwandplanker 0,45 > 0,20

zand zowel achter als bij teen aanwezig (ja/nee) **nee**

$$\Delta\beta_B = \Delta\beta_D = \frac{0,00 +}{\sum \Delta\beta = 0,35}$$

Berekening damwand (vervolg)*Gehanteerde waarden*

$$\begin{aligned}
 \beta_B &= 1,00 + 0,00 = 1,00 - & \beta_B \times R_{\text{corr}} &= 0,54 - \\
 \beta_D &= 1,00 + 0,00 = 1,00 - & \beta_D \times R_{\text{corr}} &= 0,54 - \\
 R_{\text{corr}} &= (\text{zie "reductiefactor corrosie"}) = 0,54 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{corr}} &= \beta_B \times R_{\text{corr}} \times W_{\text{el}} = 1,00 \times 0,54 \times 1.355 = 727 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 I_{\text{corr}} &= \beta_D \times R_{\text{corr}} \times I_{\text{el}} = 1,00 \times 0,54 \times 23.300 = 12.508 \times 10^4 \text{ mm}^4 \\
 EI_{\text{corr}} &= \beta_D \times R_{\text{corr}} \times EI_{\text{el}} = 1,00 \times 0,54 \times 48.930 = 26.268 \text{ kNm}^2/\text{m}^1 \\
 M_{r;d;\text{red}} &= W_{\text{corr}} \times f_{y;d} = 727 \times 240 / 1000 = 175 \text{ kNm}/\text{m}^1
 \end{aligned}$$

Resultaten damwandberekening

In **bijlage B** is de feitelijke berekening toegevoegd. Een samenvatting van de berekeningsresultaten wordt hieronder gepresenteerd en getoetst.

		S03	S04
M_E	= BGT-moment	= 60	93 kNm/m ¹
M_{Ed}	= UGT-moment	= 116	134 kNm/m ¹
F_{Ad}	= UGT-ankerkracht (axiaal)	= 115	124 kN/m ¹
V_{Ed}	= UGT-dwarskracht	= 94	100 kN/m ¹
$\delta_{s;\text{rep}}$	= BGT-verplaatsing	= 9	14 mm
$\mu_{s;d}$	= UGT-waarde stabiliteitsfactor methode 'Bishop'	= 1,56	1,43 -
g.w.	= UGT-waarde gemobiliseerde grondweerstand	= 78,9	88,3 %

Toetsing resultaten*Buigend moment*

$$\begin{aligned}
 M_{s;d} &= \text{optredend moment} & &= 134 \text{ kNm}/\text{m}^1 \\
 M_{r;d;\text{red}} &= \text{gereduceerd toelaatbaar moment} & &= 175 \text{ kNm}/\text{m}^1 \\
 UC &= 0,77 & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

Dwarskracht

$$\begin{aligned}
 V_{s;d} &= \text{optredende dwarskracht} & &= 100 \text{ kNm}/\text{m}^1 \\
 V_{r;d} &= A_{\text{lijf}} \times 2 / 3 \times \tau_{u;d} \text{ (met: } A_{\text{lijf}} = \text{bij benadering } A_{\text{tot}} \times 1/3 = 13,1 \times 1/3 \times 2/3 \times 139 = 404 \text{ kNm}/\text{m}^1) \\
 UC &= 0,25 & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

Doorbuiging

$$\begin{aligned}
 \delta_{\text{rep}} &= & &= 14 \text{ mm.} \\
 \delta_{\text{toel};\text{BGT}} &= \delta \leq 1: 100 \text{ van de maximaal te keren hoogte (geen eis)} & &= 31 \text{ mm.} \\
 & \text{(als maximum wordt 50 mm. aangehouden)} & & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

Diepgelegen glijcirkel

toetsing middels D-Sheet op basis van methode "Bishop"

$$\begin{aligned}
 \mu_{s;d} &= \text{rekenwaarde stabiliteitsfactor} & &= 1,43 - \\
 \mu_{u;d} &= \text{vereiste stabiliteitsfactor} & &\geq 1,00 - \\
 & & & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

Gemobiliseerde grondweerstand

$$\begin{aligned}
 \text{g.w.} &= \text{rekenwaarde gemobiliseerde grondweerstand} & &= 88,3 \% \\
 \text{g.w.}_{\text{max}} &= \text{toelaatbare grondweerstand} & &\leq 99,9 \% \\
 & & & \text{voldoet}
 \end{aligned}$$

Berekening damwand (vervolg)

Ankerstang

F_{Ad}	=	maximale ankerkracht	=	124 kN/m ¹
F_{Rd}	=	toelaatbare ankerkracht = uit Ø 40 met $f_y = 500$ N/mm ²	=	436 kN/anker
a_{max}	=	maximale, toelaatbare h.o.h. afstand	=	3,53 m ¹
a_{keuze}	=	gekozen h.o.h. afstand = o.b.v. plankbreedte	=	3,08 m¹
				$UC = 0,87$ voldoet

Gording

M_{Ed}	=	$1/10 \times 124 \times 3,08^2 \times 1,1$ ($\gamma_{M;CUR}$)	=	161 kNm
V_{Ed}	=	$0,5 \times 124 \times 3,08 \times 1,1$ ($\gamma_{M;CUR}$)	=	209 kN

$$W_{ben} = 161 \times 10^6 / 355 \text{ N/mm}^2 = 454 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Keuze} = 1 \times \text{HEA } 220 \text{ met } W_{y;el} = 515 \times 10^3 \text{ mm}^3 \times 0,89 \text{ (red. corr.)} = 459 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$UC = 0,99 \text{ **voldoet**}$$

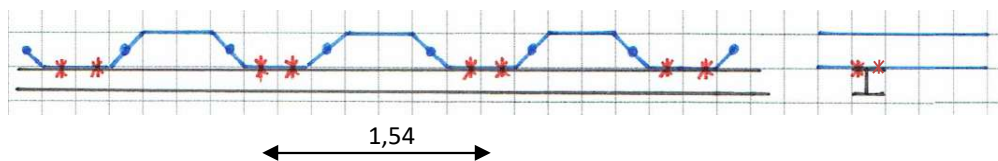
$$\text{Keuze} = 2 \times \text{UNP } 240 \text{ met } W_{y;el} = 300 \times 10^3 \text{ mm}^3 \times 0,91 \text{ (red. corr.)} = 545 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$UC = 0,83 \text{ **voldoet**}$$

De bevestiging aan de damwand kan middels een bout- danwel een lasverbinding.

Bij een boutverbinding geldt:

- **M16 (8.8)** 4 stuks per verbinding $F_{t,Rd}$ per bout = **90,4** kN, totaal opneembaar 235 kN/m¹
- $UC = 0,53$ **voldoet**



Bevestiging ankers aan gording/damwand

De berekening van de ankers aan de damwand danwel de gording wordt verzorgd door de aannemer.

Deksloof

Voor de deksloof wordt uitgegaan van:

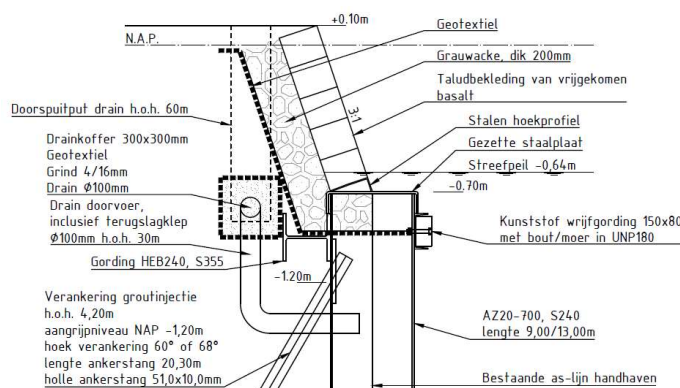
- hoogte = **500** mm.
- breedte = **500** mm.
- lengte damwand in sloof = **150** mm.

De deksloof vervult geen constructieve functie, derhalve wordt deze praktisch gewapend:

- $A_{s,min;langs} = 0,7\% = 1.750 \text{ mm}^2 = 9 \text{ } \varnothing 16$ **voldoet** ($A_{s,toeg} = 1.810 \text{ mm}^2$)
- beugels = praktisch

Verticaal draagvermogen

De damwand wordt voorzien van een betonnen deksloof. Deze zal aansluiten op de bestaande taludbekleding bestaande uit basalt. Dit basalt lijkt op staal gefundeerd overeenkomstig onderstaand figuur:



Rev. 1: er wordt aanvullend een metselwerk wand aangebracht waardoor de verticale belasting op de damwand toeneemt:

$$G = 0,25 \times 0,80 \times 24,0 = 4,80 \text{ kN/m.}$$

Bron: tekening 107 Tauw (projectnummer 1235147)

Berekening damwand (vervolg)

Verticaal draagvermogen (vervolg)

De totale belasting bedraagt:

• uit eigen gewicht damwand	=	103 kg/m ²	x	6,90 m ¹	=	7,11 kN/m ¹	
• uit deksloof + metselwerk	=	0,25 m ³ /m ¹	x	25,0 kN/m ³	+	4,80 kN/m.	= 11,1 kN/m ¹
• uit leuning	=	1,00 kN/m ¹					= 1,00 kN/m ¹ +
						Σ	= 19,2 kN/m ¹
						γ	= 1,35 -
						F_d	= 25,9 kN/m ¹

Het draagvermogen wordt gehaald uit de lagen onder het dwarskrachten 0-punt. Dit is ongeveer vanaf NAP -3,00 m¹. Het draagvermogen wordt bepaald vanaf NAP -3,50 m¹

Er geldt dan:

• A_p	=	puntoppervlak	=	0,013 m ² /m ¹		γ_b	=	1,20 -	(tabel A.6 t/m A.8)
• α_s	=	in zand	=	0,006 -	(tabel 7.c)	ξ_4	=	0,96 -	(tabel A.10a en A.10b)
• ΔL	=	zand	=	0,50 m ¹					
• $q_{c;z;a}$	=		=	1,50 Mpa					
• O_s	=	verfoppervlak	=	2,40 m ² /m ¹	(2 zijden)	γ_s	=	1,20 -	(tabel A.6 t/m A.8)
• α_s	=	in klei	=	0,020 -	(tabel 7.d)				
• ΔL	=	klei	=	3,29 m ¹					
• $q_{c;z;a}$	=		=	0,20 Mpa					

Totaal draagvermogen:

$$R_{c;cal} = R_{b;cal;max} + R_{s;cal;max}$$

$$waarin : R_{b;cal;max} = q_{b;max} \cdot A_{punt} \quad met : q_{b;max} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot \left(\frac{q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}}{2} + q_{c;III;gem} \right)$$

$$en : R_{s;cal;max} = O_{s;\Delta L;gem} \int_{\Delta L} \alpha_s \cdot q_{c;z;a} \cdot dz$$

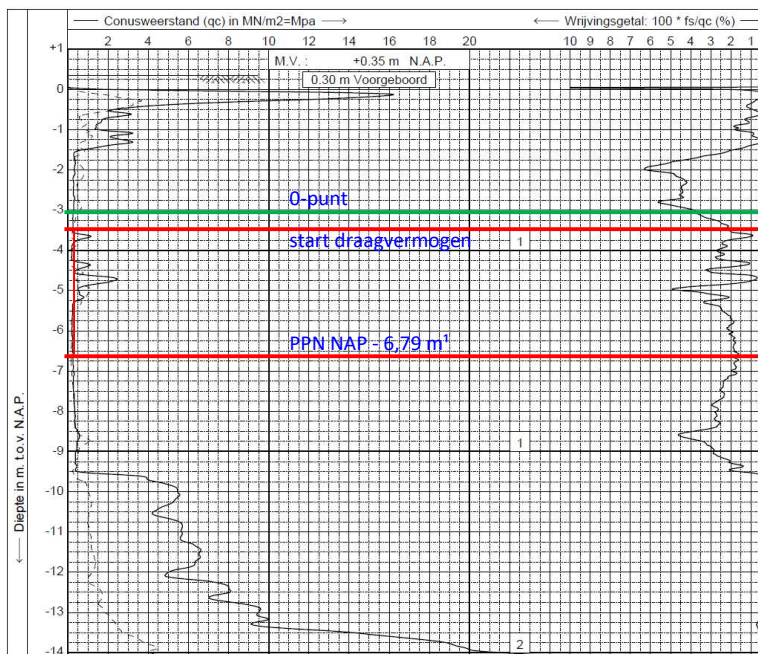
$$R_{c;d} = \left(\frac{\left(\frac{R_{b;cal;max}}{\gamma_b} \right) + \left(\frac{R_{s;cal;max}}{\gamma_s} \right)}{\xi_4} \right)$$

$$en : R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

- het puntdraagvermogen wordt verwaarloosd (marginaal);
- voor het schachtdraagvermogen geldt:

$$\begin{aligned} \circ R_{s;cal;max} &= O_s \times \alpha_s \times q_{c;z;a} \times \Delta L = 2,40 \times 0,020 \times 0,20 \times 3,29 = 31,6 \text{ kN/m}^1 \\ \circ R_{s;d} &= R_{s;cal;max} / (\xi_4 \times \gamma_s) = 31,6 / (0,96 \times 1,20) = 27,4 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

$$UC = 0,94 \text{ voldoet}$$



BIJLAGEN

BIJLAGE A

Sonderingen

Geotechnisch onderzoek

Vijf bruggen aan de Vlietweg te Leiden

GA190438.R01.V0.1

22 oktober 2019



Geotechnisch onderzoek

Vijf bruggen aan de Vlietweg te Leiden
Documentnummer GA190438.R01.V0.1
22 oktober 2019

Opdrachtgever

Jeroen Lobé
Gemeente Leiden

Leiden

Geonius Milieu B.V.

