



Geotechnisch funderingsadvies t.b.v.:

Aanbouw aan de Markt 24 te Wijk bij Duurstede

Opdracht nr. : 19.6258
Rapport : 19.6258R01

Opdrachtgever : Gemeente Wijk bij Duurstede
Postbus 83
3960 BB Wijk bij Duurstede

Datum grondonderzoek : 11 december 2019

Datum rapport : 30 januari 2020

Bijlagen : A. Voorbeeldberekening paal draagvermogen
B. Geotechnisch onderzoek

KOOPS & ROMEIJN GRONDMECHANICA
Dijkstraat 8-II, 6701 CJ, Wageningen
Tel.: +31(0)6 393 27 585



1.0 INLEIDING

Op 3 december 2019 ontving Koops & Romeijn Grondmechanica van Gemeente Wijk bij Duurstede de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek alsmede het uitbrengen van een funderingsadvies ten behoeve van een aanbouw aan de Markt 24 te Wijk bij Duurstede.

Het advies is gebaseerd op de ons verstrekte gegevens en het geotechnisch onderzoek dat onlangs op de projectlocatie is uitgevoerd. Dit rapport bevat tevens een beschrijving en de resultaten van het onderzoek.

2.0 PROJECTOMSCHRIJVING

De projectlocatie is gelegen aan de Markt 24 te Wijk bij Duurstede. De aanbouw grenst enerzijds aan het buurpand en anderzijds is er een zeer korte afstand tussen de geplande aanbouw en de Grote Kerk van Wijk bij Duurstede. De smalste afstand tussen de uitbreiding en Grote Kerk bedraagt ca. 1,6 m. Naar verwachting is het uit te breiden pand, het buurpand alsmede de Grote Kerk gefundeerd op staal. Aangaande de aanlegniveaus van de verschillende funderingen alsmede de aard en conditie van deze funderingen zijn bij ons bureau geen gegevens bekend.

Aangaande de verdere historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Mocht het om één of andere reden aannemelijk zijn dat er sprake kan zijn van bijvoorbeeld verontreinigingen en obstakels of geroerde grond dan moet worden nagegaan in hoeverre dit een knelpunt kan zijn voor het ontwerp of de uitvoering.

Het plan omvat een uitbouw aan de achterzijde van het pand Markt 24 met een grondvlak van ca. 40-50 m². De uitbreiding zal grotendeels bestaan uit een begane grond en een eerste verdieping. Het trappenhuis en de liftschacht zullen twee verdiepingen hoger reiken. Het begane grondpeil van de nieuwbouw is aangenomen op ca. NAP +5,93 m, gelijk aan het bestaande vloerpeil van Markt 24. Het aanlegniveau van de fundering is op ca. NAP +5,2 m verondersteld.

Voor de rekenwaarden van paalbelastingen op druk is uitgegaan van $F_{c;d} = 50$ tot 200 kN.

Geadviseerd wordt om genoemde gegevens alsmede de elders in dit rapport gehanteerde aannamen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit dit rapport wordt verder gewerkt.

3.0 GRONDONDERZOEK

Het grondonderzoek is uitgevoerd op 11 december 2019 en heeft bestaan uit een sondering. De geplande tweede sondering kon vanwege een veelheid aan kabels en leidingen in de ondergrond niet op de geplande locatie worden uitgevoerd. In combinatie met het vele puin in de ondergrond kon deze sondering, ondanks diverse pogingen, ook niet worden verplaatst binnen acceptabele grenzen. De sondering is uitgevoerd vanaf minirups aangedreven sondeerunit, m.b.v. een elektrische (kleefmantel)conus met hellingmeter, conform norm NEN-EN 1997-2 met aanvullingsnorm NEN 9997-2. De conusweerstand is hierbij continu elektrisch gemeten en geregistreerd. Bij de sondering is naast de conusweerstand ook de plaatselijke mantelwrijving elektrisch gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten. De sondering is weergegeven op de grafiek die is toegevoegd in de bijlage, waarbij de diepte is uitgezet t.o.v. NAP.



