

Vervanging bruggen Polderpark Cronesteyn Leiden

DO-berekening bruggen 782, 808, 815 en 816

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

In samenwerking met:



Bureau Schmidt

ingenieurs en adviseurs

Bureau Schmidt

Ingenieurs en adviseurs

Westerplantage 15

8911 DC LEEUWARDEN

info@bureauschmidt.nl

www.bureauschmidt.nl

Verantwoording

Titel : *Vervanging bruggen Polderpark Cronesteyn Leiden*
DO-berekening bruggen 782, 808, 815 en 816

Projectnummer : *P210307*

Documentnummer : *P210307-01*

Revisie : *1*

Omschrijving revisie : *Brug 815 en 816 zijn 1,00 m¹ breder geworden.*

Datum : *07-10-2022*

Auteur : *J. Hendrikse (BSEng)*

Paraaf auteur :

Gecontroleerd : *ing. R. Nieland (MSEng)*

Paraaf gecontroleerd :

Vrijgave opdrachtgever : *ing. J. van Kernebeek*

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>Basisgegevens</i>	8
4	<i>Normen en Richtlijnen</i>	8
5	<i>Overige uitgangspunten</i>	9
6	<i>Grondonderzoek</i>	11
7	<i>Bestaande situatie</i>	12
8	<i>Berekening dekdelen</i>	13
9	<i>Berekening hoofdligger</i>	16
10	<i>Berekening dwarsdrager</i>	19
11	<i>Houtverbinding dwarsdrager met paal</i>	22
12	<i>Leuning</i>	25
13	<i>Fundering</i>	27

BIJLAGEN

- A** *Sonderingen*
- B** *Doorsnedetoetsingen dekdelen*
- C** *Doorsnedetoetsingen hoofdligger*
- D** *Doorsnedetoetsingen dwarsdrager*
- E** *Doorsnedetoetsingen leuning*
- F** *Berekening paal draagvermogen (D-Foundations)*
 - F-1** *brug 782*
 - F-2** *brug 815*
 - F-3** *brug 816*
 - F-4** *brug 808*

1 Inleiding

De gemeente Leiden is voornemens om een 4-tal (houten) bruggen te vervangen door nieuwe, houten bruggen in Polderpark Cronesteyn. Dit park is gelegen aan de zuidzijde van de stad nabij de A4/N11.

De huidige bruggen zijn allen verschillend van opbouw en geometrie, met de nieuwe bruggen zal er meer eenheid worden aangebracht in het park. Alle bruggen krijgen 3 overspanningen en dezelfde type leuning.

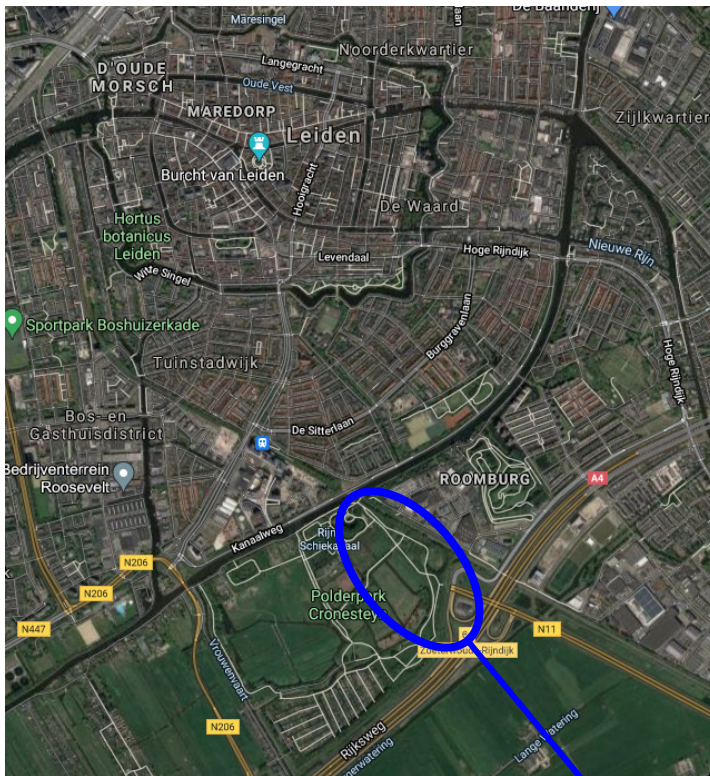
Ook worden zij dusdanig aangepast dat zij toegankelijk zijn voor minder-validen.

Het dek wordt opgebouwd uit houten dekdelen voorzien van een anti-sliplaag, bevestigd op houten liggers.

Door de leuningen enigszins schuin naar buiten te plaatsen wordt een open karakter gecreëerd.

De bruggen zijn gefundeerd op houten palen.

Voor een overzicht van de constructie wordt verwezen naar hoofdstuk 2.



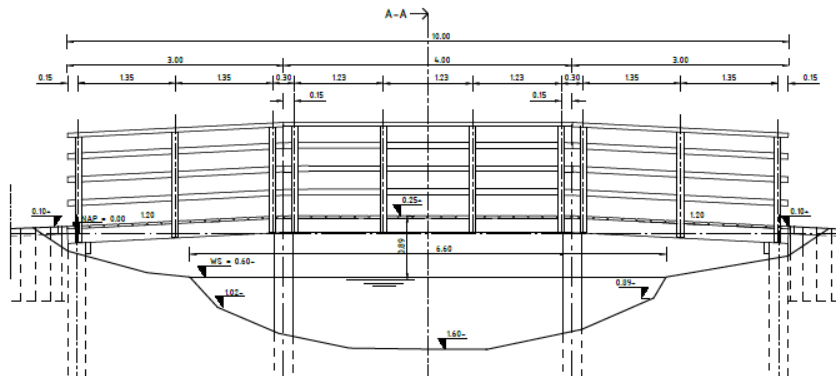
Bron: Google Maps



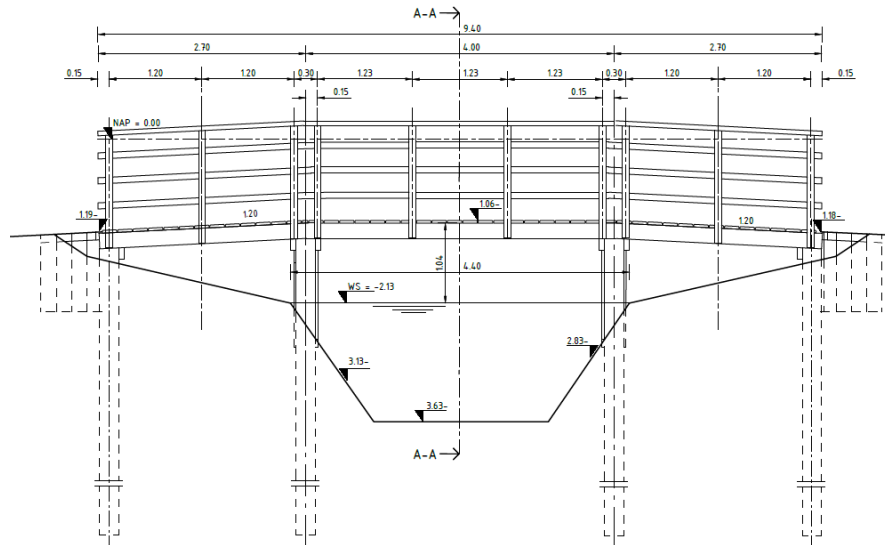
Bron: Google Maps

2 Overzicht constructie

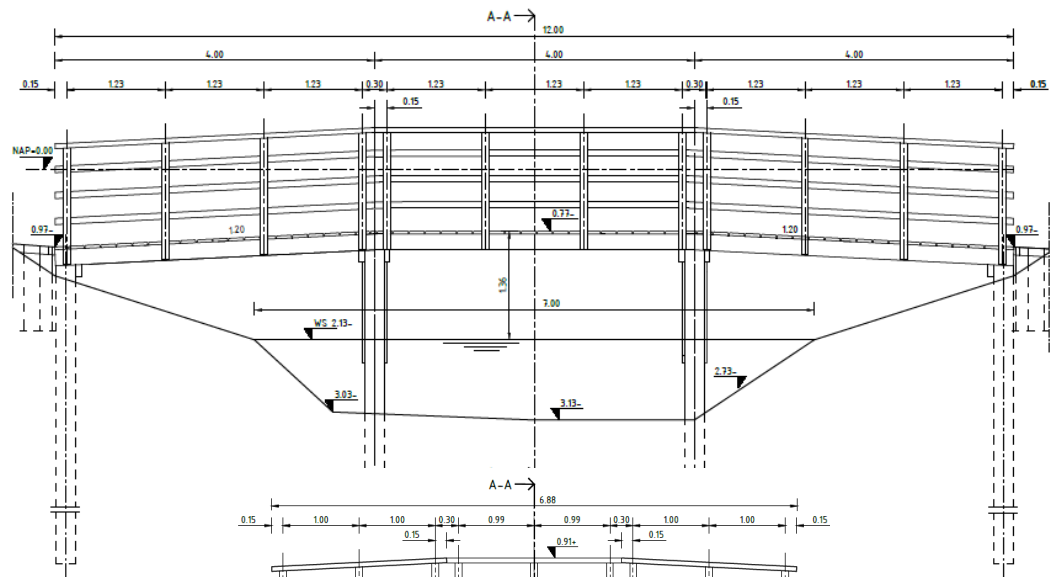
Brug 782



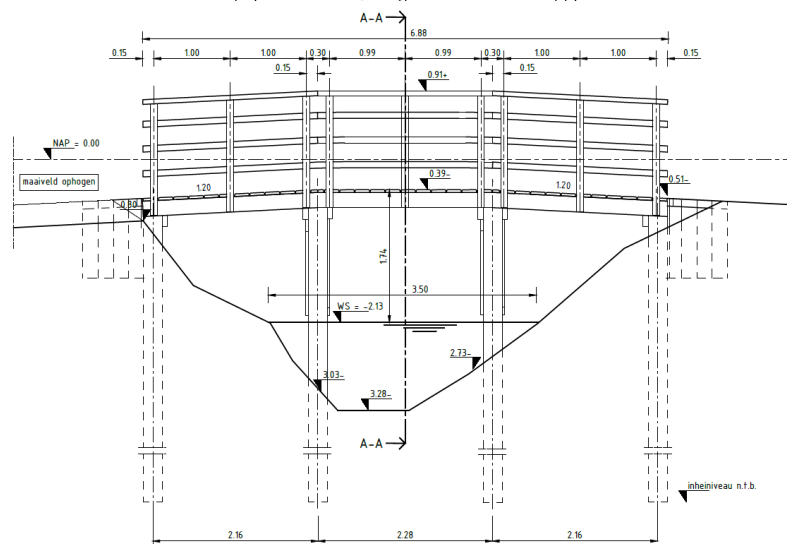
Brug 815



Brug 816



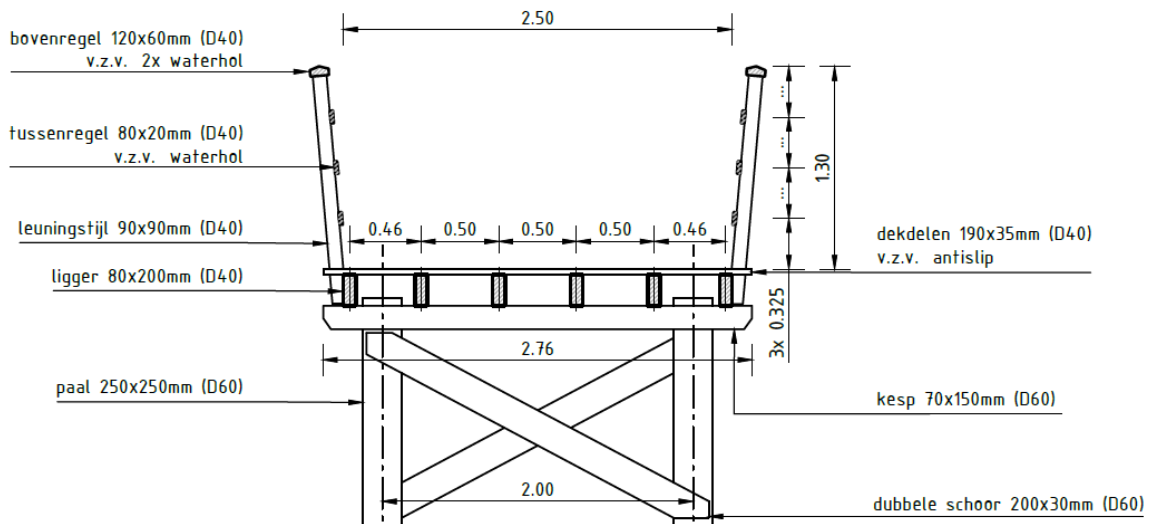
Brug 808



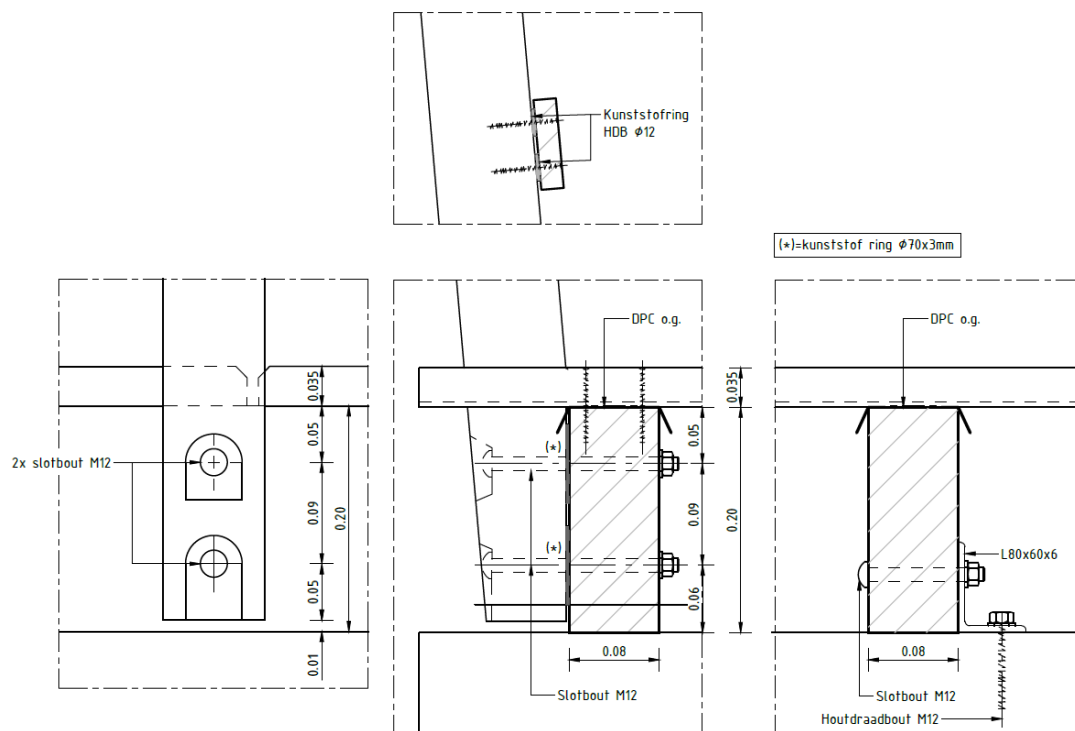
Overzicht constructie (vervolg)



Principe dwarsdoorsnede brug 782, 815 en 816



Principe dwarsdoorsnede brug 808



Principedetails (duurzaam detailleren)

Overzicht constructie (vervolg)

Toegepaste afmetingen (in mm.) en sterkteklassen

	b	x	h	sterkteklasse
• Dekdelen	190	x	35 h.o.h. 195	D40 (inclusief Safegrip (o.g.))
• Hoofdliggers	80	x	200 h.o.h. 500	D40
• Dwarsdrager	70	x	150	D60
• Leuning - stijl	90	x	90 h.o.h. 1500	D40 (let op: 90 is de minimale maat onderin) (let op: 1500 is de maximale h.o.h. afstand)
Leuning - bovenregel	120	x	50 / 70	D40
Leuning - tussenregel	20	x	80	D40
• Palen	250	x	250	D60 (Basralocus)
• Kruisverband	200	x	30	D60

NB: de gegeven houtsterkteklasse is de minimaal benodigde sterkteklasse per onderdeel.

M.b.t. duurzaamheid geldt voor alle onderdelen: **duurzaamheidsklasse I.**

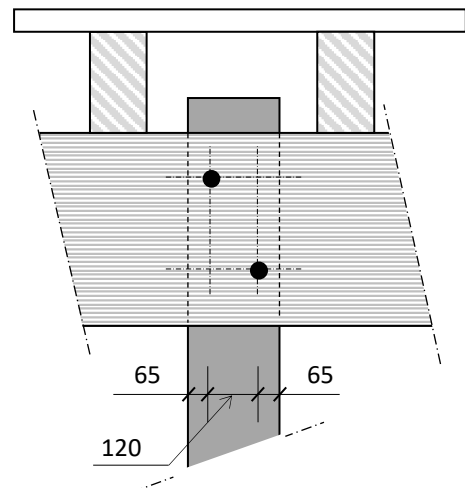
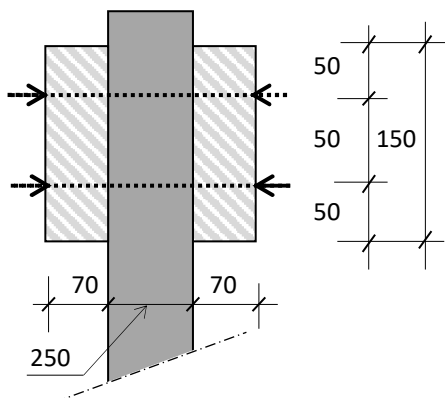
Bevestiging dekdelen middels houtdraadbouten **M10 x 100** (verzonken), **2** stuks per verbinding.

DPC/Ruberoid (o.g.) aanbrengen tussen:

- dekdelen en hoofdliggers
- hoofdliggers en dwarsdrager

Bevestiging dwarsdrager-paal

2 stuks M12 8.8 conform onderstaande geometrie:



Bevestiging bovenregel leuning middels ingelaten **RVS-pen Ø10**.

Bevestiging leuningstijl-hoofdligger M12 8.8 + kunststof ringen

Bevestiging hoofdliggers-dwarsdrager middels hoekstalen 80x60x6

Bevestiging kruisverband middels draadeinden M12 8.8

Alle stalen onderdelen thermisch verzinken S **235**

Alle overige verbindingen conform tekening danwel ter keuze van de aannemer.

M.b.t. de fundering geldt:

• paalpuntniveau brug	782	NAP	-6,00 m ¹	
	815	NAP	-7,00 m ¹	
	816	NAP	-7,00 m ¹	
	808	NAP	-4,50 m ¹	(met beleid en niet dieper heien)

3 Basisgegevens

De volgende gegevens zijn ter beschikking gesteld danwel opgevraagd/uitgevoerd:

- Uitvraag gemeente Leiden
Contactpersoon dhr. J. van Kernebeek
Datum 31-03-2021
- Paspoorten en inspectiefoto's
Opsteller Gemeente Leiden
- Sonderingen
Sondeerder IJB Geotechniek B.V.
Titel Leiden, Polderpad (Cronesteynpark)
Nieuwbouw 4 bruggen
Opdrachtnummer 61211499
Datum 25-06-2021
- Inspectiefoto's en inmetingen
Opsteller Bureau Schmidt
Datum 23-06-2021

4 Normen en Richtlijnen

Onderstaand is een overzicht gegeven van de vigerende, meest relevante normen en richtlijnen die voor dit project zijn 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 1991-2:2015 (nl) + NB:2019 (nl) *Verkeersbelasting op bruggen*

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 5: ontwerp en berekening van houtconstructies

- NEN-EN 1995-1-1:2011 (nl) + NB:2013 (nl) *Algemene regels en regels voor gebouwen*
- NEN-EN 1995-2:2011 (nl) + NB:2011 (nl) *Bruggen*

Eurocode 7: geotechnisch ontwerp van constructies

- NEN 9997-1:2019 (nl) *Algemene regels*

Richtlijnen

CUR 166 *Damwandconstructies, 6^e druk*

5 Overige uitgangspunten

Gevolgklasse

CC 1

NEN-EN 1990 (tabel NB.23-B1)

Geringe gevolgen t.a.v. het verlies van mensenlevens

Kleine/verwaarloosbare economische of sociale gevolgen voor de omgeving

Ontwerplevensduur (geschat)

25 jaar

het betreft hier een houtconstructie

Referentieperiode (belastingen)

50 jaar

NEN-EN 1990 (tabel NB.11-2.1)

Geotechnische categorie

2 -

NEN-EN 9997-1 (2.1)

Belastingen (verticaal)

- Gelijkmatig verdeelde belasting

 $q_{fk} =$ 5,00 kN/m²

NEN-EN 1991-2 (5.3.2.1)

- Geconcentreerde belasting

 $Q_{fvd} =$

7,00 kN

NEN-EN 1991-2 (5.3.2.2)

 $A =$ belast oppervlak0,10 x 0,10 m²

- Dienstvoertuig

 $Q_{serv} =$ twee-assig voertuig

met aslast

25 kN

NEN-EN 1991-2 (5.3.2.3)

wielbasis

3,00 m²

spoorbreedte

2,00 m²

wiellast

6,25 kN

belast oppervlak

0,25 x 0,25 m²

- Buitengewone aanwezigheid van een voertuig

Het park is ontoegankelijk voor verkeer, er hoeft niet te worden gerekend met onbedoelde voertuigen.

Belastingen (horizontaal)

NEN-EN 1991-2 (5.4)

$Q_{flk} =$ uit gelijkmatig verdeelde belasting = 10% van het totale belaste oppervlak

$Q_{ser} =$ uit dienstvoertuig = 30% van het totaalgewicht

Belastingen (leuning)

 $Q_{hor} =$ horizontale lijnlast= 0,80 kN/m²

NEN-EN 1991-2 (5.8)

 $Q_{vert} =$ verticale lijnlast= 0,80 kN/m²

} treden niet gelijktijdig op

De bruggen zijn gelegen in een park over grachten/sloten.

 $h =$ aangrijphoogte boven vloer= 1,30 m²

Bouwbesluit

Belastingen uit vaart

n.v.t. er hoeft geen rekening te worden gehouden met aanvaarbelastingen en/of bolderkrachten, er is geen vaarverkeer aanwezig.

Belasting- en ψ -factoren

De belastingfactoren (UGT) volgen uit NEN-EN 1990 tabel NB.16-A2.4(B):

 $\gamma_G = 1,20$ (6.10a) $\gamma_Q = 1,20$ (verkeer) $\gamma_G = 1,10$ (6.10b) $\gamma_Q = 1,35$ (overige VB)

De UGT-combinaties worden opgesteld conform NEN-EN 1990 tabel NB.5:

CC	Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
		Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
1	(Vgl. 6.10a)	1,2 $G_{k,j,sup}^a$	0,9 $G_{k,j,inf}$		1,35 $\psi_{0,1} Q_{k,1}$	1,35 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
	(Vgl. 6.10b)	1,1 $G_{k,j,sup}^b$	0,9 $G_{k,j,inf}$	1,35 $Q_{k,1}$		1,35 $\psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

Overige uitgangspunten (vervolg)

Belasting- en ψ -factoren (vervolg)

De BGT-combinaties worden opgesteld conform NEN-EN 1990 verg. 6.14, 6.15 en 6.16:

- 6.14b: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ karakteristiek t.b.v. paalreacties
- 6.15b: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$ frequent t.b.v. krachtsverdeling
- 6.16b: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$ quasi-blijvend t.b.v. kruip

De ψ -factoren volgen uit NEN-EN 1990 tabel NB.13-A2.2

Tabel NB.13 - A2.2 — ψ -factoren voor voetgangers- en fietsbruggen

Belasting	Symbool		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkeersbelastingen	gr 1	Gelijkmatig verdeelde belasting q_{fk}	0,4	0,8 ^c	0,4
		Horizontale belasting Q_{fk}			
	gr 2	Gelijkmatig verdeelde belasting q_{fk}	0,4	0,8 ^b	0
		Dienstvoertuig Q_{zerv}			
		Horizontale belasting Q_{fk}			
	Geconcentreerde belasting Q_{fwk}		0	0,8 ^b	0
	Onbedoeld voertuig (zie 5.6.3)		0	0,8 ^b	0
Windkrachten	F_{wk} blijvende ontwerpsituatie		0,3	0,6 ^b	0
	Uitvoering		0,8	0	
Thermische belastingen	T_k		0,3	0,8	0,3 ^a
Sneeuwbelastingen	$Q_{sn,k}$ blijvende ontwerpsituatie		0	0	0
	Uitvoering		0,8	0	
Belastingen tijdens de bouw	Q_c		1,0	0	1,0

^a In de uiterste grenstoestand kan voor ψ_2 voor thermische belasting 0 worden aangehouden.
^b Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0$.
^c Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0,4$.
 OPMERKING Groepen verkeersbelastingen hoeven niet met elkaar te zijn gecombineerd.

