



Document : **Trillingspredictie heien prefab betonpalen**

Projectomschrijving : Nb. "De Rietvink"
Projectlocatie : Zaandam, Houtveldweg

Opdrachtgever : Tjaden Advies B.V.

Documentnummer : TP H24.2282-1.0
Datum : 06-06-2024

Documentbeheer					
Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf
0	06-06-2024	T. Hoffer		N.B. Scheide	

Documentjabloon: SBR-A:2017, 19-11-2021



TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

Inhoudsopgave

1.	Normen, richtlijnen en referenties	1
2.	Projectomschrijving	2
3.	Trillingspredictie	3
4.	Toelaatbare trillingssnelheid SBR-A:2017	3
5.	Trillingssnelheid	5
5.1	Trillingssnelheid heien vibropalen	5
6.	Conclusie	6
6.1	Conclusie heien	8
7.	Advies & beheersmaatregelen:	8

Bijlagen

Sondering standaard bodemprofiel	A
Uitvoer predictie	B
Projectgegevens	C
Samenvatting SBR-A 2017 Schade aan gebouwen	D

1. Normen, richtlijnen en referenties

Onderstaande normen, richtlijnen en overige documenten zijn gebruikt bij het opstellen van navolgende document:

Normen en richtlijnen	
CUR 166, Damwandconstructies 6 ^e druk deel 2.	Berekening te verwachten trillingssnelheid (5%)
SBR-A 2017, Schade aan gebouwen.	Bepaling en berekening grenswaarde per object.
Vakblad Geotechniek april 2012 (dr. Ir. P. Hölscher / ing. P. Kraaijenbrink)	Onderzoek trillingen/schade bij intrillen damwanden.
Vakblad Geotechniek oktober 2014 (Ir. B. Rijnveld / Ir. A.J. Snethlage)	Aangescherpte referentiewaarden

Gebruikte gegevens	
Document/kaart	240209 Funderingsadvies F1, 13-05-2024, door Tjaden B.V.
Tekening	923193-201N Principe palenplan VO rev. B, 29-04-2024, door Strackee Bouwadv.

TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

2. Projectomschrijving

In Zaandam wordt aan de Houtveldweg nieuwbouw t.b.v. basisschool De Rietvink gerealiseerd. Voor de fundering zijn funderingspalen benodigd te installeren. Het voorlopig funderingsadvies is opgesteld voor zowel prefab betonpalen alsmede DPA-palen.

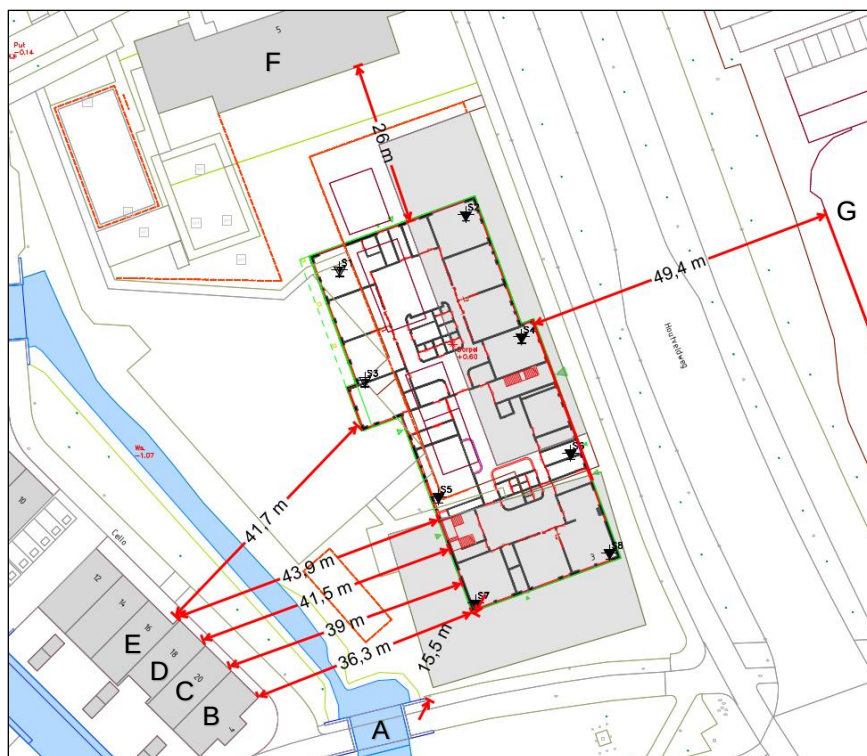
Geheide paalsystemen veroorzaken trillingen, welke van invloed zijn op de omgeving. Hektec is door Tjaden gevraagd om de invloed van het heien van prefab betonpalen te onderzoeken.

Er wordt uitgegaan van een Junttan HHK7A- of 9A o.g. (84; 108 kNm) voor de prefab palen 320mm.

De predictie is opgesteld in relatie tot onderstaande belendingen:

Adres	Kortste afstand	Bouwjaar	Gebouwcategorie + Conditie of monumentaal	BAG-ID (Pand)	Soort fundatie
A Brug Klarinet	15,5	n.b.	• 1, normaal	n.v.t.	Paalfundatie
B Klarinet 4 1507 VT Zaandam	36,3	2017	• 1, normaal	0479100000087412	Paalfundatie
C Cello 20 1507 TT Zaandam	39,0	2017	• 1, normaal	0479100000087411	Paalfundatie
D Cello 18 1507 TT Zaandam	41,5	2017	• 2, normaal	0479100000087410	Paalfundatie
E Cello 16 1507 TT Zaandam	41,7	2017	• 2, normaal	0479100000087409	Paalfundatie
F Aubade 5 (kinderopvang) 1507 TA Zaandam	26,0	2022	• 1, normaal	0479100000113760	Paalfundatie
G Nieuwbouw Houtveldweg in aanbouw	45,0	2024	• 1, normaal	0479100000134940	Paalfundatie

Tabel 1: Overzicht rekenpunten



Figuur 1: Overzichtstekening gebaseerd op sonderingstekening.

TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

In onderstaande tabel is per rekenpunt een afbeelding opgenomen van Google Maps - Streetview.



A - Brug Klarinet.
Gebouwcategorie 1, normaal



B - Klarinet 4.
Gebouwcategorie 2, normaal



B, C, D, E - Klarinet 4, Cello 20, Cello 18 en Cello 16.
Gebouwcategorie 2, normaal



F - Aubade 5 (Kinderopvang)
Gebouwcategorie 1, normaal



G - Nb. Houtveldweg De Tijdgeest
Gebouwcategorie 1, normaal

Tabel 2: Streetview afbeeldingen rekenpunten

3. Trillingspredictie

De trillingspredictie is opgesteld aan de hand van een eenvoudig empirisch model dat wordt gegeven in CUR 166 6e druk deel 2. Hierbij zijn rekenwaarde voor bronsnelheden en dempingcoëfficiënten gegeven voor een zevental voor Nederland karakteristieke bodemprofielen. Uit onderzoeken is gebleken dat deze waarden conservatief zijn, daarom wordt gerekend met de gecorrigeerde waarden die beschreven staan in het vakblad "Geotechniek oktober 2014". De geprognostiseerde trillingswaarden worden getoetst aan de grenswaarden gesteld in de SBR meet- en beoordelingsrichtlijn deel A 2017, schade aan gebouwen.

4. Toelaatbare trillingssnelheid SBR-A:2017

In de SBR meet- en beoordelingsrichtlijn deel A 2017 worden grenswaarden genoemd voor maximaal toelaatbare trillingen teneinde schade aan bouwwerken te voorkomen. Volgens de bestaande praktijkervaring bestaat er een aanvaardbare kleine kans (kleiner dan 1%) dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden indien de rekenwaarde van de topwaarde van de trillingssnelheid V_d kleiner is dan de rekenwaarde van de grenswaarde V_r . In de richtlijn wordt onderscheid gemaakt in de volgende variabelen, waarmee de rekenwaarde van de grenswaarde V_r wordt bepaald;

- **Type trilling:**
Er wordt van uitgegaan dat de trillingen veroorzaakt bij het heien van prefab betonpalen een herhaald kortdurend karakter hebben $\Rightarrow \gamma_t = 1,5 / 2,0$ (constructie / fundering) (SBR A, tabel 10.6)
- **Type trillingsbron:**
Voor de bepaling van de grenswaarde bij het heien van prefab betonpalen is uitgegaan van de maatgevende frequentie van het heiblok. Bij hydraulische heiblokken is een frequentie tussen de 10 en 15 Hz gebruikelijk. Bij de bepaling van de grenswaarde in situ is van **10 Hz** uitgegaan. (SBR A, tabel 10.8).
Voor de bepaling van de grenswaarde voor de fundering is uitgegaan $V_{kar} = 10\text{mm/s}$ (trillingssnelheid) en $a_{kar} = 1,0 \text{ m/s}^2$ (trillingsversnelling)
- **Type gebouwcategorie:**
Aangenomen wordt dat de constructie van belendingen zich in goede staat bevinden en worden ingedeeld in gebouwcategorie 1 in goede staat (SBR-A tabel 10.2). $\Rightarrow \gamma_s = 1,0$

TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

Maximale grenswaarden: $V_r = \frac{V_{kar}}{\gamma_t * \gamma_s}$

Grenswaarden per gebouwcategorie en onderdeel van de constructie	Herhaald kortdurend (heiwerk) bij 10 Hz INDICATIEVE METING	Herhaald kortdurend (heiwerk) bij 10 Hz BEPERKTE METING	Herhaald kortdurend (heiwerk) bij 10 Hz UITGEBREIDE METING
Draagconstructie cat. 2			
- normaal	2,08 mm/s	2,38 mm/s	3,33 mm/s
+ verdieping	6,25 mm/s	7,14 mm/s	10,00 mm/s
- monumentaal / gevoelig	1,23 mm/s	1,40 mm/s	1,96 mm/s
+ verdieping	3,68 mm/s	4,20 mm/s	5,88 mm/s
Draagconstructie cat. 1			
- normaal	8,33 mm/s	9,05 mm/s	13,33 mm/s
+ verdieping	16,67 mm/s	19,05 mm/s	26,67 mm/s
- monumentaal / gevoelig	4,90 mm/s	5,60 mm/s	7,84 mm/s
+ verdieping	9,80 mm/s	11,20 mm/s	15,69 mm/s

Tabel 3: Overzicht grenswaarden bij HEIWERK gebouwcategorie 1 en 2, conditie: normaal of gevoelig/monumentaal, verdieping en zettingsgevoelige fundatie.

In de tabellen 2 en 3 is voor berekening van de grenswaarde voor een zettingsgevoelige fundatie uitgegaan van een samendrukbare laagdikte $h = 5,0 \text{ m}^1$ met de bijbehorende factor $C_D = 1,43$ aan de hand van projectsonderingen.

Grenswaarden per gebouwcategorie en onderdeel van de constructie	Herhaald kortdurend 10Hz INDICATIEVE METING
Draagconstructie gebouwcategorie 1	
- normaal	8,33 mm/s
+ verdieping (bij alle frequenties)	16,67 mm/s
Draagconstructie gebouwcategorie 2	
- normaal	2,08 mm/s
+ verdieping (bij alle frequenties)	6,25 mm/s
Fundatie	
- normaal ($C_D = 1,43$)	$a = 0,625 \text{ m/s}^2$ 5,58 mm/s

Tabel 4: Overzicht grenswaarden bij HEIWERK gebouwcategorie 2, conditie: Normaal t.b.v. draagconstructie, bovenste verdieping en (eventueel) zettingsgevoelige fundatie.

TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

5. Trillingssnelheid

De optredende trillingssnelheid wordt bepaald op basis van de gecorrigeerde trillingssnelheden van tabel 2 uit het vakblad "Geotechniek oktober 2014", waaruit de referentietrillingssnelheid op $r_0 = 5 \text{ m}^1$ afstand in mm/s is af te leiden bij een gekozen grondprofiel bij een overschrijdingskans van 5%. Uit het vakblad "Geotechniek april 2012" volgt dat 5% overschrijdingskans het meest overeenkomt met de in de praktijk optredende trillingssnelheden.

Van de beschikbare standaard bodemprofielen komt profiel 1 "Amsterdam", het best overeen met het bodemprofiel ter plaatse van de projectlocatie. In bijlage A is de sondering behorende bij standaard bodemprofiel opgenomen, in bijlage B is een sondering van de projectlocatie opgenomen.

5.1 Trillingssnelheid heien vibropalen

Referentietrillingssnelheid v_0 5% kans op overschijding, $V_0 = 0,057 \text{ mm/s}$

De referentietrillingssnelheid wordt nog gereduceerd op basis van de slagkracht van het heiblok en door de optredende materiaaldemping.

Optredende trillingssnelheid op afstand r tot de bron

$$V_r = v_{0;cor} \cdot C_{0,f}$$

Gecorrigeerde trillingssnelheid bij gegeven slagkracht

$$v_{0;cor}(x = 5\text{m}) = v_0 \cdot \sqrt{0,8 \cdot E_{pot}}$$

Reductiecoëfficiënt behorende bij bron afstand r

$$C_{0,f} = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{5}{r}} \exp[-\alpha(r - 5)]$$

$$c_v 5\% = 0,007$$

$$c_v 1\% = 0,012$$

Dempingsfactor $\alpha = 2\%$

Schatting toegepast heiblok en slagenergie:

Junttan HHK7A

84.000 Nm

Junttan HHK9A/S

108.000 Nm

Uit de gegeven formules volgt de optredende trillingssnelheid op verschillende afstanden. Gezien de beperkingen van het toegepaste model is het op een kortere afstand dan $5,0\text{m}^1$ niet mogelijk de trillingssnelheid nader te kwantificeren.

TRILLINGSPREDICTIE
Rapportnummer: TP H24.2282-1.0

Project: Nb. "De Rietvink"

Locatie: Zaandam, Houtveldweg

Afstand	Slagenergie 108.000 Nm	Gebouwc. 1	Gebouwc. 2
		INDICATIEVE METING < 8,33 mm/s; ≤ 10 Hz UITGEBREIDE METING * < 13,33 mm/s; ≤ 10 Hz	INDICATIEVE METING < 2,08 mm/s; ≤ 10 Hz UITGEBREIDE METING * < 3,33 mm/s; ≤ 10 Hz
5 m ¹	11,73 mm/s	voldoet*	voldoet niet
6 m ¹	10,39 mm/s	voldoet*	voldoet niet
7 m ¹	9,33 mm/s	voldoet*	voldoet niet
8 m ¹	8,47 mm/s	voldoet*	voldoet niet
9 m ¹	7,75 mm/s	voldoet	voldoet niet
10 m ¹	7,14 mm/s	voldoet	voldoet niet
11 m ¹	6,60 mm/s	voldoet	voldoet niet
12 m ¹	6,14 mm/s	voldoet	voldoet niet
13 m ¹	5,72 mm/s	voldoet	voldoet niet
14 m ¹	5,35 mm/s	voldoet	voldoet niet
15 m ¹	5,02 mm/s	voldoet	voldoet niet
16 m ¹	4,71 mm/s	voldoet	voldoet niet
17 m ¹	4,44 mm/s	voldoet	voldoet niet
18 m ¹	4,19 mm/s	voldoet	voldoet niet
19 m ¹	3,95 mm/s	voldoet	voldoet niet
20 m ¹	3,74 mm/s	voldoet	voldoet niet
21 m ¹	3,54 mm/s	voldoet	voldoet niet
22 m ¹	3,36 mm/s	voldoet	voldoet niet
23 m ¹	3,19 mm/s	voldoet	voldoet*
24 m ¹	3,03 mm/s	voldoet	voldoet*
25 m ¹	2,88 mm/s	voldoet	voldoet*
26 m ¹	2,74 mm/s	voldoet	voldoet*
27 m ¹	2,61 mm/s	voldoet	voldoet*
28 m ¹	2,49 mm/s	voldoet	voldoet*
29 m ¹	2,37 mm/s	voldoet	voldoet*
30 m ¹	2,26 mm/s	voldoet	voldoet*
31 m ¹	2,16 mm/s	voldoet	voldoet*
32 m ¹	2,06 mm/s	voldoet	voldoet
33 m ¹	1,97 mm/s	voldoet	voldoet
34 m ¹	1,88 mm/s	voldoet	voldoet
35 m ¹	1,80 mm/s	voldoet	voldoet
36 m ¹	1,72 mm/s	voldoet	voldoet
37 m ¹	1,65 mm/s	voldoet	voldoet
38 m ¹	1,58 mm/s	voldoet	voldoet
39 m ¹	1,51 mm/s	voldoet	voldoet
40 m ¹	1,45 mm/s	voldoet	voldoet
41 m ¹	1,39 mm/s	voldoet	voldoet
42 m ¹	1,33 mm/s	voldoet	voldoet
43 m ¹	1,28 mm/s	voldoet	voldoet
44 m ¹	1,23 mm/s	voldoet	voldoet
45 m ¹	1,18 mm/s	voldoet	voldoet
46 m ¹	1,13 mm/s	voldoet	voldoet
47 m ¹	1,09 mm/s	voldoet	voldoet
48 m ¹	1,04 mm/s	voldoet	voldoet
49 m ¹	1,00 mm/s	voldoet	voldoet
50 m ¹	0,96 mm/s	voldoet	voldoet

Tabel 5: Grenswaarde en verwachtingswaarde HEIWERK à 108.000 Nm voor een indicatieve en uitgebreide meting.

TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

Afstand	Slagenergie 84.000 Nm	Gebouwcategorie 1	Gebouwcategorie 2
		INDICATIEVE METING < 8,33 mm/s; ≤ 10 Hz UITGEBREIDE METING * < 13,33 mm/s; ≤ 10 Hz	INDICATIEVE METING < 2,08 mm/s; ≤ 10 Hz UITGEBREIDE METING * < 3,33 mm/s; ≤ 10 Hz
5 m ¹	10,34 mm/s	voldoet*	voldoet niet
6 m ¹	9,16 mm/s	voldoet*	voldoet niet
7 m ¹	8,23 mm/s	voldoet	voldoet niet
8 m ¹	7,47 mm/s	voldoet	voldoet niet
9 m ¹	6,84 mm/s	voldoet	voldoet niet
10 m ¹	6,30 mm/s	voldoet	voldoet niet
11 m ¹	5,82 mm/s	voldoet	voldoet niet
12 m ¹	5,41 mm/s	voldoet	voldoet niet
13 m ¹	5,05 mm/s	voldoet	voldoet niet
14 m ¹	4,72 mm/s	voldoet	voldoet niet
15 m ¹	4,42 mm/s	voldoet	voldoet niet
16 m ¹	4,16 mm/s	voldoet	voldoet niet
17 m ¹	3,91 mm/s	voldoet	voldoet niet
18 m ¹	3,69 mm/s	voldoet	voldoet niet
19 m ¹	3,49 mm/s	voldoet	voldoet niet
20 m ¹	3,30 mm/s	voldoet	voldoet niet
21 m ¹	3,12 mm/s	voldoet	voldoet*
22 m ¹	2,96 mm/s	voldoet	voldoet*
23 m ¹	2,81 mm/s	voldoet	voldoet*
24 m ¹	2,67 mm/s	voldoet	voldoet*
25 m ¹	2,54 mm/s	voldoet	voldoet*
26 m ¹	2,42 mm/s	voldoet	voldoet*
27 m ¹	2,30 mm/s	voldoet	voldoet*
28 m ¹	2,19 mm/s	voldoet	voldoet*
29 m ¹	2,09 mm/s	voldoet	voldoet*
30 m ¹	1,99 mm/s	voldoet	voldoet
31 m ¹	1,90 mm/s	voldoet	voldoet
32 m ¹	1,82 mm/s	voldoet	voldoet
33 m ¹	1,74 mm/s	voldoet	voldoet
34 m ¹	1,66 mm/s	voldoet	voldoet
35 m ¹	1,59 mm/s	voldoet	voldoet
36 m ¹	1,52 mm/s	voldoet	voldoet
37 m ¹	1,46 mm/s	voldoet	voldoet
38 m ¹	1,39 mm/s	voldoet	voldoet
39 m ¹	1,34 mm/s	voldoet	voldoet
40 m ¹	1,28 mm/s	voldoet	voldoet
41 m ¹	1,23 mm/s	voldoet	voldoet
42 m ¹	1,18 mm/s	voldoet	voldoet
43 m ¹	1,13 mm/s	voldoet	voldoet
44 m ¹	1,08 mm/s	voldoet	voldoet
45 m ¹	1,04 mm/s	voldoet	voldoet
46 m ¹	1,00 mm/s	voldoet	voldoet
47 m ¹	0,96 mm/s	voldoet	voldoet
48 m ¹	0,92 mm/s	voldoet	voldoet
49 m ¹	0,88 mm/s	voldoet	voldoet
50 m ¹	0,85 mm/s	voldoet	voldoet

Tabel 6: Grenswaarde en verwachtingswaarde HEIWERK à 84.000 Nm voor een indicatieve en uitgebreide meting.

TRILLINGSPREDICTIE

Rapportnummer: TP H24.2282-1.0
Project: Nb. "De Rietvink"
Locatie: Zaandam, Houtveldweg

6. Conclusie

Bij 5% overschrijdingskans worden bij de bebouwing de volgende waarden voorspeld:

Rekenpunten			Voorspelde waarden 5% overschrijdingskans F=84 kNm	Voorspelde waarden 5% overschrijdingskans F=106 kNm	Grenswaarde h.h. kortdurend bij 10Hz INDICATIEF	Grenswaarde h.h. kortdurend bij 10Hz UITGEBREID
A	Brug Klarinet	15,5 m	4,42 mm/s	5,02 mm/s	8,33 mm/s	13,33 mm/s
B	Klarinet 4 1507 VT Zaandam	36,3 m	1,52 mm/s	1,72 mm/s	2,08 mm/s	3,33 mm/s
C	Cello 20 1507 TT Zaandam	39,0 m	1,34 mm/s	1,51 mm/s	2,08 mm/s	3,33 mm/s
D	Cello 18 1507 TT Zaandam	41,5 m	1,23 mm/s	1,39 mm/s	2,08 mm/s	3,33 mm/s
E	Cello 16 1507 TT Zaandam	41,7 m	1,23 mm/s	1,39 mm/s	2,08 mm/s	3,33 mm/s
F	Aubade 5 (kinderopvang) 1507 TA Zaandam	26,0 m	2,42 mm/s	2,74 mm/s	8,33 mm/s	13,33 mm/s
G	Nieuwbouw Houtveldweg in aanbouw	45,0 m	1,04 mm/s	1,18 mm/s	8,33 mm/s	13,33 mm/s

6.1 Conclusie heien

Op alle rekenpunten wordt verwacht te voldoen aan de grenswaarden van de SBR-A richtlijn 2017.

Bij uitvoering van een indicatieve of uitgebreide meting, gelden respectievelijk de onderstaande afstanden tot waar overschrijdingen van de SBR-A:2017 worden verwacht:

84 kNm - cat. 1 : 7,0 m <8,33 mm/s; 4,0 m <13,33 mm/s;
84 kNm - cat. 2 : 29,0 m <2,08 mm/s; 20,0 m <3,33 mm/s;
106 kNm - cat 1: 9,0 m <8,33 mm/s; 5,0 m <13,33 mm/s
106 kNm - cat 2: 32,0 m <2,08 mm/s; 23,0 m <3,33 mm/s

7. Advies & beheersmaatregelen:

Op basis van de te verwachten trillingen in relatie tot de kans op schade aan de draagconstructie van belendingen, is er geen bezwaar om prefab betonpalen te installeren d.m.v. heien.

