



Geotechnisch funderingsadvies t.b.v.:

Nieuwbouw Herwensedijk 10^a te Herwen

Opdracht nr. : 20.6092
Rapport : 20.6092R01

Opdrachtgever : 

Bouwkundige : 2-STROOM
Nijmegen/Pannerden

Constructeur : CABZ
Sleeg 4
6905 BG Zevenaar

Datum grondonderzoek : 18 mei 2020

Datum rapport : 12 juni 2020

Bijlagen : Voorbeeldberekening paal draagvermogen
Situatietekening
Sondeergrafieken
Handboorbeschrijving

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



1.0 INLEIDING

Op 8 april 2020 ontving Koops & Romeijn/ Atellus Grondmechanica van [REDACTED] de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek alsmede het uitbrengen van een funderingsadvies ten behoeve van de nieuwbouw van een woning te Herwen.

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 Herwensedijk 10^a te Herwen. De locatie is momenteel nog grotendeels bebouwd en bevindt zich in landelijk gebied. De dichtst nabij de nieuwbouw gesitueerde bebouwing bevindt zich op een afstand van ca. 18 meter. Nadere gegevens omtrent de exacte afstand tot deze bebouwing, de aard, de conditie en funderingswijze van de bebouwing zijn ons niet bekend. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening die in de bijlage is toegevoegd.

Aangaande de 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 de sloop van de huidige schuur en de nieuwbouw van een vrijstaande woning met een grondvlak van ca. 100 m². De nieuwbouw zal bestaan uit een begane grond en grotendeels worden voorzien van een eerste verdieping onder een schuine kap. In het ontwerp is voor zover bekend geen kelder voorzien. Het begane grondpeil van de nieuwbouw is aangenomen op ca. NAP +12,1 m. Het aanlegniveau van de fundering is op ca. NAP +11,3 m verondersteld.

De rekenwaarden van paalbelastingen op druk bedragen volgens opgave van de constructeur $F_{c;d} = 200$ tot 300 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 18 mei 2020 en heeft bestaan uit twee sonderingen. De sonderingen zijn uitgevoerd vanaf een 18-tons rups aangedreven sondeer(track)truck, 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 een 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 sondeerresultaten zijn weergegeven op de grafieken die zijn toegevoegd in de bijlagen, 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 sondeerlocaties, welke door de sondeerploeg in het terrein zijn uitgezet en gewaterpast t.o.v. NAP, zijn 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 varieerde de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties van NAP +11,86 m tot NAP +12,0 m.

Op basis van het grondonderzoek kan de grondopbouw globaal als volgt worden omschreven: onder een humushoudende topzandlaag met een dikte van ca. 0,5 m worden tot NAP +10,2 m á +10,6 m kleiafzettingen aangetroffen. Hieronder worden tot de maximaal verkende diepte overwegend zandafzettingen geregistreerd met een overwegend los- tot matig vaste pakkingsdichtheid. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door afzettingen met een geringere pakkingsdichtheid of een grovere gradatie.

Standaard profiel "Eindhoven e.o."

Vanaf maaiveld tot een diepte van NAP is sprake van een gelaagde bodemopbouw bestaande uit één tot enkele meters dikke zandlagen afgewisseld door dunne zandhoudende leem- en leemhoudende zandlagen.

De zandlagen zijn over het algemeen vast met sondeerweerstand van meer dan 20 MPa. De leemlagen zijn in de sondeergrafiek herkenbaar aan de scherpe teruggangen in de sondeerweerstand tot minder dan 4 MPa en een wrijvingsgetal van 2 à 4 %.

Vanaf NAP worden vaste zandafzettingen geregistreerd waarin geen leemlagen meer worden aangetroffen. Teruggangen in sondeerweerstand die in dit pakket lokaal en op wisselende diepte voor komen worden met veroorzaakt door naar verwachting .

In het boorgat werd tijdens het grondonderzoek de actuele grondwaterstand waargenomen op NAP +10,6 m. Dit betreft een éénmalige waarneming welke mogelijk iets verstoord is door het boren. Door, onder andere, wisselingen in neerslagoverschot zijn fluctuaties van de grondwaterstand mogelijk.

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, mede in overleg met de constructeur, een fundering op mortelschroefpalen nader uitgewerkt.

Tijdens de uitvoering worden bij dit paaltype nagenoeg geen trillingen opgewekt en is er vanuit dit oogpunt geen risico voor schade aan bebouwing in de omgeving.

Een fundering op staal verdient geen voorkeur omdat hiervoor een relatief diepe grondverbetering noodzakelijk is met ondersteuning van een bemaling.

SLOOP BESTAANDE BEBOUWING

Met de sloop van de bestaande bebouwing dient de ondergrond zo min mogelijk te worden geroerd. Eventuele ontgravingen dienen deugdelijk te worden aangevuld. Palen mogen niet zonder meer worden getrokken.

Het trekken kan aanleiding geven tot gaten en ontspanning in de ondergrond. Als de palen bovendien niet geheel worden verwijderd kunnen ongezien resten achter blijven in de bodem.