Aanvullend op het sondeeronderzoek is een ondiepe handboring verricht ter nadere verkenning van de toplagen en bepaling van de actuele grondwaterstand. Op basis van een veldclassificatie is een boorbeschrijving gemaakt, die eveneens is toegevoegd aan de bijlage.

De sondeerlocatie, welke door de sondeerploeg in het terrein is uitgezet en gewaterpast t.o.v. NAP, is tezamen met enkele referentiepunten aangegeven op de situatietekening. Als basis heeft hiervoor gediend de door de opdrachtgever verstrekte tekening.

4.0 TERREIN- EN GRONDGESTELDHEID

Ten tijde van het onderzoek bedroeg de maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten ca. NAP +5,9 m.

Op basis van het grondonderzoek kan de grondopbouw globaal als volgt worden omschreven: onder een zandige toplaag met een dikte tot ca. 0,6 m worden tot ca. NAP + 3,5 m á +4,5 m meer of minder zand- en puinhoudende kleiafzettingen aangetroffen. Hieronder wordt tot ca. NAP -1,0 m een overwegend vast gepakte zandlaag geregistreerd, waarbij rond NAP +1,0 m wat dunne zandlaagjes voor komen die wat meer silthoudend zijn. Vanaf NAP -1,2 m is er achtereenvolgens sprake van een kleilaag en een naar verwachting siltige veenlaag. Vanaf ca. NAP -3,5 m worden vervolgens tot de maximaal verkende diepte wederom vast gepakte zandafzettingen geregistreerd.

In het boorgat met een diepte van maaiveld -3,0 m werd tijdens het grondonderzoek geen grondwater aangetroffen. Ook in de aanwezige peilbuis van derden op de projectlocatie is tot een diepte van maaiveld -3,0 m geen grondwater aangetroffen.

5.0 FUNDERINGSADVIES

Gezien de aangetroffen grondopbouw en de aard van de bebouwing komt voor onderhavig project een fundering op palen in aanmerking. In dit rapport is een fundering op casing draaipalen nader uitgewerkt.

Een fundering op staal verdient geen voorkeur omdat hiervoor een relatief diepe grondverbetering noodzakelijk is. Bovendien zijn maatregelen nodig om het graafwerk met een minimaal risico voor schade aan de belendingen uit te kunnen voeren.

Casing draaipalen zijn stalen buispalen die trillingsvrij, schroevend op diepte worden gebracht. Dit paalttype wordt regelmatig bij funderingsherstel toegepast. Aangezien de palen ook grondverdringend zijn zal er geen ontspanning van de ondergrond optreden. Zowel ontspanning van de ondergrond onder en nabij funderingen op staal, alsmede heitrillingen van geheide paalsystemen kunnen leiden tot aanvullende zettingen en daarmee schade aan bestaande bouwwerken. Bij toepassing van casing draaipalen is er geen sprake van trillingen en ook geen sprake van ontspanning van de ondergrond waardoor het risico op schade aan de belendende op staal gefundeerde panden als zeer minimaal wordt ingeschat.

Tevens zijn voor dit paalttype machines beschikbaar die relatief beperkt zijn qua afmetingen en die regelmatig worden ingezet voor binnenstedelijke gebieden met beperkende werkomstandigheden. Gezien de beperkte ruimte op de projectlocatie zal dit eveneens een pre zijn.

UITGANGSPUNTEN

-) Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
-) Situering nieuwbouw zoals weergegeven op de situatietekening in de bijlage.
-) Funderingselementen worden verticaal centrisch belast.



-) Het advies is opgesteld op basis van NEN 9997-1 (juni 2016). Genoemde norm bevat de NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7 – geotechnisch ontwerp – Deel 1 : Algemene regels) en de bijbehorende nationale bijlage.
-) de veiligheid / gevolgklasse (NEN-EN 1990): CC2 RC2
-) de Geotechnische Categorie (NEN 9997-1, 2.1): GC2
-) aannahme stijfheid bebouwing: niet-stijf
-) Fundering op casing draaipalen.
-) Voor de berekening van de draagkracht zijn de volgende factoren aangehouden:
 - paalklasse punt $\mathfrak{S}_p = 0,56$
 - paalvoetvorm $\varphi = 0,65$
 - paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
 - paalklasse schacht $\mathfrak{S}_s = 0,006$
-) Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
-) Het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
-) Er is niet gerekend met negatieve kleef omdat er in de toekomst geen maaiveldzakkingen van betekenis worden verwacht.
-) De berekende paal draagvermogens dienen door de constructeur op basis van NEN-EN 1992-1-1 te worden gecontroleerd op toelaatbare betonspanningen.

