



Renovatie rwzi Oijen

Definitief Ontwerp - Fundatieplaat slibverwerkingshal

Waterschap Aa en Maas

21 april 2021

Project
Opdrachtgever

Renovatie rwzi Oijen
Waterschap Aa en Maas

Document
Status
Datum
Referentie

Definitief Ontwerp - Fundatieplaat slibverwerkingshal
Definitief
21 april 2021
116005/21-006.192

Projectcode
Projectleider
Projectdirecteur

116005
ing. F. Verf
ir. M.J.T. Scheres

Auteur(s)
Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

ir. P. Harlaar
ir. T. Naves
ing. F. Verf

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Locatie	5
1.3	Doel van het document	6
1.4	Leeswijzer	6
2	UITGANGSPUNTEN	8
2.1	Geometrie	8
2.2	Geologie	8
2.2.1	Grondonderzoek	8
2.2.2	Globale bodemopbouw	9
2.3	Waterstanden	10
2.3.1	Freatisch	10
2.3.2	Stijghoogte 1 ^e WVP	10
3	FUNDERING OP PALEN	11
3.1	Algemeen	11
3.2	Uitgangspunten	11
3.2.1	Bodemopbouw en geotechnische parameters	11
3.2.2	Veiligheidsfilosofie	12
3.2.3	Partiële- en correlatiefactoren	12
3.2.4	Levensduur	13
3.2.5	Paalkopbelastingen	13
3.2.6	Negatieve kleef	14
3.2.7	Reducties sterkte draagkracht ondergrond	14
3.2.8	Omgevingsbeïnvloeding	14
3.3	Resultaten	15
3.3.1	Paal draagvermogen	15
3.3.2	Veerstijfheden	15
4	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	16
4.1	Conclusies	16
4.2	Aanbevelingen	16

Laatste pagina

17

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I	Geotechnisch onderzoek	2
II	Resultaten paalberekningen	9

INLEIDING

1.1 Algemeen

Waterschap Aa en Maas is voornemens om op de locatie van de rioolwaterzuivering (rwzi) Oijen een grootschalige renovatie uit te voeren. Als onderdeel hiervan wordt tevens een renovatie van het slibverwerkingsgebouw uitgevoerd, waarbij een luchtafzuigventilator en een koolfilter worden geplaatst op een nieuw aan te brengen fundatieplaat direct naast het bestaande gebouw. Ten behoeve hiervan wordt door Witteveen+Bos het definitieve ontwerp (DO) opgesteld voor de civiele constructie. Voorliggend rapport heeft betrekking op het geotechnisch ontwerp van de fundatieplaat.

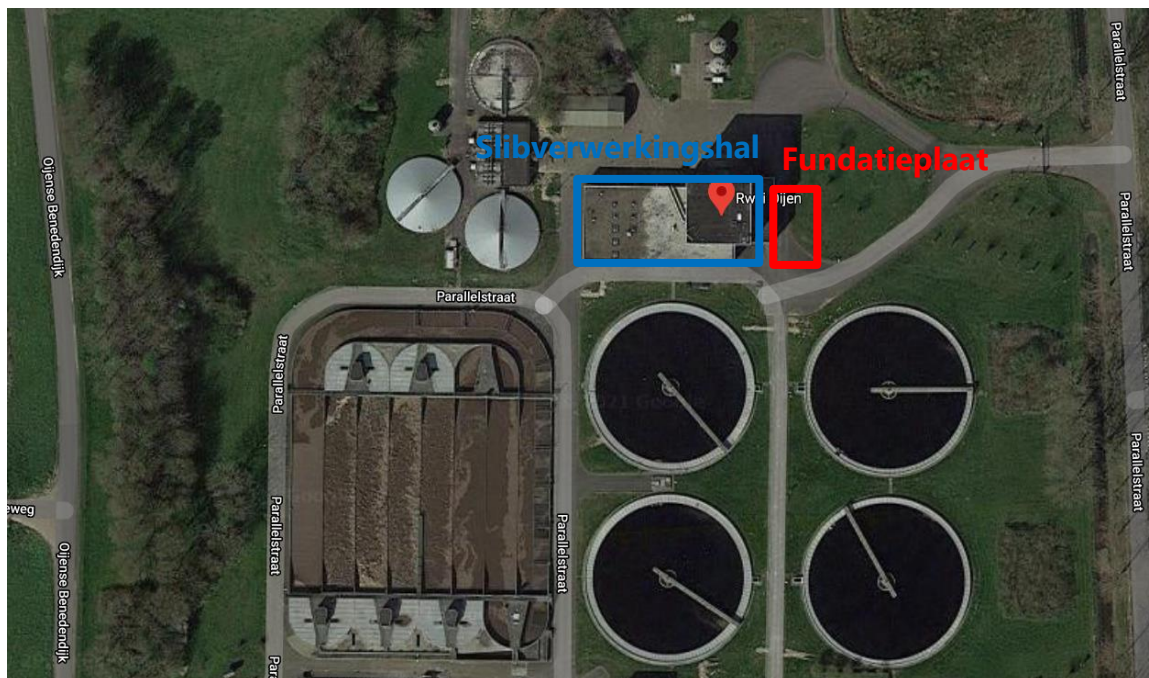
1.2 Locatie

De bouwlocatie is gelegen op het terrein van de rwzi Oijen, dat gesitueerd is tussen de Parallelstraat en de Oijense Benedendijk. In afbeelding 1.1 is de locatie van rwzi Oijen weergegeven, in afbeelding 1.2 is de locatie van de fundatieplaat weergegeven. Hierin is duidelijk te zien dat de locatie van de nieuwe fundatieplaat zich in de directe nabijheid van het bestaande slibverwerkingsgebouw bevindt.

Afbeelding 1.1 Locatie rwzi Oijen (bron: Google Earth)



Afbeelding 1.2 Locatie fundatieplaat luchtafzuigventilator en koolfilter binnen terrein rwzi Oijen (bron: Google Earth)



1.3 Doel van het document

In de voorliggende rapportage wordt het ontwerp voor de fundatieplaat voor het plaatsen van de luchtafzuigventilator en het koolfilter nader uitgewerkt. Middels een berekening worden de te hanteren paalpuntniveaus en bijbehorende paal draagvermogens bepaald. Hiermee wordt aangesloten bij de constructieve berekeningen.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van het rapport worden de uitgangspunten voor het fundatieontwerp behandeld, waarna in hoofdstuk 3 de resultaten van de uitgevoerde berekeningen worden gepresenteerd. Ten slotte wordt in hoofdstuk 4 een conclusie gegeven.

1.5 Referenties

Voor de uitwerking van de DO-berekeningen zijn de volgende referentiedocumenten en normen en richtlijnen aangehouden.

Tabel 1.1 Referenties van tekeningen en documenten

Ref.	Titel
ref 1.	Ockhuizen Geo- en milieutechniek, 'Resultaten grondonderzoek, renovatie en uitbreiding rwzi Oijen', rapport nr 2000007RG, d.d. 25 maart 2020.
ref 2.	Witteveen+Bos, rapport met kenmerk 116005/21-004.259, 'Renovatie rwzi Oijen: Aanpassingen constructie renovatie slibverwerkingsgebouw', d.d.: 17 maart 2021.

Ref.	Titel
ref 3.	Waterschap Aa en Maas, Renovatie Kwaliteitsverbetering rwzi Oijen - Doorsneden slibverwerking, Tekening nr.: 116005.1.1.3093.