- Het verdient aanbeveling om de bouwwijze van te controleren om daarmee de gebouwcategorie te verifiëren voor rekenpunten B, C, D, en E.
- Als beheersmaatregel gedurende uitvoering is het mogelijk om de valhoogte te reduceren. Waarbij men in acht neemt dat een bepaalde valhoogte benodigd is om de palen tot het juiste niveau te installeren.
- Gedurende uitvoering is het mogelijk om een meting op te schalen tot uitgebreide meting, waarbij met minimaal 3 meetsystemen per object door de hogere zekerheid van meten de veiligheidsmarge op de meting vervalst.
Van de (minimaal) 3 meetsystemen, dient één op de bovenste verdieping bevestigd te worden, één meetsysteem dient verticaal recht onder het bovenste meetpunt te worden geplaatst en één meetsysteem niet meer dan 10m in het horizontale vlak verwijderd van nummer twee.



BIJLAGE A

Sondering standaard bodemprofiel

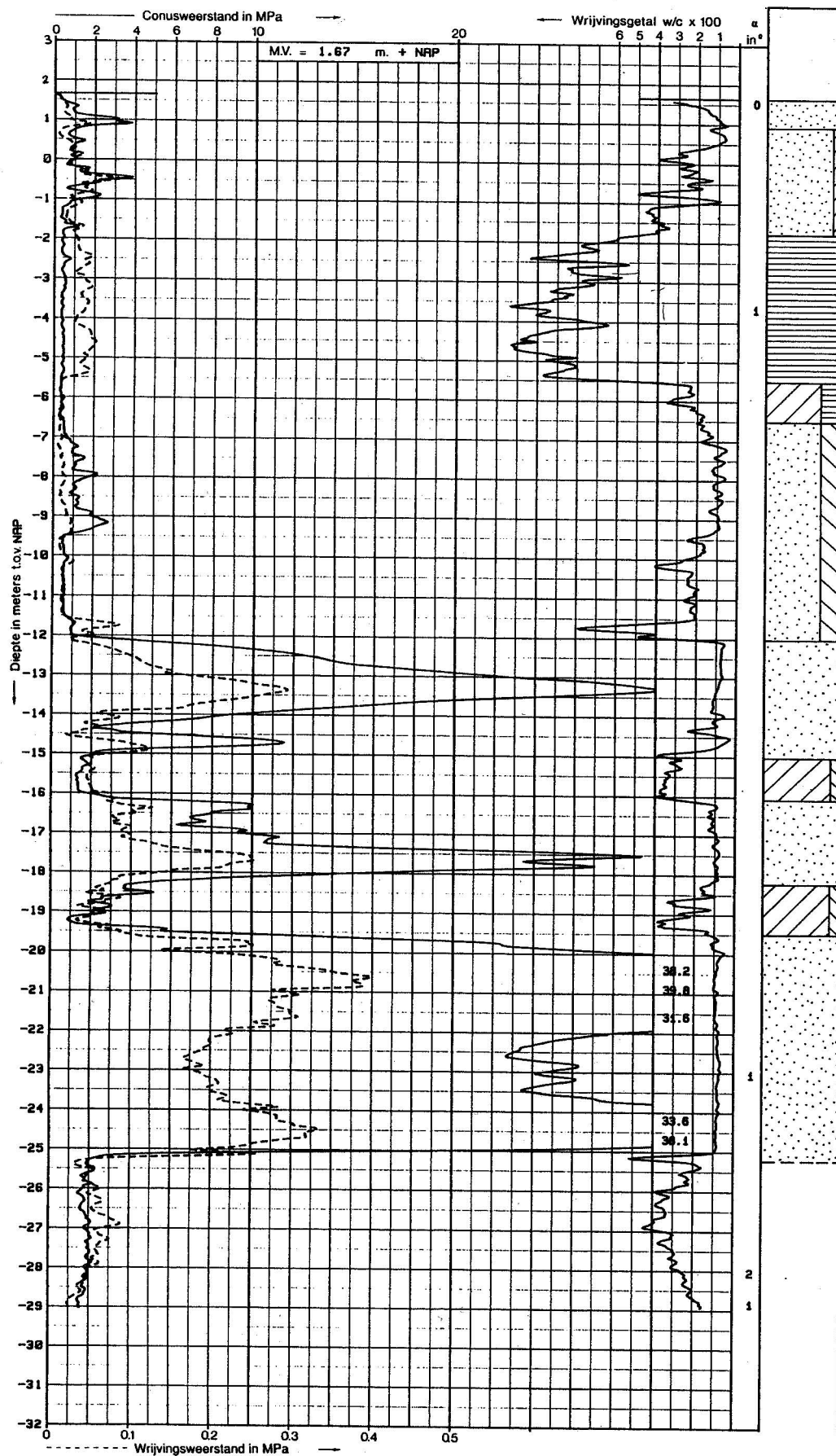


Fig. C1 Sondering Amsterdam.



BIJLAGE B

UITVOER PREDICTIE



Trillingspredictie inheien prefab betonpaal, conform CUR 166

Documentnummer	TP 24.2282-1.0
Project	De Rietvink
Projectlocatie	Zaandam, Houtveldweg
Datum	6 juni 2024

Berekening grenswaarde V_r

Type trilling	
Type trilling	herhaald kortduren ▼
Partiele veiligheidsfactor $\gamma_t =$	1,5

Type trillingsbron				
Prefab betonpaal	n.v.t.	Lengte	n.v.t.	m ¹
Heiblok	Junttan HHK 9A ▼	Slag energie	108.000	kN
Frequentie	10 ▼	Hz		

Categorie bouwwerk	zie 10.2.1 uit SBR deel A, 2017	
Gebouwcategorie	Categorie 1, goede staat ▼	$\gamma_s = 1,0$

De verwachte waarde bedraagt;	$V_r =$	13,33	mm/s
-------------------------------	---------	-------	------

Keuze grondprofiel		
Bodemprofiel	Amsterdam (1) ▼	zie tabel 5.21 uit CUR 166 4e druk deel 2
schade 1%	$V_0 = 0,07$	mm/s
hinder 5%	$V_0 = 0,057$	mm/s
Dempingsconstante	0,03	m ⁻¹
Indien zeer vaste bovenlagen aanwezig zijn, handmatig dempingsconstante aanpassen naar 0,02 m ⁻¹		
Afstand	31 ▼	m ¹

Controle V_d op x meters afstand;	$V_d =$	2,16	mm/s	voldoet bij een afstand van	31	m ¹
-------------------------------------	---------	------	------	-----------------------------	----	----------------

Resultaten schade, 1% overschrijdingskans $V_d < V_r$

afstand tot werkzaamheden [m]	trillingssnelheid 1% overschrijdingskans V_d [mm/s]	$V_d < V_r$	Opmerking
1	38,39	voldoet niet	
2	26,34	voldoet niet	
3	20,87	voldoet niet	
4	17,54	voldoet niet	
5	15,23	voldoet niet	uitvoering aanpassen
10	9,27	voldoet	geen
15	6,51	voldoet	geen
20	4,85	voldoet	geen
25	3,74	voldoet	geen
30	2,94	voldoet	geen
35	2,34	voldoet	geen
40	1,88	voldoet	geen
45	1,53	voldoet	geen
50	1,25	voldoet	geen

Resultaten schade, 5% overschrijdingskans $V_d < V_r$

afstand tot werkzaamheden [m]	trillingssnelheid 5% overschrijdingskans V_d [mm/s]	$V_d < V_r$	Opmerking
5	11,73	voldoet	geen
6	10,39	voldoet	geen
7	9,33	voldoet	geen
8	8,47	voldoet	geen
9	7,75	voldoet	geen
10	7,14	voldoet	geen
11	6,60	voldoet	geen
12	6,14	voldoet	geen
13	5,72	voldoet	geen
14	5,35	voldoet	geen
15	5,02	voldoet	geen
16	4,71	voldoet	geen
17	4,44	voldoet	geen
18	4,19	voldoet	geen
19	3,95	voldoet	geen
20	3,74	voldoet	geen
21	3,54	voldoet	geen
22	3,36	voldoet	geen
23	3,19	voldoet	geen
24	3,03	voldoet	geen
25	2,88	voldoet	geen
30	2,26	voldoet	geen
35	1,80	voldoet	geen
40	1,45	voldoet	geen

Op al onze werkzaamheden is de DNR 2011 van toepassing.

**ENGINEERING EN MONITORING VOOR
GWW EN GEOTECHNIEK**

Rekenwaarde ter voorkoming van schade V_r = 13,33 mm/s zie paragraaf 10.3 uit SBR-A

Trillingsniveau 1% overschrijdingskans, V_d = 3,39 ≤ 13,33 Voldoet !

Rekenwaarde ter voorkoming van hinder V_r = 13,33 mm/s zie paragraaf 10.3 uit SBR-A

Trillingsniveau 5% overschrijdingskans, V_d = 2,61 ≤ 13,33 Voldoet !

Grenswaarde ter voorkoming van zetting 4,20 mm/s zie paragraaf 10.3 uit SBR-A

Trillingsniveau 1% overschrijdingskans 3,39 ≤ 4,20 Voldoet !

Trillingsniveau 5% overschrijdingskans 2,61 ≤ 4,20 Voldoet !

Op al onze werkzaamheden is de DNR 2011 van toepassing.

**ENGINEERING EN MONITORING VOOR
GWW EN GEOTECHNIEK**

afstand tot werkzaamheden [m]	trillingssnelheid 1% overschrijdingskans [mm/s]		trillingssnelheid 5% overschrijdingskans [mm/s]	
1 m ¹	38,39	voldoet niet	29,57 mm/s	voldoet niet
2 m ¹	26,34	voldoet niet	20,29 mm/s	voldoet niet
3 m ¹	20,87	voldoet niet	16,08 mm/s	voldoet niet
4 m ¹	17,54	voldoet niet	13,51 mm/s	voldoet niet
5 m ¹	15,23	voldoet niet	11,73 mm/s	voldoet
6 m ¹	13,49	voldoet niet	10,39 mm/s	voldoet
7 m ¹	12,12	voldoet	9,33 mm/s	voldoet
8 m ¹	11,00	voldoet	8,47 mm/s	voldoet
9 m ¹	10,07	voldoet	7,75 mm/s	voldoet
10 m ¹	9,27	voldoet	7,14 mm/s	voldoet
11 m ¹	8,57	voldoet	6,60 mm/s	voldoet
12 m ¹	7,97	voldoet	6,14 mm/s	voldoet
13 m ¹	7,43	voldoet	5,72 mm/s	voldoet
14 m ¹	6,95	voldoet	5,35 mm/s	voldoet
15 m ¹	6,51	voldoet	5,02 mm/s	voldoet
16 m ¹	6,12	voldoet	4,71 mm/s	voldoet
17 m ¹	5,76	voldoet	4,44 mm/s	voldoet
18 m ¹	5,43	voldoet	4,19 mm/s	voldoet
19 m ¹	5,13	voldoet	3,95 mm/s	voldoet
20 m ¹	4,85	voldoet	3,74 mm/s	voldoet
21 m ¹	4,60	voldoet	3,54 mm/s	voldoet
22 m ¹	4,36	voldoet	3,36 mm/s	voldoet
23 m ¹	4,14	voldoet	3,19 mm/s	voldoet
24 m ¹	3,93	voldoet	3,03 mm/s	voldoet
25 m ¹	3,74	voldoet	2,88 mm/s	voldoet
26 m ¹	3,56	voldoet	2,74 mm/s	voldoet
27 m ¹	3,39	voldoet	2,61 mm/s	voldoet
28 m ¹	3,23	voldoet	2,49 mm/s	voldoet
29 m ¹	3,08	voldoet	2,37 mm/s	voldoet
30 m ¹	2,94	voldoet	2,26 mm/s	voldoet
31 m ¹	2,80	voldoet	2,16 mm/s	voldoet
32 m ¹	2,68	voldoet	2,06 mm/s	voldoet
33 m ¹	2,56	voldoet	1,97 mm/s	voldoet
34 m ¹	2,45	voldoet	1,88 mm/s	voldoet
35 m ¹	2,34	voldoet	1,80 mm/s	voldoet
36 m ¹	2,24	voldoet	1,72 mm/s	voldoet
37 m ¹	2,14	voldoet	1,65 mm/s	voldoet
38 m ¹	2,05	voldoet	1,58 mm/s	voldoet
39 m ¹	1,97	voldoet	1,51 mm/s	voldoet
40 m ¹	1,88	voldoet	1,45 mm/s	voldoet
41 m ¹	1,81	voldoet	1,39 mm/s	voldoet
42 m ¹	1,73	voldoet	1,33 mm/s	voldoet
43 m ¹	1,66	voldoet	1,28 mm/s	voldoet
44 m ¹	1,59	voldoet	1,23 mm/s	voldoet
45 m ¹	1,53	voldoet	1,18 mm/s	voldoet
46 m ¹	1,47	voldoet	1,13 mm/s	voldoet
47 m ¹	1,41	voldoet	1,09 mm/s	voldoet
48 m ¹	1,35	voldoet	1,04 mm/s	voldoet
49 m ¹	1,30	voldoet	1,00 mm/s	voldoet
50 m ¹	1,25	voldoet	0,96 mm/s	voldoet
60 m ¹	0,84	voldoet	0,65 mm/s	voldoet
70 m ¹	0,58	voldoet	0,45 mm/s	voldoet
80 m ¹	0,40	voldoet	0,31 mm/s	voldoet
90 m ¹	0,28	voldoet	0,22 mm/s	voldoet
100 m ¹	0,20	voldoet	0,15 mm/s	voldoet