EISEN TEN AANZIEN VAN STABILITEIT EN VERVORMINGEN

Van een geotechnische constructie moet worden onderzocht of één van de onderstaande grenstoestanden wordt bereikt:

- Uiterste grenstoestand (UGT)
De grenstoestand waarbij op de grens van de constructie en de grond een bezwijkmechanisme optreedt; hiervoor moet worden getoetst of de rekenwaarde voor de belasting, eventueel vermeerderd met de optredende negatieve kleef, kleiner is dan de rekenwaarde van het paal draagvermogen ($F_{c;d} + F_{nk;d} \cdot \text{TM}R_{c;d}$).
- Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)
Grenstoestand waarbij de vervormingen leiden tot verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten.

In de meest voorkomende situaties zal, als aan de uiterste grenstoestand wordt voldaan, de paalkopzakking relatief gering zijn. Door deze relatief geringe paalkopzakkingen, wordt tevens voldaan aan de vervormingseisen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand.

BEREKENINGSMETHODE

In het onderstaande zijn berekeningsmethoden voor het bepalen van de negatieve kleef en het paal draagvermogen nader toegelicht. Van de berekening van de draagkracht van de palen is een voorbeeldberekening in de bijlage van dit rapport opgenomen.

-Bepaling van de rekenwaarde van de negatieve kleef

Voor dit project is, in verband met de aangetroffen bodemgesteldheid, geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef langs de paalschachten aangezien er zonder aanvullende significante maaiveldbelastingen geen zettingen van betekenis te verwachten zijn.



-Bepaling van de maximale draagkracht van een paal

De maximale draagkracht van de paal, op basis van het resultaat van sondering i, is bepaald conform NEN 9997-1.

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

waarin:

- $R_{c;cal;i}$ = maximale draagkracht van de paal bij sondering i (kN)
- $R_{b;cal;max;i}$ = maximale draagkracht van de paalpunt bij sondering i (kN)
- $R_{s;cal;max;i}$ = maximale schachtwrijvingskracht bij sondering i (kN)

Voor verdere uitwerking van deze formule, de berekening van de beide componenten, wordt verwezen naar de voorbeeldberekening die in dit rapport is opgenomen. De aan te houden factoren staan vermeld in Tabel 7.c van NEN 9997-1.

De positieve schachtwrijving is ontleend aan de doorgaande zandlagen waarin de palen worden gefundeerd.

-Bepaling van de karakteristieke waarde van de draagkracht

Voor de bepaling van de karakteristieke waarde van de maximale draagkracht van een paal is uitgegaan van een niet-stijf bouwwerk. De karakteristieke waarde van de draagkracht van een paal wordt bepaald met de volgende formules:

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \epsilon_3$$

waarin:

- $R_{c;k}$ = de karakteristieke waarde van het draagvermogen
- $R_{c;cal}$ = het berekende draagvermogen van de paal in de uiterste grenstoestand.
- ϵ_3 = factor, afhankelijk van het aantal sonderingen.
(bepaald volgens NEN 9997-1, Tabel A.10a).

-Bepaling van de rekenwaarde voor de maximale draagkracht

De rekenwaarde voor de maximale draagkracht van een paal ($R_{c;d}$) wordt bepaald met:

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \hat{\uparrow}_t$$

waarin:

- $\hat{\uparrow}_t$ = partiële weerstandsfactor op de totale weerstand voor op druk belaste palen, welke volgens NEN 9997-1, bijlage A, Tabel A.6 t/m Tabel A.8, de waarde 1,20 heeft.

RESULTATEN DRAAGVERMOGEN

Er is uitgegaan van casing draaipalen met schacht/schroefbladdiameters 168/300 en 219/350 mm. In navolgende tabel is voor de aan te houden paalpuntniveaus en per schachtafmeting de rekenwaarde van de netto draagkracht gepresenteerd.