Tabel 1.2 Referenties normen en richtlijnen

Ref.	Norm	Titel
ref 4.	NEN 9997-1+C1+A1:2016	Geotechnisch ontwerp van constructies - deel1: algemene regels

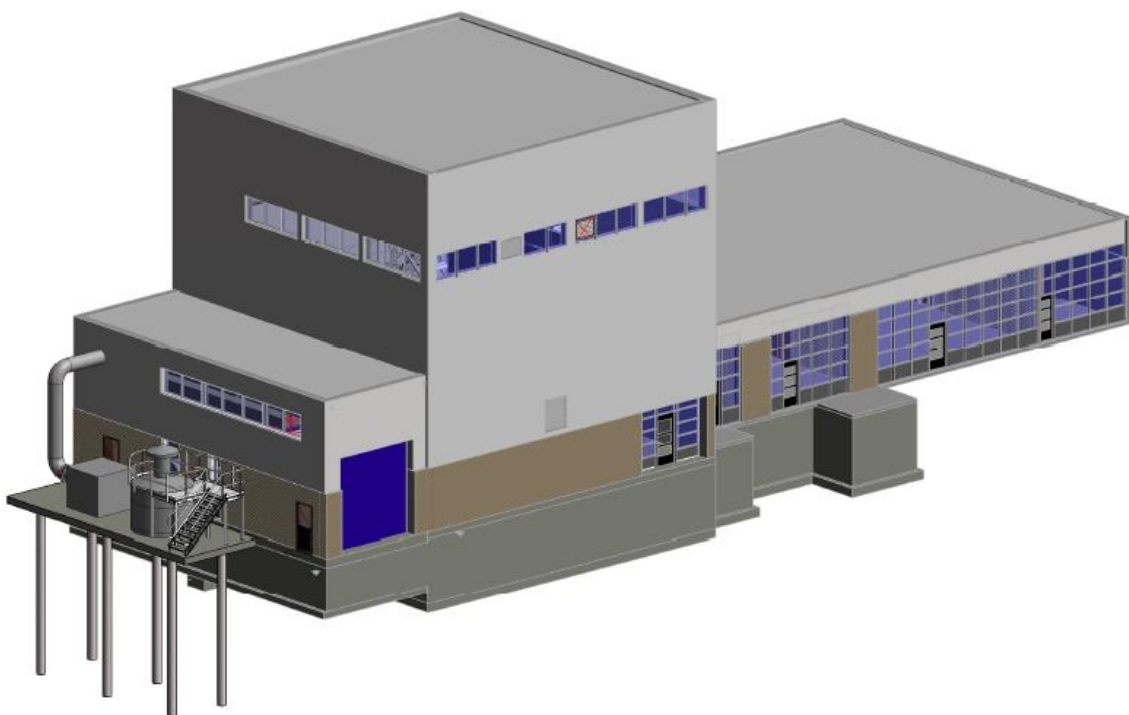
2

UITGANGSPUNTEN

2.1 Geometrie

De geplande renovatie van het slibverwerkingsgebouw bestaat uit het vervangen van de slibverdeelschroef en het plaatsen van een afzuiginstallatie bestaande uit een afzuigkap, luchtafzuigventilator en een koolfilter. De slibverdeelschroef en afzuigkap worden opgehangen aan de bestaande staalconstructie van de slibverladingshal. De luchtafzuigventilator en het koolfilter worden, naast het gebouw, op een eigen nieuw te storten betonnen fundering geplaatst. In afbeelding 2.1 is een impressie hiervan weergegeven.

Afbeelding 2.1 Impressie fundatieplaat luchtafzuigventilator en koolfilter slibverwerkingsgebouw [ref 3]



2.2 Geologie

2.2.1 Grondonderzoek

Het beschikbare grondonderzoek is in maart 2020 door de firma Ockhuizen uitgevoerd [ref 1]. Dit onderzoek bestaat uit een totaal van 30 sonderingen, waarvan sondering D27 is uitgevoerd op de kortste afstand van het slibverwerkingsgebouw.

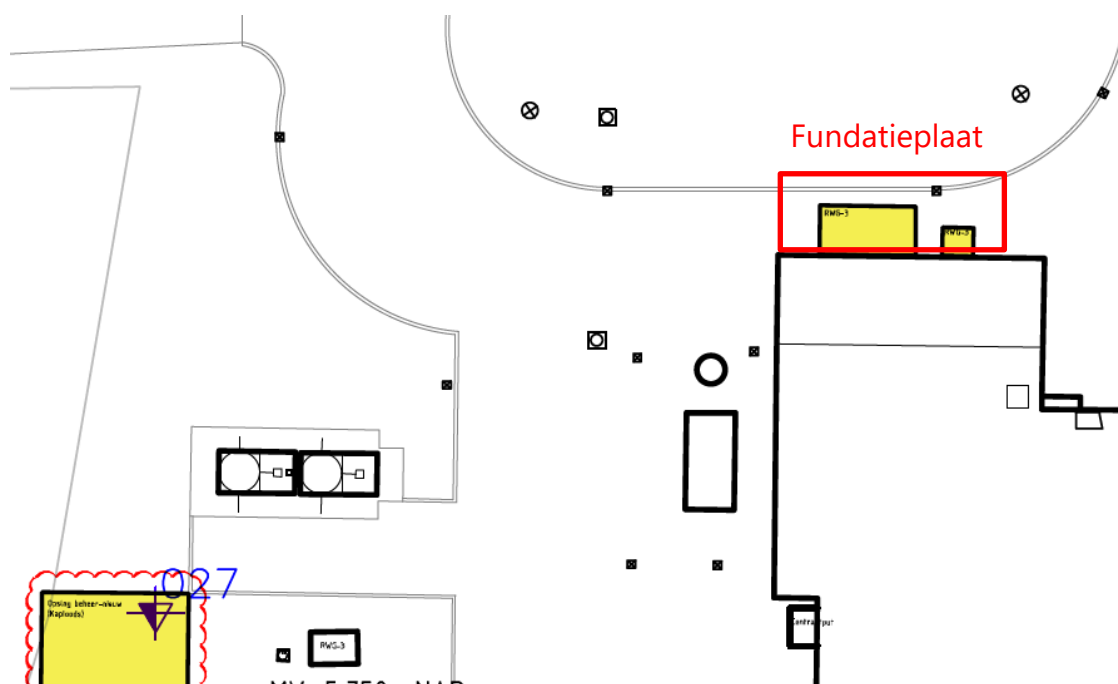
In tabel 2.1 is een overzicht van het beschikbare grondonderzoek gegeven. Op basis van deze resultaten is een concept versie van het geotechnisch ontwerp voor de DO-fase uitgewerkt. Het geotechnisch onderzoek voldoet op dit moment niet aan de eisen uit de NEN 9997-1 [ref 4], doordat de contour van de nieuwbouw niet volledig wordt afgedekt door de beschikbare sonderingen. Voor een definitieve versie van het DO zullen daarom nog aanvullende sonderingen moeten worden uitgevoerd.

Tabel 2.1 Beschouwd grondonderzoek

Onderdeel [-]	Grondonderzoek Ockhuizen [ref 1] [-]		
	Sonderingen	Boringen	Peilbuizen
fundatieplaat	D27	-	-

Op basis van het beschikbare grondonderzoek is de grondopbouw bepaald. Op afbeelding 2.2 is de locatie van sondering D27 ten opzichte van de fundatieplaat bij de slibverwerkingshal weergegeven.

Afbeelding 2.2 Situatietekening grondonderzoek [ref 1]



2.2.2 Globale bodemopbouw

De geologische bodemopbouw op de locatie van het rwzi wordt gekenmerkt door sediment afzettingen van de nabij gelegen Maas. Op basis van Dinoloket kan de geologie globaal als volgt worden beschreven:

Formatie van Echteld

Vanaf maaiveld wordt tot een niveau van circa NAP +2,0 à NAP +2,5 m een holocene deklaag aangetroffen. Deze deklaag bestaat voornamelijk uit sterk siltige klei. De exacte samenstelling en hoeveelheid zand en silt in de klei varieert lokaal sterk als gevolg van de insnijding en opvulling van oude geulen. Lokaal is nog een dunne en opgebrachte toplaag aanwezig die onderdeel uitmaakt van het naastgelegen dijklichaam.