Dhr. van Seeters

6160 BB Geleen

Auteurs

Adviseur geotechniek C. Lange
Collegiale toets G.J. Wittenberg

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

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geotechniek	C. Lange	
Collegiale toets	G.J. Wittenberg	

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 Situatietekening

Bijlage 2 Sondeergrafieken

1 Inleiding

Door de gemeente Leiden werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geotechnisch grondonderzoek uit te voeren. Dit onderzoek was nodig voor een draagkracht onderzoek voor een 3-tal bruggen aan de Vlietweg te Leiden. Voorliggend rapport bevat de resultaten van het grondonderzoek

2 Grondonderzoek

2.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in oktober 2019 in totaal 5 diepsonderingen uitgevoerd. Alle sonderingen zijn met een kernboor voorgeboord. Hierna is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

2.2 Diepsonderingen

De sonderingen zijn genummerd GA190438 SW01 t/m SW05. 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 2.1: 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 situatietekening GA190438.T01 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. In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven. Bij twee sonderingen (SW02 en SW05) was een peiling niet mogelijk omdat het sondeergat was ingestort.

Tabel 2.4.1: gemeten grondwaterstand

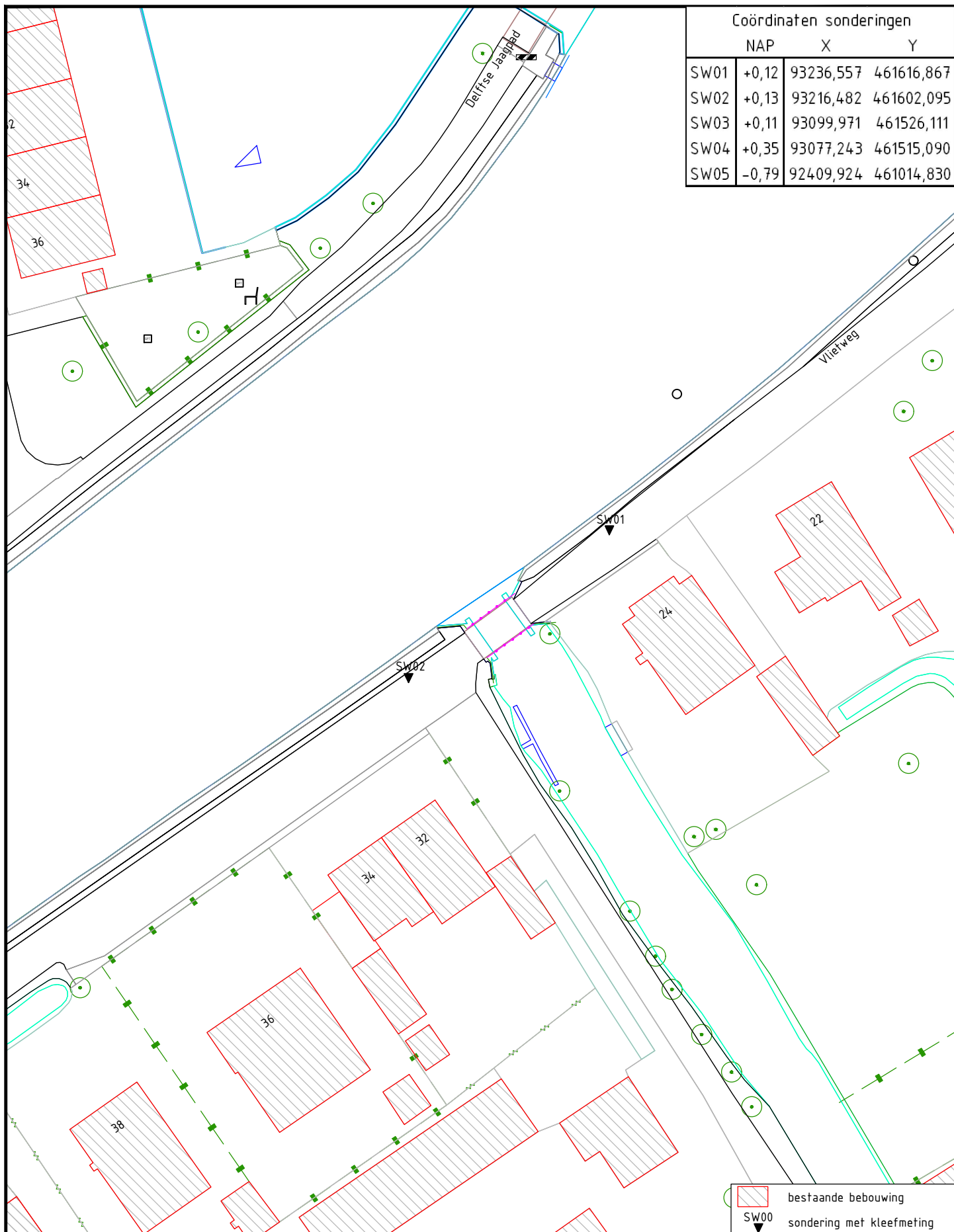
Meting	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Ingestort [m t.o.v. maaiveld]	Grondwater [m t.o.v. maaiveld]
SW01	+0,12	-	-0,45
SW02	+0,13	-1,00	-
SW03	+0,11	-	-0,40
SW04	+0,35	-	-0,30
SW05	-0,79	-0,30	-

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

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening



Coördinaten sonderingen			
	NAP	X	Y
SW01	+0,12	93236,557	461616,867
SW02	+0,13	93216,482	461602,095
SW03	+0,11	93099,971	461526,111
SW04	+0,35	93077,243	461515,090
SW05	-0,79	92409,924	461014,830

project Grondonderzoek diverse bruggen Leiden

onderdeel situatietekening

projectnr GA190438

bijlagenr T01

datum 21-10-2019

projectleider G. Wittenberg

getekend P. Zelissen

formaat A4

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

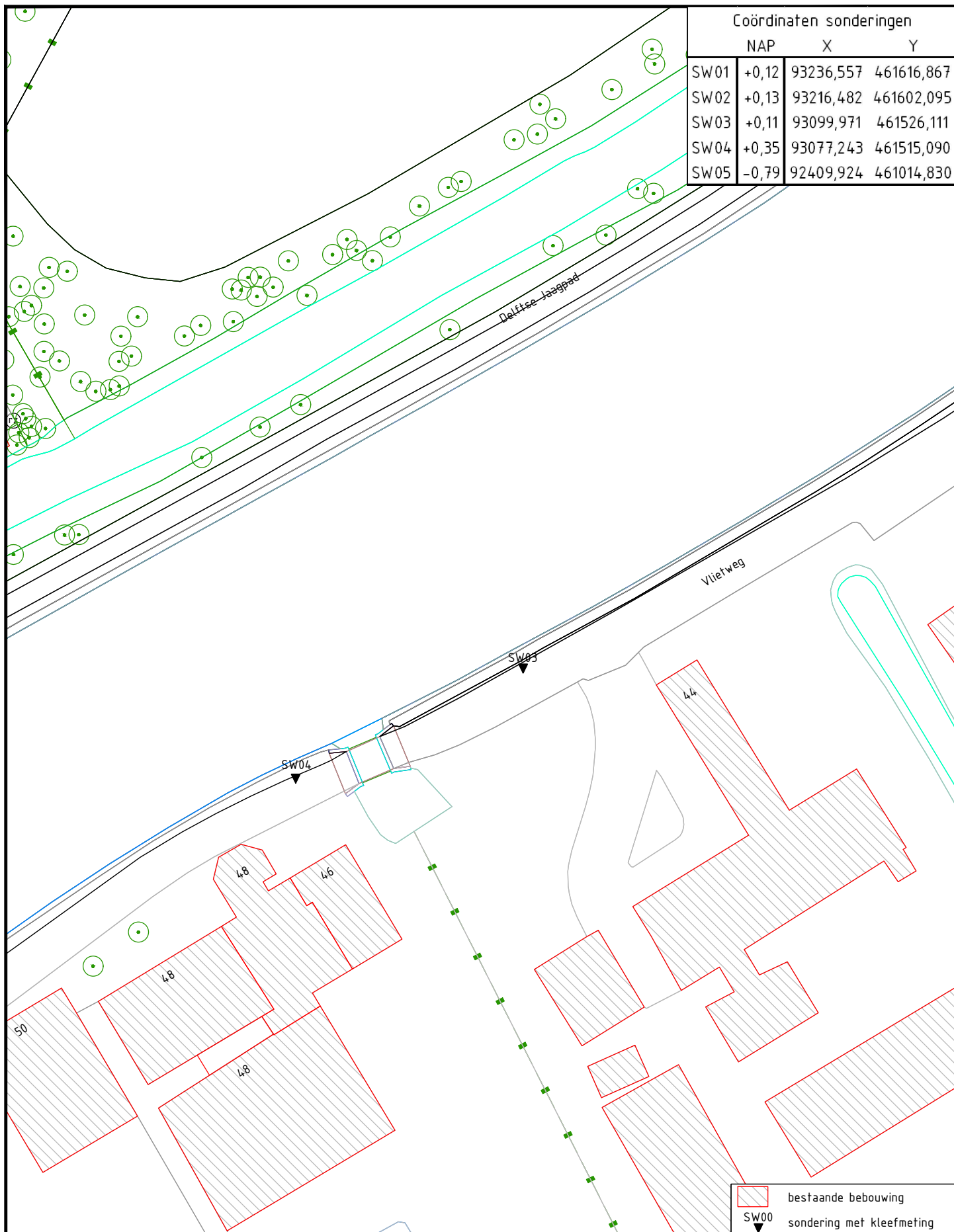
De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl



0 25





project Grondonderzoek diverse bruggen Leiden

onderdeel situatietekening

projectnr GA190438

bijlagenr T02

datum 21-10-2019

projectleider G. Wittenberg

getekend P. Zelissen

formaat A4

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

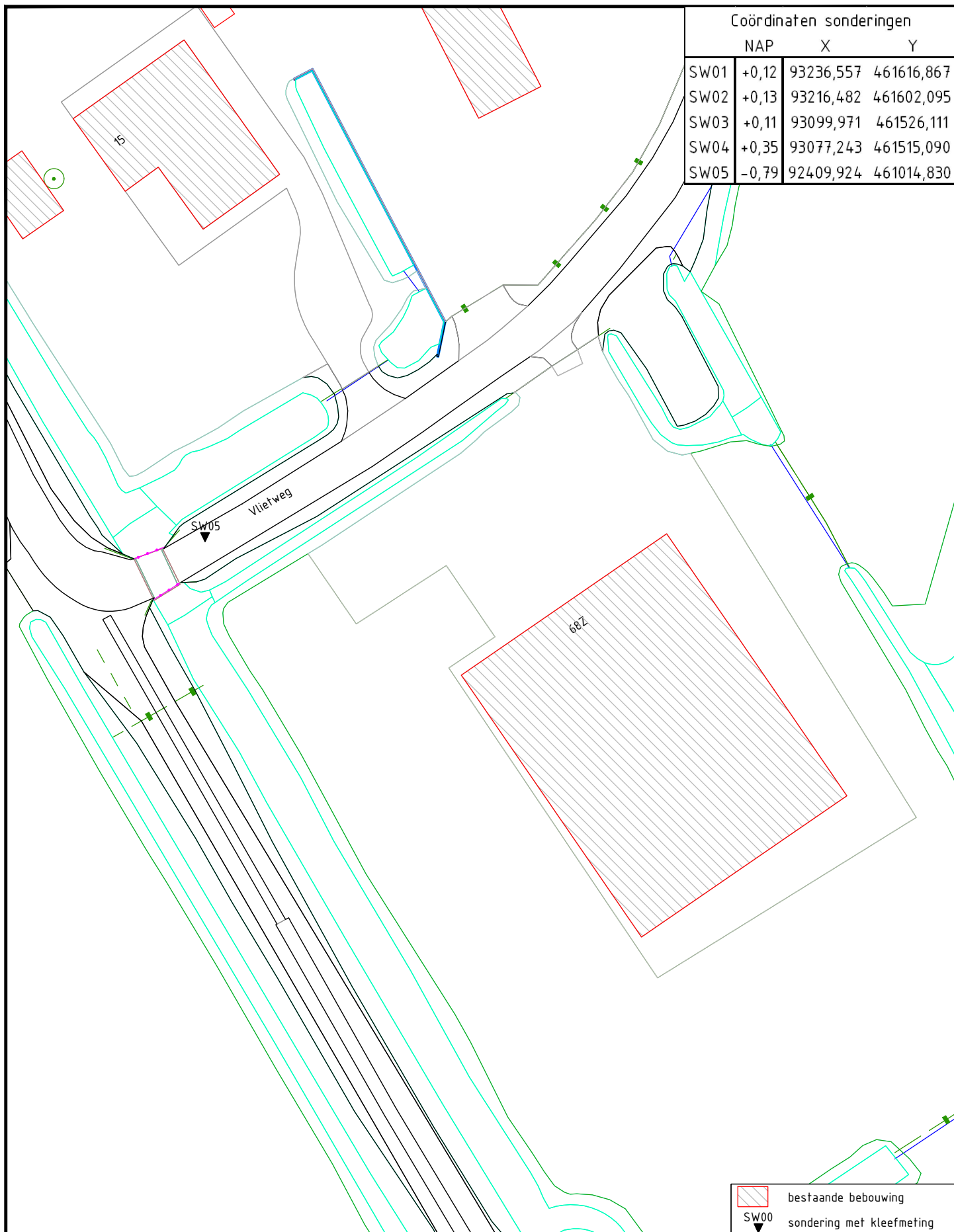
6161 RD Geleen
www.geonius.nl



 bestaande bebouwing
 SW00 sondering met kleefmeting

0 25





project Grondonderzoek diverse bruggen Leiden

onderdeel situatietekening

projectnr GA190438

projectleider G. Wittenberg

bijlagenr T03

getekend P. Zelissen

datum 21-10-2019

formaat A4

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

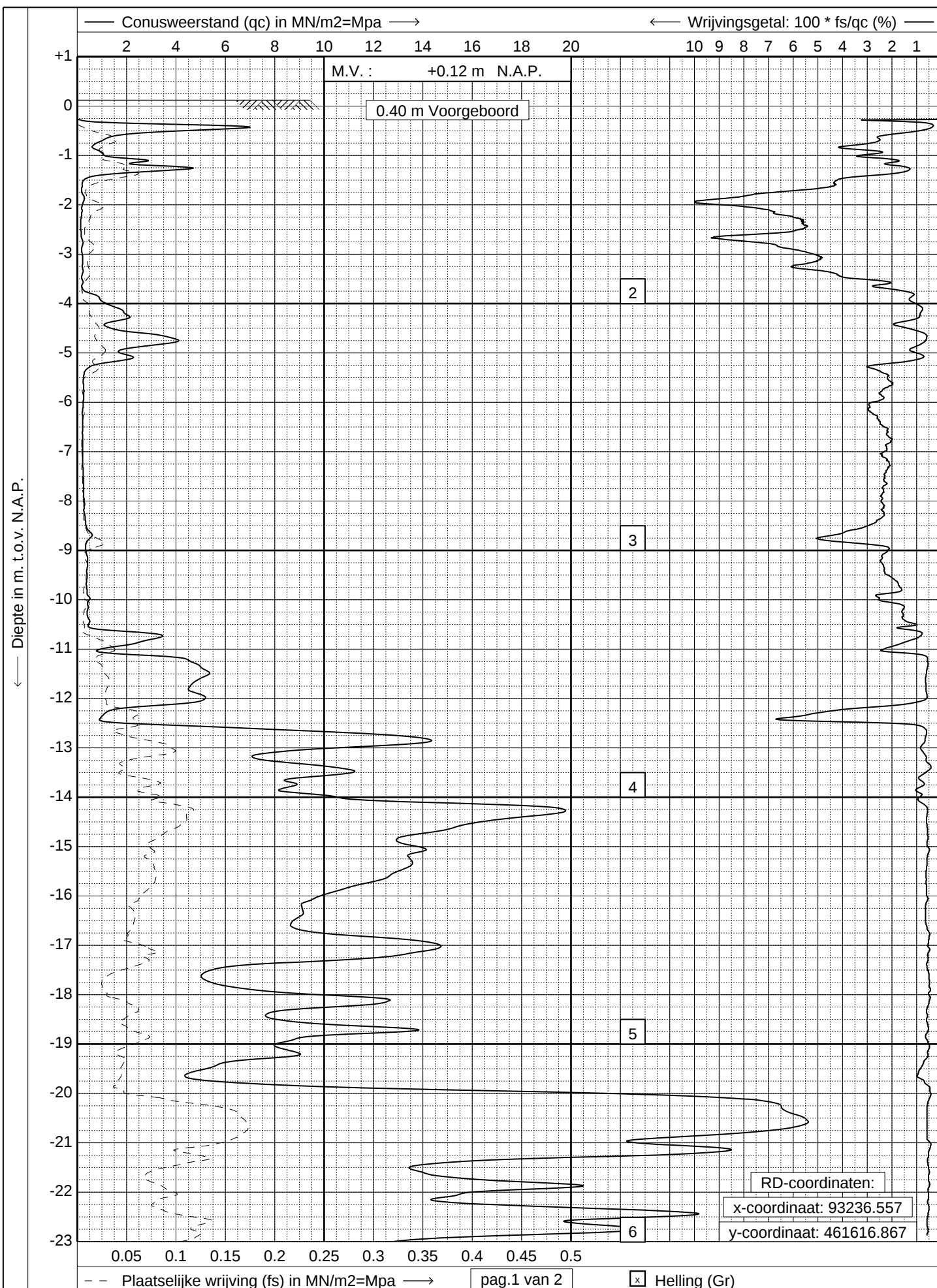
6161 RD Geleen
www.geonius.nl



0 25



Bijlage 2 Sondeergrafieken



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

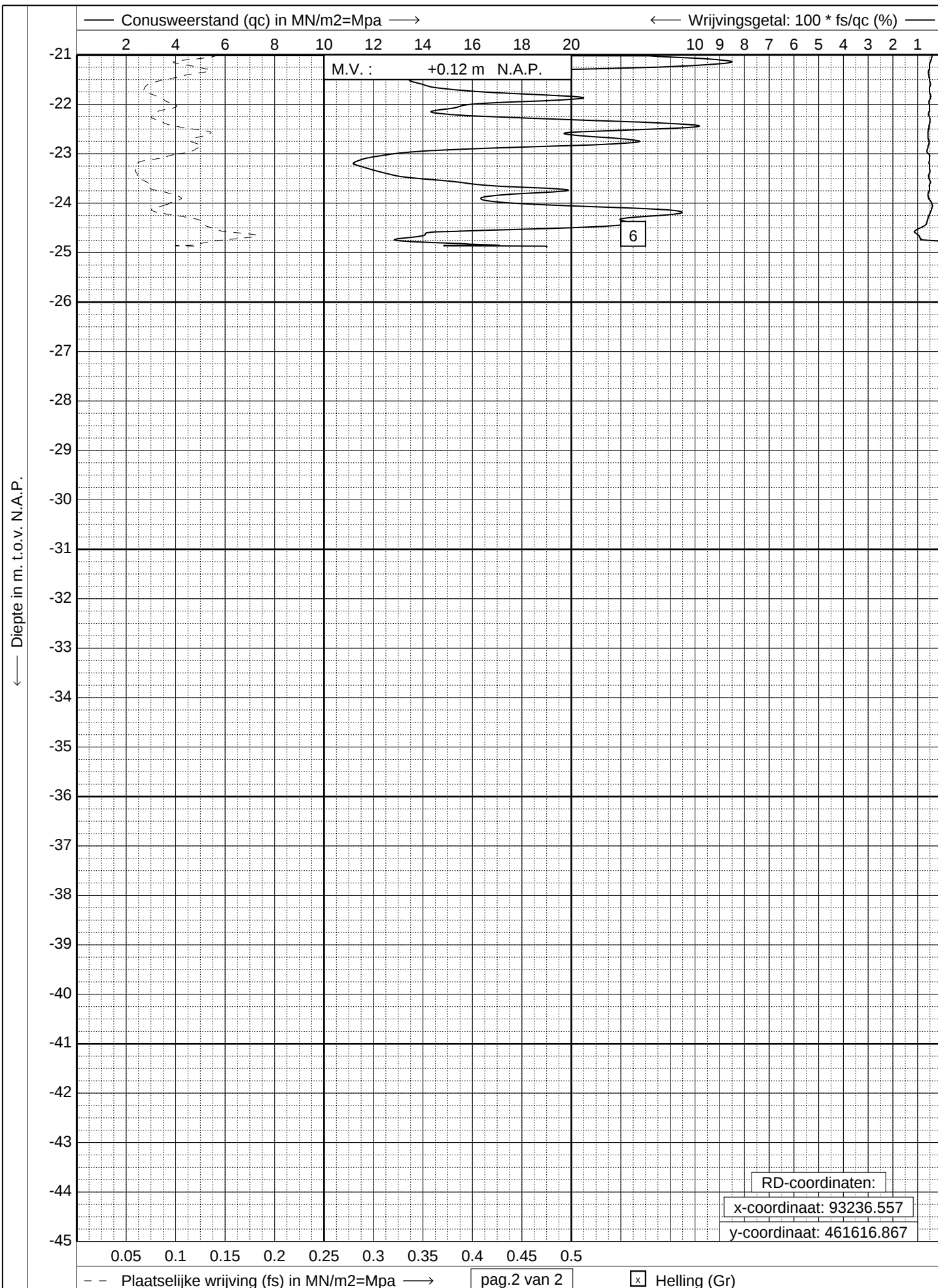
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **14-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **01**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

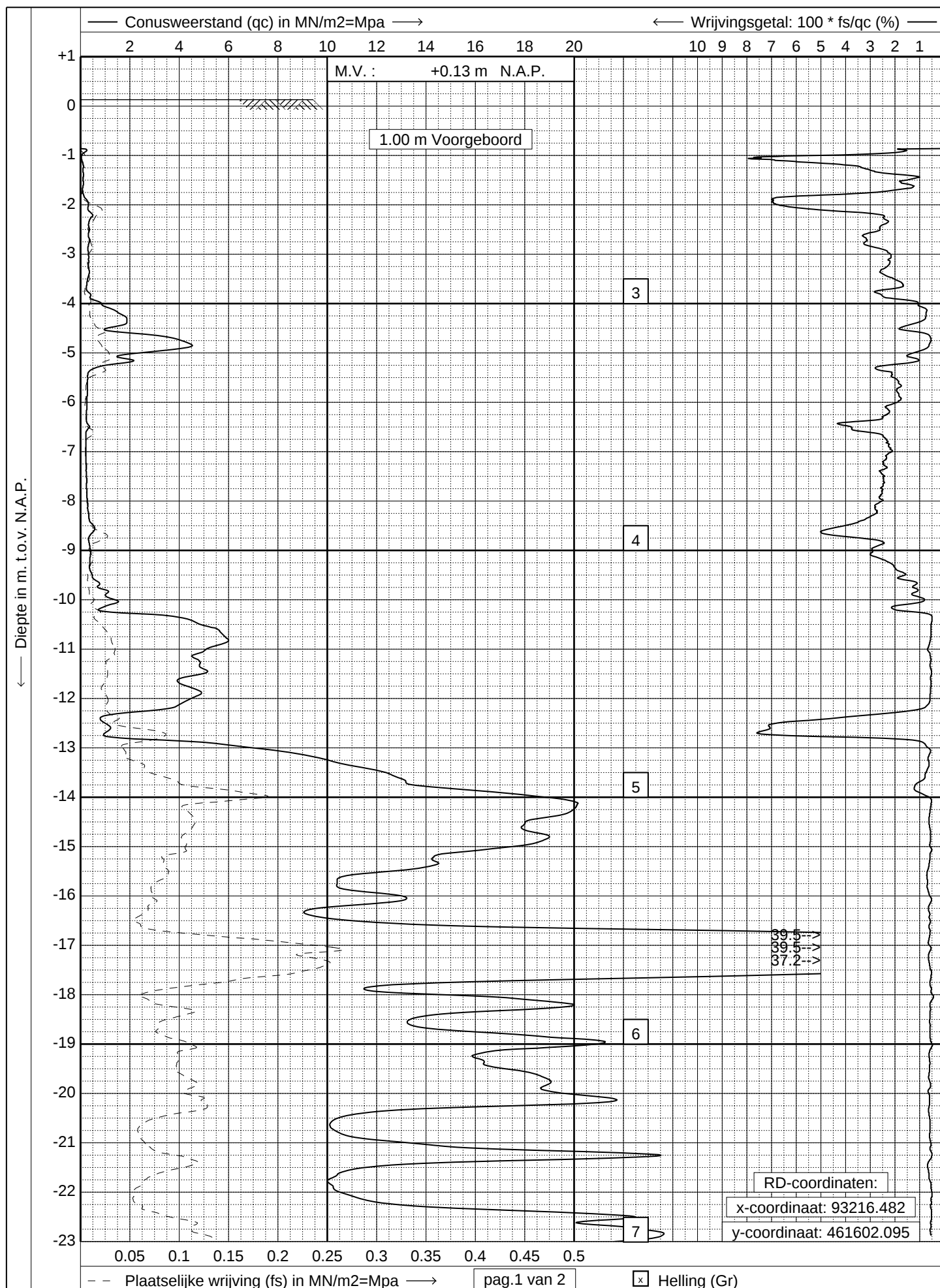
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **14-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **01**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

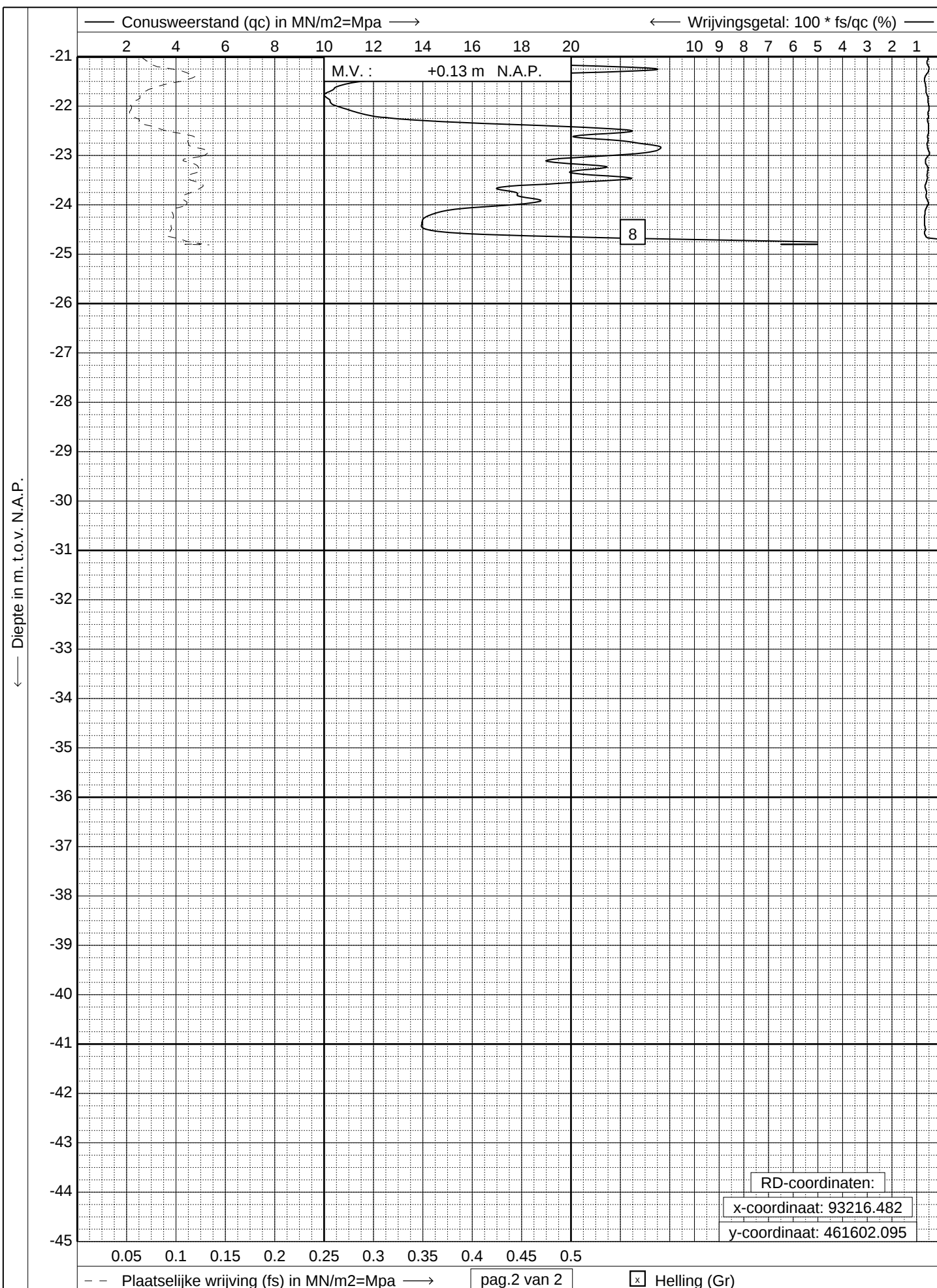
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **14-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **02**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