Trillingspredictie inheien prefab betonpaal, conform CUR 166

Documentnummer	TP 24.2282-1.0
Project	De Rietvink
Projectlocatie	Zaandam, Houtveldweg
Datum	6 juni 2024

Berekening grenswaarde V_r

Type trilling	
Type trilling	herhaald kortduren ▼
Partiele veiligheidsfactor $\gamma_t =$	1,5

Type trillingsbron				
Prefab betonpaal	n.v.t.	Lengte	n.v.t.	m ¹
Heiblok	Junttan HHK 7AS ▼	Slag energie	84.000	kN
Frequentie	10 ▼	Hz		

Categorie bouwwerk	zie 10.2.1 uit SBR deel A, 2017	
Gebouwcategorie	Categorie 1, goede staat ▼	$\gamma_s = 1,0$

De verwachte waarde bedraagt;	$V_r =$	13,33	mm/s
-------------------------------	---------	-------	------

Keuze grondprofiel		
Bodemprofiel	Amsterdam (1) ▼	zie tabel 5.21 uit CUR 166 4e druk deel 2
schade 1%	$V_0 = 0,07$	mm/s
hinder 5%	$V_0 = 0,057$	mm/s
Dempingsconstante	0,03	m ⁻¹
Indien zeer vaste bovenlagen aanwezig zijn, handmatig dempingsconstante aanpassen naar 0,02 m ⁻¹		
Afstand	31 ▼	m ¹

Controle V_d op x meters afstand;	$V_d =$	1,90	mm/s	voldoet bij een afstand van	31	m ¹
-------------------------------------	---------	------	------	-----------------------------	----	----------------

Resultaten schade, 1% overschrijdingskans $V_d < V_r$

afstand tot werkzaamheden [m]	trillingssnelheid 1% overschrijdingskans V_d [mm/s]	$V_d < V_r$	Opmerking
1	33,85	voldoet niet	
2	23,23	voldoet niet	
3	18,41	voldoet niet	
4	15,47	voldoet niet	
5	13,43	voldoet niet	uitvoering aanpassen
10	8,17	voldoet	geen
15	5,74	voldoet	geen
20	4,28	voldoet	geen
25	3,30	voldoet	geen
30	2,59	voldoet	geen
35	2,06	voldoet	geen
40	1,66	voldoet	geen
45	1,35	voldoet	geen
50	1,10	voldoet	geen

Resultaten schade, 5% overschrijdingskans $V_d < V_r$

afstand tot werkzaamheden [m]	trillingssnelheid 5% overschrijdingskans V_d [mm/s]	$V_d < V_r$	Opmerking
5	10,34	voldoet	geen
6	9,16	voldoet	geen
7	8,23	voldoet	geen
8	7,47	voldoet	geen
9	6,84	voldoet	geen
10	6,30	voldoet	geen
11	5,82	voldoet	geen
12	5,41	voldoet	geen
13	5,05	voldoet	geen
14	4,72	voldoet	geen
15	4,42	voldoet	geen
16	4,16	voldoet	geen
17	3,91	voldoet	geen
18	3,69	voldoet	geen
19	3,49	voldoet	geen
20	3,30	voldoet	geen
21	3,12	voldoet	geen
22	2,96	voldoet	geen
23	2,81	voldoet	geen
24	2,67	voldoet	geen
25	2,54	voldoet	geen
30	1,99	voldoet	geen
35	1,59	voldoet	geen
40	1,28	voldoet	geen

Op al onze werkzaamheden is de DNR 2011 van toepassing.

**ENGINEERING EN MONITORING VOOR
GWW EN GEOTECHNIEK**

Rekenwaarde ter voorkoming van schade V_r = 13,33 mm/s zie paragraaf 10.3 uit SBR-A

Trillingsniveau 1% overschrijdingskans, V_d = 2,99 ≤ 13,33 Voldoet !

Rekenwaarde ter voorkoming van hinder V_r = 13,33 mm/s zie paragraaf 10.3 uit SBR-A

Trillingsniveau 5% overschrijdingskans, V_d = 2,30 ≤ 13,33 Voldoet !

Grenswaarde ter voorkoming van zetting 4,20 mm/s zie paragraaf 10.3 uit SBR-A

Trillingsniveau 1% overschrijdingskans 2,99 ≤ 4,20 Voldoet !

Trillingsniveau 5% overschrijdingskans 2,30 ≤ 4,20 Voldoet !

Op al onze werkzaamheden is de DNR 2011 van toepassing.

**ENGINEERING EN MONITORING VOOR
GWW EN GEOTECHNIEK**

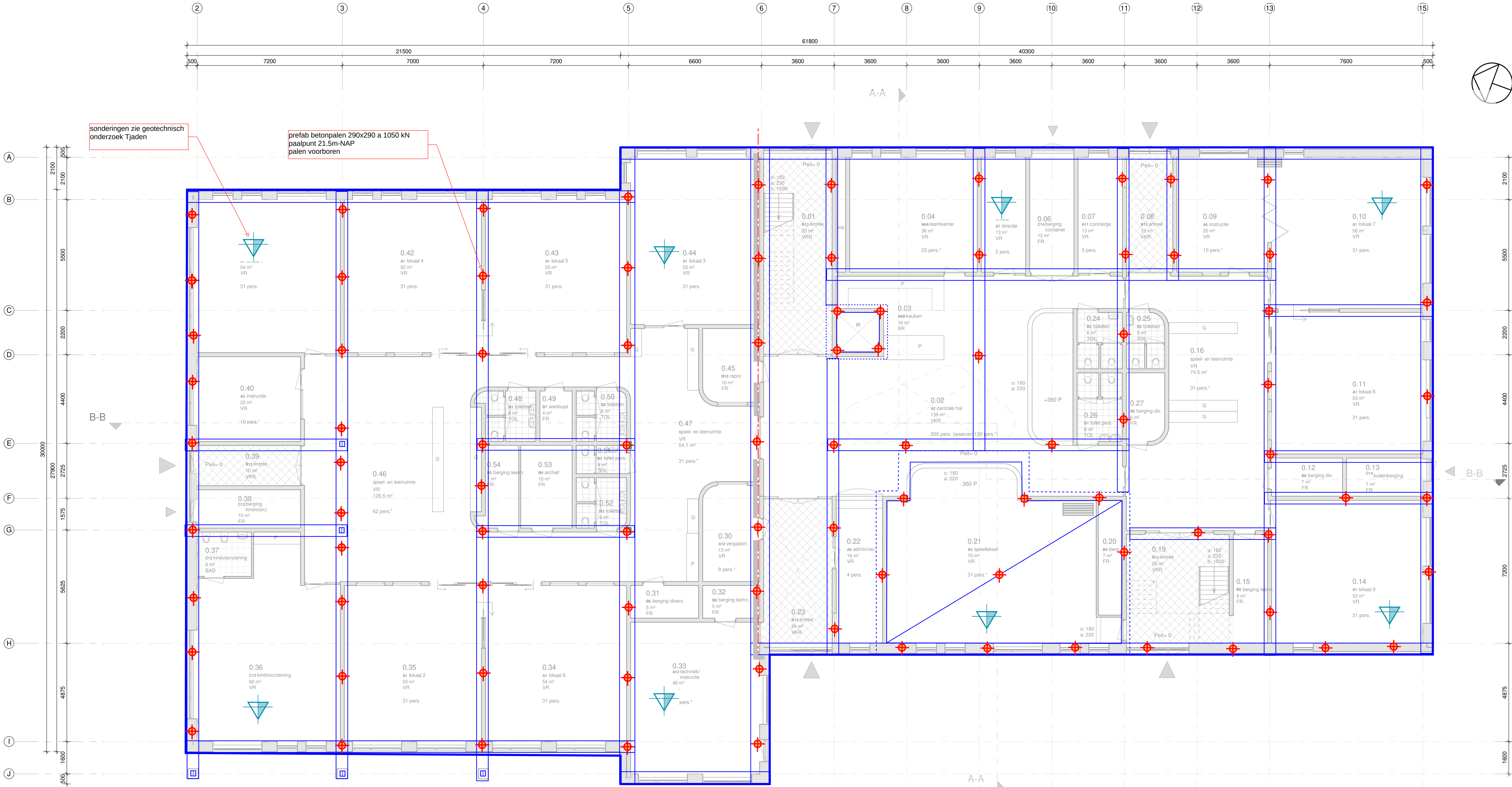
afstand tot werkzaamheden [m]	trillingssnelheid 1% overschrijdingskans [mm/s]		trillingssnelheid 5% overschrijdingskans [mm/s]	
1 m ¹	33,85	voldoet niet	26,08 mm/s	voldoet niet
2 m ¹	23,23	voldoet niet	17,89 mm/s	voldoet niet
3 m ¹	18,41	voldoet niet	14,18 mm/s	voldoet niet
4 m ¹	15,47	voldoet niet	11,92 mm/s	voldoet
5 m ¹	13,43	voldoet niet	10,34 mm/s	voldoet
6 m ¹	11,90	voldoet	9,16 mm/s	voldoet
7 m ¹	10,69	voldoet	8,23 mm/s	voldoet
8 m ¹	9,70	voldoet	7,47 mm/s	voldoet
9 m ¹	8,88	voldoet	6,84 mm/s	voldoet
10 m ¹	8,17	voldoet	6,30 mm/s	voldoet
11 m ¹	7,56	voldoet	5,82 mm/s	voldoet
12 m ¹	7,03	voldoet	5,41 mm/s	voldoet
13 m ¹	6,55	voldoet	5,05 mm/s	voldoet
14 m ¹	6,13	voldoet	4,72 mm/s	voldoet
15 m ¹	5,74	voldoet	4,42 mm/s	voldoet
16 m ¹	5,40	voldoet	4,16 mm/s	voldoet
17 m ¹	5,08	voldoet	3,91 mm/s	voldoet
18 m ¹	4,79	voldoet	3,69 mm/s	voldoet
19 m ¹	4,53	voldoet	3,49 mm/s	voldoet
20 m ¹	4,28	voldoet	3,30 mm/s	voldoet
21 m ¹	4,05	voldoet	3,12 mm/s	voldoet
22 m ¹	3,84	voldoet	2,96 mm/s	voldoet
23 m ¹	3,65	voldoet	2,81 mm/s	voldoet
24 m ¹	3,47	voldoet	2,67 mm/s	voldoet
25 m ¹	3,30	voldoet	2,54 mm/s	voldoet
26 m ¹	3,14	voldoet	2,42 mm/s	voldoet
27 m ¹	2,99	voldoet	2,30 mm/s	voldoet
28 m ¹	2,85	voldoet	2,19 mm/s	voldoet
29 m ¹	2,71	voldoet	2,09 mm/s	voldoet
30 m ¹	2,59	voldoet	1,99 mm/s	voldoet
31 m ¹	2,47	voldoet	1,90 mm/s	voldoet
32 m ¹	2,36	voldoet	1,82 mm/s	voldoet
33 m ¹	2,26	voldoet	1,74 mm/s	voldoet
34 m ¹	2,16	voldoet	1,66 mm/s	voldoet
35 m ¹	2,06	voldoet	1,59 mm/s	voldoet
36 m ¹	1,97	voldoet	1,52 mm/s	voldoet
37 m ¹	1,89	voldoet	1,46 mm/s	voldoet
38 m ¹	1,81	voldoet	1,39 mm/s	voldoet
39 m ¹	1,73	voldoet	1,34 mm/s	voldoet
40 m ¹	1,66	voldoet	1,28 mm/s	voldoet
41 m ¹	1,59	voldoet	1,23 mm/s	voldoet
42 m ¹	1,53	voldoet	1,18 mm/s	voldoet
43 m ¹	1,46	voldoet	1,13 mm/s	voldoet
44 m ¹	1,40	voldoet	1,08 mm/s	voldoet
45 m ¹	1,35	voldoet	1,04 mm/s	voldoet
46 m ¹	1,29	voldoet	1,00 mm/s	voldoet
47 m ¹	1,24	voldoet	0,96 mm/s	voldoet
48 m ¹	1,19	voldoet	0,92 mm/s	voldoet
49 m ¹	1,15	voldoet	0,88 mm/s	voldoet
50 m ¹	1,10	voldoet	0,85 mm/s	voldoet
60 m ¹	0,74	voldoet	0,57 mm/s	voldoet
70 m ¹	0,51	voldoet	0,39 mm/s	voldoet
80 m ¹	0,35	voldoet	0,27 mm/s	voldoet
90 m ¹	0,25	voldoet	0,19 mm/s	voldoet
100 m ¹	0,17	voldoet	0,13 mm/s	voldoet