Formatie van Kreftenheye

Onder de deklaag wordt de formatie van Kreftenheye aangetroffen. Deze formatie wordt gekenmerkt door fluvatiel zand en grind. De onderkant van de formatie bevindt zich op circa NAP -7,0 m.

Formatie van Waarle

Onder de formatie van Kreftenheye bevindt zich de formatie van Waarle. Deze formatie wordt tevens gekenmerkt door fluvatieve afzettingen. In de formatie van Waarle wordt met name zand aangetroffen met lokaal aanwezige kleilaagjes. Verder zijn fining upwards cycli vaak aanwezig als gevolg van het dichtslibben van oude geulen.

2.3 Waterstanden

2.3.1 Freatisch

Op basis van [ref 1] wordt de grondwaterstand aangetroffen op circa NAP +6,4 m. Dit betreft een eenmalige opname van de grondwaterstand ten tijde van het grondonderzoek. Over het algemeen kan worden gesteld dat de freatische grondwaterstand binnen circa 1,0 m onder het maaiveld aanwezig is.

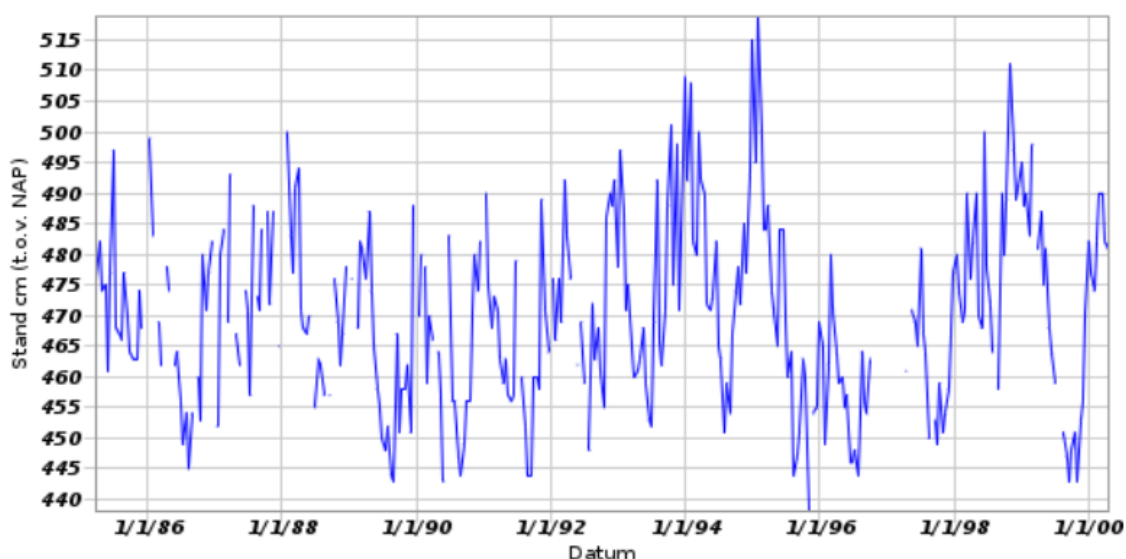
Hiermee ligt de freatische grondwaterstand onder normale situaties ruim boven de diepere grondwaterstand en treedt inzijging op.

2.3.2 Stijghoogte 1^e WVP

Voor de diepere zandlagen onder de deklaag geldt dat de grondwaterstand direct wordt beïnvloed door de actuele waterstand in de Maas. Als gevolg hiervan komen grote variaties in de grondwaterstand voor.

Ter verificatie zijn daarom langjarige meetreeksen uit DINOloket beschouwd. Uit de op circa 800 m afstand gelegen peilbuizen B39G0281 en B45E0433 met meetdata van maart 1985 tot april 2000 volgt een grondwaterstand die fluctueert tussen circa NAP +4,2 m en NAP +5,2 m. Een grondwaterstand van circa NAP +5,2 m kan derhalve als conservatieve bovengrenswaarde worden gezien. Deze conservatieve stijghoogte is daarom als uitgangspunt voor de berekeningen gehanteerd.

Afbeelding 2.3 Meetreeks stijghoogte peilbuis B39G0281



3

FUNDERING OP PALEN

3.1 Algemeen

Door de ligging van de projectlocatie in de directe nabijheid van enkele bestaande installaties wordt er van uitgegaan dat alle werkzaamheden trillingsarm dienen te worden uitgevoerd. Er wordt daarom uitgegaan van een geschroefd paalsysteem om de trillingen te beperken.

Bij toepassing van een systeem op mortelschroefpalen bestaat gezien de bodemopbouw het risico op insnoeringen in de palen als gevolg van de beperkte tegendruk van het dikke pakket holocene slappe lagen. In voorliggend rapport wordt daarom uitgegaan van een systeem op in de grond gevormde palen waarbij een stalen punt met behulp van een hulpbuis op diepte wordt geschroefd en vol wordt gestort met beton. De hulpbuis wordt vervolgens weer getrokken waarbij de stalen punt achterblijft.

3.2 Uitgangspunten

3.2.1 Bodemopbouw en geotechnische parameters

In tabel 3.1 is de laagopbouw weergegeven op basis van de representatieve sondering D27, hierbij zijn tevens de gehanteerde sterkte parameters gepresenteerd. De parameters zijn bepaald op basis van tabel 2.b uit de NEN-EN 9997-1 [ref 4]. Daarnaast zijn tevens boorstaten en sonderingen uit Dinoloket beschouwd. Ook de ervaringen vanuit het dijkversterkingsproject Meanderende Maas zijn meegenomen bij het vaststellen van de grondlagen.

Tabel 3.1 Bodemopbouw slibverwerking inclusief sterkte-eigenschappen o.b.v. D27

Beschrijving grondlaag	b.k. laag [m NAP]	$\gamma_k / \gamma_{sat,k}$ [kN/m ³]	c'_k [kN/m ²]	φ'_k [°]	OCR [-]
klei, zwak zandig, slap	5,62	15/15	0,0	22,5	1,0
klei, sterk zandig	3,70	18/18	0,0	27,5	1,0
zand, sterk siltig/kleiig	1,90	18/20	0,0	27,5	1,0
zand, schoon, los	0,10	17/19	0,0	30,0	1,2
zand, schoon, matig vast	-5,70	18/20	0,0	32,5	1,2
zand, schoon, vast	-8,50	19/21	0,0	35,0	1,2

c'_k : Effectieve cohesie.
 φ'_k : Effectieve wrijvingshoek.
OCR: Over Consolidation Ratio.

3.2.2 Veiligheidsfilosofie

Voor het geotechnisch ontwerp van de paalfundering is Eurocode 7 - ontwerpbenadering 3 toegepast. De gehanteerde gevolgklasse voor de permanente constructie is RC2 conform NEN 1990 gezien het geringe levensgevaar en de aanzienlijke economische en sociale gevolgen.

3.2.3 Partiële- en correlatiefactoren

Paalklassefactoren

De paalklassefactoren voor een in de grond gevormde paal waarbij een stalen punt met behulp van een hulpbuis schroevend op diepte wordt gebracht waarna de buis wordt afgestort en getrokken zijn in onderstaande tabel weergegeven. De paalklassefactoren zijn overgenomen conform NEN 9997-1+C2:2017, tabel 7.c [ref 4].