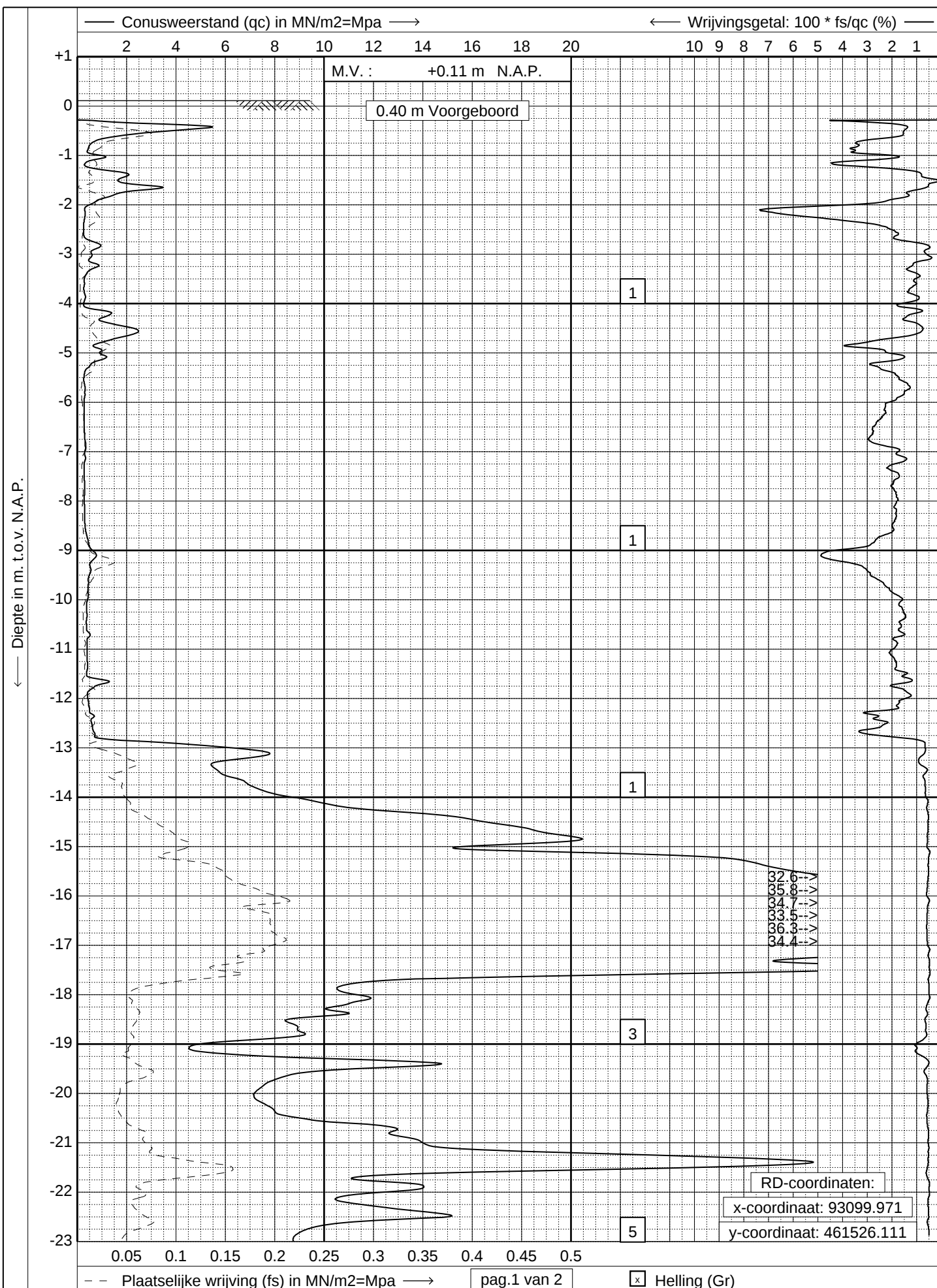
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **14-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **02**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

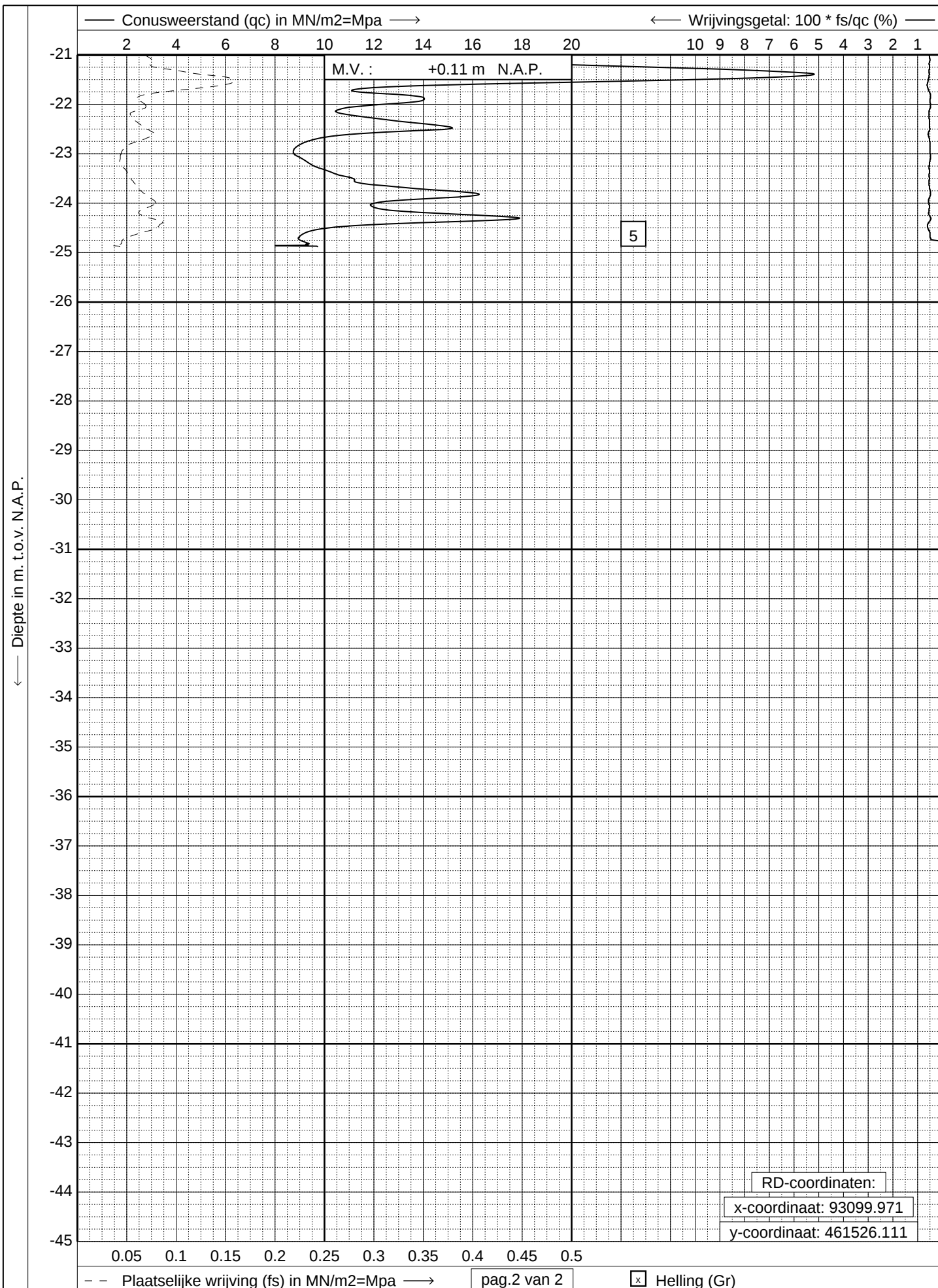
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **15-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **03**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

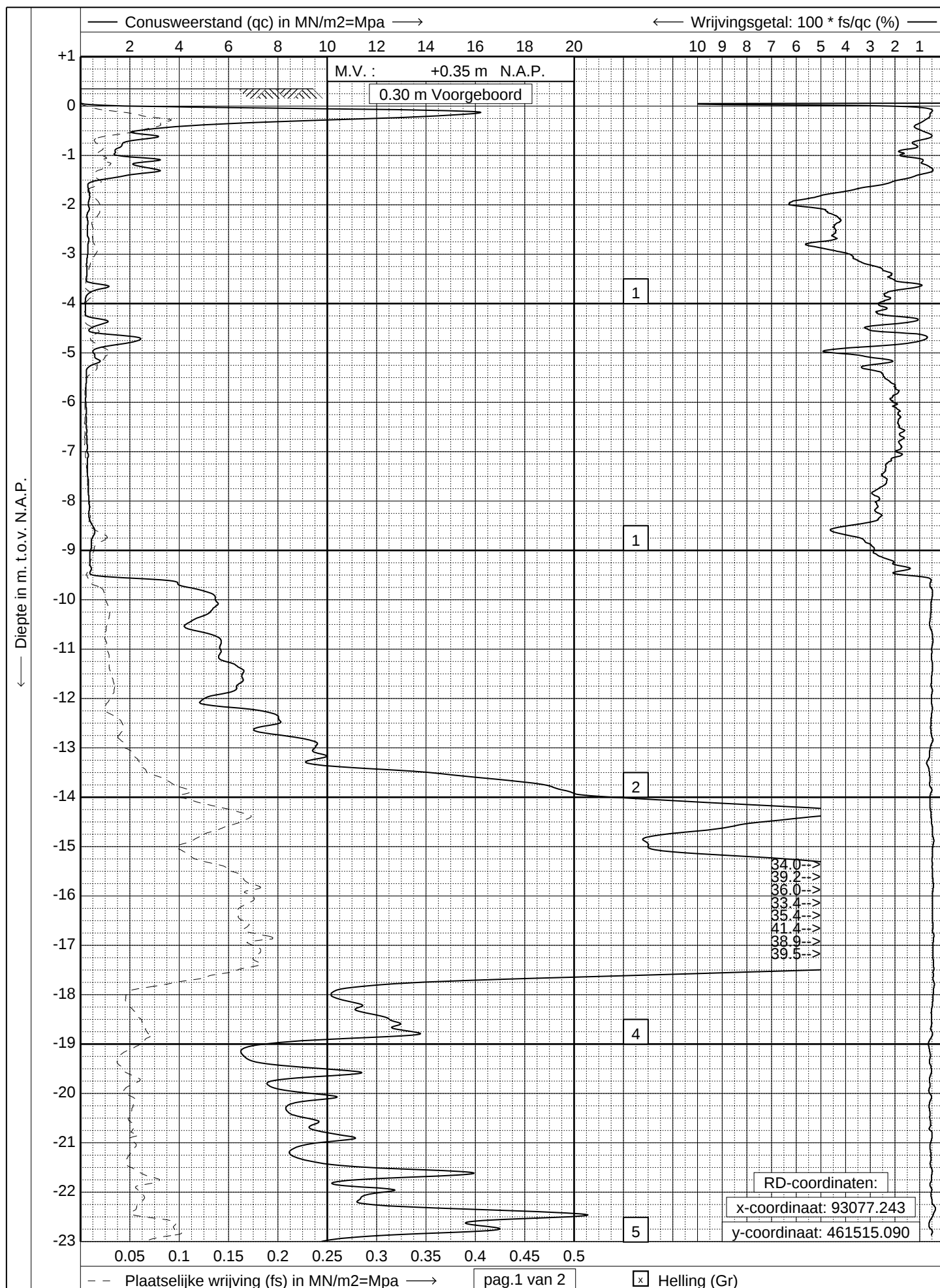
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **15-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **03**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