BIJLAGE C

Projectgegevens

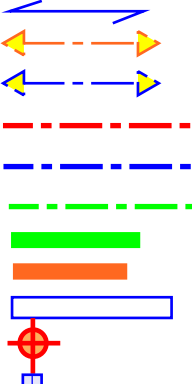
palenplan



sonderingen zie geotechnisch onderzoek Tjaden

prefab betonpalen 290x290 a 1050 kN
paalpunt 21.5m-NAP
palen voorboren

legenda:
onderliggende vloer beton k.p.
bovenliggende vloer/dak hout
bovenliggende vloer beton k.p.
bovenliggende liggers hout
bovenliggende liggers staal/beton
bovenliggende hsb latei
dragende wanden hsb
kalkzandsteen CS20
funderingsbalken C30/37
heipalen
kolom staal
kolom hout



Project:
923193

Datum:
29-05-2024

Omschrijving:
principe palenplan DO

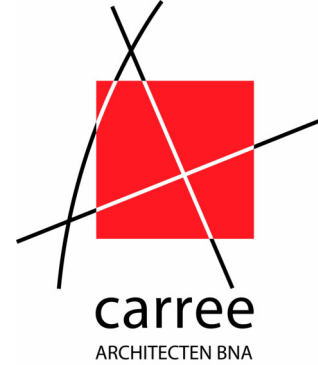
Opgesteld door:
C.Hulan

23002
De Rietvink
Houtveldweg
Zaandam

opdrachtgever:
Stichting Agora

Rosmolenstraat 30
1502 PA Zaandam

onderdeel:
begane grond
plattgrond



Musical 23, 1507 TS Zaandam
075 570 06 95 | 075 612 56 85
info@carree-architecten.nl
www.carree-architecten.nl

schaal: 1:100
afm: A1
datum: 09-01-2024
wjlz.: 10-01-2024

c:
d:
e:
f:
g:
h:

status: concept
fase: VO
tekening: 201N

Tabel 3: Paalpuntniveaus en rekenwaarde van de paal draagkracht: Prefab betonpalen.

Sondering nummer	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	Ø 290 mm	Ø 320 mm
		$R_{c,net,d}$ in kN	
S1	-21.00	1130	1300
	-21.50	1225	1425
	-22.00	1275	1450
S3	-21.00	710	810
	-21.50	1050	1225
	-22.00	1200	1375

Tabel 4: Paalpuntniveaus en rekenwaarde van de paal draagkracht: DPA-palen.

Sondering nummer	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	Ø 360 mm	Ø 410 mm
		$R_{c,net,d}$ in kN	
S1	-21.00	1100	1325
	-21.50	1175	1375
	-22.00	1225	1475
S3	-21.00	695	835
	-21.50	1025	1225
	-22.00	1175	1400

Toelichting bij tabel 3 en 4:

$R_{c,net,d}$ = rekenwaarde netto geotechnische draagkracht, inclusief de negatieve kleef belasting ($= R_{c,d} - F_{nk,d}$).

3.3 Paalbelasting door negatieve kleef

Als gevolg van herconsolidatie kunnen verticale deformaties in het slappe pakket ontstaan van meer dan ca. 20 mm in de referentieperiode van 50 jaar. Hierdoor dient rekening te worden gehouden met het optreden van negatieve schachtwrijving langs de palen. De negatieve kleef is berekend middels de in NEN 9997-1 § 7.3.2.2 opgenomen methode.

Bij de berekening van de negatieve kleef is verder uitgegaan van:

- zakkende grond tot een diepte van ca. NAP -6,0 m,
- een freatische grondwaterstand van ca. NAP -0,75 m,
- een partiële belastingfactor voor de negatieve kleef van $\gamma_{f,nk} = 1,0$.

De berekende rekenwaarde van de negatieve kleef ($F_{nk,d}$) bedraagt ca. 35 kN per m' paalomtrek.

5 UITVOERINGSWIJZE

5.1 Prefab betonpalen

De prefab betonpalen dienen te worden geheid door een op dit terrein gespecialiseerd bedrijf. Het heiwerk dient conform de KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 2357 2002-03-14 ("Heien van geprefabriceerde betonpalen") uitgevoerd te worden. Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen". Het verdient de aanbeveling om het heiwerk te laten begeleiden door een ervaren heioptichter.

Tijdens het heiwerk dient afhankelijk van de ondervonden bodemweerstand en de werking van het blok, bij voorkeur ter plaatse van een sondering, de juiste instelling te worden bepaald. Geadviseerd wordt de definitieve keuze van het heiblok te maken op basis van een concreet palenplan en in overleg met het heibedrijf.

Bij het inbrengen van de prefab betonpalen zullen door het heiwerk trillingen worden opgewekt. De invloed van deze trillingen op de belendingen is afhankelijk van de staat en funderingswijze van deze bebouwing. Een onderzoek naar de gevoeligheid voor schade als gevolg van de heitruillingen aan de belendingen of de daarin gevoerde bedrijfsprocessen, vormt geen onderdeel van de adviesopdracht / volgt separaat.

Om de heitruillingen en daarmee de kans op schade aan nabijgelegen belendingen te beperken, wordt geadviseerd de zandige toplaag, tot een diepte van ca. NAP -2,0 m voor te boren door met een overmaatse avegaar de grond los te woelen. Dit los woelen kan worden bereikt door na het indraaien van de avegaar deze met een tegengestelde draairichting weer uit te grond te halen, waarbij een minimale grondverwijdering plaatsvindt.

In bijlage B zijn algemene aanwijzingen voor het heien van prefab betonpalen gegeven.

5.6 DPA-palen

Het inbrengen van de DPA-palen dient te worden gedaan door een in dit paaltype gespecialiseerd bedrijf. De werkzaamheden dienen uitgevoerd te worden conform de KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 2356 1992-06-01, bijlage A ("Werkwijze bij het vervaardigen van schroefpalen type avegaar") en de Nederlandse voornorm NVN 6724, maart 2001, ("Voorschriften Beton – In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel"). Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

In Figuur 1 wordt de uitvoeringswijze van DPA-palen weergegeven.



Funderingsadvies

Project : Nieuwbouw aan de Houtveldweg te
Zaandam

Opdrachtgever : Stichting Agora

Kenmerk : 240209-F1/AJJ

13 mei 2024

3 FUNDERINGSWIJZE

3.1 Keuze van het funderingstype

Om aan zowel de eisen van de relatieve rotatie als de maximaal toelaatbare paalkopzakking te voldoen (NEN 9997-1 § 7.6.1.1) komt, gezien de bodemopbouw, een fundering op palen in aanmerking.

Voor het oriënterende funderingsadvies is uitgegaan van prefab betonpalen en/of trillingsvrije DPA-palen met een rekenwaarde van de paalbelasting vanuit de constructie van ca. $F_{c;d} = 1.000$ kN.

Bij het inbrengen van de prefab betonpalen zullen door het heiwerk trillingen worden opgewekt. De invloed van deze trillingen op de belendingen is afhankelijk van de staat en funderingswijze van deze bebouwing. De kans op schade is veelal beperkt, indien binnen een zone van 10 m à 20 m van de belendingen het optreden van zwaar heiwerk kan worden vermeden. Het optreden van een zekere mate van trillingshinder is evenwel niet te vermijden.