Tabel 3.2 Paalklassefactoren o.b.v. NEN9997-1+C2:2017 [ref 4]

Weerstand [-]	Symbool [-]	Paalfactoren [-]
draagkracht van de paalpunt	α_p	0,63
draagkracht van de paalschacht (druk)	α_s	0,009
paalvoetvormfactor	β	0,83

Partiële factoren paalfundering

De partiële weerstandsfactoren zijn overgenomen conform NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.7 [ref 4] en zijn in tabel 3.3 weergegeven.

Tabel 3.3 Partiële weerstandsfactoren voor geboorde palen

Weerstand	Symbool	Waarde
t.b.v. drukdraagvermogen	γ_b & γ_s	1,20

Correlatiefactoren paalfundering

De correlatiefactoren (ξ_3 en ξ_4) zijn aangenomen conform NEN 9997-1+C2:2017, tabel A.10a waarbij uit wordt gegaan van een stijve fundering. Op basis van de beschikbare sonderingen en de variatie in de berekende draagvermogens zijn de correlatiefactoren bepaald (tabel 3.4). Als gevolg van een variatie groter dan 12 % wordt gerekend met de ξ -factoren behorend bij één sondering.

Tabel 3.4 Correlatiefactoren

Onderdeel [-]	Aantal sonderingen [-]	ξ_3 [-]	ξ_4 [-]
slibverwerking	1	1,26	1,26

3.2.4 Levensduur

Voor de levensduur van de constructie wordt 50 jaar aangehouden.

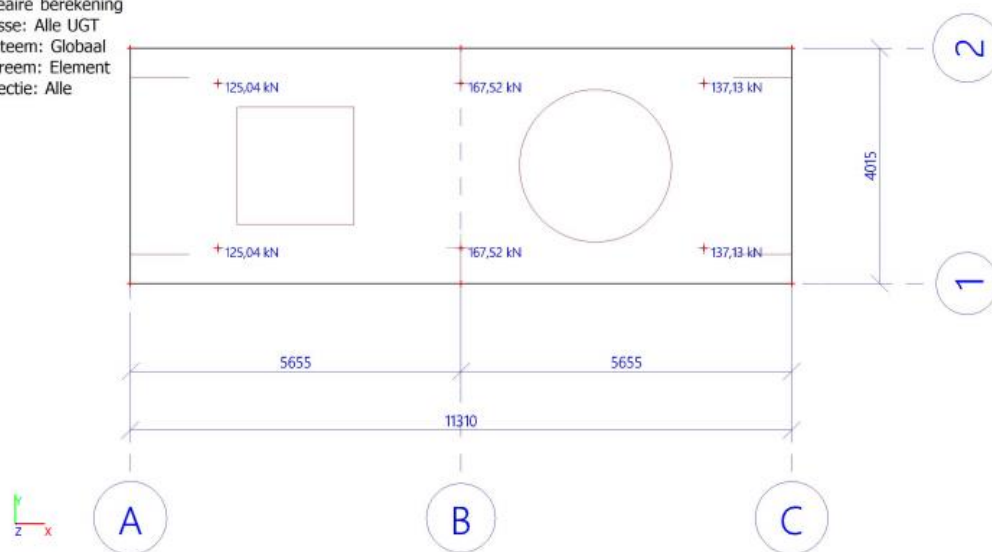
3.2.5 Paalkopbelastingen

De belastingen op de fundatie zijn door de constructeur bepaald [ref 2] en bestaan uit kolomlasten die variëren van respectievelijk circa 125 tot 168 kN (UGT) en circa 89 tot 119 (BGT) (zie afbeelding 3.1). Er treedt bovendien geen trek op de palen op.

Afbeelding 3.1 Overzicht belastingen op fundatie vanuit constructie (UGT & BGT) [ref 2]

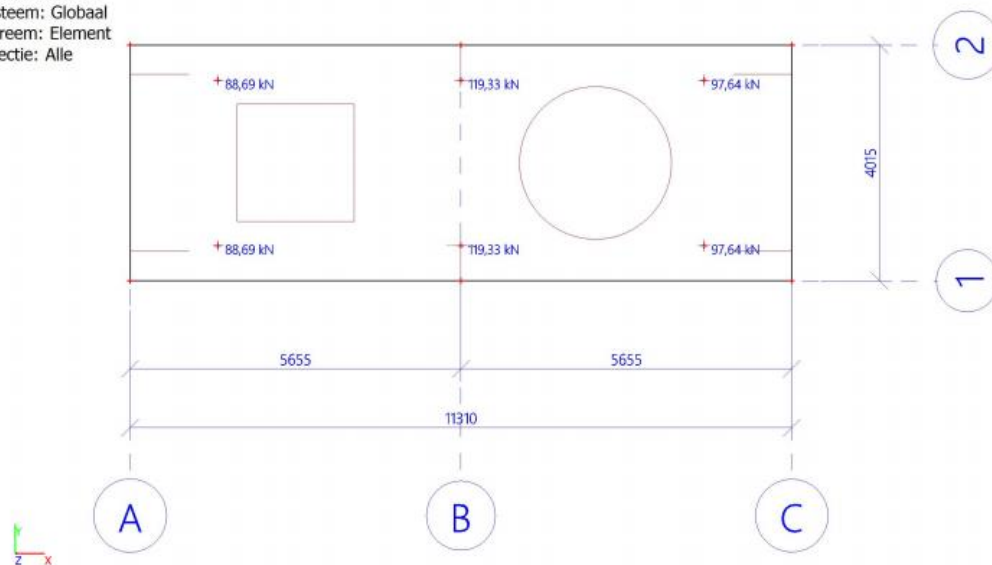
4.3.1. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



4.3.2. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle BGT
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



3.2.6 Negatieve kleef

Negatieve kleef wordt verwacht aangezien een siltige kleilaag van circa vijf meter aanwezig is. Hierdoor worden zettingen groter dan 10 cm verwacht. Aangezien de te verwachten zettingen groter zijn dan 10 cm wordt gerekend met negatieve kleef tot de bovenkant van de pleistocene zandlaag op circa NAP +0,1 m.

Positieve schachtwrijving wordt gerekend vanaf de bovenkant van de pleistocene zandlaag op circa NAP +0,1 m tot het paalpuntniveau.

3.2.7 Reducties sterkte draagkracht ondergrond

Grondlagen

Er worden geen aanvullende reducties op de conusweerstand toegepast daar geen geprefabriceerde palen met gesloten punt worden gebruikt en geen lagen bestaande uit grind en/of grof zand in de ondergrond worden verwacht.

Er is daarnaast geen sprake van een sterke overconsolidatie in de lagen tot paalpuntniveau. Gedurende de ijstijden hebben de gletsjers in Nederland nooit tot Oijen gereikt. Bovendien wordt een trillingsarm paalsysteem gebruikt, waardoor geen rekening gehouden hoeft te worden met reducties van de conusweerstand als gevolg van het uittrillen van een eventuele overconsolidatie.

Bouwfaserings

Voor de toepassing van reducties op de sterkte van de ondergrond is de bouwfaserings van belang. In de berekeningen wordt vooralsnog uitgegaan van de volgende bouwfaserings m.b.t. de paalfunderingen:

- 1 uitvoering sonderingen;
- 2 installatie paalfundering;
- 3 ontgraving fundatie.

Ontgravingsreductie

In de berekeningen is rekening gehouden met een ontgraving tot circa 0,3 m-maaiveld ten behoeve van het storten van de fundatieplaat. Dit komt overeen met een niveau van circa NAP +5,3 m, dit niveau is tevens aangehouden als paalkopniveau. De reductie is berekend conform NEN 9997-1 [ref 4].