Tabel 1: Paalpuntniveaus en rekenwaarden netto draagkracht casing draaipalen.

Sondering	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Rekenwaarde netto draagkracht (R _{c;d})	
			[kN]	
			168/300 mm	219/350 mm
1	+5,89	+2,25	100	130
		+2,00	100	130
		+1,75	100	140
		+1,50	110	140
		+1,25	110	140
		+1,00	110	150
		+0,75	130	170
		+0,50	200	270

De vermelde draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

TOETSING

Zoals eerder aangegeven, wordt de sterkte-eis behorend bij de uiterste grenstoestand getoetst:
 $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$

Indien de rekenwaarde voor de paalbelasting kleiner is dan (of gelijk aan) het netto paal draagvermogen, wordt voldaan aan de uiterste grenstoestand. Tevens zal dan, in de meest voorkomende situaties, worden voldaan aan de bruikbaarheidsgrenstoestand.

VEERCONSTANTEN

Uitgaande van de karakteristieke waarde voor het paal draagvermogen ($R_{c;k}$) en de representatieve paalbelasting ($F_k + F_{nk;rep}$) is de veerconstante voor de paalkopzакking bepaald. Hierbij is voor de karakteristieke paalkopbelasting uitgegaan van de waarde bepaald uit $F_k = R_{c;d} / 1,35$.

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tien maal de kleinste paalvoetdoorsnede, dient in principe in de paalkopzакking, de zакking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt

Voor sondering 1 zijn, voor een paalpunt niveau van NAP +0,75 m, de navolgende indicatieve waarden berekend :

Paalafmeting in mm:	F _k in kN:	Veerconstante voor paalkopzакking in MN/m ¹ :
168/300	100	k = 40
219/350	130	k = 45

Opgemerkt wordt dat palen die grondmechanisch niet worden uitgenut, stijver reageren dan palen welke wel uitgenut worden. Dit kan voorkomen bij palen die om praktische redenen op een niveau met een hogere draagkracht worden gefundeerd dan noodzakelijk is om aan de gestelde eisen te voldoen.

6.0 UITVOERING

Bij de toepassing van casing draaipalen dient voor de installatie hiervan een hierin gespecialiseerd, gerenommeerd aannemingsbedrijf te worden ingeschakeld. Geadviseerd wordt de eerste paal zo dicht mogelijk bij een sondering te installeren.



19.6258R01, 30 januari 2020

Het waargenomen installatiegedrag voor wat betreft draaimoment kan in combinatie met het sondeerbeeld een indicatie vormen voor de controle van tussen de sonderingen te installeren palen.

Tevens dient met de leverancier vooraf te worden overlegd over de beschikbaarheid van de in dit rapport berekende paalafmetingen (variëren per leverancier) en de doorvoerbaarheid van de zandlagen in relatie tot het beschikbare boormaterieel.

Geadviseerd wordt om de palen te maken vanaf een werkniveau dat minstens 0,50 m hoger ligt dan het aanlegniveau van de belendende fundering. Dit maaiveld dient zich minstens uit te strekken tot 2,5 m uit de belending.

Deskundig toezicht tijdens het gehele installatieproces is een vereiste.

Koops & Romeijn Grondmechanica

Ing. A. Terluin
Adviseur geotechniek

**VOORBEELDBEREKENING VAN HET DRAAGVERMOGEN CONFORM NEN 9997-1**

Voor de berekening is het draagvermogen van een paal bij sondering 1 uitgewerkt.

Paaltype	:	casing draaipaal			
Paalgegevens	:	paalpuntniveau - NAP +0,75 m	paalomtrek (O_p)	-	0,53 m
		schachtafmeting - 168 mm	voetoppervlak (A_{punt})	-	0,0707 m ²
		schroefbladafm. - 300 mm			

Het draagvermogen is opgebouwd uit puntdragvermogen en positieve schachtwrijving in de zandige lagen.