3.2 Draagkracht van een vrijstaande op druk belaste paal

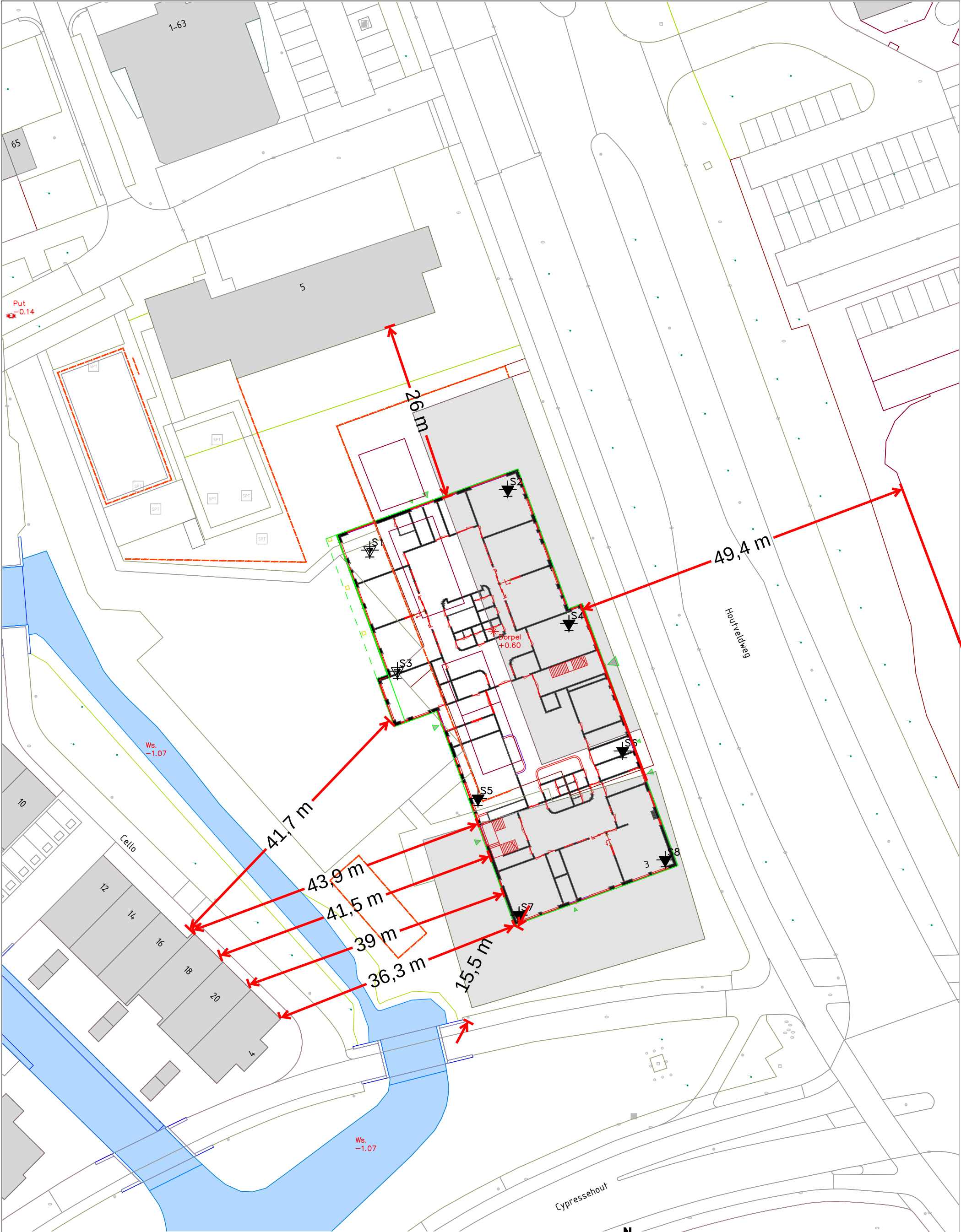
De paal draagkracht is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

- de draagkracht van een vrijstaande, verticaal geplaatste en axiaal op druk belaste paal wordt bepaald volgens de norm NEN 9997-1 "Geotechnisch ontwerp van constructies";
- momenten, horizontale en trekbelastingen zijn niet beschouwd;
- de volgende paalfactoren worden aangehouden;

Paaltype	α_p	α_s	α_t	β	s
prefab betonpalen	0,7	0,010	0,007	1,0	1,0
DPA-palen	0,56	0,010	0,008	1,0	1,0
- het bouwplan betreft een niet-stijf bouwwerk; in verband daarmee wordt de correlatiefactor bepaald op $\xi_3 = 1,39$ (NEN 9997-1 tabel A.10a).
- de partiële weerstandsfactor voor de op druk belaste palen bedraagt $\gamma_R = 1,20$ (NEN 9997-1 A.3.3.2);
- aangezien terreinzakkingen groter dan 20 mm verwacht worden is conform art. NEN 9997-1 § 7.3.2.2 in de berekeningen negatieve kleefbelasting verdisconteerd;
- in de berekeningen is er vanuit gegaan dat er geen significante ontgravingen plaatsvinden;
- de netto draagkracht van de paal dient hoger te zijn dan de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting vanuit de constructie: $F_{c;d} + F_{nk;d} < R_{c;d}$. Hiermee is tevens voldaan aan uiterste grenstoestand. De vervormingsgrenstoestanden zijn, gezien de zeer geringe zakking van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.

Aan de hand van de sonderingen is het geadviseerde paalpuntniveau bepaald. De bij dit niveau behorende rekenwaarde van de paal draagkracht is bepaald aan de hand van de bovengenoemde uitgangspunten en is in onderstaande tabel opgenomen. Bijlage A geeft een voorbeeld van een uitgewerkte berekening.

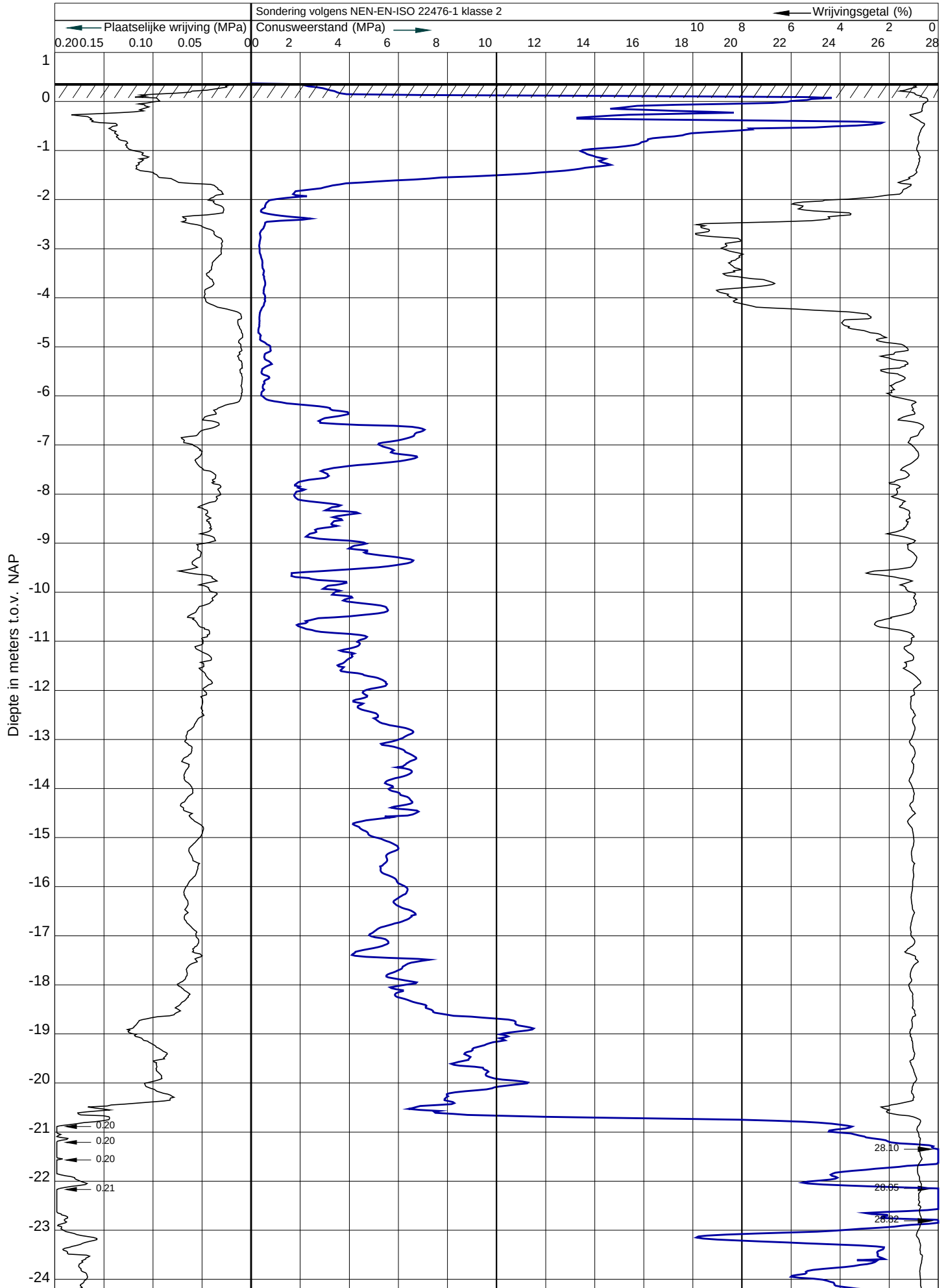
In onderstaande tabellen zijn de grondmechanische waarden voor de paal draagkracht opgenomen. De constructeur dient te controleren of de bijbehorende paalschachtspanningen toelaatbaar zijn.



▼ Sondering met Kleefmeting ⊕ Boring ⚙ Peilbuis ▼ Sondering nog uitvoeren

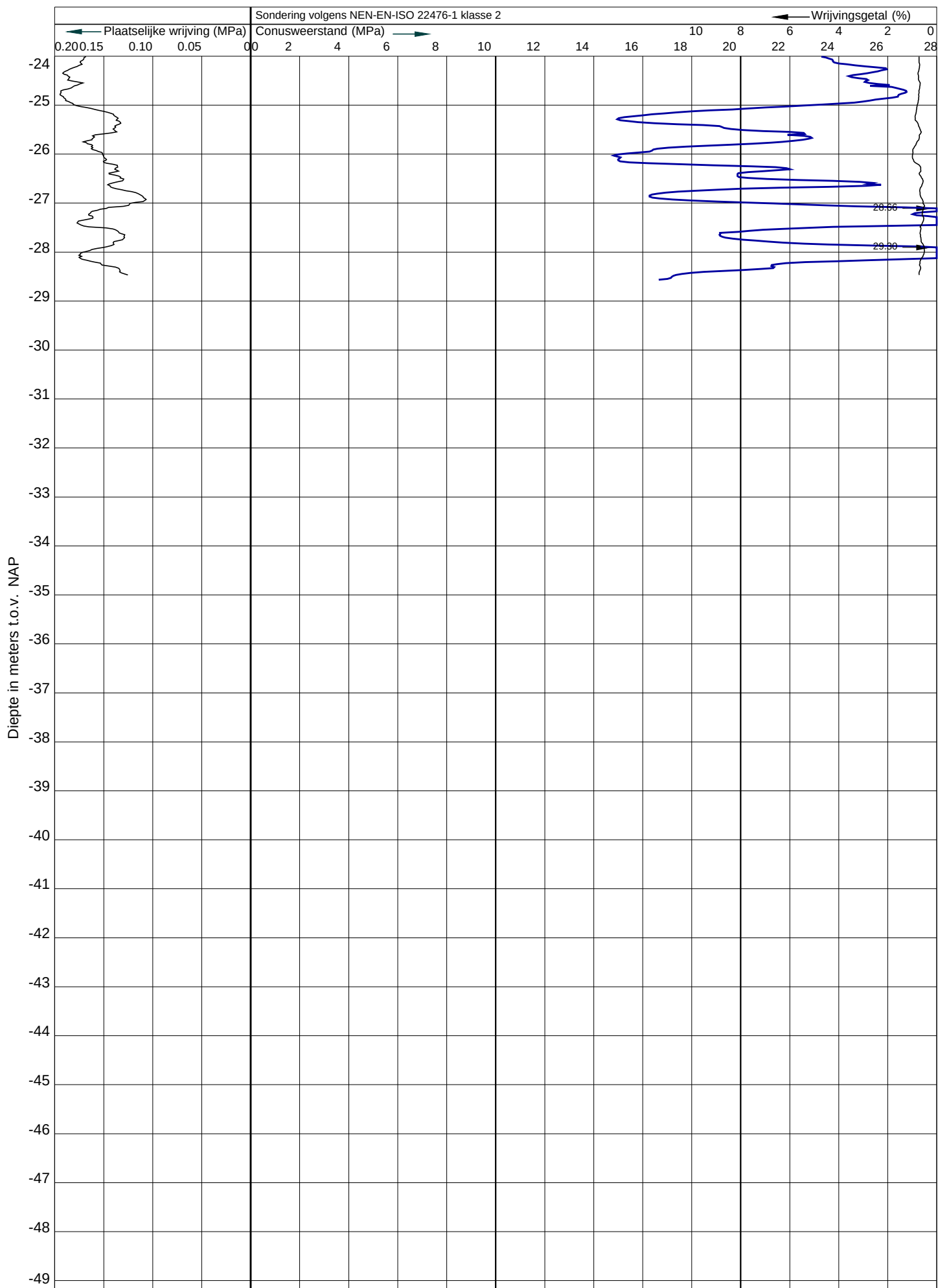
Tekening overgenomen van derden
De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.