Tabel 3.5 Ontgravingsniveaus

Onderdeel [-]	Ontgravingsniveau [m NAP]
Fundatieplaat luchtafzuigventilator en koolfilter	+5,3

3.2.8 Omgevingsbeïnvloeding

De geplande locatie is gelegen op korte afstand van het bestaande slibverwerkingsgebouw op het terrein. Daarom wordt als uitgangspunt voor het ontwerp van de fundatie aangenomen dat trillingsarme bouwmethodes dienen te worden toegepast.

3.3 Resultaten

3.3.1 Paal draagvermogen

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor een fundering op, in de grond gevormde palen waarbij een stalen punt met behulp van een hulpbuis op diepte wordt geschroefd waarna de buis wordt afgestort en getrokken. Uit de berekeningen volgt een diameter van Ø 450/380, waarbij door ons op basis van de opgegeven belastingen een paalpuntniveau op NAP -2,0 m wordt voorgesteld. De resultaten van de uitgevoerde berekening zijn weergegeven in onderstaande tabel. Voor de gedetailleerde paalberekeningen wordt verwezen naar bijlage 4.2II

Tabel 3.6 Paal draagvermogens (druk) paaldiameter Ø 450/380

Sondering [-]	Paalpuntniveau [m NAP]	Schachtdraag- vermogen $R_{s,d}$ [kN]	Punt draag- vermogen $R_{b,d}$ [kN]	Negatieve kleef $F_{n,k}$ [kN]	Paal draag- vermogen $R_{c,net,d}$ [kN]	Unity check
D27	-2,0	78	190	44	224	0,75

3.3.2 Veerstijfheden

Op basis van de resultaten zijn vervolgens de paalzakkingen (s) bepaald voor de verschillende palen. Hierbij is zowel rekening gehouden met de zakking van een alleenstaande paal (s_1) als de extra zakking als gevolg van het groepseffect (s_2). Hieruit zijn zowel de representatieve als de rekenwaarden voor de verticale veerconstanten (k_v) bepaald. Voor de bepaling van de rekenwaarden is een factor $\sqrt{2}$ toegepast op de representatieve waarde. Omdat de elastische verkorting van de palen reeds is inbegrepen kunnen deze waarden worden toegepast direct onder de fundering.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.7. De veerconstanten zijn bepaald voor de palen met de maximale en minimale zakking om een indicatie te krijgen van de zakkingsverschillen en de range in veerconstanten. Voor het bepalen van de veerconstanten is enkel de s_1 zakking in rekening gebracht aangezien deze voor de constructie relevant is.

Tabel 3.7 Verticale veerconstanten excl. groepseffect

Paaldiameter voet/schacht [mm]	Paalpuntniveau [m NAP]	Paalbelasting F _{c,tot,i} [kN]*	Paalkopzakking		k _{v,rep} [MN/m]	k _{v,rek} [MN/m]		
			S ₁ [mm]	S ₂ [mm]				
450/380	-2,0	133	max	2,9	1,8	46	32	65
450/380	-2,0	163	min	4,5	1,8	36	26	51

* Betreft de representatieve paalbelasting incl. de negatieve kleef.

De in tabel 3.7 weergegeven veerconstanten betreffen een inschatting van de stijfheid als gevolg van de paal-grond interactie bij de opgegeven belastingen en toepassing van een in de grond gevormde paal Ø 450/380 waarbij een stalen punt met behulp van een hulpbuis schroeven op diepte wordt gebracht. Hierna wordt de buis afgestort en getrokken, de stalen punt blijft in de grond achter.

De paalkopzakkingen bedragen circa 5 à 6 mm, bij een afstand tussen de kolommen van circa 2,5 m wordt hiermee voldaan aan de eisen aan de maximale relatieve rotatie van 1:200 à 1:300. Naar verwachting zijn de zakkingen derhalve opneembaar voor de constructie, in hoeverre hiermee in het constructieve ontwerp van het gebouw rekening gehouden dient te worden is ter beoordeling van de constructeur.

4

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 Conclusies

In overleg met de constructeur wordt een fundering op in de grond gevormde palen geadviseerd, waarbij een stalen punt met behulp van een hulpbuis schroevend op diepte wordt gebracht. De hulpbuis wordt vervolgens afgestort en getrokken waarbij de stalen punt in de grond achterblijft. Op basis van de door de constructeur uitgevoerde berekeningen bedragen de paallasten circa 125 à 168 kN. Op basis hiervan worden palen Ø 450/380 met een paalpuntniveau op NAP -2,0 m voorgesteld.

Uit de berekende paal draagvermogens en verwachte paalkopzakkingen van circa 5 à 6 mm kan een representatieve waarde van de verticale veerconstante worden bepaald op circa 30 à 50 MN/m. Bij het bepalen van de wapening voor de palen dient hiermee rekening te worden gehouden.

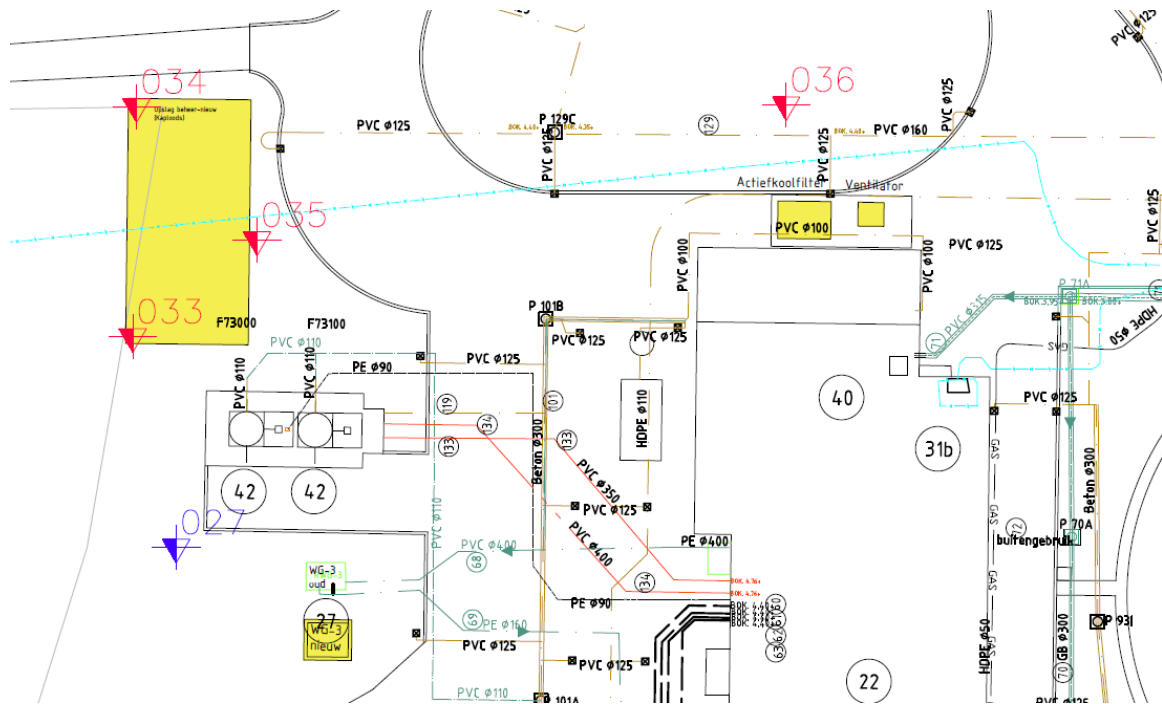
4.2 Aanbevelingen

De projectlocatie is gelegen direct naast het bestaande slibverwerkingsgebouw op het terrein van de rwzi Oijen. In het ontwerp van de fundering is hiermee reeds rekening gehouden middels het gebruik van een trillingsvrij paalsysteem.