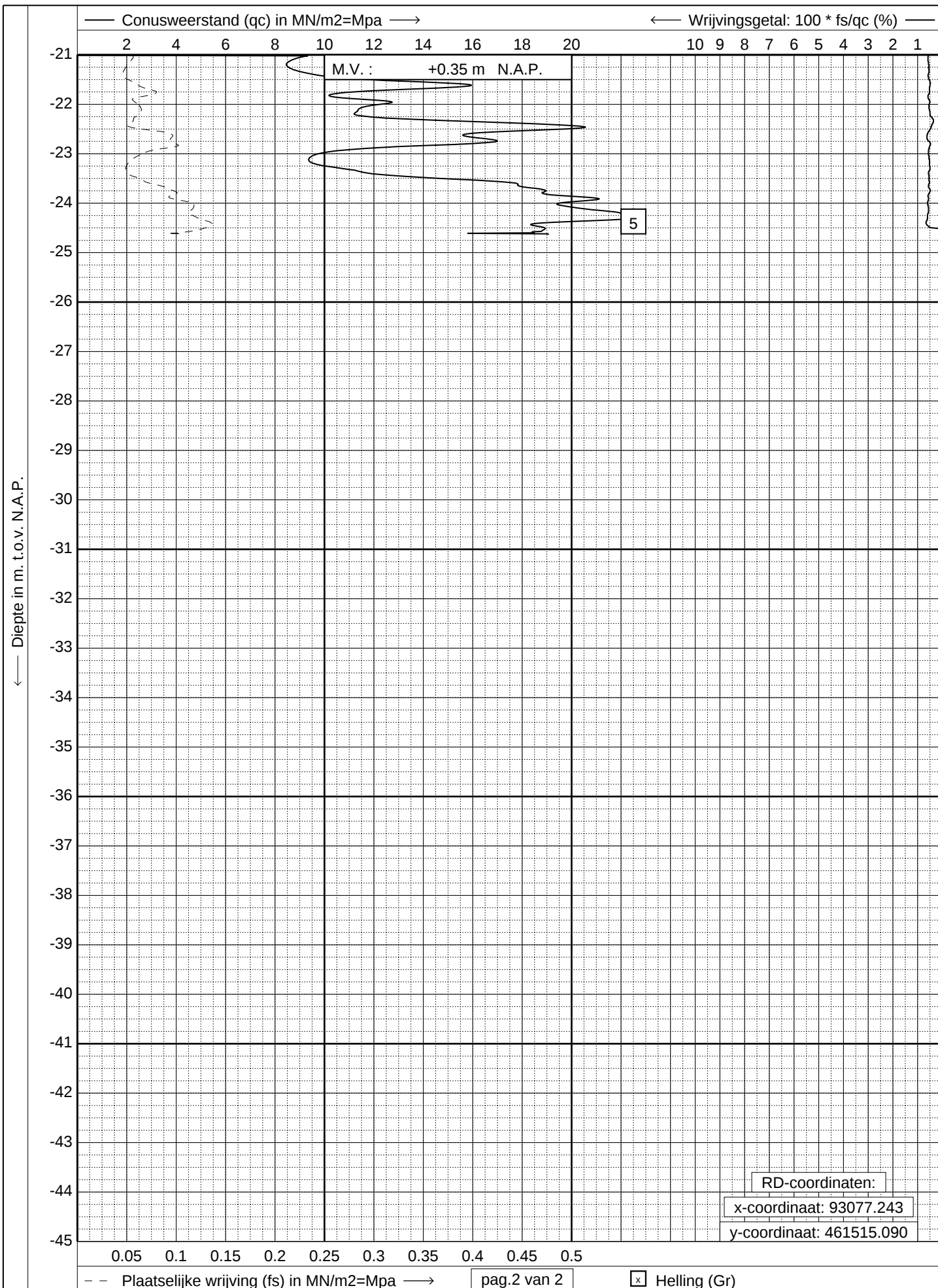
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **15-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **04**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

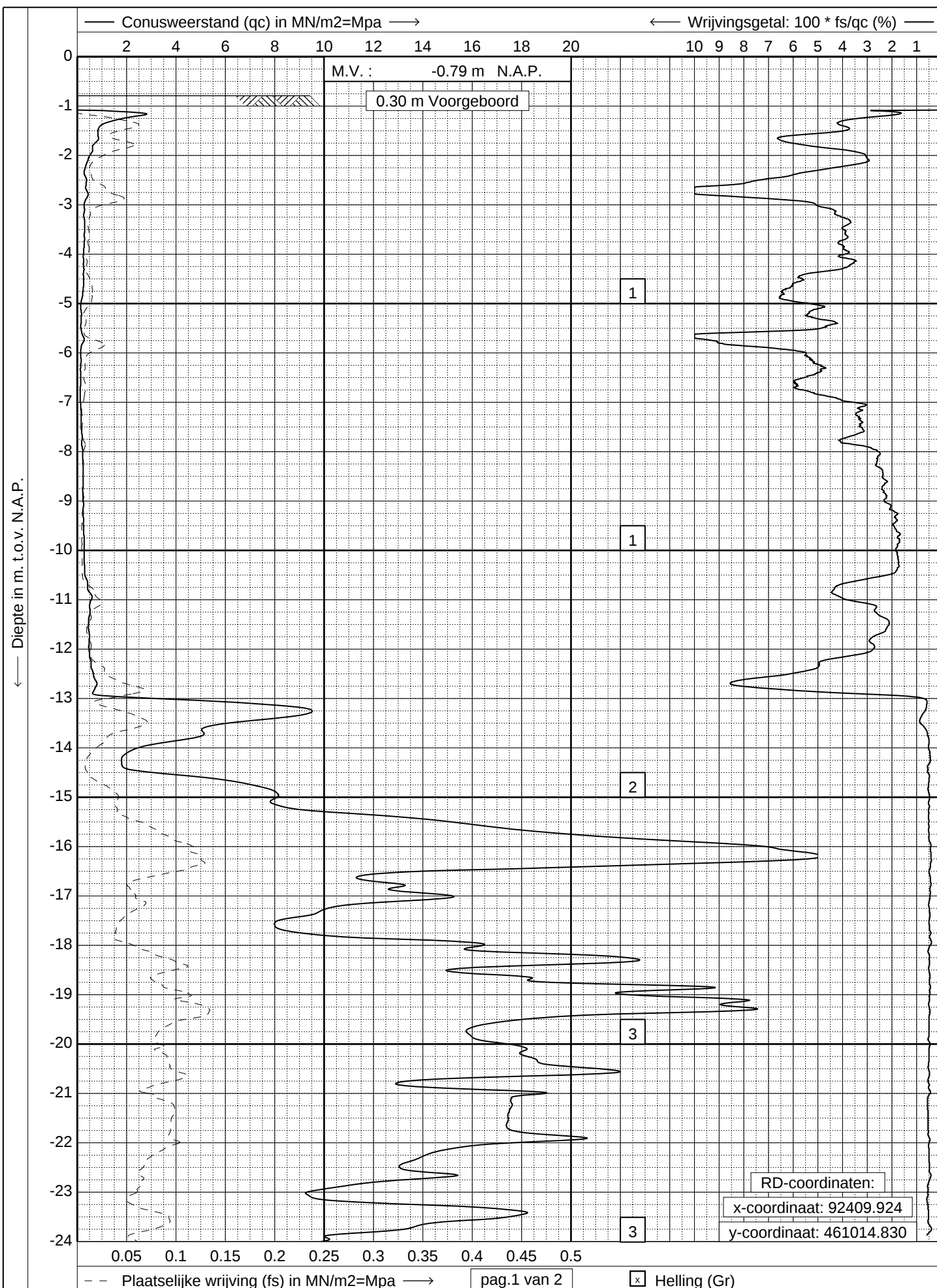
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **15-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **04**



GEONIUS

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

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

Project : **Grondonderzoek**

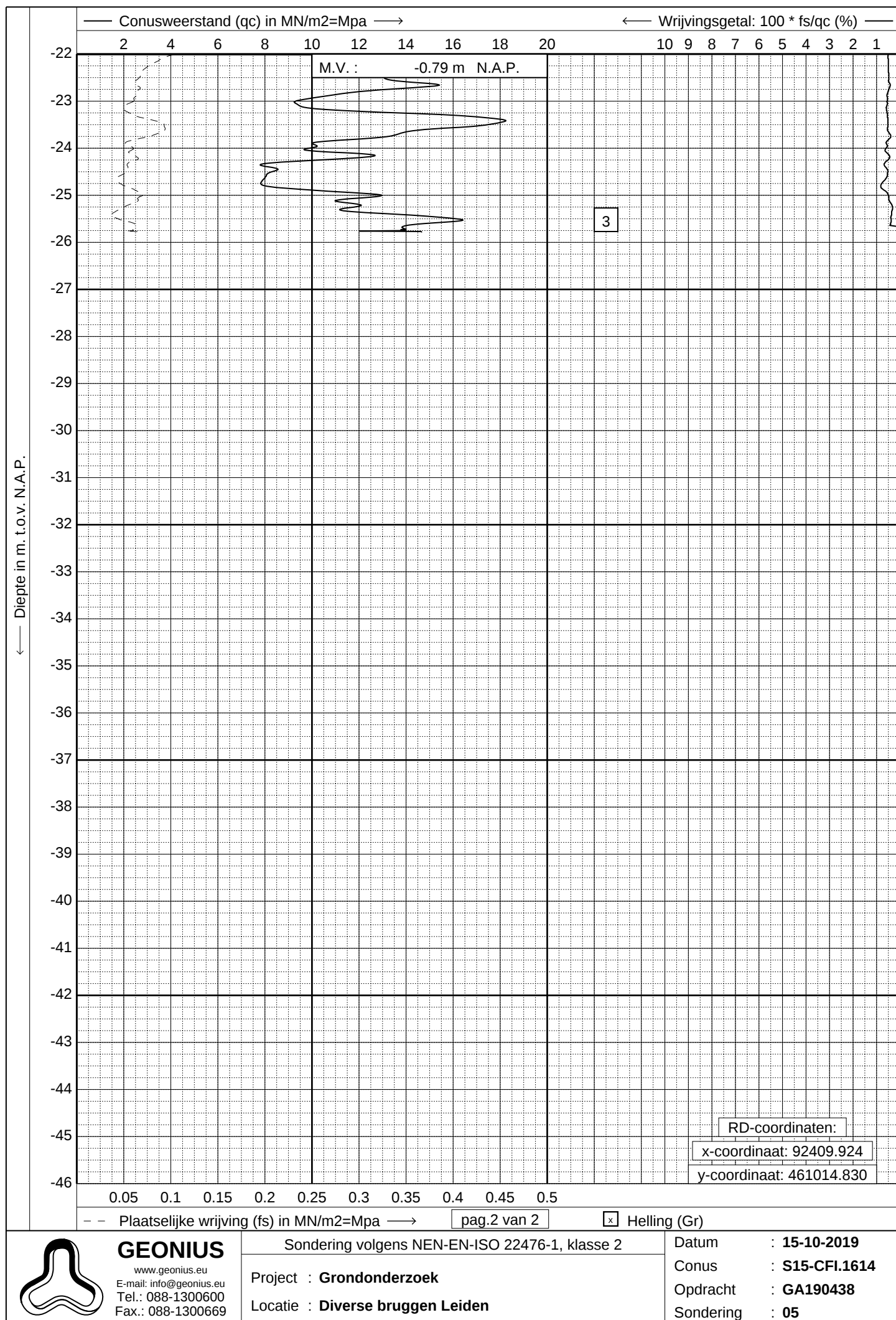
Locatie : **Diverse bruggen Leiden**

Datum : **15-10-2019**

Conus : **S15-CFI.1614**

Opdracht : **GA190438**

Sondering : **05**



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 B

Berekening damwand (D-Sheet)

BIJLAGE B-1

sondering SW03

Rapport voor D-Sheet Piling 20.2
Ontwerp van Dwganden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.
Datum van rapport: 10/4/2021
Tijd van rapport: 12:51:42 PM
Rapport met versie: 20.2.1.30962

Datum van berekening: 10/4/2021
Tijd van berekening: 12:51:14 PM
Berekend met versie: 20.2.1.30962

Bestandsnaam: Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)



OC2 B.V.

D-Sheet Piling 20.2

2 Overzicht

2.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
1	EC7(NL)-Stap 6.3		115.61	93.83	76.5	78.4	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		112.49	90.62	76.4	78.9	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	8.8	60.36	62.72	42.5	46.1	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1.200		72.43	75.26			
Max		8.8	115.61	93.83	76.5	78.9	

2.2 Steunpunten

Fase nr.	Verificatie type	Steunpunt Leganker		Status
		Kracht [kN]	Moment [kNm]	
1	EC7(NL)-Stap 6.3	-115.06	-	
1	EC7(NL)-Stap 6.4	-113.52	-	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1.200	-99.46	-	
Max		-115.06	---	

2.3 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
Eindsituatie	1.56

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 3



OC2 B.V.

D-Sheet Piling 20.2

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	3
2.1 Overzicht per Fase en Toets	3
2.2 Steunpunten	3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase	3
2.4 CUR Verificatie Stappen	4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfases	5
3.1 Algemene Invoergegevens	5
3.2 Damwandeigenschappen	5
3.2.1 Algemene Eigenschappen	5
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)	5
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten	5
3.3 Rekenopties	5
4 Overzicht Fase 1: Eindsituatie	7
5 Totale Stabiliteit Fase 1: Eindsituatie	8
5.1 Totale Stabiliteit	8
6 Stap 6.3 Fase 1: Eindsituatie	9
6.1 Algemene Invoergegevens	9
6.1.1 Verende Steunpunten	9
6.2 Invoergegevens Links	9
6.2.1 Berekeningsmethode	9
6.2.2 Waterniveau	9
6.2.3 Maaiveld	9
6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel 03	9
6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	10
6.2.6 Bovenbelastingen	10
6.3 Invoergegevens Rechts	11
6.3.1 Berekeningsmethode	11
6.3.2 Waterniveau	11
6.3.3 Maaiveld	11
6.4 Berekeningsresultaten	11
6.4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	11
6.4.2 Stijve en Verende Steunpunten	12
6.4.3 Stijve en Verende Steunpunten	12
7 Stap 6.5 Fase 1: Eindsituatie	13
7.1 Algemene Invoergegevens	13
7.1.1 Verende Steunpunten	13
7.2 Invoergegevens Links	13
7.2.1 Berekeningsmethode	13
7.2.2 Waterniveau	13
7.2.3 Maaiveld	13
7.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel 03	13
7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	14
7.2.6 Bovenbelastingen	14
7.3 Berekenende Grondrukkoefficienten Links	15
7.4 Berekenende Kracht per Laag - Links	15
7.5 Invoergegevens Rechts	15
7.5.1 Waterniveau	15
7.5.2 Maaiveld	15
7.6 Berekenende Grondrukkoefficienten Rechts	15
7.7 Berekenende Kracht per Laag - Rechts	16
7.8 Berekeningsresultaten	16
7.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	16
7.8.2 Grafieken van Spanningen	17
7.8.3 Stijve en Verende Steunpunten	17

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

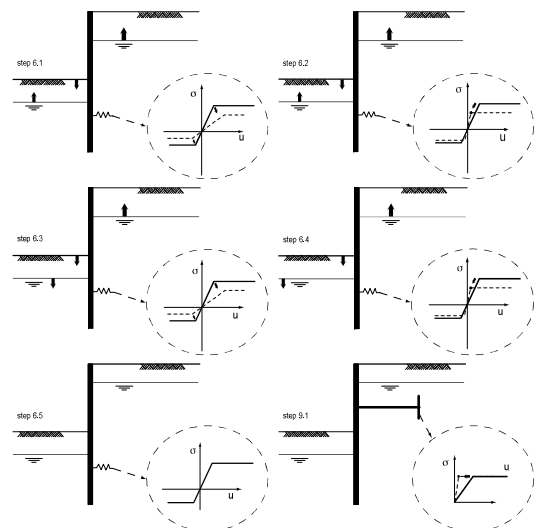
Pagina 2



OC2 B.V.