Gebruikte computerprogrammatuur Excel van Microsoft
D-Foundations van Deltares

Soortelijke gewichten

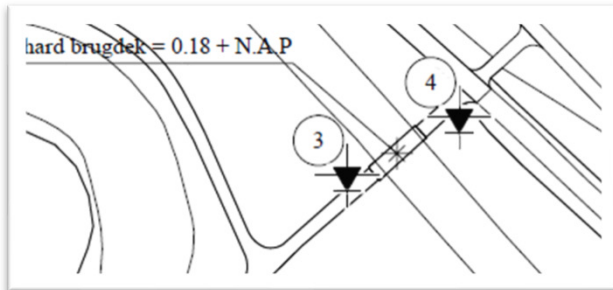
- *eigen gewicht beton* **25,0** kN/m³
- *asfalt/slijtlaag* **23,0** kN/m³
- *staal* **78,5** kN/m³
- *hout* **0,0** kN/m³ (afhankelijk van onderdeel/sterkteklasse)
- *grond (droog)* **18,0** kN/m³
- *grond (verzadigd)* **20,0** kN/m³

Overig

De horizontale belasting uit personen wordt geacht opgenomen te worden door inklemming danwel passieve grondweerstand. Eenzelfde geldt voor de windbelasting.

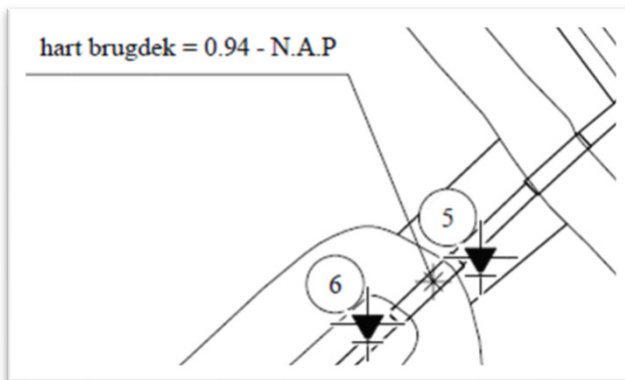
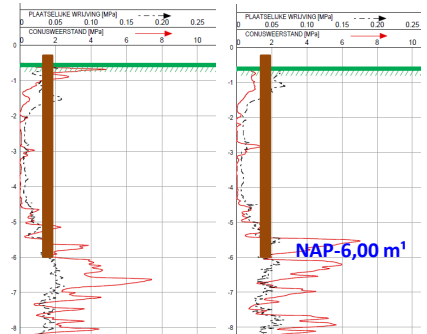
6 Grondonderzoek

Per brug zijn 2 sonderingen gemaakt, het volledige rapport is als **bijlage A** toegevoegd. Hiermee voldoet het grondonderzoek aan NEN 9997-1.

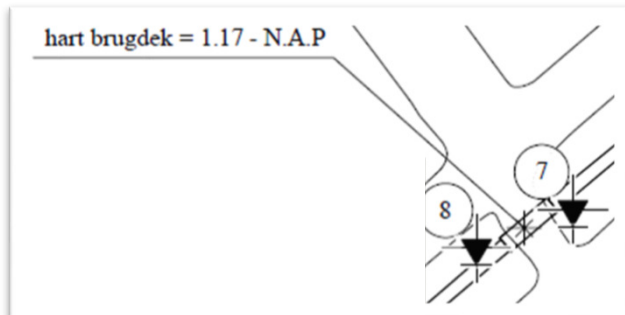
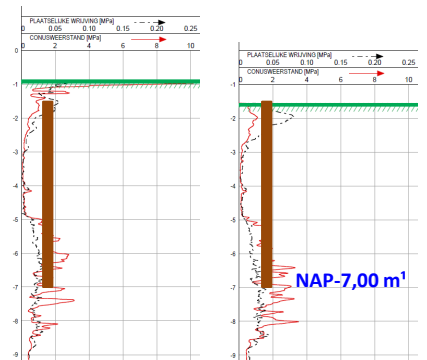


Brugnummer

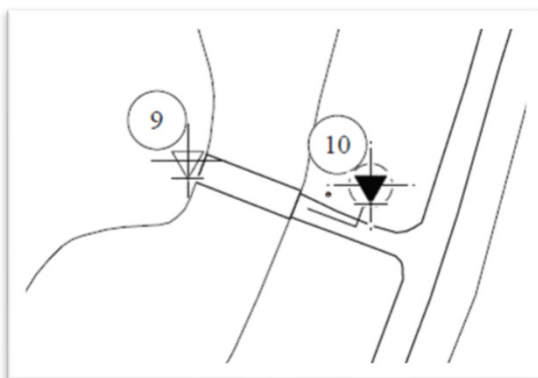
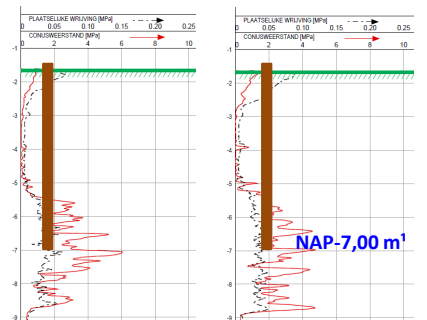
782



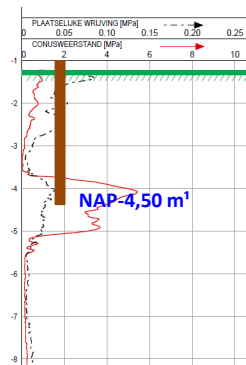
815



816



808



Meetpunt	X-waarde	Y-waarde	Z-waarde
3	94289.59	462060.23	-0.51
4	94307.5	462069.47	-0.56
5	94392.82	461928.03	-0.87
6	94377.16	461918.75	-1.55
7	94330.44	461871.01	-1.61
8	94316.32	461865.31	-1.63
10	94567.69	461615.91	-1.23

NB: de sonderingen 1 en 2 behoren bij een ander werk en derhalve hier niet van toepassing.

7 Bestaande situatie

Onderstaand enkele foto's van de bestaande bruggen, een volledige serie is opvraagbaar bij de OG.



Brug 782: <https://goo.gl/maps/Y3Ym7XugDtYoLSs37>



Brug 815: <https://goo.gl/maps/1LcEAxUzqRXVZqQR9>



Brug 816: <https://goo.gl/maps/rY1TDDxT46FotGqs7>

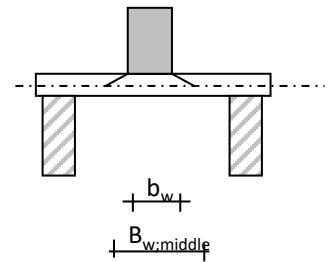
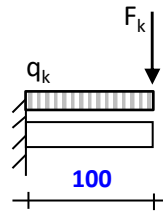
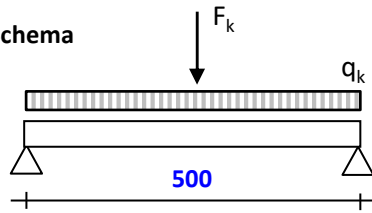


Brug 808: <https://goo.gl/maps/gmmNfkBa5MH67nTa6>

8 Berekening dekdelen

Sterkteklasse D40

8.1 Schema



gerekend wordt met een theoretische overspanning van

$$500 - 150 + 35 = 385 \text{ mm}$$

$$100 - 75 + 35 = 60 \text{ mm}$$

8.2 Afmetingen

$$\text{Dekdelen} = b \times h = 190 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ h.o.h. } 195 \text{ mm}$$

$$\text{Hoofdligger} = b \times h = 150 \times 250 \text{ mm}^2$$

$$b_w = \text{werkende breedte puntlast} = 135 \text{ mm}$$

$$b_{w,\text{middle}} = 135 + 35 = 170 \text{ mm}$$

8.3 Belastingen

$$q_g = \text{uit eigen gewicht} = 0,04 \times 0,20 \times 6,60 \text{ kN/m}^3 = 0,05 \text{ kN/m}^1$$

$$= \text{uit slijtlaag} = 0,01 \times 0,20 \times 23,0 \text{ kN/m}^3 = 0,04 \text{ kN/m}^1$$

$$\Sigma = 0,08 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{fk} = \text{uit gelijkmatig verdeelde belasting door personen} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$= \text{per plankbreedte} = 5,00 \times 0,2 = 0,98 \text{ kN/m}^1$$

$$Q_{fvd} = \text{uit geconcentreerde last op } 0,14 \times 0,14 \text{ m}^1 (b_{w,\text{middle}}) = 7,00 \text{ kN}$$

$$= 7,00 / 0,14 = 51,9 \text{ kN/m}^1$$

8.4 Middendeel: krachtsverdeling

$$q_{g;d} = 0,08 \times 1,10 (\gamma_{6.10b}) = 0,09 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{1;d} = 0,98 \times 1,20 (\gamma_{6.10b}) = 1,17 \text{ kN/m}^1$$

$$q_{2;d} = 7,00 \times 1,20 (\gamma_{6.10b}) = 8,40 \text{ kN}$$

$$M_{Ed;1} = 1/8 \times 0,09 \times 0,39^2 + 1/8 \times 1,17 \times 0,39^2 = 0,02 \text{ kNm}$$

$$M_{E;1} = 0,02 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed;2} = 1/8 \times 0,09 \times 0,39^2 + 1/4 \times 8,40 \times 0,39 = 0,81 \text{ kNm}$$

$$M_{E;2} = 0,68 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed;1} = 0,5 \times (0,09 + 1,17) \times 0,39 = 0,24 \text{ kN}$$

$$V_{Ed;2} = 0,5 \times 0,09 \times 0,39 + 8,40 = 8,42 \text{ kN}$$

Houtdoorsnede toetsen op:

$$M_{Ed} = 0,81 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 8,42 \text{ kN}$$

NB: de toetsing op sterkte vindt plaats op basis van alle belastinggevallen. De toetsing op doorbuiging wordt enkel gedaan op basis van eigen gewicht, permanente belastingen, gelijkmatig verdeelde belasting uit personen en kruip.

De (maatgevende) puntlast van 700 kg zal niet of zeer incidenteel optreden.

Berekening dekdelen (vervolg)**8.5 Middendeel: doorbuiging**

$$w_c = \text{zeeg} = 0,00 \text{ mm}$$

$$w_{\text{inst}} = \text{elastische (onmiddellijke) doorbuiging}$$

$$= \text{uit eigen gewicht en permanente belastingen} = 5qL^4 / 384EI$$

$$= 5 \times 0,08 \times 385^4 / 384 \times 9.750 \times 56,9 \times 10^4 = 0,00 \text{ mm}$$

$$= \text{uit gelijkmatig verdeeld (mobiel)} = 5qL^4 / 384EI$$

$$= 5 \times 0,98 \times 385^4 / 384 \times 9.750 \times 56,9 \times 10^4 = 0,05 \text{ mm}$$

$$= \text{uit puntlast} = (5qL^4 / 384EI) - (2qa^2(3L^2 - 2a^2) / 96EI)$$

$$= 5 \times 51,9 \times 385^4 / 384 \times 9.750 \times 56,9 \times 10^4 = 1,73 \text{ mm}$$

$$\text{met } a = L/2 - b_{w,\text{middle}} / 2 = 192,5 - 85 = 107,5 \text{ mm}$$

$$\text{met } q = 51,9 \text{ kN/m}^1 \text{ en } L = 385 \text{ mm}$$

$$w_{\text{creep};1} = \text{doorbuiging door kruip t.g.v. eigen gewicht en permanente belastingen}$$

$$\text{Aangehouden wordt dat deze gelijk is aan } w_{\text{inst uit EG+RB}} = 0,00 \text{ mm}$$

$$w_{\text{creep};2} = \text{doorbuiging door kruip t.g.v. mobiele belastingen}$$

$$\text{Aangehouden wordt dat deze gelijk is aan } \psi_2 \times w_{\text{inst uit VB}}$$

$$\text{met } \psi_2 = 0,40 - (\text{NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2}) = 0,02 \text{ mm}$$

$$w_{\text{net,fin}} = \text{uiteindelijke totale doorbuiging}$$

$$= w_c + w_{\text{inst}} + w_{\text{creep}}$$

$$= 0,00 + 0,00 + 0,05 + 0,00 + 0,02 = 0,08 \text{ mm}$$

Houtdoorsnede toetsen op:

$$w_{\text{inst};\text{EG+RB}} = 0,00 \text{ mm}$$

$$w_{\text{inst};\text{VB}} = 0,05 \text{ mm}$$

$$w_{\text{net,fin}} = 0,08 \text{ mm}$$

8.6 Overstek: krachtsverdeling

$$M_{\text{Ed};1} = 1/2 \times 0,09 \times 0,06^2 + 1/2 \times 1,17 \times 0,06^2 = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{E};1} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed};2} = 1/2 \times 0,09 \times 0,06^2 + 8,40 \times 0,06 = 0,50 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{E};2} = 0,42 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{Ed};1} = (0,09 + 1,17) \times 0,06 = 0,08 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Ed};2} = 0,09 \times 0,06 + 8,40 = 8,41 \text{ kN}$$

Houtdoorsnede toetsen op:

$$M_{\text{Ed}} = 0,50 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{Ed}} = 8,41 \text{ kN}$$

NB: een controle/toetsing van de doorbuiging ter plaatse van het overstek wordt achterwege gelaten, dit deel bevindt zich onder de leuning.

Berekening dekdelen (vervolg)

8.7 Toetsing onderdelen

Op sterkte

De houtdoorsnede is getoetst middels een spreadsheet. Deze is als [bijlage B](#) toegevoegd.

Hieruit volgt:

		<i>middendeel</i>	<i>overstek</i>	
UC moment	=	0,75 -	0,46 -	Voldoet
UC dwarskracht	=	0,88 -	0,88 -	Voldoet

Op doorbuiging

UC doorbuiging EG + RB	=	0,00 -	Voldoet
UC doorbuiging VB	=	0,03 -	Voldoet
UC totale doorbuiging	=	0,03 -	Voldoet

Toegepaste houtsterkteklasse = **D40**

9 Berekening hoofdligger

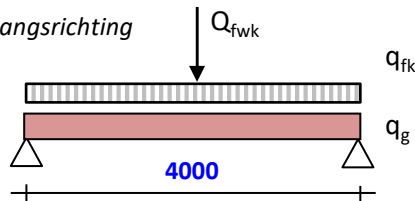
Sterkteklasse D40

9.1 Algemeen

De toetsing op sterkte vindt plaats op basis van alle belastinggevallen. De toetsing op doorbuiging wordt enkel gedaan op basis van eigen gewicht, permanente belastingen, kruip en de gelijkmatig verdeelde belasting uit personen, de (maatgevende) puntlast van 700 kg zal niet of zeer incidenteel optreden.

9.2 Schema

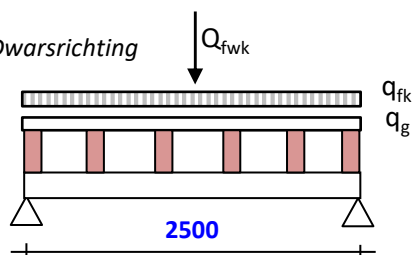
Langsrichting



gerekend wordt met een theoretische overspanning van
 $4000 - 160 = 3840 \text{ mm}$

met $160 = \text{breedte } 0,5 \times (\text{kesp} + \text{paalbreedte})$

Dwarsrichting



h.o.h. afstanden

randligger - hoofdligger **450 mm.**hoofdligger - hoofdligger **500 mm.**aantal liggers **6 st.**

9.3 Profielgegevens

$b \times h = 80 \times 200 \text{ mm}^2$

sterkteklasse = D40

soortelijk gewicht = 660 kg/m^3 gewicht ligger = $0,11 \text{ kN/m}^1$

9.4 Belastingen

q_g = uit eigen gewicht dek = $660 \text{ kg/m}^3 \times 3,50 \text{ cm} = 0,23 \text{ kN/m}^2$

= uit slijtlaag = $0,01 \times 23,0 \text{ kN/m}^3 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

q_{fk} = uit gelijkmatig verdeelde belasting door personen = $5,00 \text{ kN/m}^2$

Q_{fwk} = uit geconcentreerde last op $0,10 \times 0,10 \text{ m}^1 = 7,00 \text{ kN}$

Dit levert de volgende lijnlasten per liggertype:

- per hoofdligger = uit eigen gewicht ligger = $0,11 \text{ kN/m}^1$
- = uit dek = $0,50 \text{ m}^1 \times 0,23 \text{ kN/m}^2 = 0,12 \text{ kN/m}^1$
- = uit slijtlaag = $0,50 \text{ m}^1 \times 0,18 \text{ kN/m}^2 = 0,09 \text{ kN/m}^1$
- $\Sigma = 0,31 \text{ kN/m}^1$
- = uit personen = $0,50 \text{ m}^1 \times 5,00 \text{ kN/m}^2 = 2,50 \text{ kN/m}^1$

- per randligger = uit eigen gewicht ligger = 0 = $0,11 \text{ kN/m}^1$
- = uit dek = $0,23 \text{ m}^1 \times 0,23 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^1$
- = uit slijtlaag = $0,23 \text{ m}^1 \times 0,18 \text{ kN/m}^2 = 0,04 \text{ kN/m}^1$
- = uit leuning = aanname = **$0,15 \text{ kN/m}^1$**
- $\Sigma = 0,35 \text{ kN/m}^1$
- = uit personen = $0,23 \text{ m}^1 \times 5,00 \text{ kN/m}^2 = 1,13 \text{ kN/m}^1$

Berekening hoofdligger (vervolg)**9.5 Krachtsverdeling: sterkte**

$$\begin{aligned}
 q_{g;d} &= \gamma_{6.10a} = 1,20 \times 0,31 &= 0,38 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{fd} &= \gamma_{6.10a} = 1,20 \times 2,50 \text{ kN/m}^1 \times 0,4 (\psi_0) &= 1,20 \text{ kN/m}^1 \\
 \text{of } Q_{fwd} &= \gamma_{6.10a} = 1,20 \times 7,00 \text{ kN} \times 0,0 (\psi_0) &= 0,00 \text{ kN} \\
 \\
 q_{g;d} &= \gamma_{6.10b} = 1,10 \times 0,31 &= 0,34 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{fd} &= \gamma_{6.10b} = 1,20 \times 2,50 \text{ kN/m}^1 &= 3,00 \text{ kN/m}^1 \\
 \text{of } Q_{fwd} &= \gamma_{6.10b} = 1,20 \times 7,00 \text{ kN} &= 8,40 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

6.10a

$$\begin{aligned}
 M_{Ed;1} &= 1/8 \times 0,38 \times 3,84^2 + 1/8 \times 1,20 \times 3,84^2 &= 2,90 \text{ kNm} \\
 M_{Ed;2} &= 1/8 \times 0,38 \times 3,84^2 + 1/4 \times 0,00 \times 3,84 &= 0,69 \text{ kNm} \\
 V_{Ed;1} &= 0,5 \times (0,38 + 1,20) \times 3,84 &= 3,03 \text{ kN} \\
 V_{Ed;2} &= 0,5 \times 0,38 \times 3,84 + 0,00 &= 0,72 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

6.10b

$$\begin{aligned}
 M_{Ed;1} &= 1/8 \times 0,34 \times 3,84^2 + 1/8 \times 3,00 \times 3,84^2 &= 6,16 \text{ kNm} \\
 M_{Ed;2} &= 1/8 \times 0,34 \times 3,84^2 + 1/4 \times 8,40 \times 3,84 &= 8,70 \text{ kNm} \\
 V_{Ed;1} &= 0,5 \times (0,34 + 3,00) \times 3,84 &= 6,42 \text{ kN} \\
 V_{Ed;2} &= 0,5 \times 0,34 \times 3,84 + 8,40 &= 9,06 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Doorsnede toetsen op:

$$\begin{aligned}
 M_{Ed} &= 8,70 \text{ kNm} \\
 V_{Ed} &= 9,06 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

9.6 Krachtsverdeling: doorbuiging

$$\begin{aligned}
 w_c &= \text{zeeg} = \text{n.v.t.} &= 0 \text{ mm} \\
 w_{inst} &= \text{elastische (onmiddellijke) doorbuiging} \\
 &= \text{uit eigen gewicht en permanente belastingen} = 5qL^4 / 384EI \\
 &= 5 \times 0,31 \times 3840^4 / 384 \times 9.750 \times 5.333 \times 10^4 &= 2 \text{ mm} \\
 \\
 &= \text{uit gelijkmatig verdeeld (mobiel)} = 5qL^4 / 384EI \\
 &= 5 \times 2,50 \times 3840^4 / 384 \times 9.750 \times 5.333 \times 10^4 &= 14 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{creep;1} &= \text{doorbuiging door kruip t.g.v. eigen gewicht en permanente belastingen} \\
 &\text{Aangehouden wordt dat deze gelijk is aan } w_{inst} \text{ uit EG+RB} &= 2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{creep;2} &= \text{doorbuiging door kruip t.g.v. mobiele belastingen} \\
 &\text{Aangehouden wordt dat deze gelijk is aan } \psi_2 \times w_{inst} \text{ uit VB} &= 5 \text{ mm} \\
 &\text{met } \psi_2 = 0,40 - (\text{NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{net,fin} &= \text{uiteindelijke totale doorbuiging} \\
 &= w_c + w_{inst} + w_{creep} \\
 &= 0 + 2 + 14 + 2 + 5 &= 22 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Doorsnede toetsen op:

$$\begin{aligned}
 w_{inst;EG+RB} &= 2 \text{ mm} \\
 w_{inst;VB} &= 14 \text{ mm} \\
 w_{net,fin} &= 22 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berekening hoofdligger (vervolg)**9.7 Toetsing**

De houtdoorsnede is getoetst middels een spreadsheet. Deze is als [bijlage C](#) toegevoegd.

Hieruit volgt:

UC moment = 0,76 - **Voldoet**

UC dwarskracht = 0,39 - **Voldoet**

Op doorbuiging

UC doorbuiging EG + RB = 0,13 - **Voldoet**

UC doorbuiging VB = 0,71 - **Voldoet**

UC totale doorbuiging = 0,88 - **Voldoet**

Toegepaste houtsterkteklasse = **D40**

10 Berekening dwarsdrager

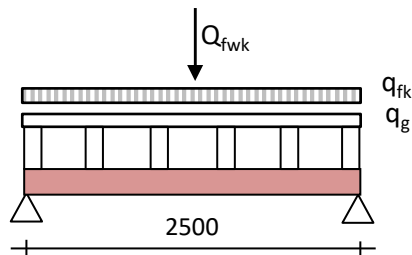
Sterkteklasse D60

10.1 Algemeen

De toetsing op sterkte vindt plaats op basis van alle belastinggevallen. De toetsing op doorbuiging wordt enkel gedaan op basis van eigen gewicht, permanente belastingen, kruip en de gelijkmatig verdeelde belasting uit personen, de puntlast van 700 kg zal niet of zeer incidenteel optreden.

Aantal dwarsdrager per paal: **2** st.

10.2 Schema



Revisie 1:

brug 815 en 816 zijn 3,50 m¹ breed. Hierdoor zal er een extra paal worden aangebracht ter plaatse van de dwarsdragers. Deze situatie is niet maatgevend t.o.v. de reeds berekende situatie zoals hiernaast aangegeven.