Wegens het aanwezige pakket slappe lagen wordt in voorliggend rapport een paalsysteem op in de grond gevormde palen geadviseerd waarbij een stalen hulpbuis schroevend op diepte wordt gebracht. Wij adviseren om de toepasbaarheid van dit systeem vooraf met de leverancier te bespreken.

Op basis van de locatie van de fundatieplaat is het uitgevoerde grondonderzoek op dit moment niet volledig dekkend. Daarom dienen aanvullende sonderingen te worden uitgevoerd op de locaties zoals aangegeven in afbeelding 4.1. Op basis van de resultaten van het aanvullend onderzoek zal nog een update van voorliggende rapportage moeten worden doorgevoerd.

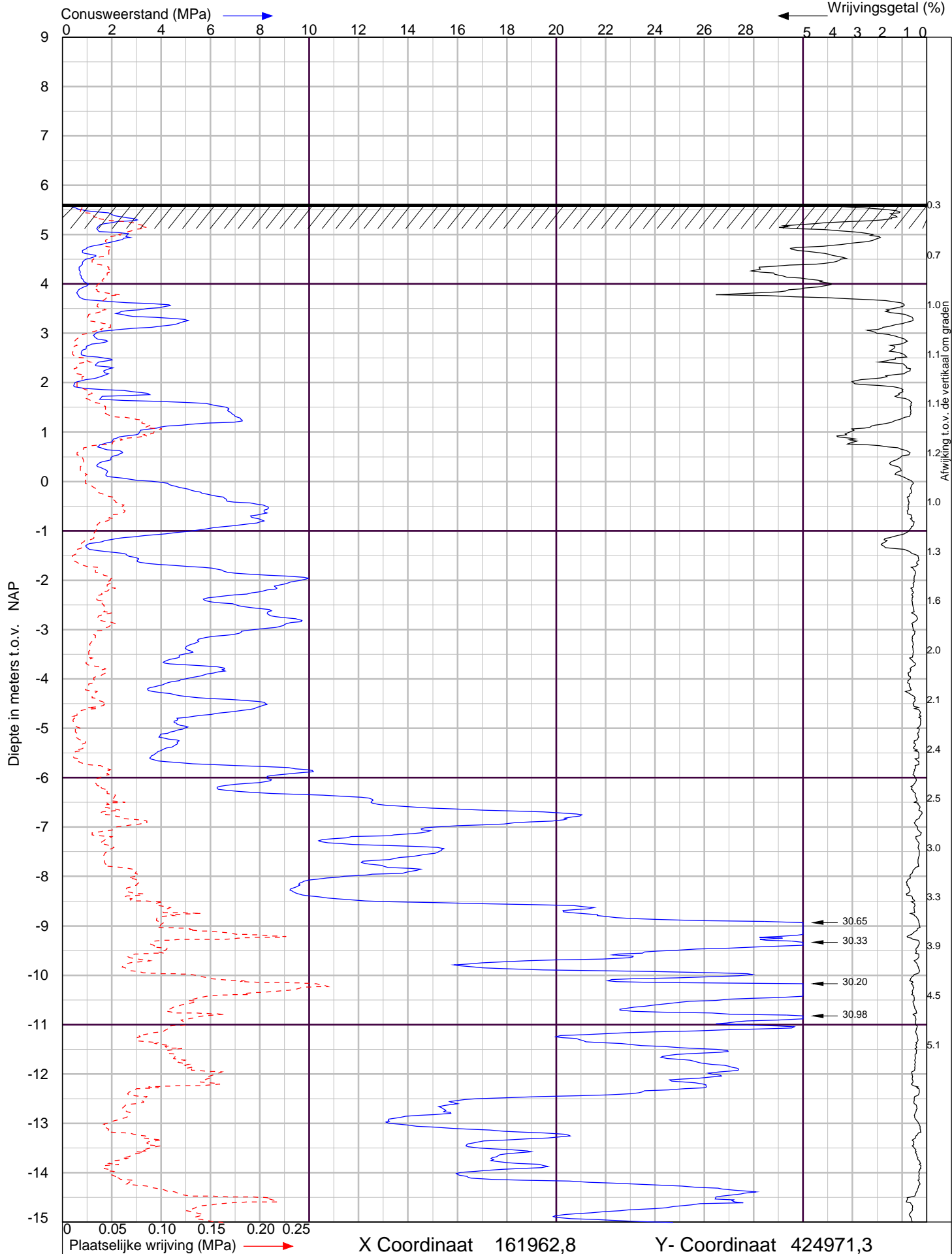
Afbeelding 4.1 Situatiekening grondonderzoek [ref 1]



Bijlage(n)



BIJLAGE: GEOTECHNISCH ONDERZOEK



Parallelstraat 1 te Oijen

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



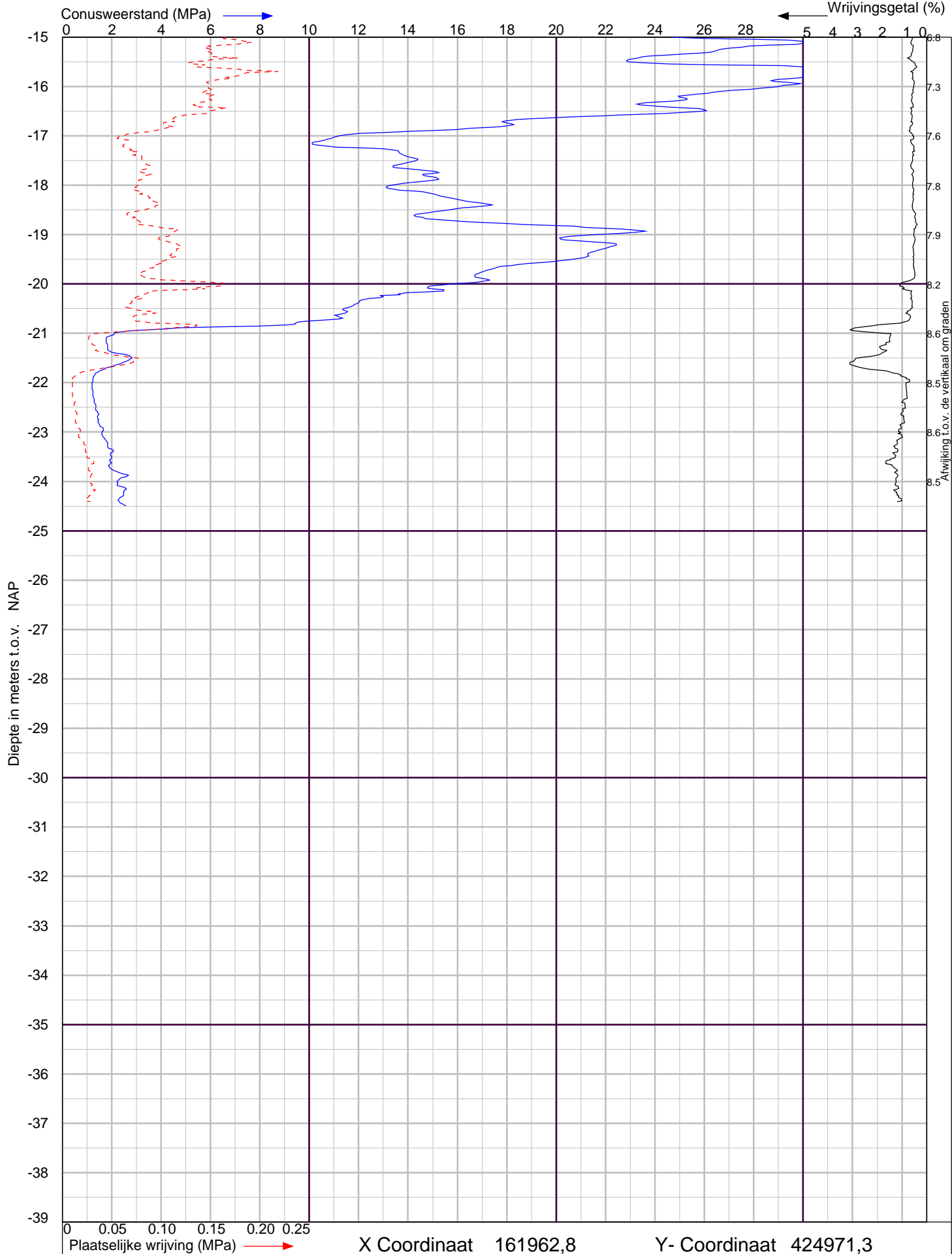
Ockhuizen Geo- en Milieutechniek B.V.
Kanaalstraat 105, 5711 EG Someren
tel. : 0493 - 78 22 89
info@ockhuizen-geo.nl
www.ockhuizen-geo.nl