D-Sheet Piling 20.2

2.4 CUR Verificatie Stappen



10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 4

3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

Model	Damwand
Check verticaal evenwicht	Nee
Aantal bouwfasen	1
Soortelijk gewicht van water	9,81 kN/m ³
Aantal takken van de veer karakteristiek	3
Ontlastak van de veer karakteristiek	Nee
Elastische berekening	Ja

3.2 Damwandeigenschappen

Lengte	7,25 m
Bovenkant	0,46 m
Aantal secties	1

3.2.1 Algemene Eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Werkende breedte [m]
AZ 14 - 770 (S2....	-6,79	0,46	Staal	1,00

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ² /m]	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ² /m]	Toelichting op reductiefactor
AZ 14 - 770 (S2....	4.8930E+04	0,54	2.6422E+04	

3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

Snede naam	Mr, kar, el [kNm/m]	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr, d, el [kNm]
AZ 14 - 770 (S2....	325,00	1,00	1,00	0,54	175,50

3.3 Rekenopties

Eerste fase beschrijft initiële situatie	Nee
Fijnheid berekening	Grof
Reduceren delta(s) volgens CUR	Ja
Verificatie	EC7 NB NL - methode A: Partiële factoren (ontwerpwwaarden) in alle fasen. Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III.

Gebruikte partiële factor set

RC 2

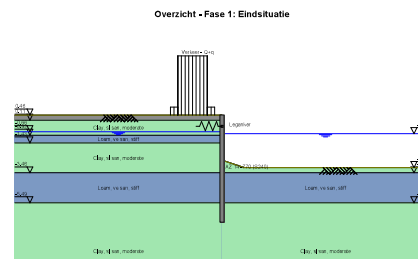
Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,000
- Permanente belasting, gunstig	1,000
- Variabele belasting, ongunstig	1,100
- Variabele belasting, gunstig	0,900
Factoren op belastingen - Constructieve belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,350
- Permanente belasting, gunstig	0,900
- Variabele belasting, ongunstig	1,500
- Variabele belasting, gunstig	0,900

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 5

4 Overzicht Fase 1: Eindsituatie



10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 7

Materiaalfactoren	
- Cohesie	1,250
- Tangens phi	1,175
- Delta (wandwrijvingshoek)*	1,175
- Lage karakteristieke beddingsconstanten	1,300

Aanpassing geometrie	
- Toename kerende hoogte	10,00 %
- Maximum toename kerende hoogte	0,50 m
- Verfag grondwater niveau, passieve zijde **	0,25 m
- Verhoging grondwater niveau, passieve zijde **	0,25 m
- Verhoging grondwater niveau, actieve zijde	0,05 m

Factoren op representatieve waarden	
- Partiële factor op M, D en Pmax	1,200

Factoren op totale stabiliteit	
- Cohesie	1,450
- Tangens phi	1,250
- Factor op volumegewicht grond	1,000

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt.

** Deze aanpassing van het grondwater niveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

10/4/2021

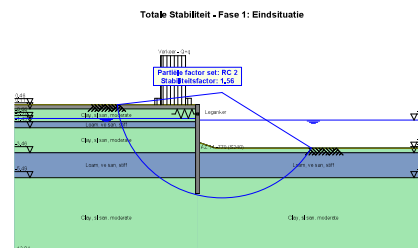
Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 6

5 Totale Stabiliteit Fase 1: Eindsituatie

Stabiliteitsfactor : 1,56

5.1 Totale Stabiliteit



10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 8

6 Stap 6.3 Fase 1: Eindsituatie

6.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

6.1.1 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m]	Translatie [kN/m/m]
Leganker	-0.30	0.00000E+00	3.00000E+05

6.2 Invoergegevens Links

6.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0.61 [m]

6.2.3 Maaveld

X [m]	Y [m]
0.00	0.46

6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 03

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht	
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]
Aanvulling	0.50	18.00	20.00
Clay, sl san, mo...	0.11	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	19.00	19.00
Clay, sl san, mo...	-1.43	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	19.00	19.00
Clay, sl san, mo...	-5.49	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-12.54	18.00	20.00
Sand, sl sil, mo...	-13.54	18.00	20.00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek*	
				Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Aanvulling	0.50	0.00	23.44	15.63	15.63
Clay, sl san, mo...	0.11	4.00	19.42	12.95	12.95
Loam, ve san, stiff	-0.92	0.00	23.90	15.93	15.93
Clay, sl san, mo...	-1.43	4.00	19.42	12.95	12.95
Loam, ve san, stiff	-3.46	0.00	23.90	15.93	15.93
Clay, sl san, mo...	-5.49	4.00	19.42	12.95	12.95
Loam, ve san, stiff	-12.04	0.00	23.90	15.93	15.93
Sand, ve sil, loose	-12.54	0.00	21.65	14.43	14.43
Sand, sl sil, mo...	-13.54	0.00	23.44	15.63	15.63

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve grondrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve grondrukcoëfficiënt.

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 9

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR		Korreltype
			[-]	[-]	
Aanvulling	0.50	1.00	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	0.11	1.00	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-0.92	1.00	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-1.43	1.00	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-3.46	1.00	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-5.49	1.00	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-12.04	1.00	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-12.54	1.00	1.00	1.00	Fijn
Sand, sl sil, mo...	-13.54	1.00	1.00	1.00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Grondrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	0.11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-1.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-5.49	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-12.54	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, sl sil, mo...	-13.54	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00

6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85
Clay, sl san, mo...	0.11	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Loam, ve san, stiff	-0.92	4615.38	4615.38	2307.69	2307.69
Clay, sl san, mo...	-1.43	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Loam, ve san, stiff	-3.46	4615.38	4615.38	2307.69	2307.69
Clay, sl san, mo...	-5.49	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Loam, ve san, stiff	-12.04	4615.38	4615.38	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	-12.54	10769.23	10769.23	5384.62	5384.62
Sand, sl sil, mo...	-13.54	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	3076.92	3076.92
Clay, sl san, mo...	0.11	961.54	961.54
Loam, ve san, stiff	-0.92	1153.85	1153.85
Clay, sl san, mo...	-1.43	961.54	961.54
Loam, ve san, stiff	-3.46	1153.85	1153.85
Clay, sl san, mo...	-5.49	961.54	961.54
Loam, ve san, stiff	-12.04	1153.85	1153.85
Sand, ve sil, loose	-12.54	2692.31	2692.31
Sand, sl sil, mo...	-13.54	3076.92	3076.92

6.2.6 Bovenbelastingen

Naam	Afstand [m]	Karakteristieke belasting [kN/m²]	Gunstig / Ungunstig	Blijvend / Variabel
Verkeer - Q+q	0.50	9.90	Ungunstig (D-Sheet Piling)	Variabel
	1.00	9.90		
	1.00	73.37		
	3.00	73.37		
	3.00	9.90		
	3.50	9.90		

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 10

6.3 Invoergegevens Rechts

6.3.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.3.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1.05 [m]

6.3.3 Maaveld

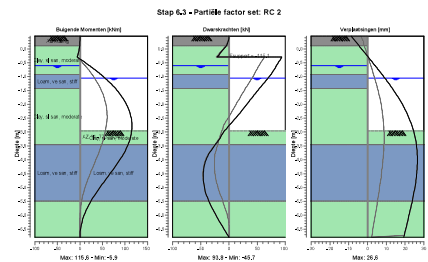
X [m]	Y [m]
0.00	-2.96
1.50	-3.46

6.4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 6

6.4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Eindsituatie



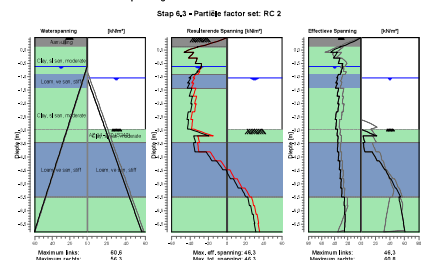
10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 11

6.4.2 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden - Fase 1: Eindsituatie



6.4.3 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
4	-0.30	-115.06	0.00

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 12

7 Stap 6.5 Fase 1: Eindsituatie

7.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant: Bepaald door D-Sheet Piling

7.1.1 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m]	Translatie [kN/m/m]
Leganker	-0.30	0.00000E+00	3.00000E+05

7.2 Invoergegevens Links

7.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

7.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0.66 [m]

7.2.3 Maaielveld

X [m]	Y [m]
0.00	0.46

7.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel; 03

Laag naam	Niveau [m]	Volumegegewicht	
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]
Aanvulling	0.50	18.00	20.00
Clay, sl san, mo...	0.11	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	19.00	19.00
Clay, sl san, mo...	-1.43	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	19.00	19.00
Clay, sl san, mo...	-5.49	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-12.54	18.00	20.00
Sand, sl sil, mo...	-13.54	18.00	20.00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi		Delta wrijvingshoek*	
			Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]	Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Aanvulling	0.50	0.00	27.00	18.00	18.00	18.00
Clay, sl san, mo...	0.11	5.00	22.50	15.00	15.00	15.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	0.00	27.50	18.33	18.33	18.33
Clay, sl san, mo...	-1.43	5.00	22.50	15.00	15.00	15.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	0.00	27.50	18.33	18.33	18.33
Clay, sl san, mo...	-5.49	5.00	22.50	15.00	15.00	15.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	0.00	27.50	18.33	18.33	18.33
Sand, ve sil, loose	-12.54	0.00	25.00	16.67	16.67	16.67
Sand, sl sil, mo...	-13.54	0.00	27.00	18.00	18.00	18.00

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve grondrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve grondrukcoëfficiënt.

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 13

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Aanvulling	0.50	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	0.11	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-0.92	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-1.43	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-3.46	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-5.49	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-12.04	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-12.54	1.00	1.00	Fijn
Sand, sl sil, mo...	-13.54	1.00	1.00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Grondrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	0.11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-1.43	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-5.49	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-12.54	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, sl sil, mo...	-13.54	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00

7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Clay, sl san, mo...	0.11	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00
Clay, sl san, mo...	-1.43	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00
Clay, sl san, mo...	-5.49	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00
Sand, ve sil, loose	-12.54	14000.00	14000.00	7000.00	7000.00
Sand, sl sil, mo...	-13.54	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	4000.00	4000.00
Clay, sl san, mo...	0.11	1250.00	1250.00
Loam, ve san, stiff	-0.92	1500.00	1500.00
Clay, sl san, mo...	-1.43	1250.00	1250.00
Loam, ve san, stiff	-3.46	1500.00	1500.00
Clay, sl san, mo...	-5.49	1250.00	1250.00
Loam, ve san, stiff	-12.04	1500.00	1500.00
Sand, ve sil, loose	-12.54	3500.00	3500.00
Sand, sl sil, mo...	-13.54	4000.00	4000.00

7.2.6 Bovenbelastingen

Naam	Afstand [m]	Karakteristieke belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Variabel
Verkeer - Q+q	0.50	9.00	Ongunstig (D-Sheet Piling)	Variabel
	1.00	9.00		
	1.00	66.70		
	3.00	66.70		
	3.00	9.00		
	3.50	9.00		

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 14

7.3 Berekenende Grondrukcoëfficiënten Links

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m²]	Passief [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0.28	1.0	21.7	0.29	3.51	6.36
2	0.01	-1.7	104.6	0.00	2.35	9.30
3	-0.20	0.0	176.1	0.00	1.75	9.47
4	-0.40	10.2	522.2	0.39	1.36	19.82
5	-0.58	15.7	123.2	0.47	1.13	3.71
6	-0.73	21.0	124.9	0.55	1.00	3.29
7	-0.86	23.2	124.6	0.56	0.91	3.03
8	-1.05	29.3	139.7	0.64	0.77	3.07
9	-1.30	30.6	217.1	0.60	0.66	4.27
10	-1.56	27.3	170.7	0.48	0.62	3.17
11	-1.87	27.7	62.5	0.46	0.56	1.05
12	-2.16	26.5	102.9	0.42	0.52	1.64
13	-2.45	29.3	148.6	0.45	0.49	2.26
14	-2.74	32.9	105.3	0.48	0.48	2.33
15	-3.03	31.5	164.8	0.45	0.46	2.35
16	-3.32	30.0	171.5	0.42	0.45	2.38
17	-3.63	31.2	221.2	0.42	0.42	2.98
18	-3.97	29.8	315.6	0.39	0.40	4.13
19	-4.31	28.3	320.4	0.36	0.40	4.07
20	-4.64	27.2	261.5	0.34	0.40	3.73
21	-4.98	26.3	273.4	0.32	0.41	3.28
22	-5.32	25.1	287.7	0.29	0.41	3.36
23	-5.65	20.8	236.0	0.24	0.47	2.69
24	-5.98	20.2	164.6	0.23	0.48	1.84
25	-6.30	20.1	172.1	0.22	0.48	1.88
26	-6.63	20.3	244.6	0.22	0.49	2.62