Deze aspecten kunnen van invloed zijn op de uitvoering en daarmee op de kwaliteit van de nieuwe palen. Te denken valt aan verloop van de nieuwe palen, beïnvloeding van het draagvermogen en van de gesteldheid van de palen.

Op dit moment zijn ten aanzien van de bestaande fundering geen volledige gegevens bekend. Geadviseerd wordt om gegevens betreffende de fundering zo veel mogelijk te achterhalen (funderingswijze; indien op palen: paaltype, -afmeting, -puntniveaus, palenplan en gegevens betreffende misstanden en/of andere afwijkingen van het palenplan).

Indien bestaande palenplannen beschikbaar zijn wordt geadviseerd om deze op één tekening te combineren met het nieuwe palenplan, zodat eventuele knelpunten tijdig kunnen wordenesignaleerd.

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 mortelschroefpalen.
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de volgende factoren aangehouden:
 - paalklasse punt $\alpha_p = 0,56$
 - paalvoetvorm $\beta = 1,0$
 - paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
 - paalklasse schacht $\alpha_s = 0,006$
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Er is rekening gehouden met negatieve kleeft op de palen.
- Het effect van horizontale belastingen op de palen (bijvoorbeeld bij maaiveldniveauverschillen aan weerszijden van de bebouwing) valt niet binnen het kader van de opdracht.
- 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 kleeft, kleiner is dan de rekenwaarde van het paal draagvermogen ($F_{c;d} + F_{nk;d} \leq R_{c;d}$).
- 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 kleeft 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 kleeft

Voor dit project is, in verband met de aangetroffen bodemgesteldheid, rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft langs de paalschachten tot een niveau van NAP +10,3 m.

-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:

$$\begin{aligned} R_{c;cal;i} &= \text{maximale draagkracht van de paal bij sondering } i \text{ (kN)} \\ R_{b;cal;max;i} &= \text{maximale draagkracht van de paalpunt bij sondering } i \text{ (kN)} \\ R_{s;cal;max;i} &= \text{maximale schachtwrijvingskracht bij sondering } i \text{ (kN)} \end{aligned}$$

Voor verdere uitwerking van deze formule, de berekening van de beide componenten, wordt verwezen naar de voorbeeldberekening die in dit rapport is opgenomen.

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 het draagvermogen voor palen wordt bepaald met de volgende formules:

$$R_{c;k} = \text{Min} \{ (R_{c;cal;gem} / \xi_3); (R_{c;cal;min} / \xi_4) \}$$

waarin:

$$\begin{aligned} R_{c;k} &= \text{de karakteristieke waarde van het draagvermogen.} \\ R_{c;cal;gem} &= \text{het berekende gemiddelde draagvermogen van de in beschouwing genomen groep sonderingen.} \\ R_{c;cal;min} &= \text{het laagst berekende draagvermogen van de in beschouwing genomen groep sonderingen.} \\ \xi_3 / \xi_4 &= \text{factor, afhankelijk van het aantal sonderingen (NEN 9997-1, Tabel A.10a)} \end{aligned}$$

Voor de bepaling van het draagvermogen van de ondergrond gebaseerd op een aantal sonderingen, het zogenaamde groeperen, mag de variatiecoëfficiënt van het draagvermogen van de sonderingen niet groter zijn dan 12%.

**-Bepaling van de rekenwaarde voor de maximale draagkracht**

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

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

waarin:

γ_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 mortelschroefpalen met schachtdiameters van □ 300 en □ 350 mm. In onderstaande tabel is per sondering voor de aan te houden paalpuntniveaus en per schachtafmeting de rekenwaarde van de netto draagkracht gepresenteerd.

Tabel 1: Paalpuntniveaus en rekenwaarden netto draagkracht mortelschroefpalen.

Sondering	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	Rekenwaarde netto draagkracht ($R_{c;d}$) [kN]	
		□ 300 mm	□ 350 mm
1	+8,5	190	250
	+8,0	240	330
	+7,5	320	410
	+7,0	320	410
	+6,5	320	410
	+6,0	340	430
	+5,5	350	440
	+5,0	390	490
2	+8,5	180	230
	+8,0	220	280
	+7,5	250	330
	+7,0	290	370
	+6,5	300	380
	+6,0	300	380
	+5,5	310	390
	+5,0	340	430

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.

In tegenstelling tot bijvoorbeeld prefab betonpalen is er tijdens de installatie van mortelschroefpalen een sterk verminderde controle op de vastheid van de grondlagen. Geadviseerd wordt om zoveel als mogelijk gebieden van gelijk paalpuntniveau aan te houden en eventuele plaatselijke overcapaciteit qua draagvermogen te accepteren.