Datum : 12-2-2020
Conusnr. : 071056
MV. is 5.62 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2000007**

Sondering : **27**





Parallelstraat 1 te Oijen

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Ockhuizen Geo- en Milieutechniek B.V.
Kanaalstraat 105, 5711 EG Someren
tel. : 0493 - 78 22 89
info@ockhuizen-geo.nl
www.ockhuizen-geo.nl

Datum : 12-2-2020
Conusnr. : 071056
MV. is 5.62 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2000007**

Sondering : **27**





BIJLAGE: RESULTATEN PAALBEREKENINGEN

Report for D-Foundations 19.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares

Date of report: 24-3-2021
Time of report: 10:57:36
Report with version: 19.1.1.23780

Date of calculation: 24-3-2021
Time of calculation: 10:53:53
Calculated with version: 19.1.1.23780

File name: D:\..\Rapportage Slibverwerking\Berekeningen\116005.C02 Slibverwerking

Project identification: RWZI Oijen
Definitief Ontwerp - Fundatieplaat slibverwerking
D-Foundations 116005.C02 Slibverwerking

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Bearing Piles	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT Data	3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.6 Soil Data	4
2.6.1 Soil Profile D27	4
2.7 Pile Types	4
2.7.1 Pile type : LostTip 450	5
2.8 Foundation Plan	5
2.8.1 View of Foundation Plan	5
2.9 Excavation Data	6
2.10 Totalized Loads (design values)	6
2.11 Requirements	6
2.12 Overruled Parameters	6
2.13 Model Options	6
2.14 Model Options	6
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Complete Verification	7
3.1 Remarks	7
3.2 Calculation Parameters	7
3.2.1 Pile Factors	7
3.2.2 Pile type : LostTip 450	7
3.3 Verification of Limit State EQU	7
3.4 Verification of Limit State STR/GEO	8
3.5 Verification of Serviceability limit state	8
3.6 Additional Information	8
3.6.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state STR/GEO	9
3.6.2 The bearing capacity of shaft and point at Limit state STR/GEO	9

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	ir. P. Harlaar
Design engineer superstructure :	Witteveen+Bos
Principal :	Waterschap Aa en Maas
Title 1 :	RWZI Oijen
Title 2 :	Definitief Ontwerp - Fundatieplaat slibverwerking
Title 3 :	D-Foundations 116005.C02 Slibverwerking
Number of project :	116005
Location of project :	RWZI Oijen

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

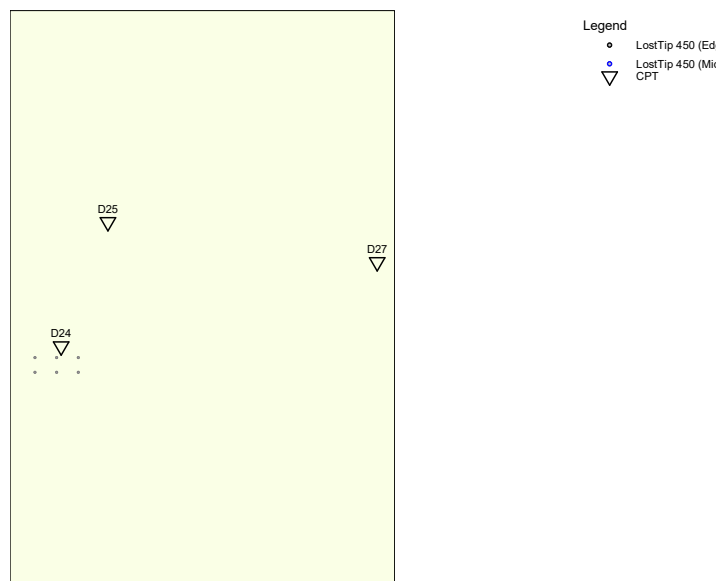
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	1
Timing of CPT's :	CPT - Install - Excavation

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



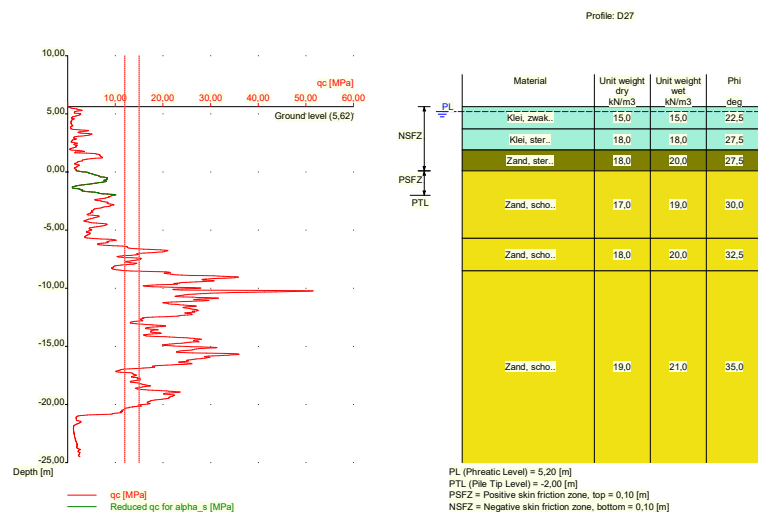
Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]
D27	-2,00	0,10	0,10	161962,80	424971,30

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 1

2.6.1 Soil Profile D27

Belonging to CPT : D27
 Surface level in [m. reference level] : 5,62
 Phreatic level in [m. reference level] : 5,20
 Pile tip level in [m. reference level] : -2,00
 Top of positive skin friction zone in [m. reference level] : 0,10
 Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] : 0,10
 OCR-value foundation layer : 1,20
 Expected groundlevel settlement in [m] : 0,11
 Number of layers in profile : 6



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m ³]	Gamma;sat [kN/m ³]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	5,620	15,00	15,00	22,50	Clay	--
2	3,700	18,00	18,00	27,50	Clay	--
3	1,900	18,00	20,00	27,50	Sand	0,200
4	0,100	17,00	19,00	30,00	Sand	0,200
5	-5,700	18,00	20,00	32,50	Sand	0,200
6	-8,500	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200