10.3 Profielgegevens

$b \times h$ = **70** x **150** mm²
 sterkteklasse = D60
 soortelijk gewicht = 840 kg/m³

10.4 Belastingen

Er wordt uitgegaan van een gelijkmatige afdracht van belastingen vanuit de hoofdliggers op de dwarsdrager. Hierbij wordt tevens verondersteld dat de buitenste liggers haar belasting direct afdragen aan de palen en derhalve geen invloed hebben op de krachtsverdeling in de dwarsdrager.

$$\begin{aligned}
 q_g &= \text{uit eigen gewicht ligger} &= 0,07 \times 0,15 \times 8,40 &= 0,09 \text{ kN/m}^1 \\
 &\text{uit puntlast houten hoofdligger} &= \text{zie blz 17} & \\
 &= 2,00 \text{ m}^1 \times 0,31 \text{ kN/m}^1 &= \text{uit half tussenveld} &= 0,63 \text{ kN} \\
 + &2,00 \text{ m}^1 \times 0,31 \text{ kN/m}^1 &= \text{uit half eindveld} &= 0,63 \text{ kN} \\
 &&&\Sigma &= 1,25 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{fk} &= \text{uit gelijkmatig verdeelde belasting door personen} \\
 &\text{uit puntlast houten hoofdligger} &= \text{zie blz 17} & \\
 &= 2,00 \text{ m}^1 \times 2,50 \text{ kN/m}^1 &= \text{uit half tussenveld} &= 5,00 \text{ kN} \\
 &= 2,00 \text{ m}^1 \times 2,50 \text{ kN/m}^1 &= \text{uit half eindveld} &= 5,00 \text{ kN} \\
 &&&\Sigma &= 10,0 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$Q_{fwk} = \text{uit geconcentreerde last op } 0,10 \times 0,10 \text{ m}^1 = 7,00 \text{ kN}$$

Dit levert de volgende lijnlasten:

- per dwarsdr. = uit eigen gewicht ligger = 0,09 kN/m¹
 = uit EG + RB = 4 st. x 1,25 / **2,00** m¹ / 2 st. = 1,25 kN/m¹
 = uit personen = 4 st. x 10,0 / 2,00 m¹ / 2 st. = 10,0 kN/m¹

Berekening dwarsdrager (vervolg)**9.5 Krachtsverdeling: sterkte**

$$\begin{aligned}
 q_{g;d} &= \gamma_{6.10a} = 1,20 \times 1,34 \text{ kN/m}^1 &= 1,61 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{fd} &= \gamma_{6.10a} = 1,20 \times 10,0 \text{ kN/m}^1 \times 0,4 (\psi_0) &= 4,80 \text{ kN/m}^1 \\
 \text{of } Q_{fwd} &= \gamma_{6.10a} = 1,20 \times 7,00 \text{ kN} \times 0,0 (\psi_0) &= 0,00 \text{ kN} \\
 \\
 q_{g;d} &= \gamma_{6.10b} = 1,10 \times 1,34 \text{ kN/m}^1 &= 1,47 \text{ kN/m}^1 \\
 q_{fd} &= \gamma_{6.10b} = 1,20 \times 10,0 \text{ kN/m}^1 &= 12,0 \text{ kN/m}^1 \\
 \text{of } Q_{fwd} &= \gamma_{6.10b} = 1,20 \times 7,00 \text{ kN} &= 8,40 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

6.10a

$$\begin{aligned}
 M_{Ed;1} &= 1/8 \times 1,61 \times 1,75^2 + 1/8 \times 4,80 \times 1,75^2 &= 2,45 \text{ kNm} \\
 M_{Ed;2} &= 1/8 \times 1,61 \times 1,75^2 + 1/4 \times 0,00 \times 1,75 &= 0,62 \text{ kNm} \\
 V_{Ed;1} &= 0,5 \times (1,61 + 4,8) \times 1,75 &= 5,61 \text{ kN} \\
 V_{Ed;2} &= 0,5 \times 1,61 \times 1,75 + 0,00 &= 1,41 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

6.10b

$$\begin{aligned}
 M_{Ed;1} &= 1/8 \times 1,47 \times 1,75^2 + 1/8 \times 12,0 \times 1,75^2 &= 5,16 \text{ kNm} \\
 M_{Ed;2} &= 1/8 \times 1,47 \times 1,75^2 + 1/4 \times 8,40 \times 1,75 &= 4,24 \text{ kNm} \\
 V_{Ed;1} &= 0,5 \times (1,47 + 12,0) \times 1,75 &= 11,8 \text{ kN} \\
 V_{Ed;2} &= 0,5 \times 1,47 \times 1,75 + 8,40 &= 9,69 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Doorsnede toetsen op:

$$M_{Ed} = 5,16 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 11,8 \text{ kN}$$

9.6 Krachtsverdeling: doorbuiging

$$w_c = \text{zeeg} = \text{n.v.t.} = 0 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 w_{inst} &= \text{elastische (onmiddellijke) doorbuiging} \\
 &= \text{uit eigen gewicht en permanente belastingen} = 5qL^4 / 384EI \\
 &= 5 \times 1,34 \times 1750^4 / 384 \times 12.750 \times 1.969 \times 10^4 = 1 \text{ mm} \\
 &= \text{uit gelijkmatig verdeeld (mobiel)} = 5qL^4 / 384EI \\
 &= 5 \times 10,0 \times 1750^4 / 384 \times 12.750 \times 1.969 \times 10^4 = 5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{creep;1} &= \text{doorbuiging door kruip t.g.v. eigen gewicht en permanente belastingen} \\
 &\text{Aangehouden wordt dat deze gelijk is aan } w_{inst} \text{ uit EG+RB} = 1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{creep;2} &= \text{doorbuiging door kruip t.g.v. mobiele belastingen} \\
 &\text{Aangehouden wordt dat deze gelijk is aan } \psi_2 \times w_{inst} \text{ uit VB} = 2 \text{ mm} \\
 &\text{met } \psi_2 = 0,40 - (\text{NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w_{net,fin} &= \text{uiteindelijke totale doorbuiging} \\
 &= w_c + w_{inst} + w_{creep} \\
 &= 0 + 1 + 5 + 1 + 2 = 8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Doorsnede toetsen op:

$$w_{inst;EG+RB} = 1 \text{ mm}$$

$$w_{inst;VB} = 5 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} = 8 \text{ mm}$$

Berekening dwarsdrager (vervolg)**9.7 Toetsing**

De houtdoorsnede is getoetst middels een spreadsheet. Deze is als [bijlage D](#) toegevoegd.

Hieruit volgt:

UC moment = 0,61 - **Voldoet**

UC dwarskracht = 0,70 - **Voldoet**

Op doorbuiging

UC doorbuiging EG + RB = 0,11 - **Voldoet**

UC doorbuiging VB = 0,56 - **Voldoet**

UC totale doorbuiging = 0,70 - **Voldoet**

Toegepaste houtsterkteklasse = **D60**

Houtverbinding dwarsdrager met paal (vervolg)

11.4 Belastingen

$$F_d = \text{belasting op één dwarsdrager, volgt uit } V_{Ed;\max} \text{ op blz. 21} = 11,8 \text{ kN}$$

11.5 Krachtsverdeling

Bovenste bout

$$F_{v;d} = \text{optredende schuifkracht} = \text{belasting op één dwarsdrager} = 11,8 \text{ kN}$$

$$F_{t;d} = \text{optredende trekkracht}$$

$$= (F \times a_1) / a_2 = 11,8 \text{ kN} \times 35 \text{ mm} / 75 \text{ mm} = 5,50 \text{ kN}$$

$$\text{met } a_1 = 1/2 \times \text{breedte dwarsdrager} \quad \text{met } a_2 = 3/4 \times \text{afstand bout tot onderzijde hout}$$

Onderste bout

$$F_{v;d} = \text{optredende schuifkracht} = \text{belasting op één dwarsdrager} = 11,8 \text{ kN}$$

$$F_{t;d} = \text{optredende drukkracht} = \text{n.v.t., wordt door hout overgedragen} = 0 \text{ kN}$$

11.6 Toetsing bouten

Toegepast M12 en kwaliteit 8.8

Gerolde draad, afschuifvlak door draad

$$F_{v;u;d} = \text{grens afschuifkracht} = 32,4 \text{ kN}$$

$$F_{t;u;d} = \text{grens trekkracht} = 48,6 \text{ kN}$$

Enkel de bovenste bout wordt getoetst. De onderste bout wordt alleen belast door een schuifkracht, welke even groot is als de schuifkracht in de bovenste bout.

$$\text{UC 1} = \text{op afschuiving} = 11,8 / 32,4 = 0,36 \quad \text{voldoet}$$

$$\text{UC 2} = \text{op trek} = 5,5 / 48,6 = 0,11 \quad \text{voldoet}$$

$$\text{UC 3} = \text{op afschuiving én trek} = 0,36 + 0,11 / 1,4 = 0,45 \quad \text{voldoet}$$

11.7 Toetsing drukkracht onder oplegging (art. 10.4.3)

$$D_1 = \text{buitendiameter sluitring} = \text{min. 3d} = 36 \text{ mm}$$

$$= \text{gekozen buitendiameter} = 40 \text{ mm}$$

$$t = \text{dikte sluitring} \geq 0,3d \geq 4 \text{ mm}$$

$$D_2 = \text{gatdiameter t.b.v. bout} = 14 \text{ mm}$$

$$A = \text{netto contactoppervlakte met hout} = 1103 \text{ mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = \text{druksterkte loodrecht op de vezels dwarsdrager}$$

$$= 10,5 \text{ N/mm}^2 / 1,30 (\gamma_M) \times 0,70 (k_{mod} \text{ kortdurend, tabel 3.1}) = 5,65 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{t;u;d} = 1103 \times 5,65 \times 10^{-3} = 6,23 \text{ kN}$$

$$\text{UC} = \text{opneembare trek ring} = 5,50 / 6,23 = 0,88 \quad \text{voldoet}$$

Houtverbinding dwarsdrager met paal (vervolg)

11.8 Toetsing schuifkracht

Voor deze toetsing worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de verbindingsmiddelen werken dubbelsnedig, derhalve van toepassing de formules 8.7 g t/m k;
- de bout wordt niet maatgevend geacht, derhalve vervallen de formules 8.7 j t/m k;

$$\begin{aligned}
 f_{h,1,k} &= \text{kar. stuiksterkte onderdeel 1 } \perp \text{ vezelr. (form. 8.31)} & \alpha &= 90^\circ = 56,1 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{met } f_{h,0,k} &= 60,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (form. 8.32)} & \sin \alpha &= 1,00 - \\
 k_{90} &= 1,08 - \text{ (form. 8.33)} & \cos \alpha &= 0,00 - \\
 f_{h,2,k} &= \text{kar. stuiksterkte onderdeel 2 // vezelr (form. 8.31)} & \alpha &= 0^\circ = 60,6 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{met } f_{h,0,k} &= 60,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (form. 8.32)} & \sin \alpha &= 0,00 - \\
 k_{90} &= 1,08 - \text{ (form. 8.33)} & \cos \alpha &= 1,00 - \\
 t_1 &= \text{hecht lengte van het verbindingsmiddel in onderdeel 1} & &= 70 \text{ mm} \\
 t_2 &= \text{hecht lengte van het verbindingsmiddel in onderdeel 2} & &= 125 \text{ mm} \\
 d &= \text{boutdiameter} & &= 12 \text{ mm} \\
 \beta &= f_{h,2,k} / f_{h,1,k} & &= 1,08 - \\
 F_{ax,Rk} &= \text{minimum uit kar. axiale uittreksterkte bout (art. 8.5.2)} & &= 48,6 \text{ kN} \\
 & \quad \text{sterkte sluitring (art. 8.5.2)} & &= 34,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

form. 8.7:

$$f_{h,1,k} t_1 d \quad (g)$$

$$0,5 f_{h,2,k} t_2 d \quad (h)$$

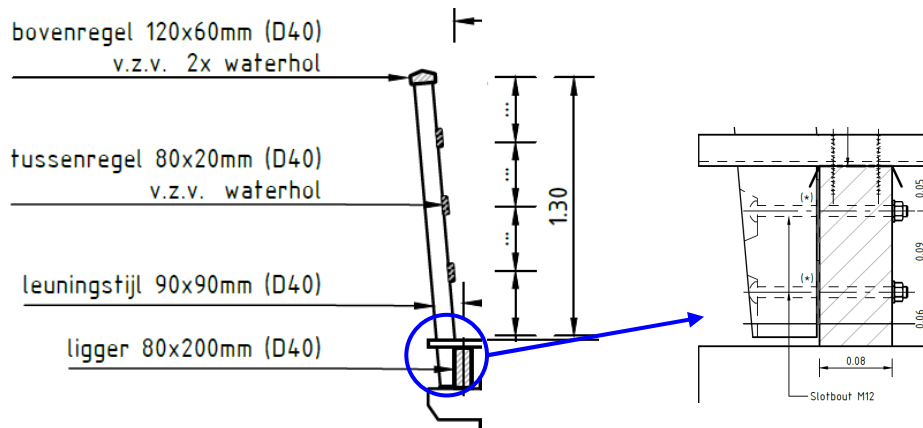
$$\begin{aligned}
 F_{v,Rk} \quad g &= 56,1 \times 70,0 \times 12 \times 10^{-3} & &= 47,1 \text{ kN} \\
 h &= 0,5 \times 60,6 \times 125 \times 12 \times 10^{-3} & &= 45,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$F_{v,Rk} = \text{het minimum uit g of h} = 45,5 \text{ kN}$$

$$UC = \text{opneembare schuifkracht} = 11,8 / 45,5 = 0,26 \text{ voldoet}$$

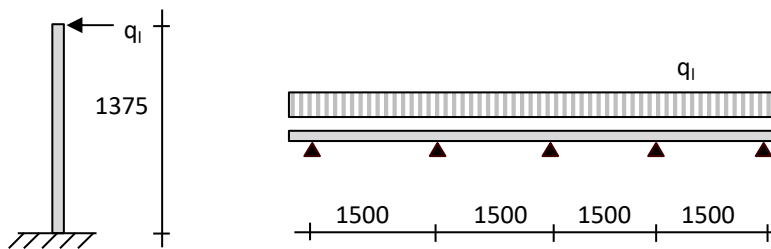
12 Leuning

12.1 Geometrie



stijl	b x h =	90	x	90	mm.	hoogte	1500	mm.	h.o.h.	1500	mm.	(maximaal)
bovenregel	b x h =	120	x	60	mm.	(gemiddelde dikte)						
tussenregel	b x h =	20	x	80	mm.							

12.2 Schema



12.3 Belastingen

De (maatgevende) belasting op de bovenregel bedraagt (horizontaal of verticaal) $q_l = 0,80 \text{ kN/m}^1$
 De tussenregel wordt getoetst op een enkele, verticale puntlast (persoon) van $F_l = 1,50 \text{ kN}$

12.4 Krachtsverdeling

Stijl

M_E	=	maximaal moment	=	0,80	x	1,50	x	1,38	=	1,65	kNm
$M_{E;d}$	=	rekenwaarde	=	1,65			x	1,35 (γ)	=	2,23	kNm
$V_{E;d}$	=	dwarskracht	=			1,20	x	1,35	=	1,62	kN

Bovenregel

M_E	=	maximaal moment	=	1/10	x	0,80	x	1,50	²	=	0,18	kNm
$M_{E;d}$	=	rekenwaarde	=	0,18			x	1,35	(γ)	=	0,24	kNm
$V_{E;d}$	=	dwarskracht	=	0,6	x	0,80	x	1,35		=	0,65	kN

Tussenregel

M_E	=	maximaal moment	=	1/8	x	1,00	x	1,50	=	0,28	kNm	
$M_{E;d}$	=	rekenwaarde	=	0,28			x	1,35	(γ)	=	0,38	kNm
$V_{E;d}$	=	dwarskracht	=			1,00	x	1,35		=	1,35	kN

Leuning (vervolg)

12.5 Toetsing

De houtdoorsnede is getoetst middels een spreadsheet. Deze is als [bijlage E](#) toegevoegd.

Hieruit volgt:

Stijl

$$\begin{aligned}
 W_{y,el} &= 1/6 \times 90 \times 90^2 &= 122 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 \sigma_d &= 2,23 \times 10^6 / 122 \times 10^3 &= 18,3 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{toel} &= \text{uit sterkteklasse } \mathbf{D40} &= 23,9 \text{ N/mm}^2 \\
 UC &= 0,77 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 90 \times 90 &= 8.100 \text{ mm}^2 \\
 \tau_d &= 3/2 \times 1,62 \times 10^3 / 8.100 &= 0,3 \text{ N/mm}^2 \\
 \tau_{toel} &= &= 2,15 \text{ N/mm}^2 \\
 UC &= 0,14 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

Bovenregel

$$\begin{aligned}
 W_y &= 1/6 \times 120 \times 60^2 &= 72 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 \sigma_d &= 0,24 \times 10^6 / 72 \times 10^3 &= 3,38 \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{toel} &= \text{uit sterkteklasse } \mathbf{D40} &= 25,9 \text{ N/mm}^2 \\
 UC &= 0,13 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 120 \times 60 &= 7.200 \text{ mm}^2 \\
 \tau_d &= 3/2 \times 0,65 \times 10^3 / 7.200 &= 0,14 \text{ N/mm}^2 \\
 \tau_{toel} &= &= 2,15 \text{ N/mm}^2 \\
 UC &= 0,06 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

Tussenregel

$$\begin{aligned}
 W_y &= 1/6 \times 20 \times 80^2 &= 21,3 \times 10^3 \text{ mm}^3 \\
 \sigma_d &= 0,38 \times 10^6 / 21,3 \times 10^3 &= \text{####} \text{ N/mm}^2 \\
 \sigma_{toel} &= \text{uit sterkteklasse } \mathbf{D40} &= 24,4 \text{ N/mm}^2 \\
 UC &= 0,73 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 20 \times 80 &= 1.600 \text{ mm}^2 \\
 \tau_d &= 3/2 \times 1,35 \times 10^3 / 1.600 &= 1,27 \text{ N/mm}^2 \\
 \tau_{toel} &= &= 2,15 \text{ N/mm}^2 \\
 UC &= 0,59 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

Bevestiging

De stijl wordt aan de randligger bevestigd middels een boutverbinding.

$$\begin{aligned}
 M_{\max;d} &= \text{maximaal optredend moment ter plaatse van de verbinding} &= 2,23 \text{ kNm} \\
 n &= \text{totaal aantal bouten per verbinding (boven + onder)} &= \mathbf{2} \text{ st.} \\
 a &= \text{arm tussen de bouten} &= \mathbf{90} \text{ mm.} \\
 F_{t,d} &= \text{trekkracht per bout} = 2,23 \text{ kNm} / 0,09 \text{ m}^1 / 1 \text{ st./zijde} &= 24,8 \text{ kN} \\
 F_{t,u;d} &= \text{toelaatbare trekkracht} = M \mathbf{12} \text{ kwaliteit } \mathbf{8.8} &= \mathbf{48,6} \text{ kN} \\
 UC &= 0,51 &\mathbf{voldoet}
 \end{aligned}$$

13 Fundering

13.1 Algemeen

De brug wordt gefundeerd op houten palen. Toepassen: **D60 (Azobé)** # **250** mm.

13.2 Belastingen

Tussensteunpunt

Uit de belastingen en het schema van de dwarsdrager volgt:

$$\begin{aligned}
 F &= \text{uit EG + RB middenligger} = (\text{zie blz. 20}) &= 0,63 \text{ kN} \\
 &= \text{uit EG + RB randligger} = \text{ongeveer } 0,5 \times F_{\text{middenligger}} &= 0,31 \text{ kN} \\
 &= \text{uit VB middenligger} = (\text{zie blz. 20}) &= 5,00 \text{ kN} \\
 &= \text{uit VB randligger} = \text{ongeveer } 0,5 \times F_{\text{middenligger}} &= 2,50 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Dit zijn de belastingen uit een half middenveld. Voor de fundatie komt hier nog bij de belasting uit een half eindveld. Er geldt dan: *(halfeindveld)*

$$\begin{aligned}
 F &= \text{uit EG + RB middenligger} = 0,63 + (2,00 / 2,00) \times 0,63 &= 1,25 \text{ kN} \\
 &\quad \text{waarbij 2,00 de lengte is van het eindveld.} \\
 &= \text{uit EG + RB randligger} = 0,31 + (2,00 / 2,00) \times 0,31 &= 0,63 \text{ kN} \\
 &= \text{uit VB middenligger} = 5,0 + (2,00 / 2,00) \times 5,00 &= 10,0 \text{ kN} \\
 &= \text{uit VB randligger} = 2,50 + (2,00 / 2,00) \times 2,50 &= 5,00 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$F_{\text{tot}} = 1,25 \times 4 + 1,25 \times 2 + 10,0 \times 4 + 5,00 \times 2 = 58 \text{ kN}$$

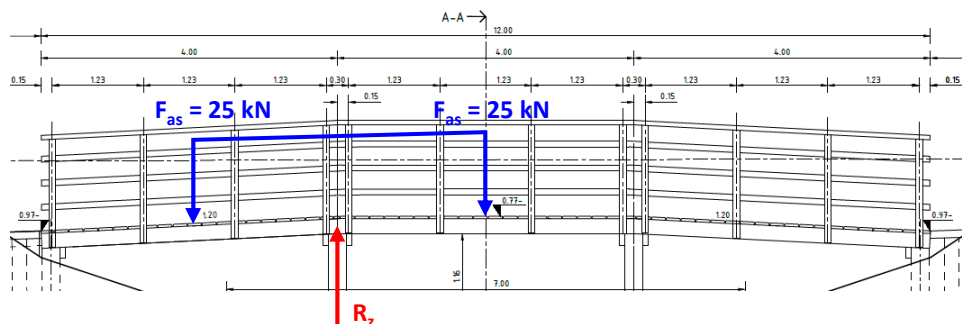
waarbij 4 het aantal hoofdliggers en 2 het aantal randliggers is.

$$F_{\text{tot;d}} = 1,10 \times 7,51 + 1,20 \times 50,0 = 68 \text{ kN}$$

$$n = \text{aantal palen} = 2 \text{ st.}$$

$$F_{\text{tot;d}} = \text{belasting per paal (rekenwaarde)} = 68 / 2 = 34 \text{ kN}$$

NB: de belastingen uit het dienstvoertuig zijn niet maatgevend gebleken:



$$R_{z;\text{max}} = (2,50 / 4,00) \times F_{\text{as}} + (2,50 / 4,00) \times F_{\text{as}} = 31 \text{ kN} = 16 \text{ kN/paal}$$

Landhoofd

De belastingen op het landhoofd zijn aanzienlijk lager, derhalve niet beschouwd. Overeenkomstig het tussensteunpunt dezelfde palen (aantal en paalpuntniveau) toepassen.

13.3 Grondonderzoek & draagvermogen

In **bijlage A** zijn relevante sonderingen bijgevoegd welke in de nabijheid van de brug zijn genomen.

In **bijlage F** zijn de berekeningen middels D-Foundations bijgevoegd. Hieruit volgt:

- **bijlage F-1** = brug 782 PPN = NAP **-6,00** m¹ UC = 34 / **77** = **0,44** **voldoet**
- **bijlage F-2** = brug 815 PPN = NAP **-7,00** m¹ UC = 34 / **59** = **0,58** **voldoet**
- **bijlage F-3** = brug 816 PPN = NAP **-7,00** m¹ UC = 34 / **72** = **0,47** **voldoet**
- **bijlage F-4** = brug 808 PPN = NAP **-4,50** m¹ UC = 34 / **50** = **0,68** **voldoet**

Fundering (vervolg)

Grondonderzoek & draagvermogen (vervolg)

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-4.50	5	****	****	Fout	Fout	Fout
-4.75	7	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.00	10	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.25	13	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.50	34	****	10	Goed	Fout	Goed
-5.75	46	9	4	Goed	Goed	Goed
-6.00	77	3	2	Goed	Goed	Goed
-6.25	83	3	2	Goed	Goed	Goed
-6.50	101	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.75	124	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.00	140	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.25	145	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.50	153	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.75	160	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.00	166	1	1	Goed	Goed	Goed

brug 782

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-5.50	30	****	12	Fout	Fout	Goed
-5.75	37	23	6	Goed	Goed	Goed
-6.00	43	9	4	Goed	Goed	Goed
-6.25	51	6	3	Goed	Goed	Goed
-6.50	57	4	2	Goed	Goed	Goed
-6.75	55	4	2	Goed	Goed	Goed
-7.00	59	3	2	Goed	Goed	Goed
-7.25	64	3	2	Goed	Goed	Goed
-7.50	68	3	2	Goed	Goed	Goed
-7.75	71	3	2	Goed	Goed	Goed
-8.00	72	2	1	Goed	Goed	Goed
-8.25	74	2	1	Goed	Goed	Goed
-8.50	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-8.75	77	2	1	Goed	Goed	Goed
-9.00	78	2	1	Goed	Goed	Goed

brug 815

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-5.00	4	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.25	11	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.50	34	****	10	Fout	Fout	Goed
-5.75	45	9	4	Goed	Goed	Goed
-6.00	60	4	2	Goed	Goed	Goed
-6.25	74	3	2	Goed	Goed	Goed
-6.50	83	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.75	96	2	1	Goed	Goed	Goed
-7.00	110	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.25	121	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.50	139	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.75	147	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.00	148	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.25	156	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.50	162	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.75	165	1	1	Goed	Goed	Goed
-9.00	167	1	1	Goed	Goed	Goed

brug 816

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-4.75	88	3	1	Goed	Goed	Goed
-5.00	71	2	1	Goed	Goed	Goed
-5.25	73	2	1	Goed	Goed	Goed
-5.50	73	2	1	Goed	Goed	Goed
-5.75	74	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.00	74	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.25	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.50	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.75	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-7.00	75	2	1	Goed	Goed	Goed

brug 808

NB: het programma geeft als ondergrens aan NAP-4,71 m¹ i.v.m. afstand ok. paal-maaiveld.
Gekozen is voor NAP-4,50 m¹ i.v.m. de aanwezige zandlaag. D-Foundations geeft op deze hoogte geen waarden, maar o.b.v. de sondering wordt aangenomen dat er voldoende draagvermogen aanwezig is op dit niveau.

BIJLAGEN

BIJLAGE A

Sonderingen

Rapportage

Geotechnisch Bodemonderzoek

Project : Leiden, Polderpad (Cronesteynpark)
Nieuwbouw 4 bruggen

Opdrachtnummer : 61211499

Opdrachtgever : Bureau Schmidt
Westerplantage 15
8911 DC Leeuwarden

datum	deel rapport	omschrijving
25-6-2021	GB-1	-

Deze rapportage betreft het door IJB Geotechniek uitgevoerde geotechnische bodemonderzoek conform NEN-EN-ISO 22476-1 en ons kwaliteitssysteem ISO 9001.

Achtereenvolgens treft u aan:

- Toelichting op het sonderen en de specificatie van de gebruikte apparatuur
- Inmeetgegevens van de onderzoekspunten
- Eventueel foto's van de onderzoekslocatie
- Meetresultaten
- Situatietekening

IJB totaalconcept:

Het uitvoeren van geotechnisch onderzoek is slechts één onderdeel van het IJB totaalconcept.

Na opstellen van een funderingsadvies kan binnen het totaalconcept ook de productie, levering en installatie van palen voor u worden verzorgd. Het berekenen, produceren en leggen van prefab funderingsbalken maken uw fundering compleet.