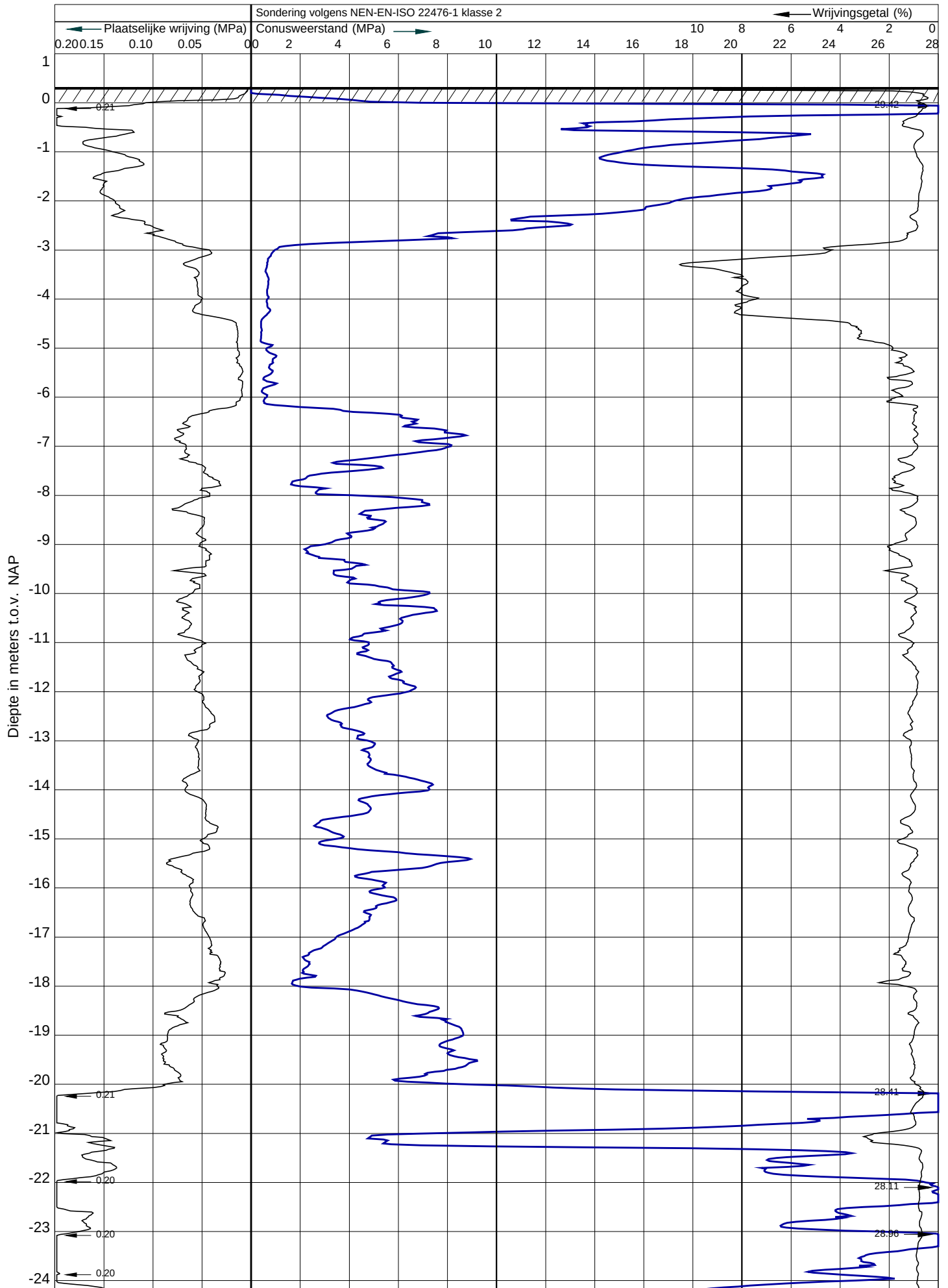
 Tjaden ADVIESBUREAU VOOR Grondmechanica	”De Rietvink” Houtveldweg Zaandam	kaartblad: (A3r)	schaal: 1:500
		get. : 01.05.2024	opdr. nr.: 240209
		gew. :	nr.:
	SITUATIE	gew. :	

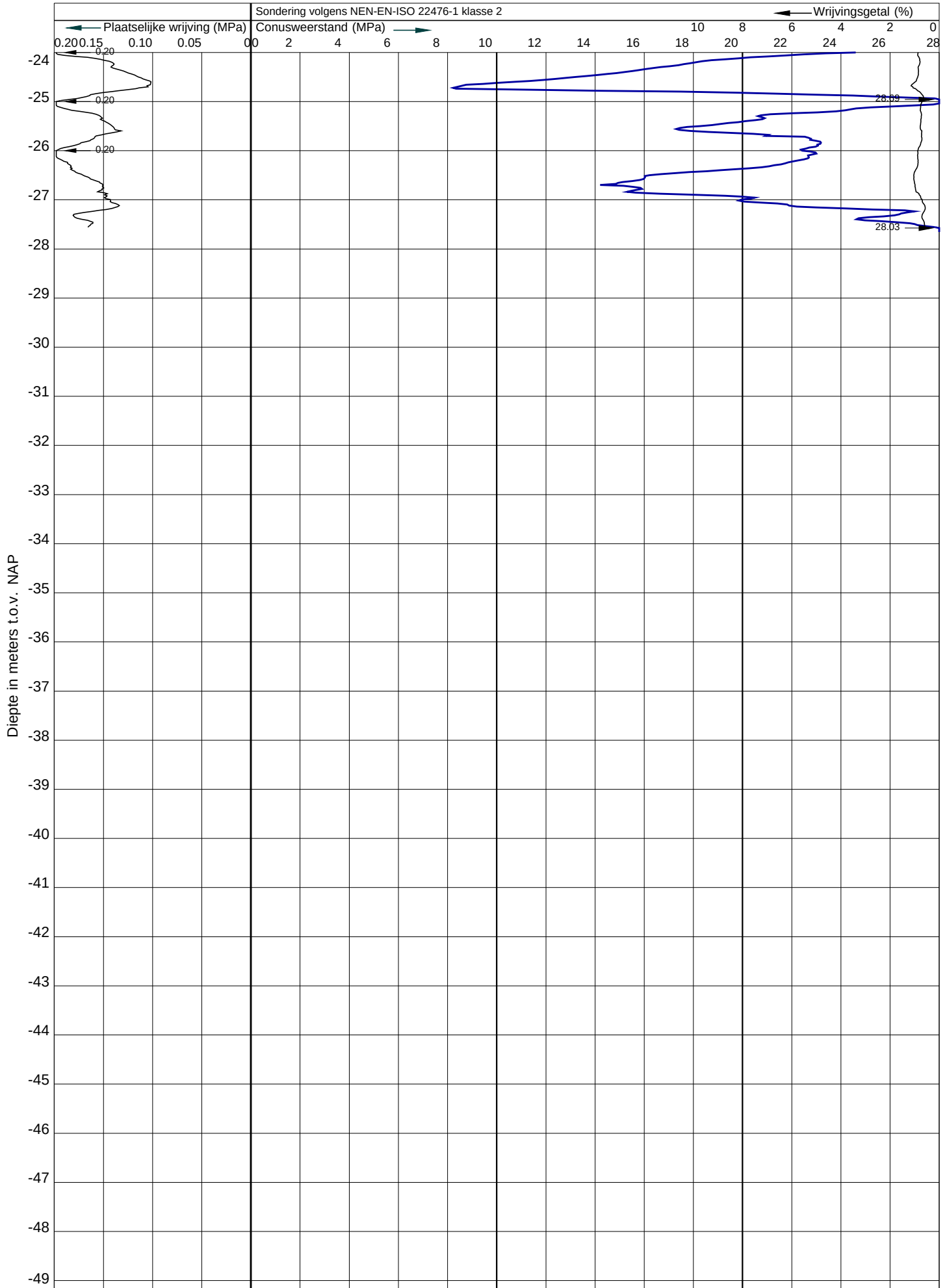


Werknummer : 240209
Sonderingnr. : 1
Datum : 30-4-2024
Maaiveld : 0.37 m. t.o.v. NAP
RD-coördinaten : X:115681.07Y:494761.25

Plaats : Zaandam
Locatie : Houtveldweg, "De Rietvink"
Conustype : I-CFY-15
Opdrachtgever : Stichting Agora
Opmerking : Grondwaterstand is 1.12m.-mv (NAP-0.75m.)









BIJLAGE D

Samenvatting SBR-A 2017
Schade aan gebouwen



Samenvatting SBR A 2017 schade aan gebouwen (meet- en beoordelingsrichtlijn)

De SBR *meet- en beoordelingsrichtlijn* deel A 2017 geeft een procedure voor het meten van trillingen en voor de beoordeling van de invloed van trillingen met het oog op mogelijke schade aan het bouwwerk of aan onderdelen daarvan.

Onder schade aan een bouwwerk wordt een verandering van de eigenschappen of van de positie van (een onderdeel van) een bouwwerk verstaan, met één of meer van de volgende gevolgen:

- Een verlies van functie, zoals het bezwijken van dragende onderdelen;
- Een vermindering van de integriteit van het onderdeel of van het bouwwerk als geheel met betrekking tot zijn dragende functie, waarbij sprake is van een significante vermindering van de veiligheid op de korte of langere termijn (vermindering van de verwachte levensduur);
- Een vermindering van de economische waarde of van de gebruikswaarde, zoals bij scheurvorming in afwerkklagen of betegeling.

Met behulp van de richtlijn kunnen grenswaarden bepaald worden voor maximaal toelaatbare trillingen teneinde schade aan (onderdelen van) bouwwerken te voorkomen. In de richtlijn wordt onderscheid gemaakt in een tweetal categorieën bouwwerken, type trillingsbronnen en soorten metingen.

Gebouwcategorie 1

- In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.
- Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijv. scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout.
- Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, welke bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.

Gebouwcategorie 2

- In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk.
- In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies, welke bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

Monumentaal / slechte staat

- Onderdelen van monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde.
- In slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen.

Er is sprake van een slechte bouwkundige staat als:

- De sterkte van de draagconstructie in belangrijke mate is verminderd door de reeds aanwezige schade.
- De onderlinge samenhang van onderdelen of de sterkte van verbindingen tussen onderdelen zodanig is, dat deze door trillingen kan bezwijken of in belangrijke mate kan verzwakken.

Omstandigheden die duiden op een slechte bouwkundige staat zijn bijvoorbeeld: reeds aanwezige scheurvorming, kieren, sterke vervormingen, verzwakkingen en scheefstand van een gebouw.

Bovenstaande wordt beoordeeld op basis van de SBR-A 2017 checklist.

Fundering

Voor de beoordeling van mogelijke schadelijke invloed van trillingen op de fundering en de daarop rustende constructie, kunnen trillingsgevoelige funderingen en niet-trillingsgevoelige funderingen worden onderscheiden. De fundering wordt voor wat betreft hun trillingsgevoeligheid samen met het bouwwerk geclassificeerd. Funderingen op staal worden over het algemeen als trillingsgevoelige funderingen aangemerkt waarbij rekening dient te worden gehouden met schade door (ongelijkmatige) zettingen.

Trillingsbron type 1

Bronnen die *incidenteel* voorkomende kortdurende trillingen veroorzaken door een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingsverschijnsel voorkomt is zo gering dat vermoeiing van constructiematerialen niet kan optreden. Bijvoorbeeld; *explosies*, botsingen.