7.4 Berekenende Kracht per Laag - Links

Naam	Kracht
Aanvulling	0.00
Clay, sl san, moderate	31.18
Loam, ve san, stiff	15.24
Clay, sl san, moderate	59.47
Loam, ve san, stiff	56.82
Clay, sl san, moderate	33.48
Loam, ve san, stiff	0.00
Sand, ve sil, loose	0.00
Sand, sl sil, moderate	0.00

7.5 Invoergegevens Rechts

7.5.1 Waterniveau

Freatisch niveau: -0.80 [m]

7.5.2 Maaielveld

X [m]	Y [m]
0.00	-2.60
1.50	-3.10

7.6 Berekenende Grondrukcoëfficiënten Rechts

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m²]	Passief [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.74	0.0	14.5	0.00	0.00	15.85
2	-3.03	0.0	18.3	0.00	0.00	6.55

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 15

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m²]	Passief [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
3	-3.32	0.0	22.0	0.00	0.23	4.67
4	-3.63	0.0	20.6	0.00	0.28	2.94
5	-3.97	0.0	36.3	0.00	0.37	3.71
6	-4.31	3.0	50.4	0.24	0.43	4.00
7	-4.64	5.6	65.0	0.36	0.46	4.20
8	-4.98	6.4	79.6	0.35	0.48	4.32
9	-5.32	6.8	94.2	0.32	0.50	4.41
10	-5.65	3.2	90.0	0.13	0.00	4.01
11	-5.98	4.2	108.0	0.16	0.60	4.05
12	-6.30	5.2	117.3	0.10	0.01	4.01
13	-6.63	6.2	125.8	0.19	0.61	3.95

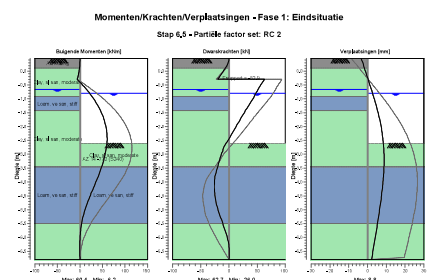
7.7 Berekenende Kracht per Laag - Rechts

Naam	Kracht
Aanvulling	0.00
Clay, sl san, moderate	0.00
Loam, ve san, stiff	0.00
Clay, sl san, moderate	13.40
Loam, ve san, stiff	68.35
Clay, sl san, moderate	46.47
Loam, ve san, stiff	0.00
Sand, ve sil, loose	0.00
Sand, sl sil, moderate	0.00

7.8 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 4

7.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

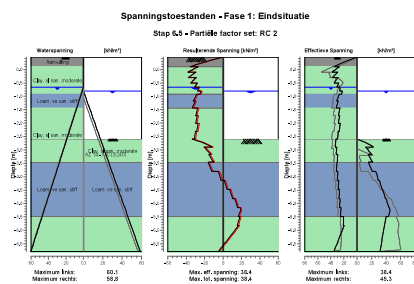


10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 16

7.8.2 Grafieken van Spanningen



7.8.3 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
4	-0.30	-82.88	0.00

Einde Rapport

BIJLAGE B-2

sondering SW04

Rapport voor D-Sheet Piling 20.2
Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.
Datum van rapport: 10/4/2021
Tijd van rapport: 12:52:58 PM
Rapport met versie: 20.2.1.30962
Datum van berekening: 10/4/2021
Tijd van berekening: 12:52:28 PM
Berekend met versie: 20.2.1.30962
Bestandsnaam: Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)
Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)



OC2 B.V.

D-Sheet Piling 20.2

2 Overzicht

2.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie type	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Status
1	EC7(NL)-Stap 6.3		133.96	100.31	86.8	87.9	
1	EC7(NL)-Stap 6.4		131.58	99.23	86.8	88.3	
1	EC7(NL)-Stap 6.5	13.6	93.29	73.90	49.7	52.4	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1.200		111.94	88.66			
Max		13.6	133.96	100.31	86.8	88.3	

2.2 Steunpunten

Fase nr.	Verificatie type	Steunpunt Leganger		Status
		Kracht [kN]	Moment [kNm]	
1	EC7(NL)-Stap 6.3	-122.58	-	
1	EC7(NL)-Stap 6.4	-123.56	-	
1	EC7(NL)-Stap 6.5 x 1.200	-114.04	-	
Max		-123.56	---	

2.3 Totale Stabiliteit per Fase

Fase naam	Stabiliteitsfactor [-]
Eindsituatie	1.43

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 3



OC2 B.V.

D-Sheet Piling 20.2

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	3
2.1 Overzicht per Fase en Toets	3
2.2 Steunpunten	3
2.3 Totale Stabiliteit per Fase	3
2.4 CUR Verificatie Stappen	4
3 Invoergegevens voor alle Bouwfases	5
3.1 Algemene Invoergegevens	5
3.2 Damwandeigenschappen	5
3.2.1 Algemene Eigenschappen	5
3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)	5
3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten	5
3.3 Rekenopties	5
4 Overzicht Fase 1: Eindsituatie	7
5 Totale Stabiliteit Fase 1: Eindsituatie	8
5.1 Totale Stabiliteit	8
6 Stap 6.3 Fase 1: Eindsituatie	9
6.1 Algemene Invoergegevens	9
6.1.1 Verende Steunpunten	9
6.2 Invoergegevens Links	9
6.2.1 Berekeningsmethode	9
6.2.2 Waterniveau	9
6.2.3 Maaiveld	9
6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel 04	9
6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	10
6.2.6 Bovenbelastingen	11
6.3 Invoergegevens Rechts	11
6.3.1 Berekeningsmethode	11
6.3.2 Waterniveau	11
6.3.3 Maaiveld	11
6.4 Berekeningsresultaten	11
6.4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	11
6.4.2 Stijve en Verende Steunpunten	12
6.4.3 Stijve en Verende Steunpunten	12
7 Stap 6.5 Fase 1: Eindsituatie	13
7.1 Algemene Invoergegevens	13
7.1.1 Verende Steunpunten	13
7.2 Invoergegevens Links	13
7.2.1 Berekeningsmethode	13
7.2.2 Waterniveau	13
7.2.3 Maaiveld	13
7.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel 04	13
7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)	14
7.2.6 Bovenbelastingen	15
7.3 Berekenende Grondrukkoefficienten Links	15
7.4 Berekenende Kracht per Laag - Links	15
7.5 Invoergegevens Rechts	15
7.5.1 Waterniveau	16
7.5.2 Maaiveld	16
7.6 Berekenende Grondrukkoefficienten Rechts	16
7.7 Berekenende Kracht per Laag - Rechts	16
7.8 Berekeningsresultaten	16
7.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	17
7.8.2 Grafieken van Spanningen	17
7.8.3 Stijve en Verende Steunpunten	18

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

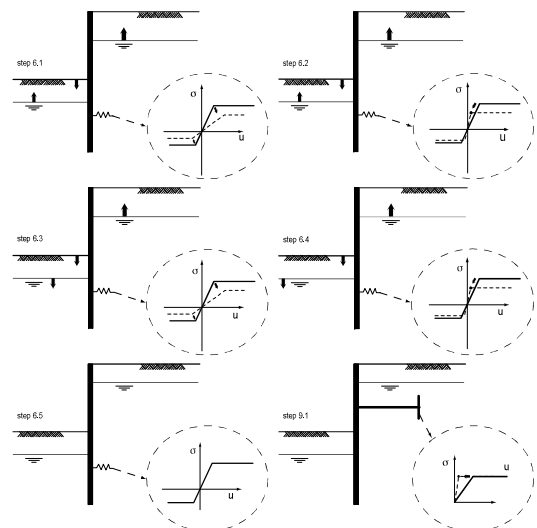
Pagina 2



OC2 B.V.

D-Sheet Piling 20.2

2.4 CUR Verificatie Stappen



10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 4

3 Invoergegevens voor alle Bouwfasen

3.1 Algemene Invoergegevens

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

Model	Damwand
Check verticaal evenwicht	Nee
Aantal bouwfasen	1
Soortelijk gewicht van water	9,81 kN/m ³
Aantal takken van de veer karakteristiek	3
Ontlastak van de veer karakteristiek	Nee
Elastische berekening	Ja

3.2 Damwandeigenschappen

Lengte	7,25 m
Bovenkant	0,46 m
Aantal secties	1

3.2.1 Algemene Eigenschappen

Snede naam	Van	Tot	Materiaal type	Werkende breedte
AZ 14 -770 (S2....	[m]	[m]	Staal	[m]
	-6,79	0,46		1,00

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ² /m]	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ² /m]	Toelichting op reductiefactor
AZ 14 -770 (S2....	4.8930E+04	0,54	2.6422E+04	

3.2.3 Maximale Toelaatbare Momenten

Snede naam	Mr _{kar,el} [kNm/m]	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr _{d,el} [kNm]
AZ 14 -770 (S2....	325,00	1,00	1,00	0,54	175,50

3.3 Rekenopties

Eerste fase beschrijft initiële situatie	Nee
Fijnheid berekening	Grof
Reduceren delta(s) volgens CUR	Ja
Verificatie	EC7 NB NL - methode A: Partiële factoren (ontwerpwaarden) in alle fasen. Eurocode 7 gebruik makend van de factoren zoals beschreven in de Nationale Annex van Nederland. Het valt onder ontwerp benadering III.

Gebruikte partiële factor set

RC 2

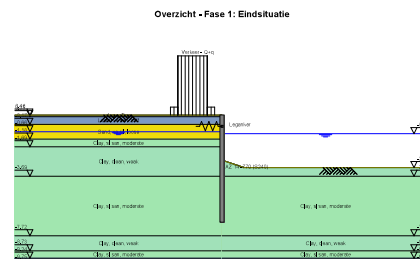
Factoren op belastingen - Geotechnische belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,000
- Permanente belasting, gunstig	1,000
- Variabele belasting, ongunstig	1,100
- Variabele belasting, gunstig	0,900
Factoren op belastingen - Constructieve belastingen	
- Permanente belasting, ongunstig	1,350
- Permanente belasting, gunstig	0,900
- Variabele belasting, ongunstig	1,500
- Variabele belasting, gunstig	0,900

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 5

4 Overzicht Fase 1: Eindsituatie



10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 7

Materiaalfactoren	
- Cohesie	1,250
- Tangens phi	1,175
- Delta (wandwrijvingshoek)*	1,175
- Lage karakteristieke beddingsconstanten	1,300

Aanpassing geometrie	
- Toename kerende hoogte	10,00 %
- Maximum toename kerende hoogte	0,50 m
- Verhoging grondwaterniveau, passieve zijde **	0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde **	0,25 m
- Verhoging grondwaterniveau, actieve zijde	0,05 m

Factoren op representatieve waarden	
- Partiële factor op M, D en P _{max}	1,200

Factoren op totale stabiliteit	
- Cohesie	1,450
- Tangens phi	1,250
- Factor op volumegewicht grond	1,000

* Voor delta (wandwrijvingshoek) wordt de invoerwaarde van tangens phi gebruikt.
** Deze aanpassing van het grondwaterniveau is niet van toepassing als de damwand volledig onder water staat.

10/4/2021

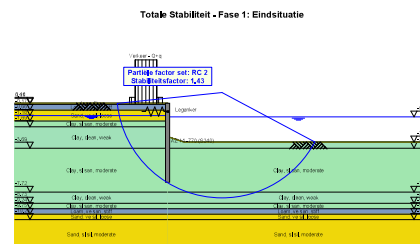
Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 6

5 Totale Stabiliteit Fase 1: Eindsituatie

Stabiliteitsfactor : 1,43

5.1 Totale Stabiliteit



10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 8

6 Stap 6.3 Fase 1: Eindsituatie

6.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant:

Bepaald door D-Sheet Piling

6.1.1 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m]	Translatie [kN/m/m]
Leganker	-0.30	0.00000E+00	3.00000E+05

6.2 Invoergegevens Links

6.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0.61 [m]

6.2.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0.00	0.46

6.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 04

Laag naam	Niveau [m]	Volumegegewicht	
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]
Aanvulling	0.50	18.00	20.00
Loam, ve san, stiff	0.35	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-0.17	18.00	20.00
Clay, sl san, mo...	-1.18	18.00	18.00
Clay, clean, weak	-1.69	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-3.69	18.00	18.00
Clay, clean, weak	-7.72	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-8.73	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-9.75	18.00	20.00
Sand, sl sil, mo...	-10.25	18.00	20.00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi [°]	Delta wrijvingshoek*	
				Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Aanvulling	0.50	0.00	23.44	15.63	15.63
Loam, ve san, stiff	0.35	0.00	23.90	15.93	15.93
Sand, ve sil, loose	-0.17	0.00	21.05	14.43	14.43
Clay, sl san, mo...	-1.18	4.00	19.42	12.95	12.95
Clay, clean, weak	-1.69	0.00	15.02	10.02	10.02
Clay, sl san, mo...	-3.69	4.00	19.42	12.95	12.95
Clay, clean, weak	-7.72	0.00	15.02	10.02	10.02
Clay, sl san, mo...	-8.73	4.00	19.42	12.95	12.95
Loam, ve san, stiff	-9.24	0.00	23.90	15.93	15.93
Sand, ve sil, loose	-9.75	0.00	21.05	14.43	14.43
Sand, sl sil, mo...	-10.25	0.00	23.44	15.63	15.63

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve grondrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve grondrukcoëfficiënt.