Op onze website www.ijbgroep.nl kunt u meer informatie vinden over producten en/of diensten van ons bedrijf.

Bijzonderheden tijdens de uitvoering:

- Sondering 9 niet uitvoerbaar i.v.m. steile/ niet stevige brug.

Sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO-22476-1 en ons ISO 9001 kwaliteitsstelsel.

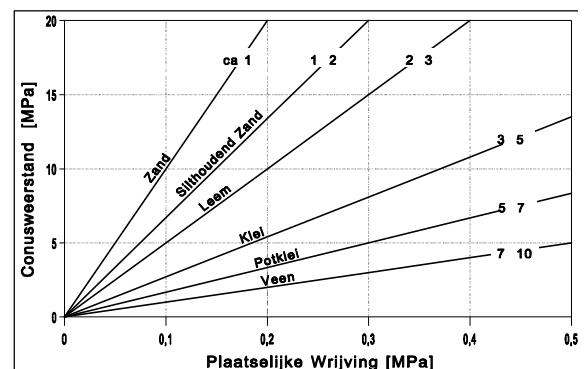
Het uitvoeren van de sonderingen geschiedt met behulp van hoogwaardige apparatuur. Op basis van de gehanteerde meetmethode en ijking van onze apparatuur kunnen al onze sonderingen ingedeeld worden in toepassingsklasse 2. Dit is met de gebruikelijke meetapparatuur in Nederland de hoogst haalbare kwaliteitsklasse. De metingen worden op onze sonderwagens uitgevoerd met het nieuwe en voor Nederland unieke optocone systeem. Dit wil zeggen dat de data uit de elektrische conus optisch worden doorgezonden naar de meetunit. Eventueel optredende ruis en daardoor meeton nauwkeurigheden welke bij een lange kabel tussen conus en meetunit kunnen optreden worden hierdoor vermeden.

Tijdens het sonderen worden naast conusweerstand, de sondeersnelheid en helling gemeten. Daar waar aangevraagd wordt ook de mantelwrijving gemeten en gepresenteerd.

De sondeergrafieken worden gepresenteerd ten opzichte van N.A.P., tenzij dit niet gewenst of niet mogelijk is. De sondeergrafiek laat de conusweerstand als functie van de diepte zien. Naarmate de grond stijver is, neemt de sondeerwaarde toe. De eenheid is megapascal, 1 MPa is gelijk aan 1 N/mm². Indien de kleefweerstand is gemeten, is deze met een gestippelde lijn in de grafiek van de conusweerstand gepresenteerd. Het wrijvingsgetal is aan de rechterkant van de grafiek gepresenteerd.

Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand, bij metingen onder de grondwaterspiegel, een beeld van de bodemopbouw. In onderstaande tabel en grafiek zijn enkele kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal weergegeven. We wijzen erop dat deze waarden indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan lokale ervaringen en/of boringen.

Grondsoort	Wrijvingsgetal
Zand	ca. 1
Silthoudend zand	1 á 2
Leem	2 á 3
Klei	3 á 5
Potklei	5 á 7
Veen	7 á 10



2.1 : Specificatie meet apparatuur

werknummer: 61211499

unit(s):

1

minirups, 2260 kg, 100 kN drukcapaciteit

sondeermeester(s)

AO

HP

conus nr 1020

calibratiedatum 16-06-21

punt (cm²) 10

fabrikant Geopoint

meetbereik: Punt: 100 MPa

Kleef: 0.75 MPa

Watersp: 10 MPa

$\alpha=20^\circ$

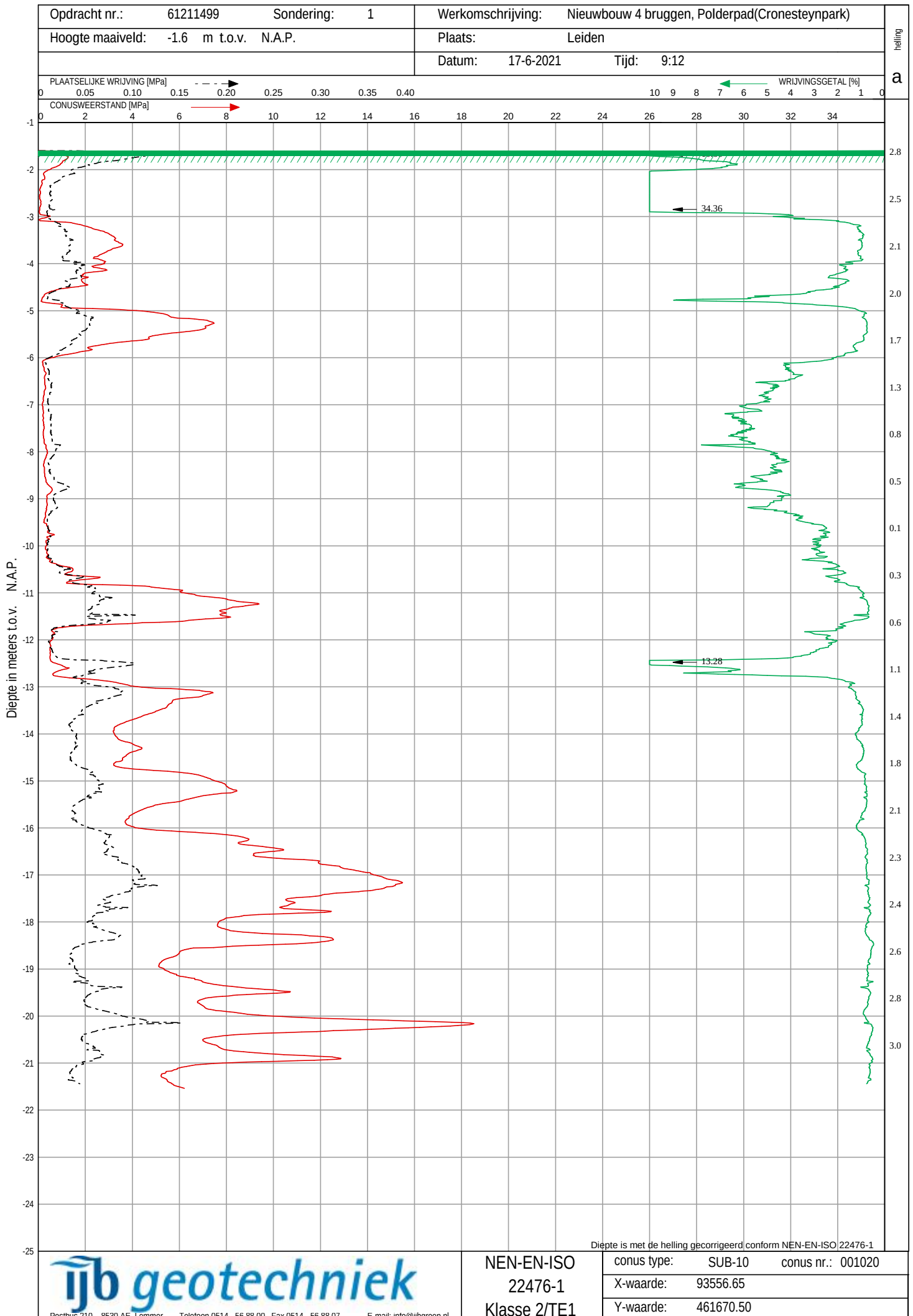
De onderzoekspunten zijn ingemeten met 06 gps apparatuur. De nauwkeurigheid van de meting is in x en y richting maximaal +/- 25 mm en in z richting +/-50 mm. De hoogtemeting van de onderzoekslocaties in het terrein zijn uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vast punt. Gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

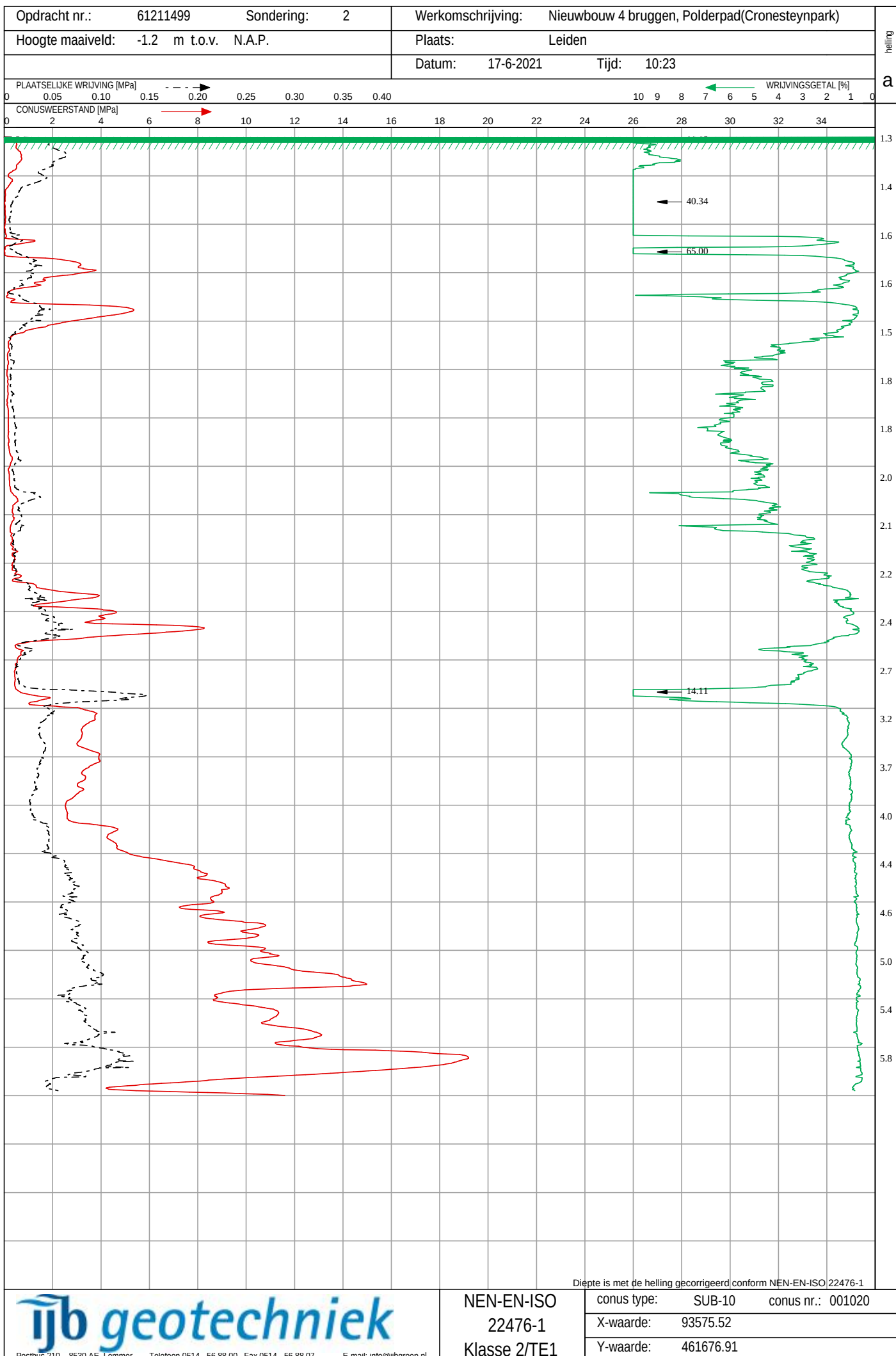
De reden waarom de sondering is beëindigd is in de kolom stopcriteria weergegeven.

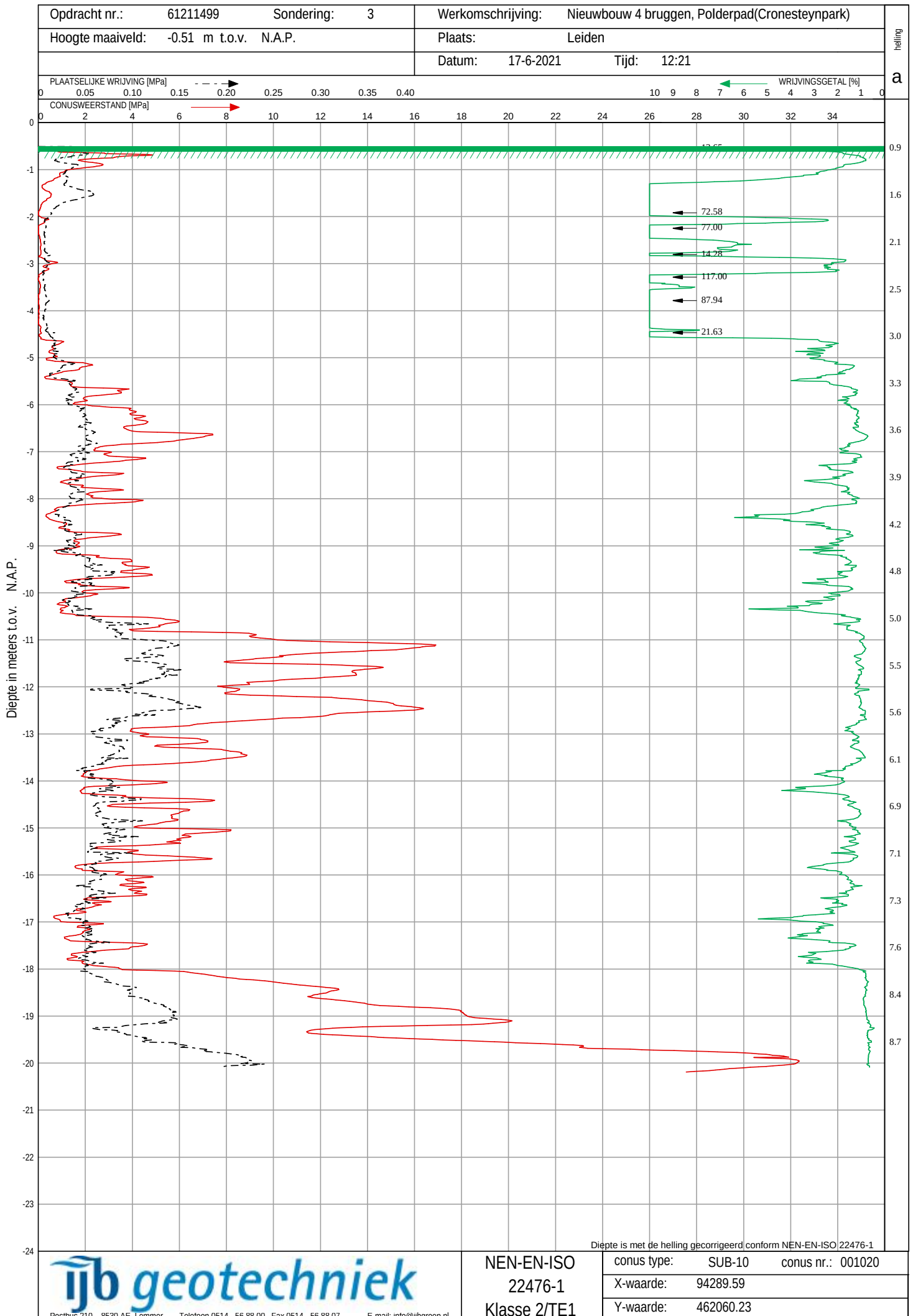
Indien tijdens het veldwerk de grondwaterstand in het sondeergat is bepaald staat deze ook vermeld. De weergegeven diepte is in meters en ten opzichte van N.A.P. Het betreft een indicatie.

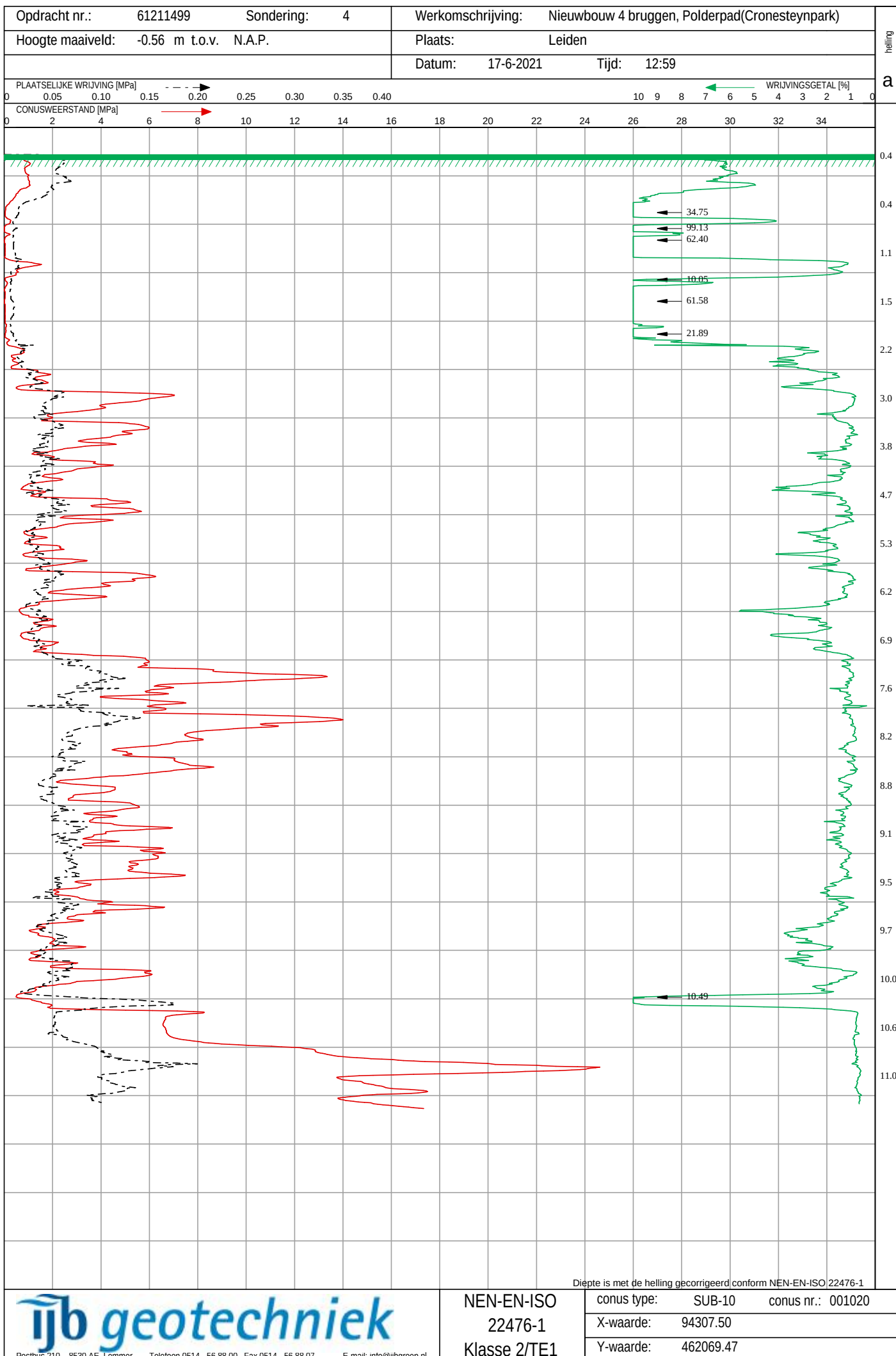
Meetpnt.	X-waarde (m) in RD	Y-waarde (m) in RD	Z-waarde (m) tov NAP	Stopcriteria	Gws (m) tov NAP
1	93556.65	461670.50	-1.60	einddiepte bereikt	
2	93575.52	461676.91	-1.20	einddiepte bereikt	
3	94289.59	462060.23	-0.51	einddiepte bereikt	
4	94307.50	462069.47	-0.56	einddiepte bereikt	
5	94392.82	461928.03	-0.87	einddiepte bereikt	
6	94377.16	461918.75	-1.55	einddiepte bereikt	
7	94330.44	461871.01	-1.61	einddiepte bereikt	
8	94316.32	461865.31	-1.63	einddiepte bereikt	
10	94567.69	461615.91	-1.23	einddiepte bereikt	
11	93811.11	461979.04	-0.15	max drukkracht bereikt	
12	93823.42	461962.66	-0.04	max drukkracht bereikt	