Trillingsbron type 2

Bronnen die *herhaalde* kortdurende trillingen veroorzaken bij een stootvormige excitatie. Hieronder worden verstaan bronnen die zo vaak voorkomen dat vermoeiingseffecten in bouwmaterialen kunnen optreden. Bijvoorbeeld; *heiwerkzaamheden*, weg- en railverkeer, *sloopwerkzaamheden*.

Trillingsbron type 3

Bronnen die *continue* trillingen veroorzaken. Hieronder worden verstaan alle bronnen die niet onder de voorgaande twee categorieën kunnen worden ingedeeld of bronnen waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden. Bijvoorbeeld; machines met roterende onderdelen, vibratoren, verdichtingswerk d.m.v. trilwalsen, het *inbrengen van fundatiepalen en damwanden met behulp van trilblokken*.



Indicatieve meting

Bij een indicatieve meting wordt slechts in één meetpunt gemeten. Dit meetpunt komt overeen met het meetpunt op het begane grondniveau in een stijf punt van de draagconstructie en/of op de fundering. Het meetpunt wordt bovendien op de kortste afstand tot de bron gekozen. In het meetpunt wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De gekozen horizontale richtingen stemmen zoveel mogelijk overeen met de hoofdasen van het gebouw.

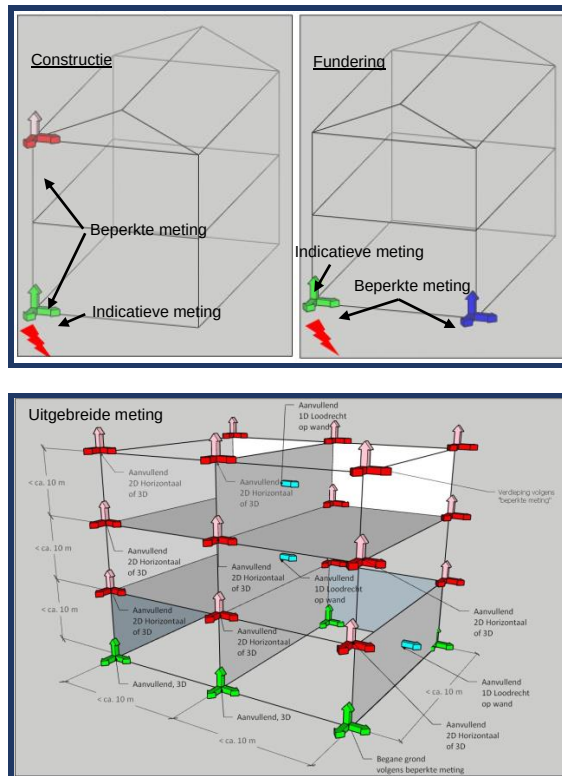
Beperkte meting

Bij een beperkte meting wordt ten minste in één meetpunt op het begane grondniveau en ten minste in één meetpunt op de hoogste verdieping van het gebouw gemeten, beide in een stijf punt van de draagconstructie. De meetpunten worden bovendien op de kortste afstand tot de bron gekozen. In het meetpunt op de begane grond wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. In het meetpunt op de hoogste verdieping wordt in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten (het meetpunt op begane grondniveau komt overeen met het meetpunt voor de indicatieve meting). De gekozen horizontale richtingen stemmen zoveel mogelijk overeen met de hoofdasen van het gebouw.

Voor de fundering geldt dat er twee meetpunten op de fundering worden aangebracht.

Uitgebreide meting

Bij een uitgebreide meting dient in een groter aantal meetpunten te worden gemeten, dit in aanvulling op de meetpunten volgens de beperkte meting. Op welke plaatsen gemeten wordt, hangt af van het doel van de meting en van de situatie ter plaatse. Voor zettingen geldt dat minimaal 4 trillingsmeters op funderingsniveau moeten zijn aangebracht.



Figuur 1, meetposities en richtingen

Rekenwaarde van de trillingssnelheid

De rekenwaarde van de opwaarde van de trillingssnelheid dient te worden bepaald volgens:

$$V_d = V_{top} \cdot \gamma_v$$

Hierbij is:

- V_d de rekenwaarde van de trillingssnelheid;
- V_{top} de gemeten of statistisch bepaalde topwaarde van de trillingssnelheid in het meetpunt;
- γ_v de partiële veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt, volgens tabel 1.

Tabel 1: veiligheidsfactoren type meting

type meting	γ_v
indicatief	1,6
beperkt	1,4
uitgebreid	1,0

Rekenwaarde van de grenswaarde

De rekenwaarde van de grenswaarde wordt bepaald volgens:

$$V_r = \frac{V_{kar}}{\gamma_r}$$

Hierbij is:

- V_r de rekenwaarde van de grenswaarde;
- V_{kar} de karakteristieke waarde van de grenswaarde volgens tabel 3 en 4;
- γ_r de partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt, volgens tabel 2.

Tabel 2: veiligheidsfactoren type trillingsbron beganegrondniveau

type trillingsbron	constructie	fundering
kortdurend	1,0	1,0
herhaald kortdurend	1,5	1,6
continue	2,5	2,0

Tabel 3: karakteristieke waarde van de grenswaarde op de hoogste verdieping

gebouwcategorie	[mm/s]
1	40
2	15



Tabel 4: karakteristieke waarde van de grenswaarde op Beganegrondniveau

f [Hz]	cat. 1 [mm/s]	cat. 2 [mm/s]	Zetting fundatie a.g.v. versnelling [mm/s]
0	20,00	5,00	-
5	20,00	5,00	31,83
10	20,00	5,00	15,92
15	22,50	6,25	10,61
20	25,00	7,50	7,96
25	27,50	8,75	6,37
26	28,00	9,00	6,16
27	28,50	9,25	5,95
28	29,00	9,50	5,73
29	29,50	9,75	5,52
30	30,00	10,00	5,31
31	30,50	10,25	5,16
32	31,00	10,50	5,01
33	31,50	10,75	4,85
34	32,00	11,00	4,70
35	32,50	11,25	4,55
36	33,00	11,50	4,44
37	33,50	11,75	4,32
38	34,00	12,00	4,21
39	34,50	12,25	4,09
40	35,00	12,50	3,98
41	36,00	12,75	3,89
42	36,50	13,00	3,80
43	37,00	13,25	3,72
44	37,50	13,50	3,63
45	37,50	13,75	3,54
50	40,00	15,00	3,18

Tabel 5: karakteristieke waarde van de grenswaarde voor buisleidingen

Type buisleiding	[mm/s]
Staal (gelast)	100
Beton, gewapend beton, voorgespannen beton, staal	80
Metselwerk, kunststof	50

Tabel 6: karakteristieke waarde van de grenswaarde voor zetting van de funderingsconstructie a.g.v. trillingsnelheid

Zettingsgevoelige laag onder bouwwerk [m]	[mm/s]
1	20,0
2	18,6
3	17,1
4	15,7
5	14,3
6	12,9
7	11,4
8	10,0

Tabel 7: veiligheidsfactoren bouwkundige staat en monumentale status

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

Bepaling grenswaarde

- bepaal de karakteristieke waarde van de grenswaarde V_{kur} volgens tabel 3, 4 en/of 5;
- bepaal de partiële veiligheidsfactor voor het type trillingsbron γ_t volgens tabel 2;
- bepaal de partiële veiligheidsfactor voor het type meting γ_v volgens tabel 1;
- bepaal de partiële veiligheidsfactor voor de bouwkundige staat en/of monumentale status γ_s volgens tabel 6;
- deel de karakteristieke waarde van de grenswaarde V_{kur} door de veiligheidsfactoren voor het type trilling γ_t , type meting γ_v en de bouwkundige staat en/of monumentale status γ_s om de grenswaarde te bepalen;
- V_{kur} voor zetting wordt niet gedeeld door veiligheidsfactoren;
- De bovenstaande bepaalde grenswaarde kan direct getoetst worden aan de geregistreerde topwaarde van de trillingssnelheid.

Voorbeelden bepaling grenswaarde trilwerkzaamheden

Trillingen veroorzaakt door *trilblokken* zijn van trillingsbron type 3 (continue trillingen). Voor het bepalen van de grenswaarde wordt uitgegaan van de frequentie van het trilblok. Bij hoogfrequente trilblokken is een frequentie tussen 30 en 40 Hz gebruikelijk. Bij de bepaling van de grenswaarde wordt van 38 Hz uitgegaan.

Voor gebouwcategorie 2 geldt een grenswaarde van 3,00 mm/s. (12,00 mm/s. / 2,5 / 1,6) indien gemeten wordt volgens een indicatieve meting.

Voor gebouwcategorie 2 als monument en/of in slechte staat geldt een grenswaarde van 1,76 mm/s. (12,00 mm/s. / 2,5 / 1,6 / 1,7) indien gemeten wordt volgens een indicatieve meting.

Voorbeelden bepaling grenswaarde heiwerkzaamheden

Trillingen veroorzaakt ten gevolge van *heiwerkzaamheden* zijn van trillingsbron type 2 (herhaald kortdurende trillingen). Voor het bepalen van de grenswaarde wordt uitgegaan van de maatgevende frequentie tijdens heiwerkzaamheden. Bij heiwerkzaamheden is een maatgevende frequentie tussen 5 en 20 Hz gebruikelijk. Bij de bepaling van de grenswaarde wordt van 10 Hz uitgegaan.

Voor gebouwcategorie 2 geldt een grenswaarde van 2,10 mm/s. (5,00 mm/s. / 1,5 / 1,6) indien gemeten wordt volgens een indicatieve meting.

Voor gebouwcategorie 2 als monument en/of in slechte staat geldt een grenswaarde van 1,23 mm/s. (5,00 mm/s. / 1,5 / 1,6 / 1,7) indien gemeten wordt volgens een indicatieve meting.



Schadekans

Volgens de bestaande praktijkervaringen en de SBR *meet- en beoordelingsrichtlijn* deel A 2017 bestaat er een aanvaardbaar kleine kans (kleiner dan 1%) dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden indien de rekenwaarde van de trillingssnelheid kleiner is dan de rekenwaarde van de grenswaarde.

Indien voor de werkzaamheden al spanningen in de constructie zaten (bijv. door zetting, sloop of aanbouw) is het mogelijk dat deze spanningen door het trillen scheurvorming veroorzaken in de constructie. Deze spanningen zijn van tevoren niet in te schatten. Het is derhalve mogelijk dat wanneer geen overschrijdingen van de grenswaarde gemeten zijn, er toch schade optreedt. Gesteld kan worden dat de schadekans kleiner is dan 1% indien de gemeten waarden onder de gestelde grenswaarde blijft. In het algemeen is het zo dat deze schade in de loop der tijd ook zichtbaar was geworden (door zetting, verkeerstrillingen of door het gebruik). Het intrillen en/ of uittrillen van de damwanden heeft dit proces alleen versneld.

De beleving van trillingen verschilt per persoon. De trillingen worden door de mens al snel als een storende factor gezien en als ontoelaatbaar beschouwd, indien de trillingen voelbaar en hoorbaar worden in het gebouw waarin men aanwezig is. Dit is zeker het geval indien het iemands persoonlijk bezit betreft en de trillingen een lange periode aanhouden. In veel gevallen is de vrees voor schade ongegrond. De trillingen worden meestal hinderlijker ervaren wanneer het om een privé bezit gaat. Door een goede en tijdige inlichting van omwonenden worden veel klachten al voorkomen.

Opgemerkt wordt dat in Nederland geen normen zijn met betrekking tot trillingshinder voor personen en voor het bepalen van een schadekans door trillingen voor bouwwerken. De SBR richtlijn moet worden gezien als een hulpmiddel die bij het beoordelen van trillingen gebruikt kan worden en een globale indicatie geeft omtrent de ernst van de hinder. De beleving van de trillingshinder zal in de praktijk per persoon kunnen verschillen, terwijl de schadekans per bouwwerk ook kan afwijken door materiaal- en opbouwverschillen.