De maximale draagkracht van de paal bij sondering i ($R_{C;cal;i}$ in kN) is bepaald volgens:

$$R_{C;cal;i} = R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i}$$

waarbij:

$R_{b;cal;max;i}$ = maximale draagkracht van de paalpunt bij sondering i (kN)

$R_{s;cal;max;i}$ = maximale schachtwrijvingskracht bij sondering i (kN)

De berekening van beide componenten wordt onderstaand nader uitgewerkt, de index i wordt hierbij verder niet vermeld.

Maximale draagkracht van de paalpunt

De maximale draagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal}$ in kN) wordt bepaald met:

$$R_{b;cal;max} = A_{punt} B q_{b;max}$$

waarin:

A_{punt} = oppervlakte van de paalpunt (m²)

$q_{b;max}$ = maximale puntweerstand (NEN 9997-1) (kN/m²)

waarbij:

$$q_{b;max} = \frac{1}{2} B \zeta_p B \varphi B s B \left[\frac{1}{2} B (q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}) + q_{c;III;gem} \right]$$

waarin rekening houdend met het paaltype:

ζ_p = 0,56 (paalfactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

φ = 0,65 (paalvoetvormfactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

s = 1,0 (vormfactor van de doorsnede paalvoet, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)

en de uit de sondering bepaalde waarden:

$q_{c;I;gem}$ = gemiddelde conusweerstand over een traject van 0,7 à 4d onder de punt.

In dit geval 8,21 MN/m².

$q_{c;II;gem}$ = minimale conusweerstand binnen het traject van 0,7 à 4d onder de punt.

In dit geval 5,37 MN/m².

$q_{c;III;gem}$ = gemiddelde minimale conusweerstand over een traject van 8d boven de punt.

In dit geval 4,57 MN/m².

zodat:

$$q_{b;max} = 2,062 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 146 \text{ kN}$$



Maximale positieve schachtwrijving

De maximale positieve paalschachtwrijving ($R_{s;cal}$ in kN) wordt bepaald met:

$$R_{s;cal;max} = O_p B l B_{\mathcal{S}} B q_{c;gem}$$

waarin:

- O_s = omtrek van de paalschacht, voor het beschouwde paaltype 0,53 m
- l = lengte waarover schachtwrijving in rekening wordt gebracht, in dit geval 2,35 m
- $B_{\mathcal{S}}$ = 0,006 (paalklassefactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)
- $q_{c;gem}$ = de gemiddelde conusweerstand in de tot de schachtwrijving bijdragende zandlagen, in dit geval 10,25 MN/m².

zodat:

$$R_{s;cal;max} = 0,53 \text{ m} B 2,35 \text{ m} B 0,006 B 10,25 B 10^3 \text{ kN/m}^2 = 77 \text{ kN}$$

Maximale draagkracht van de paal

Het maximale draagvermogen ($R_{c;cal}$) is berekend met:

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

dus:

$$R_{c;cal} = 146 \text{ kN} + 77 \text{ kN} = 223 \text{ kN.}$$

Bepaling karakteristieke waarde

Uitgaande van palen onder een niet-stijf bouwwerk of een gedeelte daarvan, wordt de karakteristieke waarde van het paal draagvermogen als volgt bepaald:

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \epsilon_3$$

Voor het onderhavige project is uitgegaan van $\epsilon_3 = 1,39$ (NEN 9997-1, Tabel A.10a / Tabel A.10b)

$$R_{c;k} = 223 \text{ kN} / 1,39 = 160 \text{ kN}$$

De rekenwaarde van de maximale draagkracht ($R_{c;d}$) wordt bepaald met:

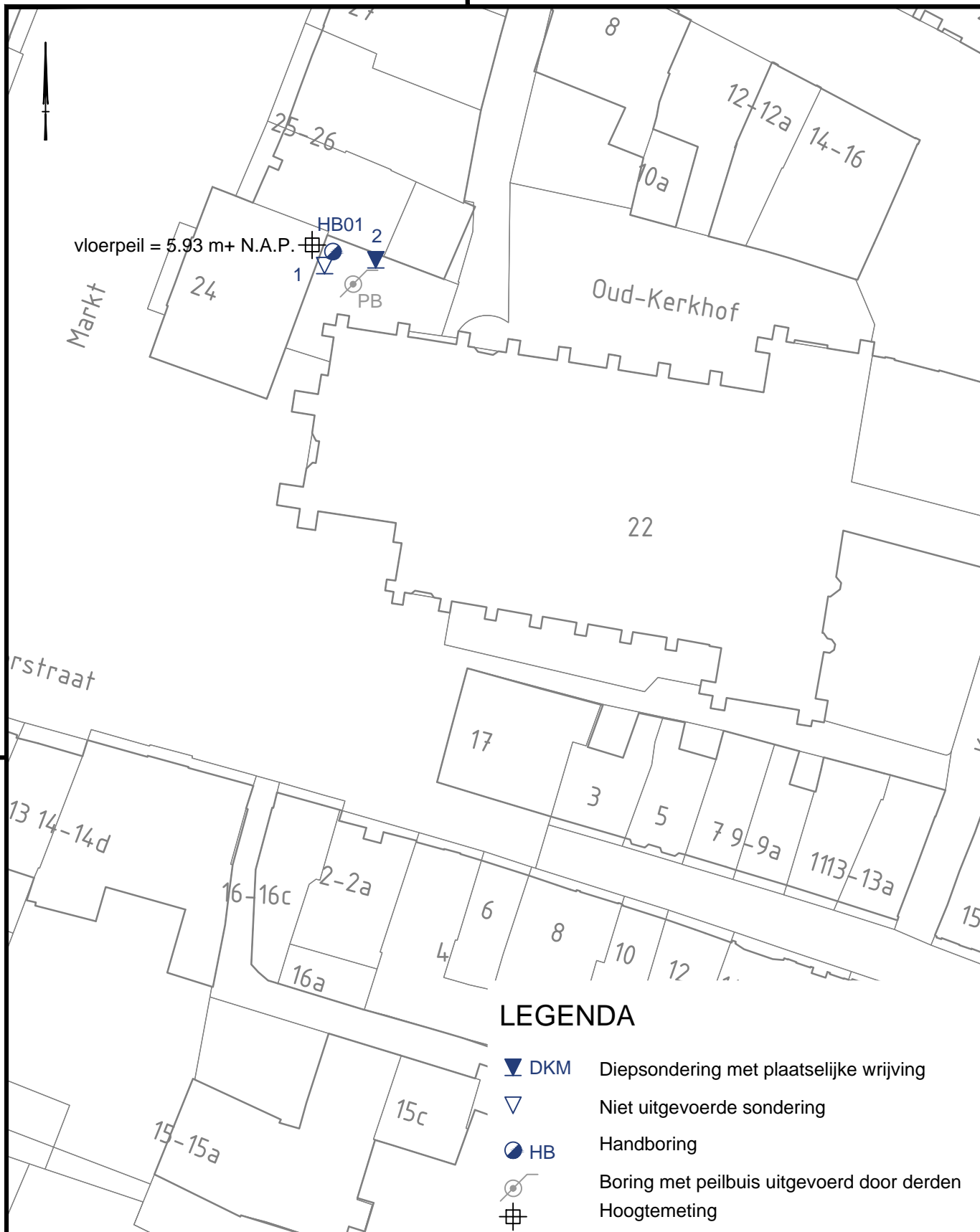
$$R_{c;d} = R_{c;k} / \uparrow_t$$

met:






$$\uparrow_t = 1,20 \text{ (partiële weerstandsfactor op de totale weerstand voor op druk belaste palen, volgens NEN 9997-1, bijlage A, Tabel A.6 t/m Tabel A.8).}$$

dus:

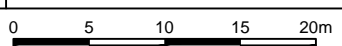
$$R_{c;d} = 160 / 1,20 = 134 \text{ kN (in de tabel afgerond op 130 kN)}$$



LEGENDA

-  **DKM** Diepsondering met plaatselijke wrijving
-  Niet uitgevoerde sondering
-  **HB** Handboring
-  Boring met peilbuis uitgevoerd door derden
-  Hoogtemeting

Getekend door TP	Schaal 1 : 500	Formaat A4	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 06.12.19 MBK
Projectnr. 19-6258	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 06.12.19	16.12.19 MBK		
Project					-