2.7 Pile Types

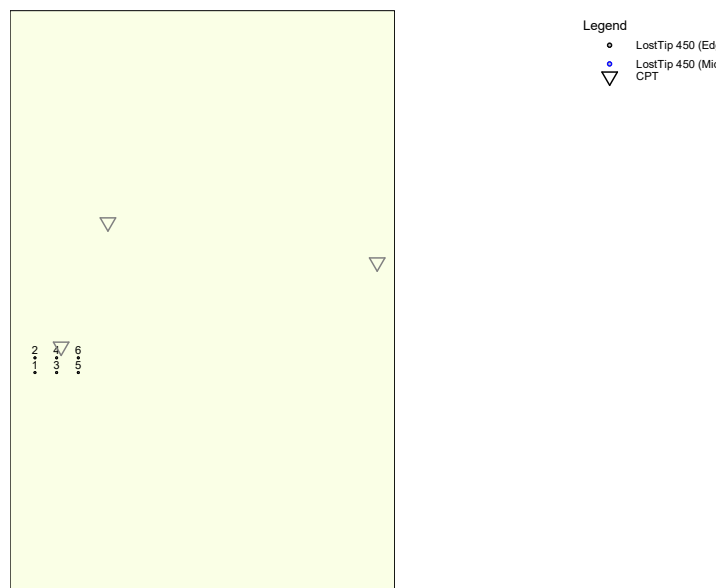
2.7.1 Pile type : LostTip 450

Pile type :	Screw pile, cast in place, lost tip
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Round pile with lost tip
beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.	
s (factor for the influence of the shape of the crossection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.	
Pile dimensions :	
Diameter at tip [m] :	0,450
Diameter shaft [m] :	0,380
Effective heigth enlarged base [m] :	0,000

2.8 Foundation Plan

Number of piles :	6
Number of collaborating piles* :	6
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure	

2.8.1 View of Foundation Plan

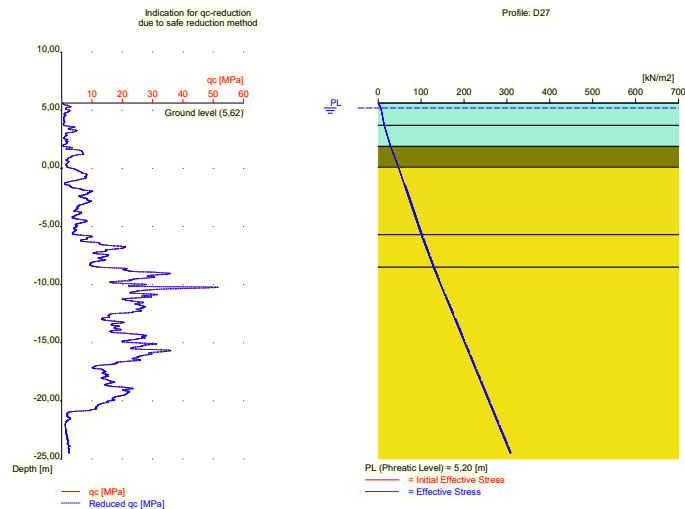


Pile nr/name	X-coor- dinate [m]	Y-coor- dinate [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	161897,00	424950,10	125,04	88,69	0,00	6,20
2: 2	161897,00	424952,92	125,04	88,69	0,00	6,20
3: 3	161901,16	424950,10	167,52	119,33	0,00	6,20
4: 4	161901,16	424952,92	167,52	119,33	0,00	6,20
5: 5	161905,32	424950,10	137,13	97,64	0,00	6,20
6: 6	161905,32	424952,92	137,13	97,64	0,00	6,20

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :
Reduction model :

6,20
Safe (NEN)



2.10 Totalized Loads (design values)

Total load on all piles
For limit state EQU/STR/GEO in [kN] : 859,38
For Serviceability limit state in [kN] : 611,32

2.11 Requirements

Limit state STR/GEO
Maximum allowed settlement in [m] : 0,150
Serviceability Limit State
Maximum allowed settlement in [m] : 0,150

2.12 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1,26
User defined Factor xi4 [-] : 1,26

2.13 Model Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Use the influence of excavations (standard).

2.14 Model Options

Selected pile types :
-LostTip 450

Selected profiles :

-D27

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Complete Verification

3.1 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 section (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Performing the check on NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3, the average distance between the different CPT's used for this check is 25 m.

The requirements set by NEN 9997-1:2016 art. 3.3.3 are met. The variation (0,00%) is ok ($\leq 12\%$).

3.2 Calculation Parameters

3.2.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
xi3 (user defined) :	1,26
xi4 (user defined) :	1,26
Xi 3 has been used.	

3.2.2 Pile type : LostTip 450

Pile type :	Screw pile, cast in place, lost tip
Materialtype for pile :	Concrete
Slip layer :	None
Pile shape :	Round pile with lost tip
beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	0,83
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1,00
Pile dimensions :	
Diameter at tip [m] :	0,450
Diameter shaft [m] :	0,380
Effective heigth enlarged base [m] :	0,000

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
2:D27	0,0090	--	0,6300

3.3 Verification of Limit State EQU

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.8: $E_d \leq C_d$.

Rigid superstructure, verify total load on all piles with total bearing capacity

Fc;d =	859,380 [kN]
Rc;d =	1609,187 [kN]

The requirements of limit state EQU are met, limit state EQU is ok.

Note: Negative skin friction plays NO part in Limit State EQU. Its influence is incorporated in the tests for Limit State STR/GEO and the Serviceability limit state. The intermediate results provide a full overview of all values that are calculated for the negative skin friction.

Purely indicative, the values for the negative skin friction vary from 44 [kN] to 44 [kN] per pile.

3.4 Verification of Limit State STR/GEO

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

$S_d = 0,013$ [m]
 $S_{req} = 0,150$ [m]

The settlement requirements of limit state STR/GEO are met, this is ok.

As the superstructure was indicated to be rigid, settlement differences may be neglected, so rotations are not taken into consideration (NEN 9997-1:2016 art. 6.6.2 part c)!

3.5 Verification of Serviceability limit state

Required by NEN 9997-1:2016 art. 2.4.9: $S_d \leq S_{req}$.

For houses, the requirement is : $S_{req} = 0.05$ m. For other types of superstructures a different (well considered) requirement can be specified.

$S_d = 0,005$ [m]
 $S_{req} = 0,150$ [m]

The settlement requirements of the Serviceability Limit State are met, this is ok.

As the superstructure was indicated to be rigid, settlement differences may be neglected, so rotations are not taken into consideration (NEN 9997-1:2016 art. 6.6.2 part c)!

3.6 Additional Information

The design values of the maximum shaft tensions (calculated at the transition of positive to negative skin friction) are

At Limit state EQU/STR/GEO: $\sigma = 1,86$ [N/mm²]
 At Serviceability Limit State: $\sigma = 1,44$ [N/mm²]

The maximum settlement was found at:

Limit state STR/GEO

Number/Name D27
 Pile name: 3

Components of the maximum settlement are :

$s_{neg} = 0,000$ [m]
 $s_b = 0,014$ [m]
 $s_{el;d} = 0,001$ [m]
 $s_2 = 0,002$ [m]

Serviceability Limit State

Number/Name D27
 Pile name: 3

Components of the maximum settlement are :

$s_{neg} = 0,000$ [m]
 $s_b = 0,004$ [m]
 $s_{el;d} = 0,001$ [m]
 $s_2 = 0,002$ [m]

s_{neg} stands for the settlement due to negative skin friction when the expected ground level settlement (egls) is within the next boundaries : $0.02 < egl_s \leq 0.10$ meter.

For expected ground level settlement beyond the boundaries, $s_{neg} = 0$.

3.6.1 The bearing capacity of shaft and point at Limit state STR/GEO

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative. The presented design values are determined using the maximum value of ksi_3 and ksi_4 .

Number/Name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] $R_{s;d}$	Bearing Cap. Point [kN] $R_{b;d}$	Bearing Cap. Total [kN]
2:D27	78,117	190,081	268,198

3.6.2 The bearing capacity of shaft and point at the Serviceability Limit State

The next table shows the values of the bearing capacities per CPT and these are purely informative. The presented design values are determined using the maximum value of ksi_3 and ksi_4 .

Number/Name CPT	Bearing Cap. Shaft [kN] $R_{s;d}$	Bearing Cap. Point [kN] $R_{b;d}$	Bearing Cap. Total [kN]
2:D27	93,741	228,097	321,838

End of Report