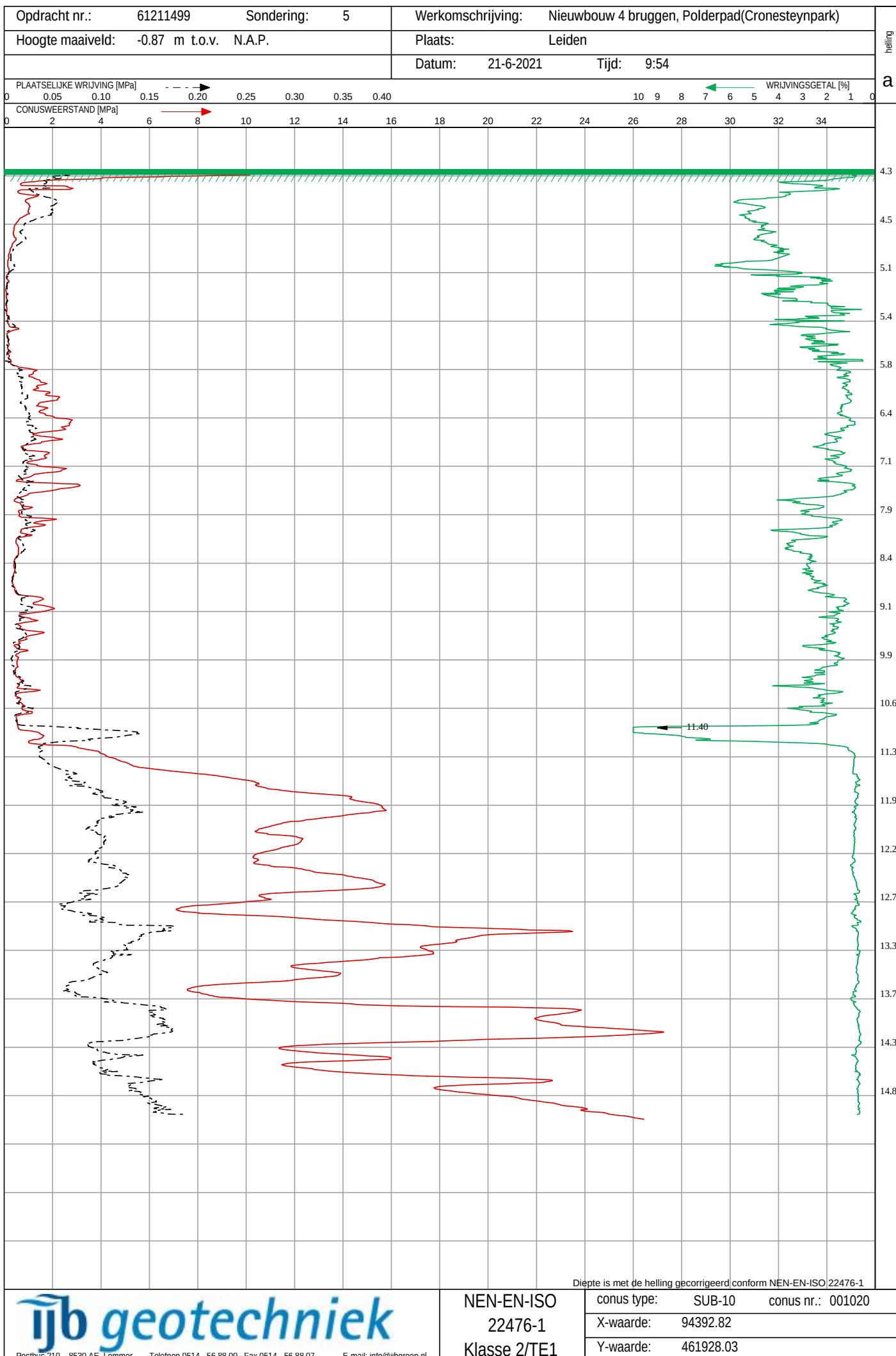


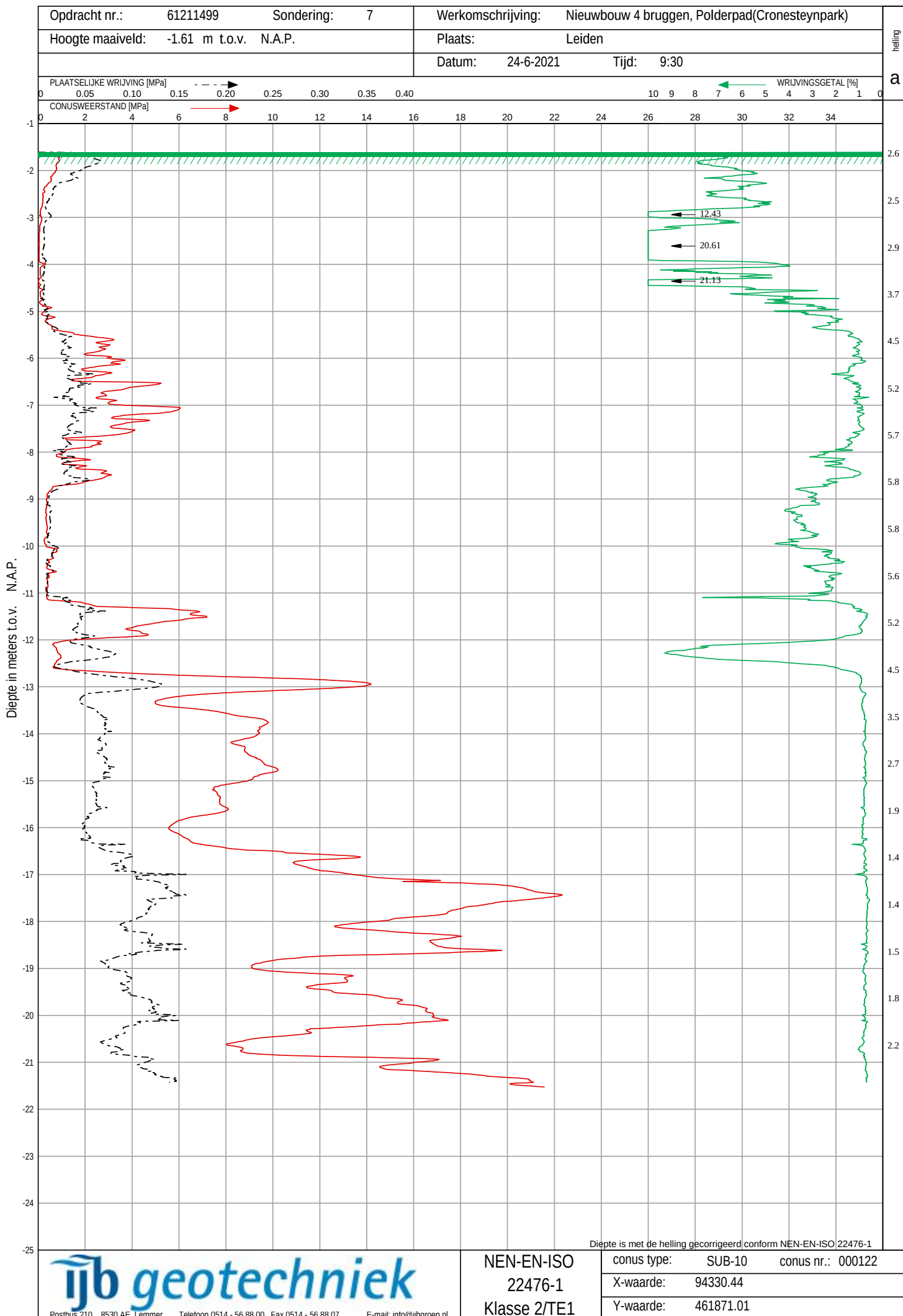


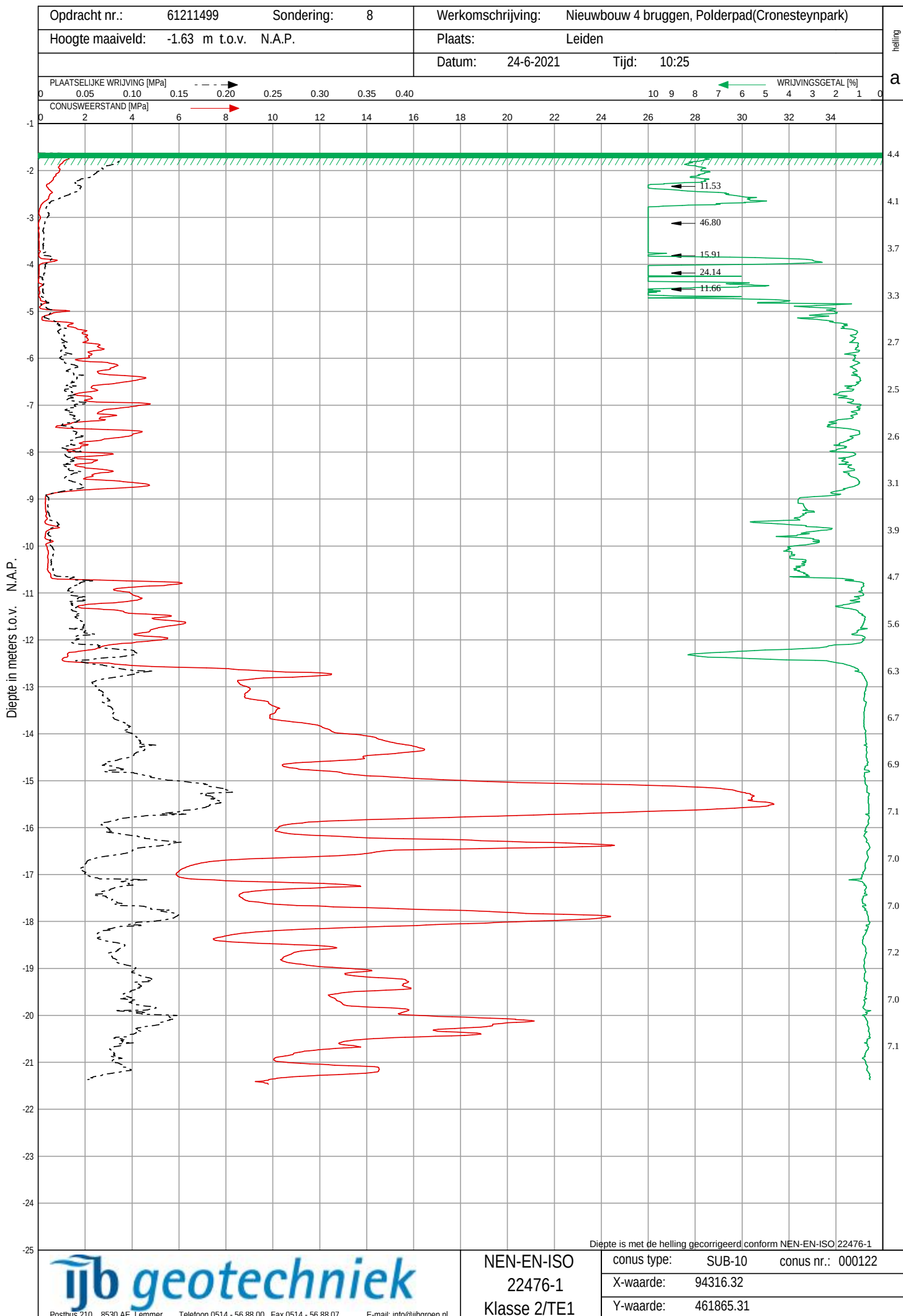




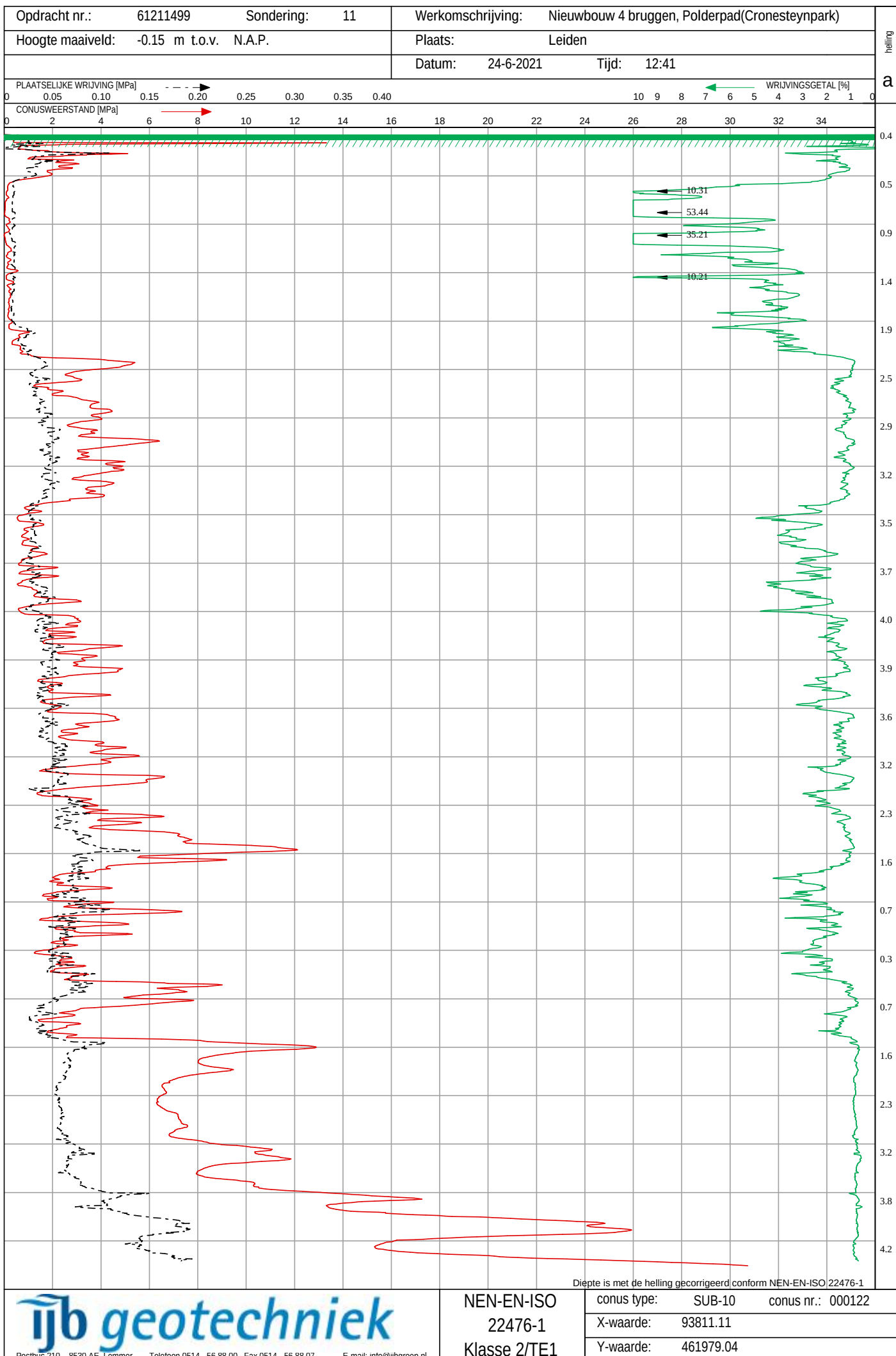


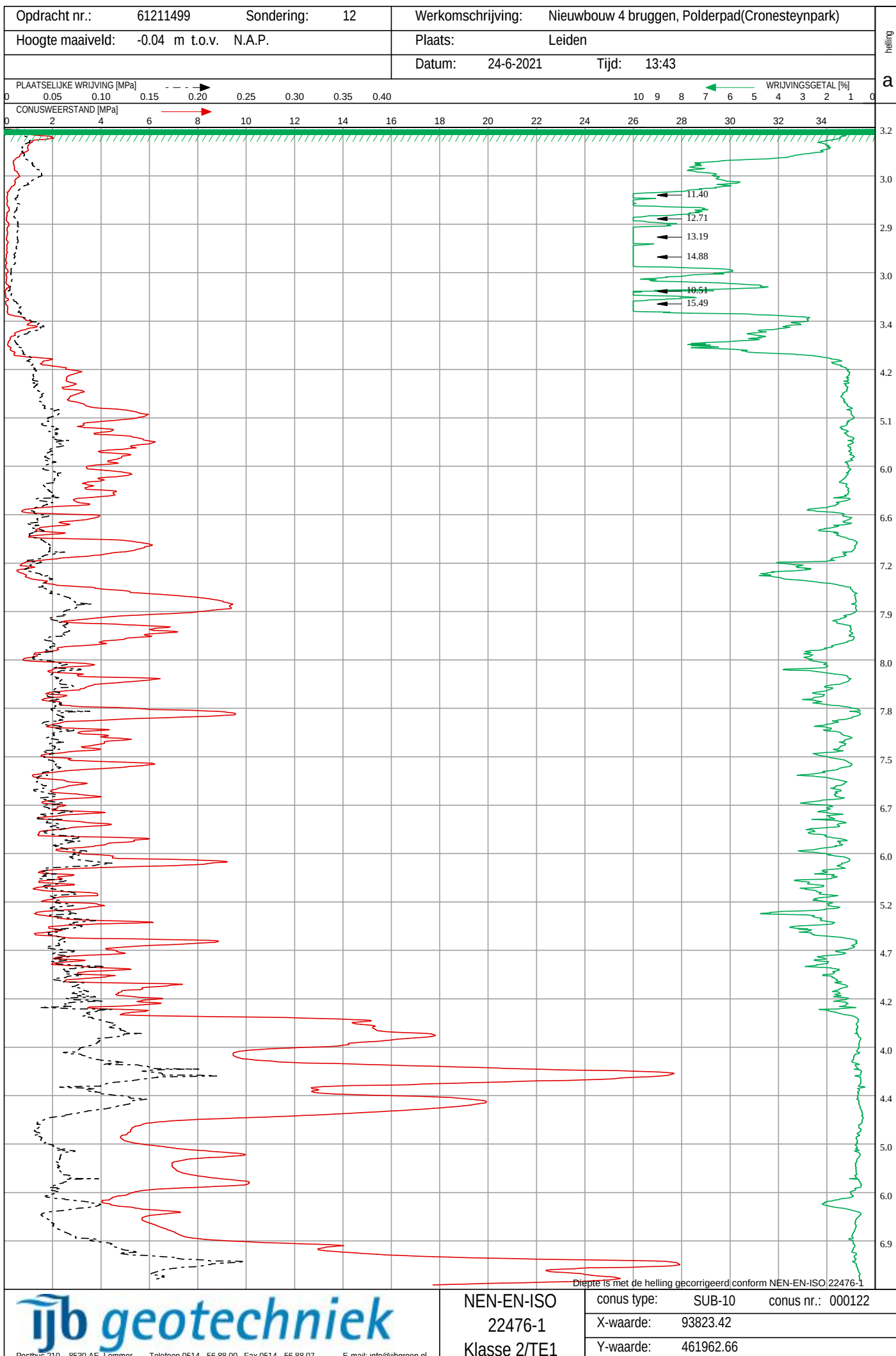


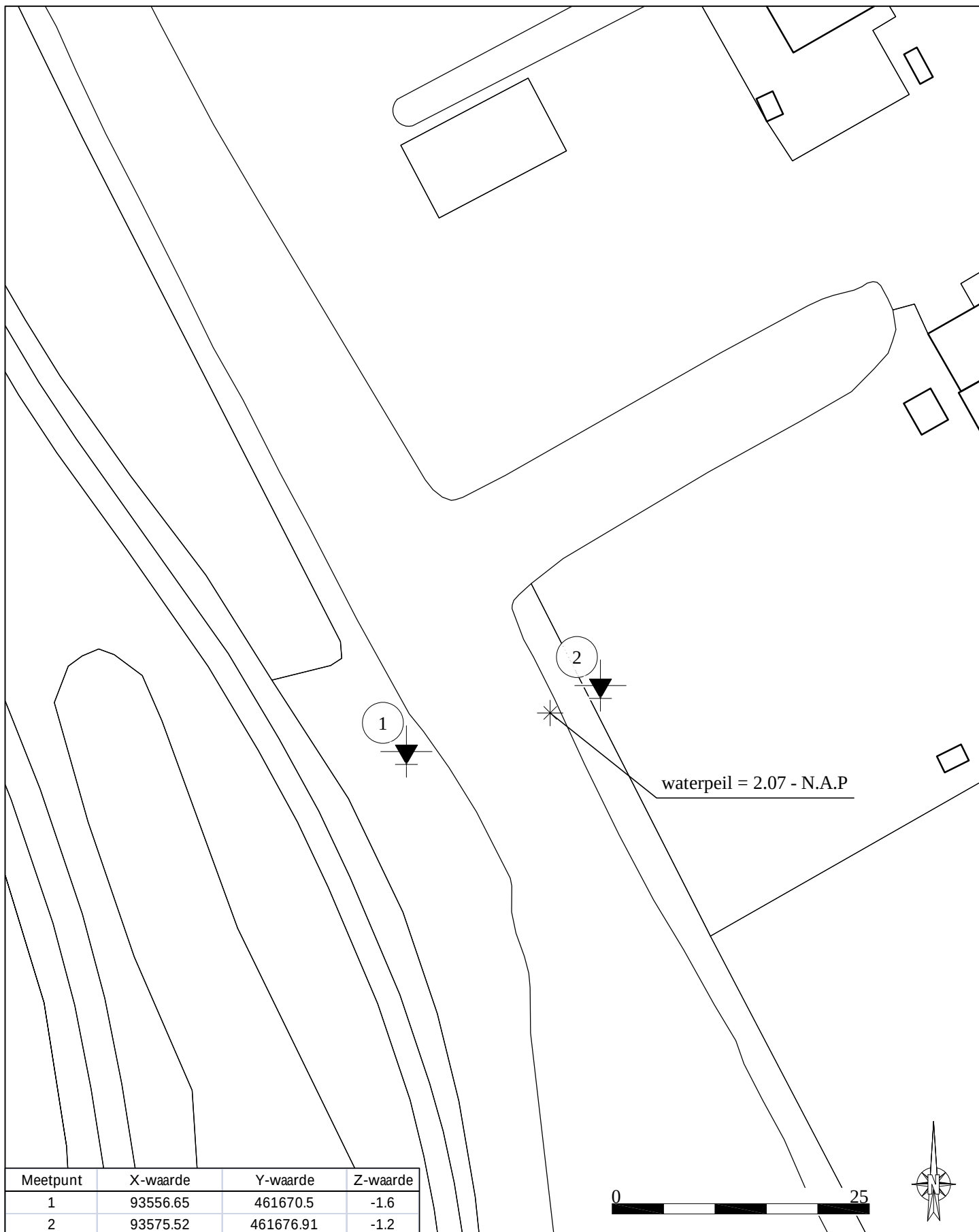




ijb geotechniek





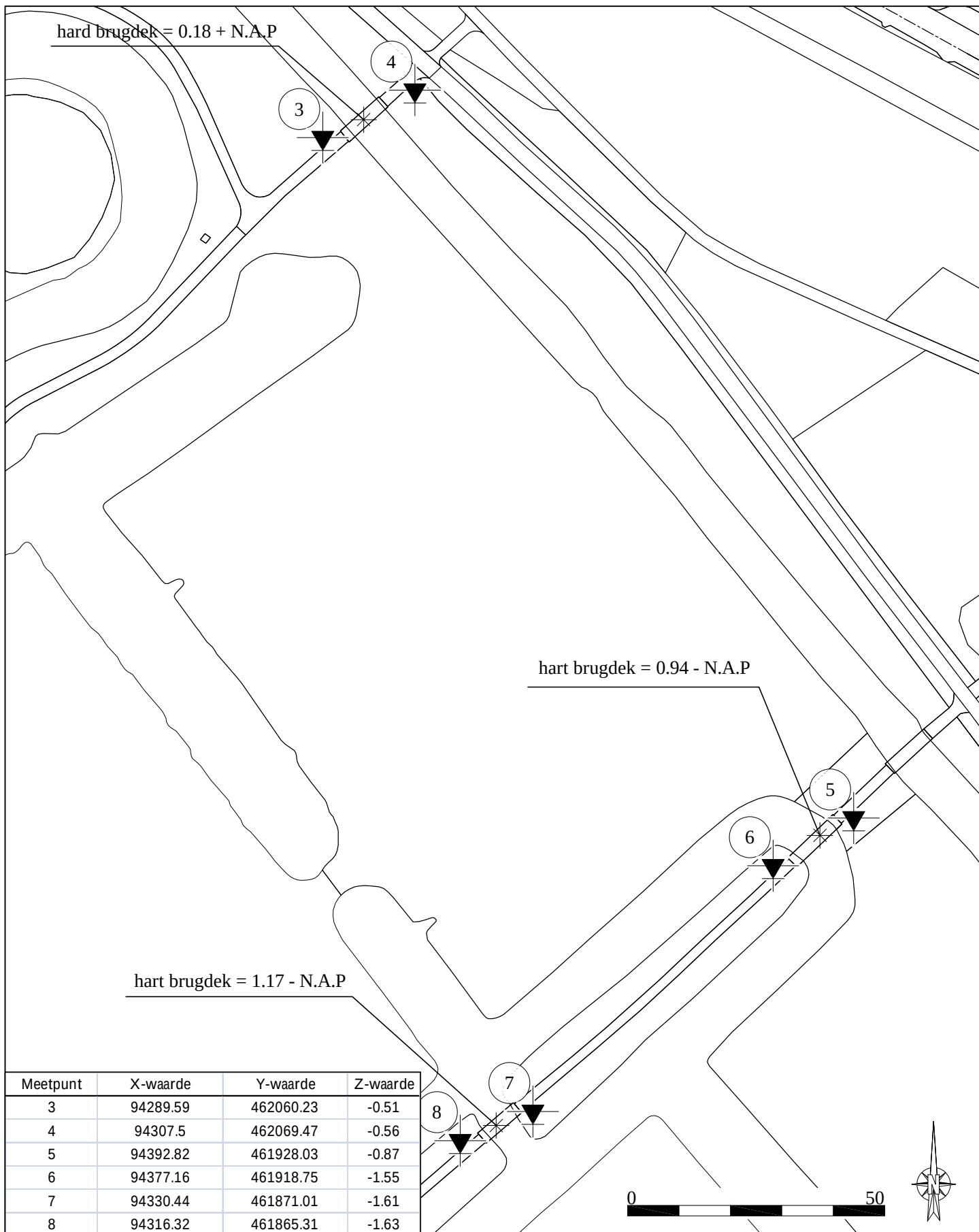


werk : Nieuwbouw 5 bruggen – Cronesteynpark
 opdrachtgever: Bureau Smidt
 opdracht nr. : 61211499
 schaal : 1:500
 vast punt : 06–GPS Z waarde = M.V. hoogte t.o.v. N.A.P.
 getekend : JOS / JFdH
 gew. 1 :
 gew. 2 :

te : Leiden
 datum: 21–6–2021



POSTBUS 210 8530 AE LEMMER TEL. 0514–568800

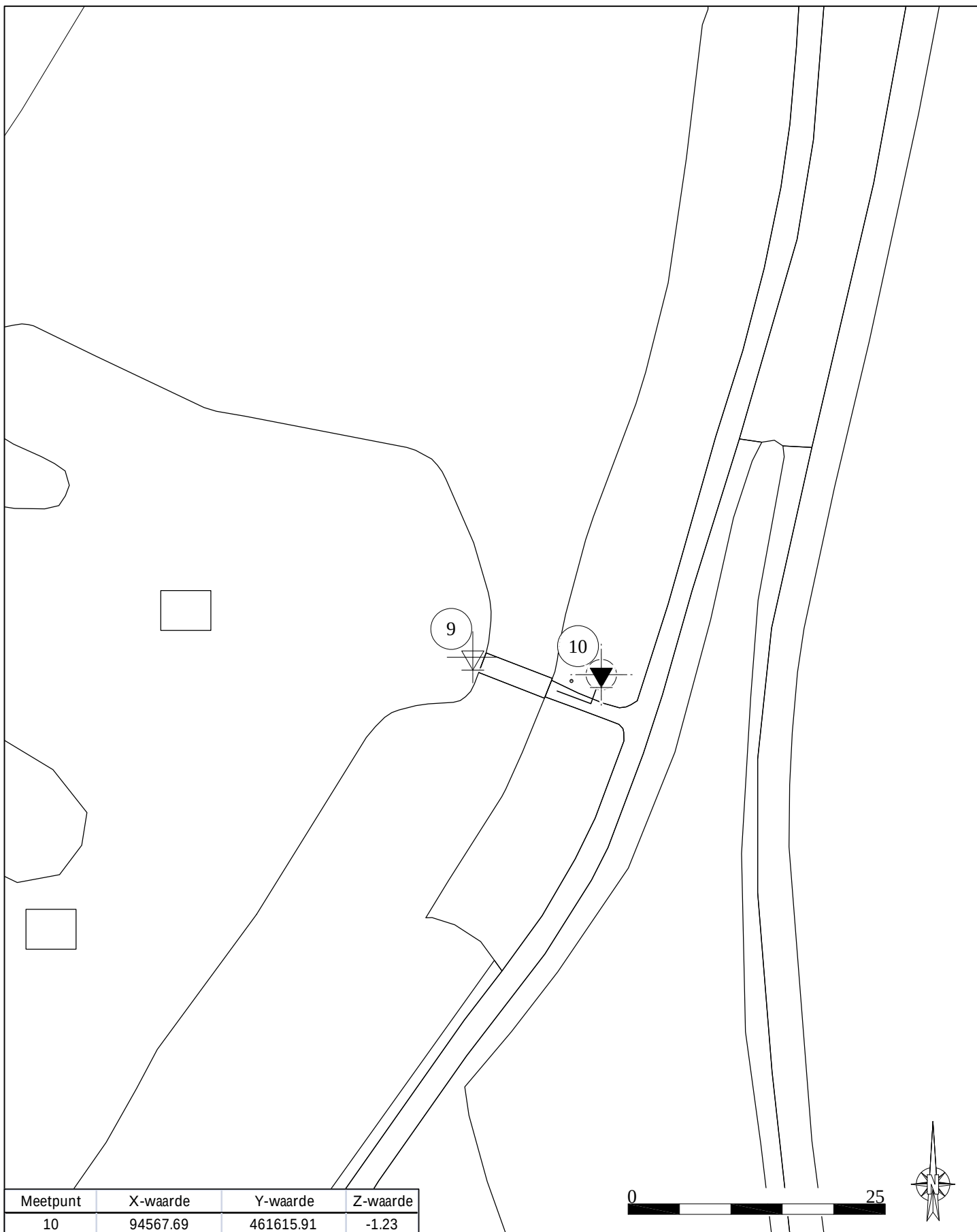


werk : Nieuwbouw 5 bruggen – Cronesteynpark
 opdrachtgever: Bureau Smidt
 opdracht nr. : 61211499
 schaal : 1:1000
 vast punt : 06–GPS Z waarde = M.V. hoogte t.o.v. N.A.P.
 getekend : JOS / JFdH
 gew. 1 :
 gew. 2 :