Aanbouw aan de Markt 24 te Wijk bij Duurstede



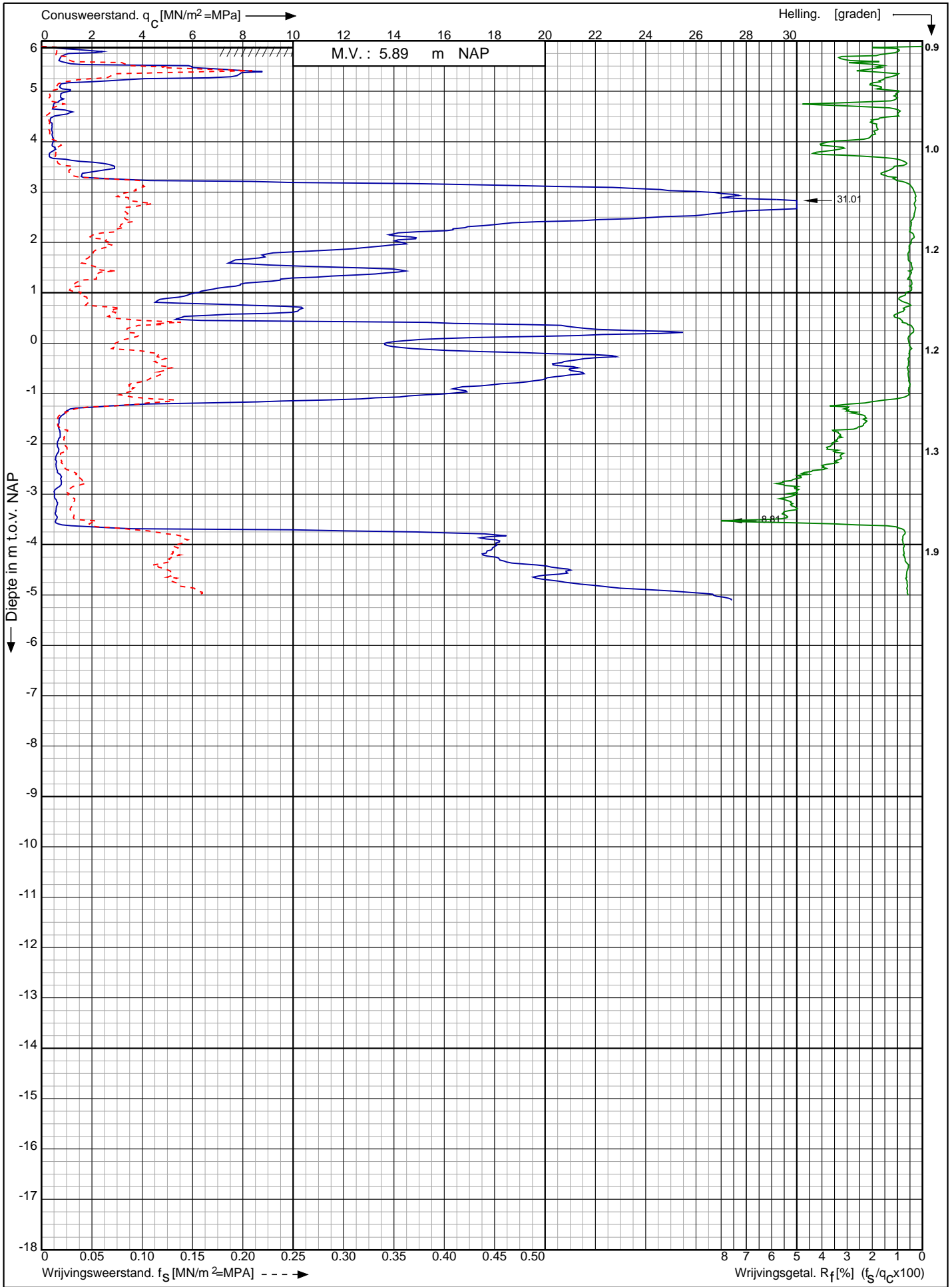
Koops
grondmechanica

0522 - 260 084

Conusserienummer: 000877

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-10

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Aanbouw aan de Markt 24 te
Wijk bij Duurstede