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 9

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Aanvulling	0.50	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	0.35	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-0.17	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-1.18	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-1.69	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-3.69	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-7.72	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-8.73	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-9.24	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-9.75	1.00	1.00	Fijn
Sand, sl sil, mo...	-10.25	1.00	1.00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Grondrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	0.35	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-0.17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-1.18	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-1.69	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-3.69	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-7.72	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-8.73	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-9.75	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, sl sil, mo...	-10.25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00

6.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	1230 / 69	1230 / 69	6153.85	6153.85
Loam, ve san, stiff	0.35	4615.38	4615.38	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	-0.17	10709.23	10709.23	5304.02	5304.02
Clay, sl san, mo...	1.18	3846.16	3846.16	1023.08	1023.08
Clay, clean, weak	-1.69	1538.48	1538.48	769.23	769.23
Clay, sl san, mo...	-3.69	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Clay, clean, weak	-7.72	1538.48	1538.48	769.23	769.23
Clay, sl san, mo...	-8.73	3846.15	3846.15	1923.08	1923.08
Loam, ve san, stiff	-9.24	4615.38	4615.38	2307.69	2307.69
Sand, ve sil, loose	-9.75	10709.23	10709.23	5304.02	5304.02
Sand, sl sil, mo...	-10.25	12307.69	12307.69	6153.85	6153.85

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	3076.92	3076.92
Loam, ve san, stiff	0.35	1153.85	1153.85
Sand, ve sil, loose	-0.17	2692.31	2692.31
Clay, sl san, mo...	-1.18	961.54	961.54
Clay, clean, weak	-1.69	384.62	384.62
Clay, sl san, mo...	-3.69	961.54	961.54
Clay, clean, weak	-7.72	384.62	384.62
Clay, sl san, mo...	-8.73	961.54	961.54
Loam, ve san, stiff	-9.24	1153.85	1153.85
Sand, ve sil, loose	-9.75	2692.31	2692.31
Sand, sl sil, mo...	-10.25	3076.92	3076.92

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 10

6.2.6 Bovenbelastingen

Naam	Afstand [m]	Karakteristieke belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Varia
Verkeer - Q+q	0.50	9.90	Ongunstig (D-Sheet Piling)	Variabel
	1.00	9.90		
	1.00	73.37		
	3.00	73.37		
	3.00	9.90		
	3.50	9.90		

6.3 Invoergegevens Rechts

6.3.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

6.3.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -1.05 [m]

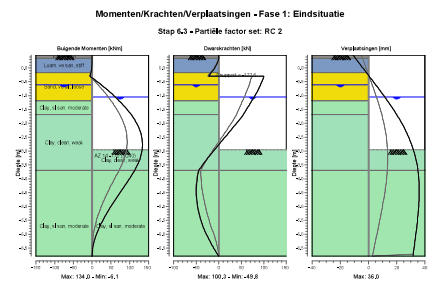
6.3.3 Maaiveld

X [m]	Y [m]
0.00	-2.96
1.50	-3.46

6.4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 6

6.4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen

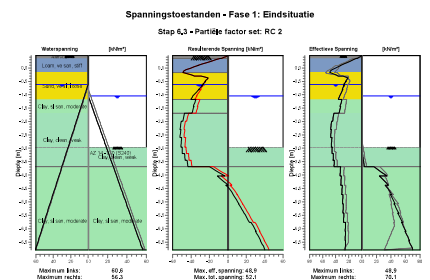


10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 11

6.4.2 Grafieken van Spanningen



6.4.3 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
5	-0.30	-122.58	0.00

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 12

7 Stap 6.5 Fase 1: Eindsituatie

7.1 Algemene Invoergegevens

Passieve kant:

Bepaald door D-Sheet Piling

7.1.1 Verende Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Rotatie [kNm/rad/m]	Translatie [kN/m/m]
Leganker	-0.30	0.00000E+00	3.00000E+05

7.2 Invoergegevens Links

7.2.1 Berekeningsmethode

Rekenmethode: C, phi, delta

7.2.2 Waterniveau

Freatisch niveau: -0.66 [m]

7.2.3 Maaveld

X [m]	Y [m]
0.00	0.46

7.2.4 Eigenschappen van de Grondmaterialen in Profiel: 04

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht	
		Onverz. [kN/m³]	Verz. [kN/m³]
Aanvulling	0.50	18.00	20.00
Loam, ve san, stiff	0.35	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-0.17	18.00	20.00
Clay, sl san, mo...	-1.18	18.00	18.00
Clay, clean, weak	-1.69	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-3.69	18.00	18.00
Clay, clean, weak	-7.72	14.00	14.00
Clay, sl san, mo...	-8.73	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	19.00	19.00
Sand, ve sil, loose	-9.75	18.00	20.00
Sand, sl sil, mo...	-10.25	18.00	20.00

Laag naam	Niveau [m]	Cohesie [kN/m²]	Wrijvingshoek phi		Delta wrijvingshoek*	
			Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]	Niet gereduc. [°]	Gereduc. [°]
Aanvulling	0.50	0.00	27.00	18.00	18.00	18.00
Loam, ve san, stiff	0.35	0.00	27.50	18.33	18.33	18.33
Sand, ve sil, loose	-0.17	0.00	25.00	10.07	10.07	10.07
Clay, sl san, mo...	-1.18	5.00	22.50	15.00	15.00	15.00
Clay, clean, weak	-1.69	0.00	17.50	11.67	11.67	11.67
Clay, sl san, mo...	-3.69	5.00	22.50	15.00	15.00	15.00
Clay, clean, weak	-7.72	0.00	17.50	11.67	11.67	11.67
Clay, sl san, mo...	-8.73	5.00	22.50	15.00	15.00	15.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	0.00	27.50	18.33	18.33	18.33
Sand, ve sil, loose	-9.75	0.00	25.00	10.07	10.07	10.07
Sand, sl sil, mo...	-10.25	0.00	27.00	18.00	18.00	18.00

* De 'niet gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de berekening van de actieve grondrukcoëfficiënt van Culmann terwijl de 'gereduceerde' Delta-hoek wordt gebruikt voor de passieve grondrukcoëfficiënt.

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 13

Laag naam	Niveau [m]	Schelpfactor [-]	OCR [-]	Korreltype
Aanvulling	0.50	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	0.35	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-0.17	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-1.18	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-1.69	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-3.69	1.00	1.00	Fijn
Clay, clean, weak	-7.72	1.00	1.00	Fijn
Clay, sl san, mo...	-8.73	1.00	1.00	Fijn
Loam, ve san, stiff	-9.24	1.00	1.00	Fijn
Sand, ve sil, loose	-9.75	1.00	1.00	Fijn
Sand, sl sil, mo...	-10.25	1.00	1.00	Fijn

Laag naam	Niveau [m]	Grondrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	0.35	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-0.17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-1.18	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-1.69	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-3.69	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, clean, weak	-7.72	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Clay, sl san, mo...	-8.73	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, ve sil, loose	-9.75	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00
Sand, sl sil, mo...	-10.25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0.00	0.00

7.2.5 Beddingsconstanten (Secant)

Laag naam	Niveau [m]	Tak 1		Tak 2	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]	Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00
Loam, ve san, stiff	0.35	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00
Sand, ve sil, loose	-0.17	14000.00	14000.00	7000.00	7000.00
Clay, sl san, mo...	1.18	6000.00	6000.00	2600.00	2600.00
Clay, clean, weak	-1.69	2000.00	2000.00	1000.00	1000.00
Clay, sl san, mo...	-3.69	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Clay, clean, weak	-7.72	2000.00	2000.00	1000.00	1000.00
Clay, sl san, mo...	-8.73	5000.00	5000.00	2500.00	2500.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	6000.00	6000.00	3000.00	3000.00
Sand, ve sil, loose	-9.75	14000.00	14000.00	7000.00	7000.00
Sand, sl sil, mo...	-10.25	16000.00	16000.00	8000.00	8000.00

Laag naam	Niveau [m]	Tak 3	
		Boven [kN/m²]	Onder [kN/m²]
Aanvulling	0.50	4000.00	4000.00
Loam, ve san, stiff	0.35	1500.00	1500.00
Sand, ve sil, loose	-0.17	3500.00	3500.00
Clay, sl san, mo...	-1.18	1250.00	1250.00
Clay, clean, weak	-1.69	500.00	500.00
Clay, sl san, mo...	-3.69	1250.00	1250.00
Clay, clean, weak	-7.72	500.00	500.00
Clay, sl san, mo...	-8.73	1250.00	1250.00
Loam, ve san, stiff	-9.24	1500.00	1500.00
Sand, ve sil, loose	-9.75	3500.00	3500.00
Sand, sl sil, mo...	-10.25	4000.00	4000.00

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 14

7.2.6 Bovenbelastingen

Naam	Afstand [m]	Karakteristieke belasting [kN/m²]	Gunstig / Ongunstig	Blijvend / Varia
Verkeer - Q+q	0.50	9.00	Ongunstig (D-Sheet Piling)	Variabel
	1.00	9.00		
	1.00	66.70		
	3.00	66.70		
	3.00	9.00		
	3.50	9.00		

7.3 Berekende Grondrukcoëfficiënten Links

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m²]	Passief [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0.41	0.3	4.5	0.31	3.92	4.48
2	0.22	1.4	39.3	0.27	3.14	7.73
3	-0.04	3.9	115.0	0.30	2.09	8.68
4	-0.23	8.2	267.3	0.40	1.61	13.01
5	-0.40	16.4	464.3	0.61	1.33	17.28
6	-0.58	20.2	105.7	0.60	1.10	3.14
7	-0.73	22.5	118.7	0.58	0.97	3.08
8	-0.90	24.2	121.3	0.56	0.86	2.62
9	-1.08	27.3	125.2	0.57	0.76	2.63
10	-1.31	24.2	135.7	0.49	0.70	2.00
11	-1.56	25.8	109.7	0.46	0.62	1.95
12	-1.84	36.7	48.3	0.62	0.62	0.81
13	-2.15	38.7	31.9	0.62	0.62	0.62
14	-2.45	41.5	56.1	0.65	0.65	0.88
15	-2.74	42.0	88.0	0.65	0.65	1.37
16	-3.01	41.8	93.8	0.64	0.64	1.43
17	-3.28	39.7	96.1	0.60	0.60	1.45
18	-3.55	37.9	98.4	0.56	0.56	1.47
19	-3.86	27.5	165.9	0.40	0.43	2.42
20	-4.21	26.4	223.5	0.37	0.43	3.17
21	-4.55	25.1	232.2	0.35	0.44	3.21
22	-4.90	24.0	193.6	0.32	0.44	2.61
23	-5.24	24.3	197.8	0.32	0.45	2.59
24	-5.58	22.1	206.4	0.28	0.46	2.64
25	-5.93	21.0	215.1	0.26	0.46	2.68
26	-6.27	20.5	223.9	0.25	0.47	2.72
27	-6.62	20.9	232.7	0.25	0.48	2.76

7.4 Berekende Kracht per Laag - Links

Naam	Kracht
Aanvulling	0.00
Loam, ve san, stiff	10.05
Sand, ve sil, loose	25.04
Clay, sl san, moderate	12.73
Clay, clean, weak	79.38
Clay, sl san, moderate	73.77
Clay, clean, weak	0.00
Clay, sl san, moderate	0.00
Loam, ve san, stiff	0.00
Sand, ve sil, loose	0.00
Sand, sl sil, moderate	0.00

7.5 Invoergegevens Rechts

10/4/2021

Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 15

7.5.1 Waterniveau

Freatisch niveau: -0.80 [m]

7.5.2 Maaveld

X [m]	Y [m]
0.00	-2.60
1.50	-3.10

7.6 Berekende Grondrukcoëfficiënten Rechts

Segment nummer	Niveau [m]	Horizontale druk		Fictieve grondrukcoëfficiënten		
		Actief [kN/m²]	Passief [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-2.74	0.2	0.5	0.48	0.48	1.16
2	-3.01	0.6	1.8	0.48	0.48	1.36
3	-3.28	1.1	3.6	0.47	0.47	1.56
4	-3.55	1.5	5.6	0.46	0.46	1.74
5	-3.86	-2.7	38.0	0.00	0.46	7.54
6	-4.21	0.0	45.5	0.00	0.53	5.91
7	-4.55	0.0	64.4	0.00	0.56	5.23
8	-4.90	0.0	63.7	0.00	0.58	4.86
9	-5.24	0.0	73.0	0.00	0.60	4.60
10	-5.58	0.0	62.3	0.00	0.60	4.42
11	-5.93	0.0	91.6	0.00	0.61	4.29
12	-6.27	0.0	100.9	0.00	0.61	4.18
13	-6.62	4.3	110.2	0.16	0.61	4.09

7.7 Berekende Kracht per Laag - Rechts

Naam	Kracht
Aanvulling	0.00
Loam, ve san, stiff	0.00
Sand, ve sil, loose	0.00
Clay, sl san, moderate	0.00
Clay, clean, weak	3.15
Clay, sl san, moderate	117.68
Clay, clean, weak	0.00
Clay, sl san, moderate	0.00
Loam, ve san, stiff	0.00
Sand, ve sil, loose	0.00
Sand, sl sil, moderate	0.00

7.8 Berekeningsresultaten

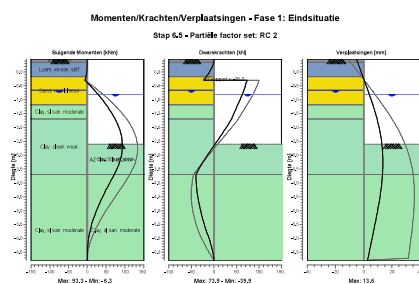
Aantal iteraties: 5

10/4/2021

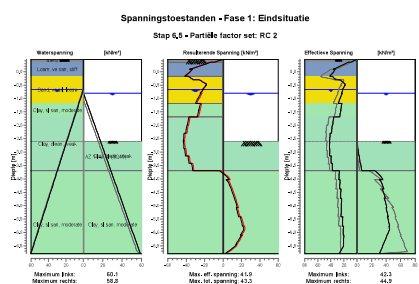
Duiker 152 Vlietweg (damwand) (2021-10-04)

Pagina 16

7.8.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen



7.8.2 Grafieken van Spanningen



7.8.3 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
5	-0.30	-95.03	0.00

Einde Rapport