te : Leiden
 datum: 21–6–2021



POSTBUS 210 8530 AE LEMMER TEL. 0514–568800



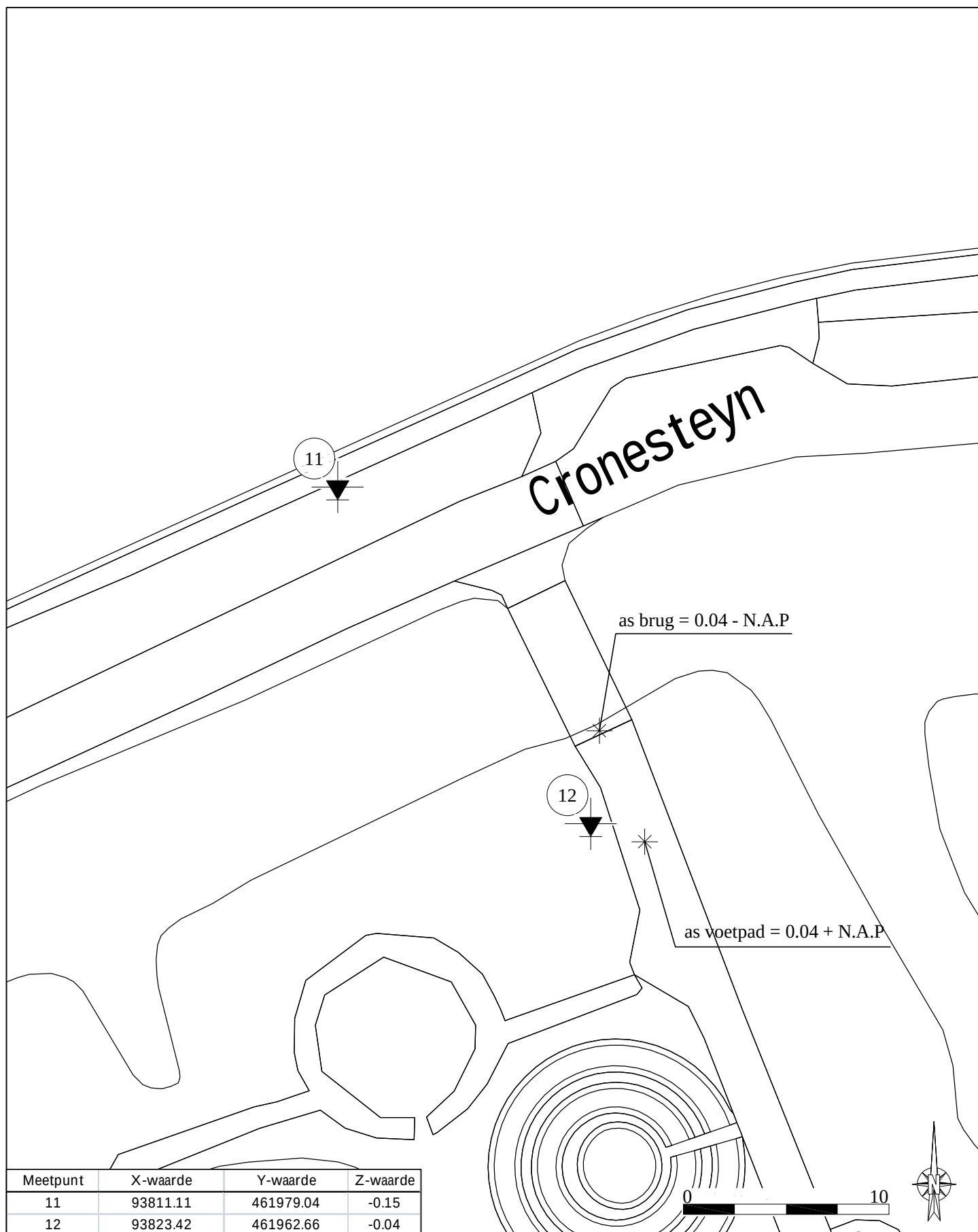
Meetpunt	X-waarde	Y-waarde	Z-waarde
10	94567.69	461615.91	-1.23

werk : Nieuwbouw 5 bruggen – Cronesteynpark
 opdrachtgever: Bureau Smidt
 opdracht nr. : 61211499
 schaal : 1:500
 vast punt : 06–GPS Z waarde = M.V. hoogte t.o.v. N.A.P.
 getekend : JOS/JfH
 gew. 1 :
 gew. 2 :

te : Leiden
 datum: 21–06–2021



POSTBUS 210 8530 AE LEMMER TEL. 0514–568800



werk : Nieuwbouw 5 bruggen – Cronesteynpark
 opdrachtgever: Bureau Smidt
 opdracht nr. : 61211499
 schaal : 1:250
 vast punt : 06–GPS Z waarde = M.V. hoogte t.o.v. N.A.P.
 getekend : JOS / JFdH
 gew. 1 :
 gew. 2 :

te : Leiden
 datum: 21–6–2021

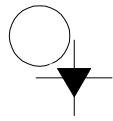
ijb geotechniek



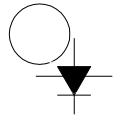
POSTBUS 210 8530 AE LEMMER TEL. 0514–568800

Legenda

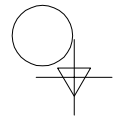
Sonderingen



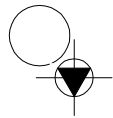
Sondering



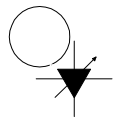
Sondering met plaatselijke kleefmeting



Niet uitgevoerde sondering



Sondering met boring

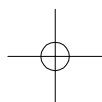


Sondering met waterspanningsmeting

Boringen



Boring



Niet uitgevoerde boring



Boring met peilbuis

Peilmerken



Put



Vast punt (dorpel, kruin weg, vloerpeil, etc)

BIJLAGE B

Doorsnedetoetsingen dekdelen

Toetsing houtdoorsnede**Onderdeel****Dekdelen****Doorsnedegegevens**

b x h	=	190 x 35 mm
h.o.h. maat	=	195 mm
groefdiepte	=	3 mm
b x h _{reken}	=	190 x 33 mm
W _{y;reken}	=	39 x 10 ³ mm ³
I _{y;reken}	=	57 x 10 ⁴ mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D40
Volumieke massa	=	660 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,30 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	52,0 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	31,2 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	26,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	8,30 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	13.000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	10.900 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	860 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	810 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	550 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	660 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	20,0	28,0 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	12,0	16,8 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	10,0	14,0 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	3,19	4,47 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,54	2,15 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan

$$E_{0,mean;fin;rep} = 9.750 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing houtdoorsnede (vervolg)**Toetsing sterkte**

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	8,42	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	0,81	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	1,90	N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	20,9	N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 12,0 =	0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 10,0 =	0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	1,90 / 2,15 =	0,88	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	20,9 / 28,0 =	0,75	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

Controle doorbuiging

w_{inst}	=	uit eigen gewicht + permanente belastingen	=	0,00 mm	
$w_{inst;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-1-1 tabel 7.2	=	1,28 mm	= L / 300 Voldoet
w_{inst}	=	doorbuiging t.g.v. BG 2 (enkel voetgangers belastingen)	=	0,05 mm	
$w_{inst;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-2/NB tabel 7.1	=	1,93 mm	= L / 200 Voldoet
w_{fin}	=	totale doorbuiging	=	0,08 mm	
$w_{fin;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-1-1 tabel 7.2	=	2,57 mm	= L / 150 Voldoet

NB: een toetsing op doorbuiging t.g.v. de zeer incidentele puntlast wordt achterwege gelaten.

Toetsing houtdoorsnede

Onderdeel

Overstek

Doorsnedegegevens

b x h	=	190 x 35 mm
h.o.h. maat	=	195 mm
groefdiepte	=	3 mm
b x h _{reken}	=	190 x 33 mm
W _{y;reken}	=	39 x 10 ³ mm ³
I _{y;reken}	=	57 x 10 ⁴ mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D40
Volumieke massa	=	660 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,30 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	52,0 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	31,2 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	26,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	8,30 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	13.000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	10.900 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	860 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	810 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	550 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	660 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	20,0	28,0 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	12,0	16,8 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	10,0	14,0 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	3,19	4,47 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,54	2,15 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan

$$E_{0,mean;fin;rep} = 9.750 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing houtdoorsnede (vervolg)**Toetsing sterkte**

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	8,41	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	0,50	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	1,90	N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	13,0	N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 12,0 = 0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 10,0 = 0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	1,90 / 2,15 = 0,88	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	13,0 / 28,0 = 0,46	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

BIJLAGE C

Doorsnedetoetsingen hoofdligger

Toetsing houtdoorsnede**Onderdeel****Hoofdligger****Doorsnedegegevens**

b x h	=	80	x	200	mm
h.o.h. maat	=			500	mm
groefdiepte	=			0	mm
b x h _{reken}	=	80	x	200	mm
W _{y;reken}	=			533 x 10 ³	mm ³
I _{y;reken}	=			5.333 x 10 ⁴	mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D40
Volumieke massa	=	660 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,00 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	40,0 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	24,0 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	26,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	8,30 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	13.000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	10.900 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	860 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	810 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	550 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	660 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	15,4	21,5 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	9,23	12,9 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	10,0	14,0 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	3,19	4,47 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,54	2,15 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan	E _{0,mean;fin;rep}	=	9.750 N/mm ²
---	-----------------------------	---	-------------------------

Toetsing houtdoorsnede (vervolg)**Toetsing sterkte**

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	9,06	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	8,70	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	0,85	N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	16,3	N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 9,23 =	0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 10,0 =	0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	0,85 / 2,15 =	0,39	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	16,3 / 21,5 =	0,76	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

Controle doorbuiging

w_{inst}	=	uit eigen gewicht + permanente belastingen	=	2 mm	
$w_{inst;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-1-1 tabel 7.2	=	13 mm	= L / 300 Voldoet
w_{inst}	=	doorbuiging t.g.v. BG 2 (enkel voetgangers belastingen)	=	14 mm	
$w_{inst;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-2/NB tabel 7.1	=	19 mm	= L / 200 Voldoet
w_{fin}	=	totale doorbuiging	=	22 mm	
$w_{fin;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-1-1 tabel 7.2	=	26 mm	= L / 150 Voldoet

NB: een toetsing op doorbuiging t.g.v. de zeer incidentele puntlast wordt achterwege gelaten.

BIJLAGE D

Doorsnedetoetsingen dwarsdrager

Toetsing houtdoorsnede

Onderdeel

Dwarsdrager

Doorsnedegegevens

b x h	=	70	x	150	mm
h.o.h. maat	=			0	mm
groefdiepte	=			0	mm
b x h _{reken}	=	70	x	150	mm
W _{y;reken}	=			263 x 10 ³	mm ³
I _{y;reken}	=			1.969 x 10 ⁴	mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D60
Volumieke massa	=	840 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,00 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	60,0 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	36,0 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	32,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	10,5 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,50 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	17.000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	14.300 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	1130 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	1060 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	700 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	840 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	23,1	32,3 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	13,8	19,4 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	12,3	17,2 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	4,04	5,65 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,73	2,42 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan

$$E_{0,mean;fin;rep} = 12.750 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing houtdoorsnede (vervolg)**Toetsing sterkte**

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	11,8	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	5,16	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	1,68	N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	19,7	N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 13,8 =	0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 12,3 =	0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	1,68 / 2,42 =	0,70	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	19,7 / 32,3 =	0,61	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

Controle doorbuiging

w_{inst}	=	uit eigen gewicht + permanente belastingen	=	1	mm
$w_{inst;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-1-1 tabel 7.2	=	6 mm = L /	300
					Voldoet
w_{inst}	=	doorbuiging t.g.v. BG 2 (enkel voetgangers belastingen)	=	5	mm
$w_{inst;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-2/NB tabel 7.1	=	9 mm = L /	200
					Voldoet
w_{fin}	=	totale doorbuiging	=	8	mm
$w_{fin;toel}$	=	conform NEN-EN 1995-1-1 tabel 7.2	=	12 mm = L /	150
					Voldoet

NB: een toetsing op doorbuiging t.g.v. de zeer incidentele puntlast wordt achterwege gelaten.

BIJLAGE E

Doorsnedetoetsingen leuning

Toetsing houtdoorsnede

Onderdeel

Stijl

Doorsnedegegevens

b x h	=	90	x	90	mm
h.o.h. maat	=			1500	mm
groefdiepte	=			0	mm
b x h _{reken}	=	90	x	90	mm
W _{y;reken}	=			122 x 10 ³	mm ³
I _{y;reken}	=			547 x 10 ⁴	mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D40
Volumieke massa	=	660 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,11 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	44,3 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	26,6 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	26,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	8,30 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	13000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	10900 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	860 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	810 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	550 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	660 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	17,0	23,9 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	10,2	14,3 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	10,0	14,0 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	3,19	4,47 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,54	2,15 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan

$$E_{0,mean;fin;rep} = 9.750 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing houtdoorsnede

(vervolg)

Toetsing sterkte

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	1,62	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	2,23	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00 N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00 N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	0,30 N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	18,3 N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 10,2 = 0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 10,0 = 0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	0,30 / 2,15 = 0,14	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	18,3 / 23,9 = 0,77	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

Toetsing houtdoorsnede**Onderdeel****Bovenregel****Doorsnedegegevens**

b x h	=	120	x	60	mm
h.o.h. maat	=			0	mm
groefdiepte	=			0	mm
b x h _{reken}	=	120	x	60	mm
W _{y;reken}	=			72 x 10 ³	mm ³
I _{y;reken}	=			216 x 10 ⁴	mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D40
Volumieke massa	=	660 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,20 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	48,0 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	28,8 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	26,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	8,30 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	13000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	10900 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	860 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	810 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	550 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	660 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	18,5	25,9 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	11,1	15,5 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	10,0	14,0 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	3,19	4,47 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,54	2,15 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan

$$E_{0,mean;fin;rep} = 9.750 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing houtdoorsnede

(vervolg)

Toetsing sterkte

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	0,65	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	0,24	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	0,14	N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	3,38	N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 11,1 =	0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 10,0 =	0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	0,14 / 2,15 =	0,06	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	3,38 / 25,9 =	0,13	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

Toetsing houtdoorsnede

Onderdeel

Tussenregel

Doorsnedegegevens

b x h	=	20	x	80	mm
h.o.h. maat	=			0	mm
groefdiepte	=			0	mm
b x h _{reken}	=	20	x	80	mm
W _{y;reken}	=			21 x 10 ³	mm ³
I _{y;reken}	=			85 x 10 ⁴	mm ⁴

Overige gegevens

Sterkteklasse	=	D40
Volumieke massa	=	660 kg/m ³ $\rho_{15\%vocht;rep}$
Materiaaltype	=	gezaagd
Hoogtefactor k _h	=	1,13 -
Klimaatklasse	=	3 - (art. 2.3.1.3)
Materiaalfactor γ_M	=	1,30 -

Belastingduurklasse

permanente belastingen	blijvend (zie tabel 2.1/2.2)
veranderlijke belastingen	kort (zie tabel 2.1/2.2)

mod.factor k_{mod}

0,50 (zie tabel 3.1)
0,70 (zie tabel 3.1)

mod.factor k_{def}

2,00 (zie tabel 3.2)
2,00 (zie tabel 3.2)

Factor voor de quasi-permanente belasting ψ_2

$$\psi_2 = Q_{perm;rep} / Q_{quasi-perm;rep} = 0,40 - (NEN-EN 1990 tabel NB.10-A2.2)$$

Karakteristieke materiaaleigenschappen (Table 1-Strength classes – Characteristic values Conform NEN-EN 338:2009)**Sterkte eigenschappen**

Karakteristieke buigsterkte (inclusief invloed k _h)	f _{m,k}	=	45,4 N/mm ²
Karak. treksterkte volgens de vezelrichting (inclusief invloed k _h)	f _{t,0,k}	=	27,2 N/mm ²
Kar. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,k}	=	0,60 N/mm ²
Kar. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,k}	=	26,0 N/mm ²
Kar. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,k}	=	8,30 N/mm ²
Kar. afschuifsterkte	f _{v,k}	=	4,00 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen

Gem. waarde van de elast.mod.	E _{0,mean}	=	13000 N/mm ²
5-percentielwaarde van de elast.mod.	E _{0,05}	=	10900 N/mm ²
Gem. waarde elast.mod. loodrecht op vezelrichting	E _{90,mean}	=	860 N/mm ²
Gem. waarde van de afschuifmodulus	G _{mean}	=	810 N/mm ²

Volumieke massa

Karak. volumieke massa	ρ_k	=	550 kg/m ³
Gem. volumieke massa	ρ_{mean}	=	660 kg/m ³

Rekenwaarde materiaaleigenschappen (Conform NEN-EN 1995-1-1/NB)**Sterkte eigenschappen** : $f_{x,d} = f_{x,k} \times k_{mod} / \gamma_M$

			blijvend	kort
Rekenwaarde buigsterkte	f _{m,d}	=	17,4	24,4 N/mm ²
Rek. treksterkte volgens de vezelrichting	f _{t,0,d}	=	10,5	14,7 N/mm ²
Rek. treksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{t,90,d}	=	0,23	0,32 N/mm ²
Rek. druksterkte volgens de vezelrichting	f _{c,0,d}	=	10,0	14,0 N/mm ²
Rek. druksterkte loodrecht op de vezelrichting	f _{c,90,d}	=	3,19	4,47 N/mm ²
Rek. afschuifsterkte	f _{v,d}	=	1,54	2,15 N/mm ²

Stijfheidseigenschappen - BGT

Voor de E-modulus wordt een reductie aangehouden van **25%** t.o.v. E_{0,mean}.

Navraag bij Univ.-Prof.dr.ir. Jan-Willem G. van de Kuilen leert dat de norm niet geschreven is voor hardhout en dat bij gedane onderzoeken (w.o. Azobé) gebleken is dat deze reductie overeenkomt met de laagste waardebepaling van de E-modulus (ondergrenswaarde). Hiervan zijn resultaten beschikbaar.

Gemiddelde waarde van de elasticiteitsmodulus wordt dan

$$E_{0,mean;fin;rep} = 9.750 \text{ N/mm}^2$$

Toetsing houtdoorsnede

(vervolg)

Toetsing sterkte

$N_{t;s;d}$	=	trek evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$N_{c;s;d}$	=	druk evenwijdig aan vezelrichting	=	0,00	kN
$V_{z;s;d}$	=	afschuiving z-richting	=	1,35	kN
$M_{y;s;d}$	=	buiging y-richting	=	0,38	kNm

Elastische spanningen

$\sigma_{t;0;d}$	=	$N_{t;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{c;0;d}$	=	$N_{c;s;d} / A$	=	0,00	N/mm ²
$\tau_{v;z;d}$	=	$3/2 \times V_{z;s;d} / A$	=	1,27	N/mm ²
$\sigma_{m;y;d}$	=	$M_{y;s;d} / W_{y;reken}$	=	17,8	N/mm ²

Controle sterkte

Trek	=	$\sigma_{t;0;d} / f_{t;0;d}$	=	0,00 / 10,5 =	0,00	(form. 6.1)	Voldoet
Druk	=	$\sigma_{c;0;d} / f_{c;0;d}$	=	0,00 / 10,0 =	0,00	(form. 6.2)	Voldoet
Afschuiving verticaal	=	$\tau_{v;z;d} / f_{v;d}$	=	1,27 / 2,15 =	0,59	(form. 6.13)	Voldoet
Buiging verticaal	=	$\sigma_{m;y;d} / f_{m;d}$	=	17,8 / 24,4 =	0,73	(form. 6.11)	Voldoet

NB: voor het toetsen op afschuiving en buiging worden de sterkte-eigenschappen "kort" aangehouden. Gezien het incidentele karakter van de (sterk) maatgevende belasting (puntlast) wordt dit acceptabel geacht.

BIJLAGE F

Berekening paal draagvermogen (D-Foundations)

BIJLAGE F-1

brug 782

Rapport voor D-Foundations 21.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Stroom- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.

Datum van rapport: 9/7/2021
Tijd van rapport: 2:22:49 PM
Rapport met versie: 21.1.1.32449

Datum van berekening: 9/7/2021
Tijd van berekening: 2:22:32 PM
Berekend met versie: 21.1.1.32449

Bestandsnaam: Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Projectbeschrijving: D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	7
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel Brug 782 (S3)	4
2.6.2 Grondprofiel Brug 782 (S4)	5
2.7 Paaltypen	6
2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250	6
2.8 Funderingsplan	6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	7
2.9 Ontgravingsgegevens	7
2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)	8
2.11 Eisen	8
2.12 Opgegeven Parameters	8
2.13 Model Opties	8
2.14 Model Opties	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp	10
3.1 Opmerkingen	10
3.2 Rekenparameters	10
3.2.1 Factoren Paal	10
3.2.2 Paaltipe : Rect 250x250	10
3.3 Overzicht Controle	11
3.4 Overzicht Krachten	11
3.4.1 Grenstoestand STR/GEO	11
3.4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand	12

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Pagina 2



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 :
Titel 2 :
Titel 3 :
Nummer project :
Locatie project :
D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Legend
Rect 250x250 E
Rect 250x250 B
CPT

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Pagina 3



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

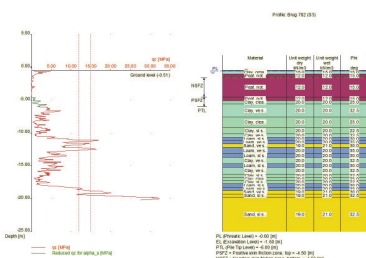
Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleeftzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleeftzone [m R.N.]	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
Brug 782 (...)	-6.00	-4.50	-4.50	94289.59	462060.23
Brug 782 (...)	-6.00	-4.50	-4.50	94307.50	462069.47

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2

2.6.1 Grondprofiel Brug 782 (S3)

Behorende bij sondering Brug 782 (S3)
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -0.51
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : -0.60
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -6.00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -4.50
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -4.50
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1.00
Verwachte maaiveldzakking in [m] : 0.11
Aantal lagen in profiel : 26



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma,sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Grondsoort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-0.510	15.00	15.00	15.00	Klei	---
2	-0.520	15.00	15.00	15.00	Klei	---
3	-1.020	12.00	12.00	15.00	Veen	---
4	-1.520	12.00	12.00	15.00	Veen	---
5	-4.547	12.00	12.00	15.00	Veen	---
6	-5.056	20.00	20.00	25.00	Klei	---
7	-5.556	20.00	20.00	32.50	Klei	---
8	-7.591	20.00	20.00	25.00	Klei	---
9	-9.117	20.00	20.00	22.50	Klei	---
10	-10.134	20.00	20.00	32.50	Klei	---
11	-10.642	20.00	20.00	30.00	Leem	---

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

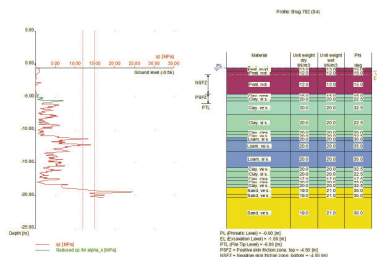
Pagina 4

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
12	-11.150	20.00	20.00	35.00	Leem	---
13	-11.658	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
14	-12.165	20.00	20.00	35.00	Leem	---
15	-13.180	20.00	20.00	30.00	Leem	---
16	-13.687	20.00	20.00	32.50	Klei	---
17	-14.701	20.00	20.00	30.00	Leem	---
18	-15.207	20.00	20.00	32.50	Klei	---
19	-16.219	20.00	20.00	22.50	Klei	---
20	-16.725	20.00	20.00	25.00	Klei	---
21	-17.231	20.00	20.00	22.50	Klei	---
22	-17.736	20.00	20.00	30.00	Leem	---
23	-18.241	20.00	20.00	35.00	Leem	---
24	-18.746	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
25	-19.250	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
26	-19.754	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200

2.6.2 Grondprofiel Brug 782 (S4)

Behorende bij sondering
Maalveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] :
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] :
OCR-waarde draagkrachtige laag :
Verwachte maalveldzakking in [m] :
Aantal lagen in profiel :

Brug 782 (S4)
-0.56
-0.80
-6.00
-4.50
-4.50
1.00
0.11
21



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-0.560	13.00	13.00	15.00	Veen	---
2	-0.570	13.00	13.00	15.00	Veen	---
3	-1.070	12.00	12.00	15.00	Veen	---

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
4	-1.570	12.00	12.00	15.00	Veen	---
5	-4.579	15.00	15.00	15.00	Klei	---
6	-5.079	20.00	20.00	22.50	Klei	---
7	-5.588	20.00	20.00	32.50	Klei	---
8	-7.623	20.00	20.00	22.50	Klei	---
9	-10.161	20.00	20.00	25.00	Klei	---
10	-10.667	20.00	20.00	32.50	Klei	---
11	-11.173	20.00	20.00	30.00	Leem	---
12	-11.679	20.00	20.00	35.00	Leem	---
13	-13.193	20.00	20.00	30.00	Leem	---
14	-15.711	20.00	20.00	32.50	Klei	---
15	-16.214	20.00	20.00	22.50	Klei	---
16	-17.220	17.00	17.00	17.50	Klei	---
17	-17.722	20.00	20.00	25.00	Klei	---
18	-18.224	20.00	20.00	32.50	Klei	---
19	-18.725	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
20	-19.727	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
21	-20.228	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250

Paaltipe : Eigen paaltipe (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paaltipe wordt beschouwd als een niet in de grondgevoormd paaltipe.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijfingshoek (delta) 0.75 * phi worden aangehouden.