Opdr. nr. : 19-6258

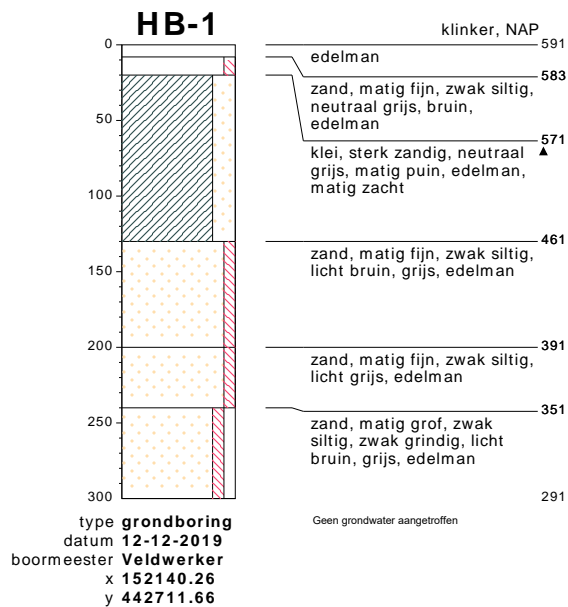
Datum uitv. : 11-12-2019

Sond. nr. : 2

RD-coördinaten : X = 152144.22 Y = 442710.17



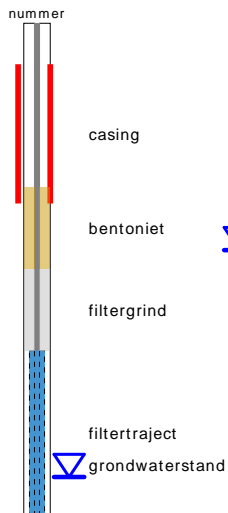
0522 - 260 084



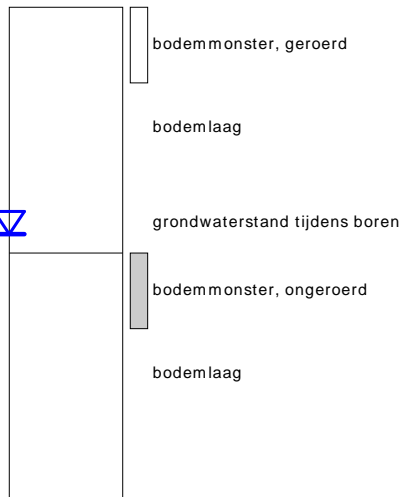
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Aanbouw aan de Markt 24 te Wijk bij Duurstede**
 projectcode **19-6258**
 datum **17-12-2019**
 getekend conform **NEN 5104**
 pagina **1 van 2**

PEILBUIS

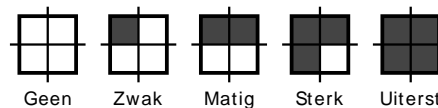


BORING

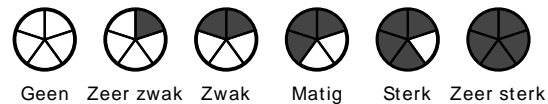


links= cm - maaiveld
rechts= cm + NAP

OLIE OP WATER REACTIE



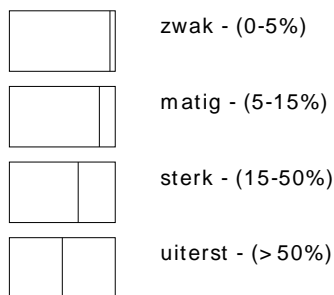
GEUR INTENISTEIT



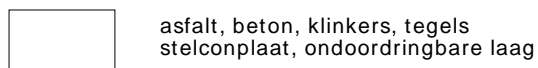
GRONDSOORTEN



MATE VAN BIJMENGING



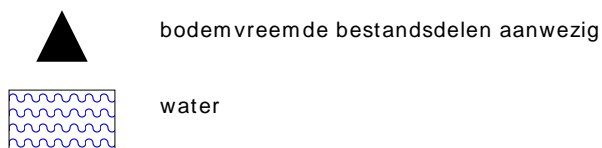
VERHARDINGEN



GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

OVERIG



GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = photo ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water