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
alpha_s klei/leem/veen volgens tabel 7.1, art. 7.6.2.3 (l)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de alpha_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltipe voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Houten paal, recht

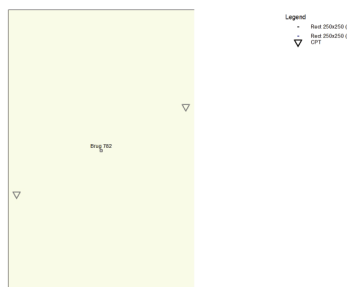
Paaltipe voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
Materiaaltipe paal : Hout
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1:2016.
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalafmetingen :
Kleinste zijde paalpunt [m] : 0.250
Grootste zijde paalpunt [m] : 0.250

2.8 Funderingsplan

Aantal palen : 1
Aantal samenwerkende palen* : 1
*: 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

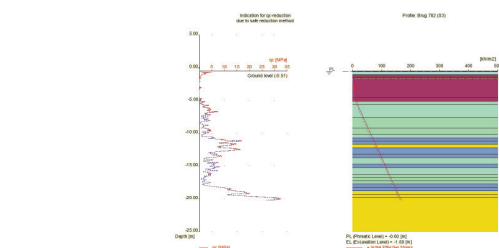
2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop-niveau [m R.N.]
1: Brug 782...	94298.54	462064.85	34.00	29.00	0.00	-0.10

2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -1.60
Reductie model : Safe (NEN)



2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

Totale belasting op alle palen
In grenstoestand EQU/STR/GEO in [kN] : 34.00
In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : 29.00

2.11 Eisen

Grenstoestand STR/GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidsgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.12 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.13 Model Opties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleeft (standaard)
Gebruik tussenresultaten file
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Rect 250x250

Geselecteerde profielen :
-Brug 782 (S3)
-Brug 782 (S4)

Traject

-begin [m] :	-4.50
-eind [m] :	-8.00
-interval [m] :	0.25

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp

3.1 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveaus. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveaus dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.
Er wordt voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3.

Er wordt niet voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3. De variantie (16.37%) is te groot (> 12%).
Feitelijk mogen de sonderingen niet met elkaar gecombineerd worden in 1 berekening omdat ze te veel verschillen om geldige waarden voor ksi 3 en ksi 4 te kunnen bepalen.

3.2 Rekenparameters

3.2.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
ksi3 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 2) :	1.32
ksi4 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 2) :	1.32

3.2.2 Paaltipe : Rect 250x250

Paaltipe : Eigen paaltipe (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paaltipe wordt beschouwd als een niet in de grondgevoemd paaltipe.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 0.75 * phi worden aangehouden.

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
alpha_s klei/leem/veen volgens tabel 7.f, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de alpha_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltipe voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Houten paal, recht

Paaltipe voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :
Materiaaltipe paal: Hout
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor, figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) : 1.00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) : 1.00

Paalaafmetingen :
Kleinste zijde paalpunt [m] : 0.250
Grootste zijde paalpunt [m] : 0.250

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Pagina 9

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Pagina 10

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:Brug 782..	--	0.0228	0.7000
2:Brug 782..	--	0.0279	0.7000

3.3 Overzicht Controle

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-4.50	5	****	****	Fout	Fout	Fout
-4.75	7	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.00	10	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.25	13	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.50	34	****	10	Goed	Fout	Goed
-5.75	46	9	4	Goed	Goed	Goed
-6.00	77	3	2	Goed	Goed	Goed
-6.25	83	3	2	Goed	Goed	Goed
-6.50	101	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.75	124	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.00	140	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.25	145	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.50	153	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.75	160	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.00	166	1	1	Goed	Goed	Goed

3.4 Overzicht Krachten

3.4.1 Grenstoestand STR/GEO

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 782..	-4.50	0.000	5.457	5.457	Ksi4
1:Brug 782..	-4.75	0.000	6.592	6.592	Ksi4
1:Brug 782..	-5.00	0.000	10.360	10.360	Ksi4
1:Brug 782..	-5.25	4.265	8.318	12.582	Ksi4
1:Brug 782..	-5.50	6.778	27.341	34.119	Ksi4
1:Brug 782..	-5.75	17.395	29.041	46.436	Ksi4
1:Brug 782..	-6.00	25.558	51.831	77.390	Ksi4
1:Brug 782..	-6.25	44.860	37.745	82.605	Ksi4
1:Brug 782..	-6.50	64.905	36.101	101.007	Ksi4
1:Brug 782..	-6.75	92.495	31.863	124.357	Ksi4
1:Brug 782..	-7.00	109.380	30.714	140.094	Ksi4
1:Brug 782..	-7.25	125.294	19.726	145.019	Ksi4
1:Brug 782..	-7.50	134.124	18.853	152.977	Ksi4
1:Brug 782..	-7.75	140.478	19.164	159.642	Ksi4
1:Brug 782..	-8.00	149.084	16.952	166.036	Ksi4
2:Brug 782..	-4.50	0.000	5.694	5.694	Ksi4
2:Brug 782..	-4.75	1.342	5.519	6.861	Ksi4
2:Brug 782..	-5.00	2.660	13.515	16.175	Ksi4
2:Brug 782..	-5.25	7.348	13.513	20.860	Ksi4
2:Brug 782..	-5.50	12.968	41.353	54.321	Ksi4
2:Brug 782..	-5.75	44.268	34.640	78.908	Ksi4
2:Brug 782..	-6.00	58.036	39.620	97.656	Ksi4
2:Brug 782..	-6.25	78.642	34.077	112.719	Ksi4
2:Brug 782..	-6.50	99.281	27.498	126.779	Ksi4
2:Brug 782..	-6.75	112.551	27.440	139.991	Ksi4
2:Brug 782..	-7.00	126.002	26.188	152.190	Ksi4
2:Brug 782..	-7.25	137.764	22.818	160.582	Ksi4
2:Brug 782..	-7.50	143.871	33.895	177.766	Ksi4
2:Brug 782..	-7.75	156.394	32.312	188.705	Ksi4
2:Brug 782..	-8.00	178.760	28.084	206.844	Ksi4

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Pagina 11

3.4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 782..	-4.50	0.000	6.549	6.549	Ksi4
1:Brug 782..	-4.75	0.000	7.910	7.910	Ksi4
1:Brug 782..	-5.00	0.000	12.432	12.432	Ksi4
1:Brug 782..	-5.25	5.118	9.981	15.099	Ksi4
1:Brug 782..	-5.50	8.134	32.809	40.942	Ksi4
1:Brug 782..	-5.75	20.874	34.849	55.723	Ksi4
1:Brug 782..	-6.00	30.670	62.198	92.867	Ksi4
1:Brug 782..	-6.25	53.832	45.294	99.126	Ksi4
1:Brug 782..	-6.50	77.887	43.321	121.208	Ksi4
1:Brug 782..	-6.75	110.994	38.235	149.229	Ksi4
1:Brug 782..	-7.00	131.256	36.857	168.113	Ksi4
1:Brug 782..	-7.25	150.353	23.671	174.023	Ksi4
1:Brug 782..	-7.50	160.949	22.623	183.573	Ksi4
1:Brug 782..	-7.75	168.573	22.997	191.570	Ksi4
1:Brug 782..	-8.00	178.901	20.342	199.243	Ksi4
2:Brug 782..	-4.50	0.000	6.833	6.833	Ksi4
2:Brug 782..	-4.75	1.610	6.623	8.233	Ksi4
2:Brug 782..	-5.00	3.192	16.218	19.410	Ksi4
2:Brug 782..	-5.25	8.818	16.215	25.033	Ksi4
2:Brug 782..	-5.50	15.561	49.624	65.185	Ksi4
2:Brug 782..	-5.75	53.121	41.568	94.689	Ksi4
2:Brug 782..	-6.00	69.643	47.544	117.187	Ksi4
2:Brug 782..	-6.25	94.370	40.892	135.262	Ksi4
2:Brug 782..	-6.50	119.137	32.997	152.134	Ksi4
2:Brug 782..	-6.75	135.061	32.928	167.989	Ksi4
2:Brug 782..	-7.00	151.203	31.425	182.628	Ksi4
2:Brug 782..	-7.25	165.317	27.382	192.699	Ksi4
2:Brug 782..	-7.50	172.645	40.674	213.319	Ksi4
2:Brug 782..	-7.75	187.672	38.774	226.446	Ksi4
2:Brug 782..	-8.00	214.512	33.701	248.213	Ksi4

Einde Rapport

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 782

Pagina 12

BIJLAGE F-2

brug 815

Rapport voor D-Foundations 21.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Stroom- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.

Datum van rapport: 9/7/2021
Tijd van rapport: 2:26:26 PM
Rapport met versie: 21.1.1.32449

Datum van berekening: 9/7/2021
Tijd van berekening: 2:25:54 PM
Berekend met versie: 21.1.1.32449

Bestandsnaam: Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Projectbeschrijving: D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	7
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel Brug 815 (S5)	4
2.6.2 Grondprofiel Brug 815 (S6)	5
2.7 Paaltypen	6
2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250	6
2.8 Funderingsplan	6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	7
2.9 Ontgravingsgegevens	7
2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)	8
2.11 Eisen	8
2.12 Opgegeven Parameters	8
2.13 Model Opties	8
2.14 Model Opties	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp	10
3.1 Opmerkingen	10
3.2 Rekenparameters	10
3.2.1 Factoren Paal	10
3.2.2 Paaltipe : Rect 250x250	10
3.3 Overzicht Controle	11
3.4 Overzicht Krachten	11
3.4.1 Grenstoestand STR/GEO	11
3.4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand	12

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 2



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 :
Titel 2 :
Titel 3 :
Nummer project :
Locatie project :

D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Legend
Rect 250x250 E
Rect 250x250 B
CPT

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 3



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

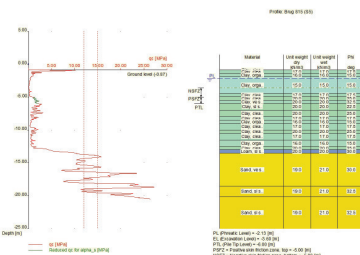
Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleeftzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleeftzone [m R.N.]	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
Brug 815 (...)	-6.00	-5.00	-5.00	94392.82	461928.03
Brug 815 (...)	-6.00	-5.00	-5.00	94377.16	461918.75

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2

2.6.1 Grondprofiel Brug 815 (S5)

Behorende bij sondering Brug 815 (S5)
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -0.87
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : -2.13
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -6.00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -5.00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -5.00
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1.00
Verwachte maaiveldzakking in [m] : 0.11
Aantal lagen in profiel : 20



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m³]	Gamma_sat [kN/m³]	Phi [deg]	Grondsoort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-0.870	17.00	17.00	17.50	Klei	---
2	-0.880	17.00	17.00	17.50	Klei	---
3	-1.389	16.00	16.00	15.00	Klei	---
4	-1.897	15.00	15.00	15.00	Klei	---
5	-4.437	17.00	17.00	17.50	Klei	---
6	-4.944	20.00	20.00	25.00	Klei	---
7	-5.452	20.00	20.00	32.50	Klei	---
8	-5.959	20.00	20.00	22.50	Klei	---
9	-6.971	20.00	20.00	25.00	Klei	---
10	-7.983	17.00	17.00	17.50	Klei	---
11	-8.487	16.00	16.00	15.00	Klei	---

9/7/2021

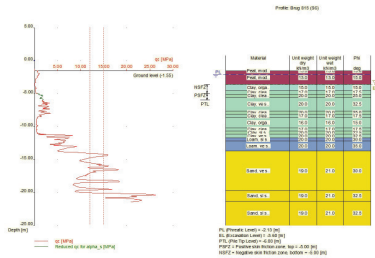
Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 4

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
12	-8.992	17.00	17.00	17.50	Klei	---
13	-10.000	20.00	20.00	25.00	Klei	---
14	-10.503	17.00	17.00	17.50	Klei	---
15	-11.507	16.00	16.00	15.00	Klei	---
16	-12.510	20.00	20.00	25.00	Klei	---
17	-13.010	20.00	20.00	30.00	Leem	---
18	-13.510	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
19	-18.580	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
20	-20.091	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200

2.6.2 Grondprofiel Brug 815 (S6)

Behorende bij sondering	Brug 815 (S6)
Maasveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-1.55
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-2.13
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-6.00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5.00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] :	-5.00
OCR-waarde draagkrachtige laag :	1.00
Verwachte maasveldzakking in [m] :	0.11
Aantal lagen in profiel :	17



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-1.550	13.00	13.00	15.00	Veen	---
2	-1.560	13.00	13.00	15.00	Veen	---
3	-3.569	15.00	15.00	15.00	Klei	---
4	-4.578	17.00	17.00	17.50	Klei	---
5	-5.078	20.00	20.00	25.00	Klei	---
6	-5.587	20.00	20.00	32.50	Klei	---
7	-7.622	20.00	20.00	25.00	Klei	---
8	-8.130	17.00	17.00	17.50	Klei	---
9	-8.638	16.00	16.00	15.00	Klei	---

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
10	-10.160	17.00	17.00	17.50	Klei	---
11	-10.667	20.00	20.00	22.50	Klei	---
12	-11.174	20.00	20.00	32.50	Klei	---
13	-11.680	20.00	20.00	30.00	Leem	---
14	-12.186	20.00	20.00	35.00	Leem	---
15	-13.702	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
16	-19.766	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
17	-21.281	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paalttype : Rect 250x250

Paalttype : Eigen paalttype (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paalttype wordt beschouwd als een niet in de grond gevormd paalttype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) $0.75 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paalttype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paalttype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 α_s klei/leem/veen volgens tabel 7.1, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paalttype voor bepaling paalklasse factor α_p :
Houten paal, recht

Paalttype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen :
Materiaaltypen paal : 1
Hout
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1:2016.
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalametingen :
Kleinste zijde paalpunt [m] : 0.250
Grootste zijde paalpunt [m] : 0.250

2.8 Funderingsplan

Aantal palen : 1
Aantal samenwerkende palen* : 1
*: 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

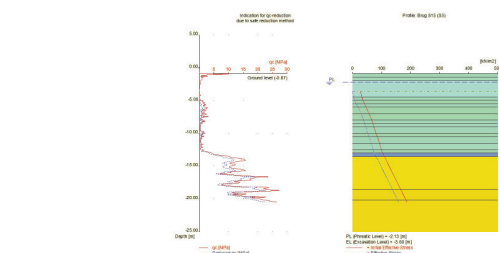
2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coor- dinaat [m]	Y-coor- dinaat [m]	F _{c,d} (EQU/STR/GEO) [kN]	F _{c,d} (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop- niveau [m R.N.]
1: Brug 815...	94384.99	461923.39	34.00	29.00	0.00	-1.40

2.9 Ontgravinggegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -3.60
Reductie model : Safe (NEN)



2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

Totale belasting op alle palen
In grenstoestand EQU/STR/GEO in [kN] : 34.00
In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : 29.00

2.11 Eisen

Grenstoestand STR/GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidsgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.12 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.13 Model Opties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleeft (standaard)
Gebruik tussenresultaten file
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Rect 250x250

Geselecteerde profielen :
-Brug 815 (S5)
-Brug 815 (S6)

Traject

-begin [m] :	-5.50
-eind [m] :	-9.00
-interval [m] :	0.25

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp

3.1 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveaus. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveaus dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.
Er wordt voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3.

Er wordt voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3. De variantie (0.94%) is goed ($\leq 12\%$).

3.2 Rekenparameters

3.2.1 Factoren Paal

gamma:b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma:b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
gamma:s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma:s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
ksi3 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 2) :	1.32
ksi4 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 2) :	1.32

3.2.2 Paaltype : Rect 250x250

Paaltype : Eigen paaltype (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een niet in de grondgevoormd paaltype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijfingshoek (δ) $0.75 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 α_s klei/leem/veen volgens tabel 7.1, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor α_p :
Houten paal, recht

Paaltype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen :	1
Materiaaltype paal :	Hout
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.1, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) :	1.00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1.00

Paalametingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	0.250
Grootste zijde paalpunt [m] :	0.250

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 9

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 10

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:Brug 815..	--	0.0200	0.7000
2:Brug 815..	--	0.0200	0.7000

3.3 Overzicht Controle

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-5.50	30	***	12	Fout	Fout	Goed
-5.75	37	23	6	Goed	Goed	Goed
-6.00	43	9	4	Goed	Goed	Goed
-6.25	51	6	3	Goed	Goed	Goed
-6.50	57	4	2	Goed	Goed	Goed
-6.75	55	4	2	Goed	Goed	Goed
-7.00	59	3	2	Goed	Goed	Goed
-7.25	64	3	2	Goed	Goed	Goed
-7.50	68	3	2	Goed	Goed	Goed
-7.75	71	3	2	Goed	Goed	Goed
-8.00	72	2	1	Goed	Goed	Goed
-8.25	74	2	1	Goed	Goed	Goed
-8.50	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-8.75	77	2	1	Goed	Goed	Goed
-9.00	78	2	1	Goed	Goed	Goed

3.4 Overzicht Krachten

3.4.1 Grenstoestand STR/GEO

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 815..	-5.50	8.732	21.948	30.679	Ksi4
1:Brug 815..	-5.75	14.532	22.285	36.817	Ksi4
1:Brug 815..	-6.00	19.897	23.076	42.973	Ksi4
1:Brug 815..	-6.25	32.728	18.447	51.175	Ksi4
1:Brug 815..	-6.50	36.392	20.125	56.517	Ksi4
1:Brug 815..	-6.75	37.362	17.922	55.284	Ksi4
1:Brug 815..	-7.00	41.774	17.586	59.360	Ksi4
1:Brug 815..	-7.25	47.255	16.911	64.166	Ksi4
1:Brug 815..	-7.50	53.350	14.484	67.834	Ksi4
1:Brug 815..	-7.75	56.057	14.728	70.785	Ksi4
1:Brug 815..	-8.00	58.434	13.521	71.955	Ksi4
1:Brug 815..	-8.25	62.741	10.768	73.509	Ksi4
1:Brug 815..	-8.50	65.277	10.190	75.467	Ksi4
1:Brug 815..	-8.75	66.986	9.985	76.971	Ksi4
1:Brug 815..	-9.00	68.562	9.703	78.265	Ksi4
2:Brug 815..	-5.50	8.511	21.684	30.195	Ksi4
2:Brug 815..	-5.75	12.879	23.954	36.833	Ksi4
2:Brug 815..	-6.00	18.226	25.323	43.550	Ksi4
2:Brug 815..	-6.25	23.838	26.972	50.810	Ksi4
2:Brug 815..	-6.50	31.197	26.841	58.038	Ksi4
2:Brug 815..	-6.75	38.324	29.242	67.566	Ksi4
2:Brug 815..	-7.00	44.055	31.123	75.178	Ksi4
2:Brug 815..	-7.25	51.619	31.000	82.619	Ksi4
2:Brug 815..	-7.50	60.729	23.347	84.075	Ksi4
2:Brug 815..	-7.75	64.143	18.361	82.504	Ksi4
2:Brug 815..	-8.00	70.332	16.078	86.410	Ksi4
2:Brug 815..	-8.25	76.592	13.841	90.432	Ksi4
2:Brug 815..	-8.50	80.835	11.370	92.205	Ksi4
2:Brug 815..	-8.75	83.087	10.923	94.010	Ksi4
2:Brug 815..	-9.00	84.601	10.835	95.436	Ksi4

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 11

3.4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 815..	-5.50	10.478	26.337	36.815	Ksi4
1:Brug 815..	-5.75	17.439	26.741	44.180	Ksi4
1:Brug 815..	-6.00	23.876	27.692	51.567	Ksi4
1:Brug 815..	-6.25	39.273	22.136	61.409	Ksi4
1:Brug 815..	-6.50	43.670	24.150	67.820	Ksi4
1:Brug 815..	-6.75	44.834	21.507	68.341	Ksi4
1:Brug 815..	-7.00	50.129	21.103	71.233	Ksi4
1:Brug 815..	-7.25	56.706	20.293	76.999	Ksi4
1:Brug 815..	-7.50	64.020	17.381	81.400	Ksi4
1:Brug 815..	-7.75	67.268	17.674	84.942	Ksi4
1:Brug 815..	-8.00	70.121	16.226	86.346	Ksi4
1:Brug 815..	-8.25	75.289	12.922	88.211	Ksi4
1:Brug 815..	-8.50	78.332	12.228	90.580	Ksi4
1:Brug 815..	-8.75	80.384	11.981	92.365	Ksi4
1:Brug 815..	-9.00	82.275	11.644	93.918	Ksi4
2:Brug 815..	-5.50	10.213	26.021	36.234	Ksi4
2:Brug 815..	-5.75	15.455	28.744	44.199	Ksi4
2:Brug 815..	-6.00	21.872	30.388	52.259	Ksi4
2:Brug 815..	-6.25	28.606	32.367	60.972	Ksi4
2:Brug 815..	-6.50	37.436	32.209	69.646	Ksi4
2:Brug 815..	-6.75	45.989	35.090	81.079	Ksi4
2:Brug 815..	-7.00	52.866	37.348	90.214	Ksi4
2:Brug 815..	-7.25	61.943	37.200	99.142	Ksi4
2:Brug 815..	-7.50	72.874	28.016	100.890	Ksi4
2:Brug 815..	-7.75	76.972	22.033	99.005	Ksi4
2:Brug 815..	-8.00	84.398	19.293	103.691	Ksi4
2:Brug 815..	-8.25	91.910	16.609	108.519	Ksi4
2:Brug 815..	-8.50	97.002	13.644	110.646	Ksi4
2:Brug 815..	-8.75	99.705	13.107	112.812	Ksi4
2:Brug 815..	-9.00	101.521	13.002	114.523	Ksi4

Einde Rapport

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 815

Pagina 12

BIJLAGE F-3

brug 816

Rapport voor D-Foundations 21.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Stroom- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.

Datum van rapport: 9/7/2021
Tijd van rapport: 2:27:33 PM
Rapport met versie: 21.1.1.32449

Datum van berekening: 9/7/2021
Tijd van berekening: 2:27:00 PM
Berekend met versie: 21.1.1.32449

Bestandsnaam: Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 816

Projectbeschrijving: D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 816



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	7
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel Brug 816 (S7)	4
2.6.2 Grondprofiel Brug 816 (S8)	5
2.7 Paaltypen	6
2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250	6
2.8 Funderingsplan	6
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	7
2.9 Ontgravingsgegevens	7
2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)	8
2.11 Eisen	8
2.12 Opgegeven Parameters	8
2.13 Model Opties	8
2.14 Model Opties	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp	10
3.1 Opmerkingen	10
3.2 Rekenparameters	10
3.2.1 Factoren Paal	10
3.2.2 Paaltipe : Rect 250x250	10
3.3 Overzicht Controle	11
3.4 Overzicht Krachten	11
3.4.1 Grenstoestand STR/GEO	11
3.4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand	12

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 816

Pagina 2



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 :
Titel 2 :
Titel 3 :
Nummer project :
Locatie project :
D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 816

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 2
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



Legend
Rect 250x250 E
Rect 250x250 B
CPT

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 816

Pagina 3



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

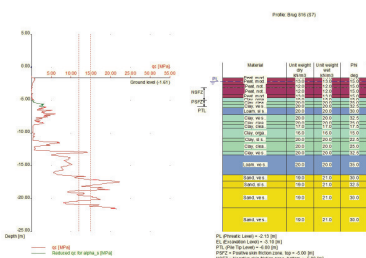
Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleeftzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleeftzone [m R.N.]	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
Brug 816 (...)	-6.00	-5.00	-5.00	94330.44	461871.01
Brug 816 (...)	-6.00	-5.00	-5.00	94316.32	461865.31

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 2

2.6.1 Grondprofiel Brug 816 (S7)

Behorende bij sondering Brug 816 (S7)
Maaiveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -1.61
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : -2.13
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -6.00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -5.00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -5.00
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1.00
Verwachte maaiveldzakking in [m] : 0.11
Aantal lagen in profiel : 21



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m³]	Gamma,sat [kN/m³]	Phi [deg]	Grondsoort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-1.610	13.00	13.00	15.00	Veen	---
2	-1.620	13.00	13.00	15.00	Veen	---
3	-2.629	12.00	12.00	15.00	Veen	---
4	-3.138	12.00	12.00	15.00	Veen	---
5	-4.147	13.00	13.00	15.00	Veen	---
6	-4.656	15.00	15.00	15.00	Klei	---
7	-5.165	20.00	20.00	25.00	Klei	---
8	-5.674	20.00	20.00	32.50	Klei	---
9	-6.182	20.00	20.00	30.00	Leem	---
10	-7.197	20.00	20.00	32.50	Klei	---
11	-8.212	20.00	20.00	25.00	Klei	---

9/7/2021

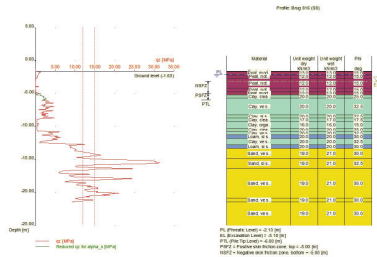
Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 816

Pagina 4

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
12	-8.720	17.00	17.00	17.50	Klei	---
13	-9.227	16.00	15.00	15.00	Klei	---
14	-10.749	20.00	20.00	22.50	Klei	---
15	-11.257	20.00	20.00	25.00	Klei	---
16	-12.781	20.00	20.00	32.50	Klei	---
17	-13.290	20.00	20.00	35.00	Leem	---
18	-16.317	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
19	-17.317	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
20	-18.317	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
21	-21.335	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200

2.6.2 Grondprofiel Brug 816 (S8)

Behorende bij sondering Brug 816 (S8)
Maaveldniveau in [m, t.o.v. referentie niveau] : -1.63
Niveau grondwaterstand in [m, t.o.v. referentie niveau] : -2.13
Paalpuntniveau in [m, t.o.v. referentie niveau] : -6.00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m, t.o.v. referentie niveau] : -5.00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m, t.o.v. referentie niveau] : -5.00
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1.00
Verwachte maaveldzakking in [m] : 0.11
Aantal lagen in profiel : 21



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-1.630	13.00	13.00	15.00	Veen	---
2	-1.640	13.00	13.00	15.00	Veen	---
3	-2.149	12.00	12.00	15.00	Veen	---
4	-2.657	12.00	12.00	15.00	Veen	---
5	-4.184	12.00	12.00	15.00	Veen	---
6	-4.693	13.00	13.00	15.00	Veen	---
7	-5.202	20.00	20.00	25.00	Klei	---
8	-5.702	20.00	20.00	32.50	Klei	---

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma,sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
9	-8.229	20.00	20.00	22.50	Klei	---
10	-8.738	17.00	17.00	17.50	Klei	---
11	-9.238	16.00	16.00	15.00	Klei	---
12	-10.255	20.00	20.00	25.00	Klei	---
13	-10.763	20.00	20.00	32.50	Klei	---
14	-11.271	20.00	20.00	30.00	Leem	---
15	-11.779	20.00	20.00	32.50	Klei	---
16	-12.793	20.00	20.00	30.00	Leem	---
17	-13.300	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
18	-14.820	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
19	-16.338	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
20	-20.893	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
21	-21.400	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250

Paaltipe : Eigen paaltipe (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paaltipe wordt beschouwd als een niet in de grondgevoormd paaltipe.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 0.75 * phi worden aangehouden.

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paaltipe voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
alpha_s klei/leem/veen volgens tabel 7.1, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de alpha_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltipe voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Houten paal, recht

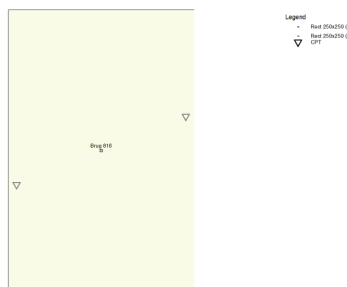
Paaltipe voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
Materiaaltipe paal : Hout
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1:2016.
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalafmetingen :
Kleinste zijde paalpunt [m] : 0.250
Grootste zijde paalpunt [m] : 0.250

2.8 Funderingsplan

Aantal palen : 1
Aantal samenwerkende palen* : 1
*: 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

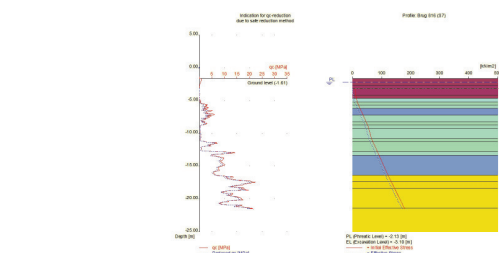
2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop-niveau [m R.N.]
1: Brug 816...	94323.38	461868.16	34.00	29.00	0.00	-1.10

2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m, t.o.v. referentie niveau] : -3.10
Reductie model : Safe (NEN)



2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

Totale belasting op alle palen
In grenstoestand EQU/STR/GEO in [kN] : 34.00
In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : 29.00

2.11 Eisen

Grenstoestand STR/GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidsgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.12 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.13 Model Opties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleeft (standaard)
Gebruik tussenresultaten file
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Rect 250x250

Geselecteerde profielen :
-Brug 816 (S7)
-Brug 816 (S8)

Traject

-begin [m] :	-5.00
-eind [m] :	-9.00
-interval [m] :	0.25

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp

3.1 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalpuntniveaus. Bij gebruikmaking van verschillende paalpuntniveaus dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.
Er wordt voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3.

Er wordt voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3. De variantie (1.20%) is goed (<= 12%).

3.2 Rekenparameters

3.2.1 Factoren Paal

gamma:b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma:b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
gamma:s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1.20
gamma:s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1.00
ksi3 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 2) :	1.32
ksi4 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 2) :	1.32

3.2.2 Paaltype : Rect 250x250

Paaltype : Eigen paaltype (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een niet in de grondgevoormd paaltype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijfingshoek (delta) 0.75 ° phi worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
alpha_s klei/leem/veen volgens tabel 7.1, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de alpha_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Houten paal, recht

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen :	1
Materiaaltype paal :	Hout
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.1, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g)) :	1.00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h)) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1.00

Paalametingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	0.250
Grootste zijde paalpunt [m] :	0.250

Numer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:Brug 816..	--	0.0254	0.7000
2:Brug 816..	--	0.0265	0.7000

3.3 Overzicht Controle

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-5.00	4	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.25	11	****	****	Fout	Fout	Fout
-5.50	34	****	10	Fout	Fout	Goed
-5.75	45	9	4	Goed	Goed	Goed
-6.00	60	4	2	Goed	Goed	Goed
-6.25	74	3	2	Goed	Goed	Goed
-6.50	83	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.75	96	2	1	Goed	Goed	Goed
-7.00	110	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.25	121	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.50	139	1	1	Goed	Goed	Goed
-7.75	147	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.00	148	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.25	156	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.50	162	1	1	Goed	Goed	Goed
-8.75	165	1	1	Goed	Goed	Goed
-9.00	167	1	1	Goed	Goed	Goed

3.4 Overzicht Krachten

3.4.1 Grenstoestand STR/GEO

Numer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 816..	-5.00	0.000	4.354	4.354	Ksi4
1:Brug 816..	-5.25	1.112	10.222	11.333	Ksi4
1:Brug 816..	-5.50	3.800	29.969	33.769	Ksi4
1:Brug 816..	-5.75	13.739	92.014	45.753	Ksi4
1:Brug 816..	-6.00	25.972	34.256	60.228	Ksi4
1:Brug 816..	-6.25	39.268	34.252	73.520	Ksi4
1:Brug 816..	-6.50	48.248	52.137	100.384	Ksi4
1:Brug 816..	-6.75	63.725	43.528	107.253	Ksi4
1:Brug 816..	-7.00	75.270	35.543	110.813	Ksi4
1:Brug 816..	-7.25	95.779	31.993	127.772	Ksi4
1:Brug 816..	-7.50	112.962	30.209	143.170	Ksi4
1:Brug 816..	-7.75	126.831	20.604	147.435	Ksi4
1:Brug 816..	-8.00	136.431	16.664	153.095	Ksi4
1:Brug 816..	-8.25	142.043	14.670	156.713	Ksi4
1:Brug 816..	-8.50	150.381	11.761	162.142	Ksi4
1:Brug 816..	-8.75	157.608	7.758	165.366	Ksi4
1:Brug 816..	-9.00	159.034	7.569	166.602	Ksi4
2:Brug 816..	-5.00	0.000	4.167	4.167	Ksi4
2:Brug 816..	-5.25	0.595	22.578	23.173	Ksi4
2:Brug 816..	-5.50	5.873	29.239	35.113	Ksi4
2:Brug 816..	-5.75	13.591	31.797	45.388	Ksi4
2:Brug 816..	-6.00	23.800	37.460	61.260	Ksi4
2:Brug 816..	-6.25	37.731	38.954	76.686	Ksi4
2:Brug 816..	-6.50	54.471	28.807	83.278	Ksi4
2:Brug 816..	-6.75	66.511	29.883	96.395	Ksi4
2:Brug 816..	-7.00	78.952	30.615	109.567	Ksi4
2:Brug 816..	-7.25	93.872	26.826	120.696	Ksi4
2:Brug 816..	-7.50	102.147	36.972	139.119	Ksi4
2:Brug 816..	-7.75	119.232	29.357	148.588	Ksi4
2:Brug 816..	-8.00	127.693	20.554	148.247	Ksi4

Numer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
2:Brug 816..	-8.25	138.404	17.546	155.950	Ksi4
2:Brug 816..	-8.50	148.311	14.621	162.932	Ksi4
2:Brug 816..	-8.75	165.787	9.833	175.620	Ksi4
2:Brug 816..	-9.00	169.200	8.374	177.575	Ksi4

3.4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Numer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 816..	-5.00	0.000	5.224	5.224	Ksi4
1:Brug 816..	-5.25	1.334	12.266	13.600	Ksi4
1:Brug 816..	-5.50	4.560	35.962	40.522	Ksi4
1:Brug 816..	-5.75	16.487	38.417	54.904	Ksi4
1:Brug 816..	-6.00	31.167	41.107	72.274	Ksi4
1:Brug 816..	-6.25	47.121	41.102	88.224	Ksi4
1:Brug 816..	-6.50	57.897	62.564	120.461	Ksi4
1:Brug 816..	-6.75	76.470	62.234	128.703	Ksi4
1:Brug 816..	-7.00	90.324	42.652	132.976	Ksi4
1:Brug 816..	-7.25	114.935	38.391	153.326	Ksi4
1:Brug 816..	-7.50	135.554	36.250	171.805	Ksi4
1:Brug 816..	-7.75	152.197	24.725	176.922	Ksi4
1:Brug 816..	-8.00	163.718	19.996	183.714	Ksi4
1:Brug 816..	-8.25	170.451	17.604	188.055	Ksi4
1:Brug 816..	-8.50	180.457	14.113	194.570	Ksi4
1:Brug 816..	-8.75	189.130	9.310	198.439	Ksi4
1:Brug 816..	-9.00	190.841	9.082	199.923	Ksi4
2:Brug 816..	-5.00	0.000	5.001	5.001	Ksi4
2:Brug 816..	-5.25	0.714	27.094	27.808	Ksi4
2:Brug 816..	-5.50	7.048	35.087	42.135	Ksi4
2:Brug 816..	-5.75	16.309	38.157	54.466	Ksi4
2:Brug 816..	-6.00	28.560	44.952	73.512	Ksi4
2:Brug 816..	-6.25	45.278	46.745	92.023	Ksi4
2:Brug 816..	-6.50	65.366	34.568	99.933	Ksi4
2:Brug 816..	-6.75	79.814	35.860	115.673	Ksi4
2:Brug 816..	-7.00	94.743	36.738	131.480	Ksi4
2:Brug 816..	-7.25	112.646	32.191	144.837	Ksi4
2:Brug 816..	-7.50	122.576	44.366	166.942	Ksi4
2:Brug 816..	-7.75	143.078	35.228	178.306	Ksi4
2:Brug 816..	-8.00	153.232	24.665	177.897	Ksi4
2:Brug 816..	-8.25	166.084	21.055	187.140	Ksi4
2:Brug 816..	-8.50	177.973	17.545	195.518	Ksi4
2:Brug 816..	-8.75	198.945	11.799	210.744	Ksi4
2:Brug 816..	-9.00	203.040	10.049	213.089	Ksi4

Einde Rapport

BIJLAGE F-4

brug 808

Rapport voor D-Foundations 21.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Stroom- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltareis



Bedrijfsnaam: OC2 B.V.

Datum van rapport: 9/7/2021
Tijd van rapport: 2:25:08 PM
Rapport met versie: 21.1.1.32449

Datum van berekening: 9/7/2021
Tijd van berekening: 2:24:45 PM
Berekend met versie: 21.1.1.32449

Bestandsnaam: Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

Projectbeschrijving: D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Algemene Invoergegevens	3
2.2 Rapportage Gegevens	3
2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles	3
2.4 Bovenbouw	3
2.5 Algemene Sondeergegevens	3
2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan	3
2.6 Grondgegevens	4
2.6.1 Grondprofiel Brug 808 (S10)	4
2.7 Paaltypen	5
2.7.1 Paaltipe : Rect 250x250	5
2.8 Funderingsplan	5
2.8.1 Overzicht Funderingsplan	6
2.9 Ontgravingsgegevens	6
2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)	7
2.11 Eisen	7
2.12 Opgegeven Parameters	7
2.13 Model Opties	7
2.14 Model Opties	7
3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-ontwerp	9
3.1 Fouten en waarschuwingen	9
3.2 Opmerkingen	9
3.3 Rekenparameters	9
3.3.1 Factoren Paal	9
3.3.2 Paaltipe : Rect 250x250	9
3.4 Overzicht Controle	10
3.5 Overzicht Krachten	10
3.5.1 Grenstoestand STR/GEO	10
3.5.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand	10

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

Pagina 2



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

2 Invoergegevens

2.1 Algemene Invoergegevens

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 Rapportage Gegevens

Geotechnisch adviseur :
Constructeur bovenbouw :
Opdrachtgever :
Titel 1 :
Titel 2 :
Titel 3 :
Nummer project :
Locatie project :
D-Foundations Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

2.3 Toepassingsgebied Model Bearing Piles

De toetsingen uitgevoerd door het model BEARING PILES van D-FOUNDATIONS hebben betrekking op paalfunderingen waarop statische of quasi-statische belastingen werken die drukkrachten in de palen veroorzaken met dien verstande dat de berekening van de paalkrachten en de vervormingen is gebaseerd op sonderingen. Eventuele rijzing van (trek-)palen en mogelijke horizontale verplaatsingen van palen zijn niet in deze toetsingen opgenomen.

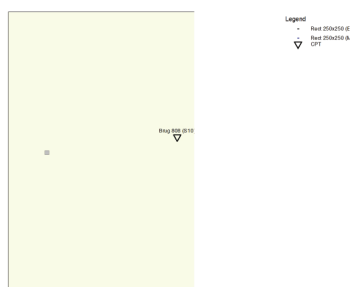
2.4 Bovenbouw

Stijfheidskarakteristiek : Slap

2.5 Algemene Sondeergegevens

Aantal sonderingen : 1
Tijdstip sonderingen : Sondering - Ontgraving - Installatie

2.5.1 Overzicht Sonderingen in Funderingsplan



9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

Pagina 3



OC2 B.V.

D-Foundations 21.1

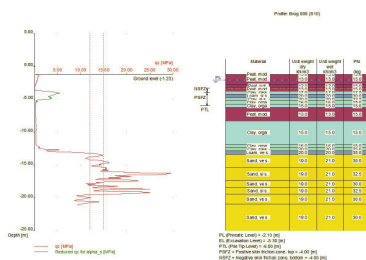
Naam sondering	Paalpunt-niveau [m R.N.]	Bovenkant pos. kleeftzone [m R.N.]	Onderkant neg. kleeftzone [m R.N.]	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
Brug 808 (...)	-6.00	-4.00	-4.00	94567.69	461615.91

2.6 Grondgegevens

Aantal grondprofielen (= aantal sonderingen) : 1

2.6.1 Grondprofiel Brug 808 (S10)

Behorende bij sondering Brug 808 (S10)
Maaveldniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -1.23
Niveau grondwaterstand in [m. t.o.v. referentie niveau] : -2.13
Paalpuntniveau in [m. t.o.v. referentie niveau] : -6.00
Bovenkant positieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -4.00
Onderkant negatieve kleeftzone in [m. t.o.v. referentie niveau] : -4.00
OCR-waarde draagkrachtige laag : 1.00
Verwachte maaveldzakking in [m] : 0.11
Aantal lagen in profiel : 20



Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma_sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
1	-1.230	13.00	13.00	15.00	Veen	---
2	-1.240	13.00	13.00	15.00	Veen	---
3	-2.740	12.00	12.00	15.00	Veen	---
4	-3.240	13.00	13.00	15.00	Veen	---
5	-3.749	17.00	17.00	17.50	Klei	---
6	-4.249	20.00	20.00	30.00	Leem	---
7	-4.758	20.00	20.00	22.50	Klei	---
8	-5.258	16.00	16.00	15.00	Klei	---
9	-5.767	15.00	15.00	15.00	Klei	---
10	-6.275	13.00	13.00	15.00	Veen	---
11	-8.309	15.00	15.00	15.00	Klei	---
12	-11.866	16.00	16.00	15.00	Klei	---

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

Pagina 4

Nummer laag	Bovenkant laag [m R.N.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Grond-soort	Mediaan (Zand/Grind) [mm]
13	-12.366	20.00	20.00	25.00	Klei	---
14	-12.875	20.00	20.00	35.00	Leem	---
15	-13.384	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
16	-15.393	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
17	-17.411	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
18	-18.420	19.00	21.00	32.50	Zand	0.200
19	-19.437	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200
20	-20.963	19.00	21.00	30.00	Zand	0.200

2.7 Paaltypen

2.7.1 Paalttype : Rect 250x250

Paalttype : Eigen paalttype (trillend)
Nota Bene: Dit user defined paalttype wordt beschouwd als een niet in de grondgevormd paalttype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) $0.75 \cdot \phi$ worden aangehouden.

Paalttype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paalttype voor bepaling uitvoeringsfactor α_s in klei/leem/veen:
 α_s klei/leem/veen volgens tabel 7.1, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016

Hierbij is de α_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paalttype voor bepaling paalklasse factor α_p :
Houten paal, recht

Paalttype voor gebruik in last-/zakingsdiagrammen : 1
Materiaalttype paal : Hout
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Rechthoekige paal

beta (Paalvoetvormfactor) conform figuur 7.1, NEN 9997-1:2016.
s (factor voor de invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) conform NEN 9997-1:2016.

Paalaftmetingen :
Kleinste zijde paalpunt [m] : 0.250
Grootste zijde paalpunt [m] : 0.250

2.8 Funderingsplan

Aantal palen : 1
Aantal samenwerkende palen* : 1
* : 0 = niet ingevoerd, 1 = slappe bovenbouw, >1 = stijve bovenbouw

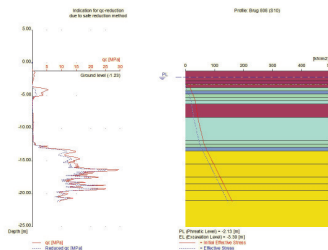
2.8.1 Overzicht Funderingsplan



Paal nr/naam	X-coor-dinaat [m]	Y-coor-dinaat [m]	F _{cd} (EQU/STR/GEO) [kN]	F _{cd} (BGT) [kN]	P0 [kN/m2]	Paalkop-niveau [m R.N.]
1: Brug 808...	94560.00	461615.00	34.00	29.00	0.00	-0.80

2.9 Ontgravingsgegevens

Niveau ontgraving in [m. t.o.v. referentie niveau] : -3.30
Reductie model : Safe (NEN)



2.10 Totale Belastingen (rekenwaarden)

Totale belasting op alle palen
In grenstoestand EQU/STR/GEO in [kN] : 34.00
In Bruikbaarheidsgrenstoestand in [kN] : 29.00

2.11 Eisen

Grenstoestand STR/GEO
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 100
Bruikbaarheidsgrenstoestand
Maximaal toegestane zakking in [m] : 0.150
Maximaal toegestane (relatieve) rotatie : 1 / 300

2.12 Opgegeven Parameters

Alle parameters volgens de standaard.

2.13 Model Opties

Gebruik paalgroep bij negatieve kleef (standaard)
Gebruik tussenresultaten file
Pas reductie toe bij avegaar (standaard)
Gebruik de invloed van ontgravingen (standaard).

2.14 Model Opties

Geselecteerde paaltypen :
-Rect 250x250

Geselecteerde profielen :
-Brug 808 (S10)

Traject
-begin [m] : -4.75

-eind [m] : -7.00
-interval [m] : 0.25

3 Bearing Piles (EC7-NL): Resultaten van de optie Verificatie-Ontwerp**3.1 Fouten en waarschuwingen**

De sonderingen voldoen niet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 omdat :
- er minimaal twee sonderingen vereist zijn.

3.2 Opmerkingen

Het programma gaat bij de controle van het grondonderzoek, volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), uit van het opgegeven testniveau. Het houdt geen rekening met eventueel verschillende paalniveaus. Bij gebruikmaking van verschillende paalniveaus dient de gebruiker zelf eventueel benodigd extra onderzoek te beoordelen.

Bij de controle volgens NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 is rekening gehouden met een gemiddelde onderlinge afstand van 25 m.

Er wordt voldaan aan de eisen van NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3. De variantie (0.00%) is goed (<= 12%).

3.3 Rekenparameters**3.3.1 Factoren Paal**

gamma;b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) : 1.20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : 1.00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) : 1.20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, tabel A.6 A.7 A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) : 1.00
ksi3 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 1) : 1.39
ksi4 (NEN 9997-1:2016, tabel A.10a, bij N = 1) : 1.39

3.3.2 Paaltype : Rect 250x250

Paaltype : Eigen paaltype (trillend)

Nota Bene: Dit user defined paaltype wordt beschouwd als een niet in de grondgevoormd paaltype.
Daarom zal voor de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek (delta) 0.75 * phi worden aangehouden.

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in zand/grind:
Houten paal, recht

Paaltype voor bepaling uitvoeringsfactor alpha_s in klei/leem/veen:
alpha_s klei/leem/veen volgens tabel 7.f, art. 7.6.2.3 (i)
NEN 9997-1:2016
Hierbij is de alpha_s afhankelijk van de grondsoort en relatieve diepte.

Paaltype voor bepaling paalklasse factor alpha_p :
Houten paal, recht

Paaltype voor gebruik in last-/zakkingsdiagrammen : 1
Materiaaltype paal : Hout
Gladheidsbehandeling voor paal : Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm : Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1:2016
art. 7.6.2.3(g) : 1.00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor voor
invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) : 1.00

Paalafmetingen :

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

Pagina 9

Kleinste zijde paalpunt [m] : 0.250
Grootste zijde paalpunt [m] : 0.250

Nummer/Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Leem Veen	Alpha_p
1:Brug 808..	—	0.0178	0.7000

3.4 Overzicht Controle

PPN [m R.N.]	Max. Draagkracht [kN]	sd STR/GEO [mm]	sd BGT [mm]	Grens EQU	Grens STR/GEO	Grens BGT
-4.75	60	3	1	Goed	Goed	Goed
-5.00	71	2	1	Goed	Goed	Goed
-5.25	73	2	1	Goed	Goed	Goed
-5.50	73	2	1	Goed	Goed	Goed
-5.75	74	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.00	74	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.25	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.50	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-6.75	75	2	1	Goed	Goed	Goed
-7.00	75	2	1	Goed	Goed	Goed

3.5 Overzicht Krachten**3.5.1 Grenstoestand STR/GEO**

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 808..	-4.75	49.868	10.409	60.277	Ksi3
1:Brug 808..	-5.00	65.421	5.674	71.095	Ksi3
1:Brug 808..	-5.25	68.616	3.938	72.555	Ksi3
1:Brug 808..	-5.50	69.713	3.476	73.189	Ksi3
1:Brug 808..	-5.75	70.305	3.514	73.818	Ksi3
1:Brug 808..	-6.00	70.759	3.585	74.344	Ksi3
1:Brug 808..	-6.25	71.255	3.562	74.816	Ksi3
1:Brug 808..	-6.50	71.294	3.706	75.000	Ksi3
1:Brug 808..	-6.75	71.294	3.752	75.045	Ksi3
1:Brug 808..	-7.00	71.294	4.182	75.475	Ksi3

3.5.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Nummer/Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rs;d [kN]	Rb;d [kN]	Rc;d [kN]	Gebruikte Ksi
1:Brug 808..	-4.75	59.842	12.490	72.333	Ksi3
1:Brug 808..	-5.00	78.506	6.809	85.314	Ksi3
1:Brug 808..	-5.25	82.340	4.726	87.066	Ksi3
1:Brug 808..	-5.50	83.656	4.171	87.827	Ksi3
1:Brug 808..	-5.75	84.365	4.216	88.582	Ksi3
1:Brug 808..	-6.00	84.911	4.301	89.212	Ksi3
1:Brug 808..	-6.25	85.506	4.274	89.780	Ksi3
1:Brug 808..	-6.50	85.552	4.448	90.000	Ksi3
1:Brug 808..	-6.75	85.552	4.502	90.054	Ksi3
1:Brug 808..	-7.00	85.552	5.018	90.570	Ksi3

Einde Rapport

9/7/2021

Fietsbruggen Leiden - draagvermogen (2021-09-07) - brug 808

Pagina 10