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 paalkopzakking 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 paalkopzakking, de zakking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt

Voor sondering 2 zijn, voor een paalpunt niveau van NAP +7,0 m, de navolgende indicatieve waarden berekend :

Paalafmeting in mm: F_k in kN: Veerconstante voor paalkopzakking in MN/m¹:

☐ 300	215	$k = 30 \text{ à } 35$
☐ 350	275	$k = 35 \text{ à } 40$

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 MORTELSCHROEFPALEN

Bij de toepassing van mortel- of betonschroefpalen 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.

Het waargenomen installatiegedrag voor wat betreft draaimoment, morteldruk en verbruikte hoeveelheid specie kan in combinatie met het sondeerbeeld een indicatie vormen voor de controle van tussen de sonderingen te installeren palen. Tijdens het boren dient de boorsnelheid van de avegaar afgestemd te zijn op de snelheid van inbrengen.

Er mag niet meer grond omhoog geschroefd worden dan strikt noodzakelijk (verdringingsvolume van de avegaar), zodat de ontspanning van de grond zoveel mogelijk beperkt blijft. Tijdens het trekken van de avegaar dient er op te worden toegezien dat continu druk op de mortel gehandhaafd blijft, zodat een regelmatige opbouw van de paalschacht wordt verkregen. Geadviseerd wordt de betondruk continu te registreren. De snelheid van trekken van de avegaar en het opvullen van het boorgat dient in overeenstemming te zijn met de capaciteit van de betonpomp. Een controle op de aard van de bodemlagen verkrijgt men door visuele inspectie van de uitkomende grond, waarbij de paalpunt in de zandlagen dient te staan. Van iedere paal dienen tenminste de bovengenoemde gegevens en het bereikte paalpuntniveau te worden genoteerd.

Ter voorkoming van welvorming in de vers gestorte palen, dienen de mortelschroefpalen te worden geïnstalleerd vanaf een zodanig werkniveau dat het verschil tussen de (bemalen) freatische grondwaterstand op dit werkniveau en de stijghoogte van het grondwater in het diepe zandpakket (funderingslaag) niet groter is dan 0,5 m. Zo nodig dienen de palen dus vanaf een tussenniveau of vanaf het bestaande maaiveldniveau (of hoger) te worden geïnstalleerd. De palen dienen in ieder geval te worden afgestort tot aan het werkniveau. Een eventuele over lengte dient naderhand te worden gesneld. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het aanbrengen van een eventuele over lengte aan wapening, aangezien de paal na het snellen nog over de minimaal vereiste wapenings lengte dient te beschikken.



Deskundig toezicht tijdens het gehele installatieproces is een vereiste.

Voor nadere gegevens omtrent de installatie van de palen wordt verwezen naar de KIWA beoordelingsrichtlijn voor in de grond gevormde palen BRL-2356 (K-237/01), bijlage A en de NEN-EN 1536.

Ter controle wordt geadviseerd in ieder geval een deel van de palen (ca 25 %) akoestisch door te meten. Deze testen geven informatie over de paallengte, doorsnedevariaties, scheuren en andere inhomogeniteiten.

Gebleken is dat met deze testmethode meestentijds, alhoewel niet altijd, eventuele gebreken zijn op te sporen tegen geringe kosten. Voorts zij het benadrukt dat het akoestisch doormeten informatie verschaft over de fysieke kwaliteit van de palen alsmede over de dimensies ervan, doch niet over het paal draagvermogen.

Atellus Grondmechanica



Ing. A. Terluin
Adviseur geotechniek



20.6092R01, 12 juni 2020

VOORBEELDBEREKENING NEGATIEVE KLEEF

- gehanteerde sondering : 2
- paaltype : mortelschroefpaal
- schachtafmeting : □ 300 mm

Voor de berekening is ervan uitgegaan dat de bodem samendrukbaar is tot een niveau van NAP +10,3 m. De daaronder gelegen lagen zijn dermate zanderig dat hierin geen zetting en derhalve geen negatieve kleeft zijn te verwachten.

De grondbouw is geschematiseerd in 3 lagen: een ophooglaag, een samendrukbare laag en een onsamendrukbare funderingslaag.

Berekening negatieve kleeft

De *representatieve waarde* van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal volgens hoofdstuk 7.3.2.2. NEN 9997-1 bedraagt:

$$F_{nk,rep} = \left(\frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot K_{o,1} \cdot \tan \delta_1 \cdot \sigma'_{v,1} + h_2 \cdot K_{o,2} \cdot \tan \delta_2 \cdot (\sigma'_{v,1} + \sigma'_{v,2}) / 2 \right) \cdot O_s$$

waarin:

h_1	= dikte van de ophooglaag of de droge zone van de bodem	1,3 m
h_2	= dikte van de samendrukbare lagen	0,4 m
$K_{o,1} \cdot \tan \delta_1$	= product van de representatieve waarde van de neutrale gronddruk factor met de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de ophooglaag	0,25 -
$K_{o,2} \cdot \tan \delta_2$	= idem voor de samendrukbare lagen	0,25 -
$\sigma'_{v,1}$	= representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder de ophooglaag	22,1 kN/m ²
$\sigma'_{v,2}$	= idem onder de samendrukbare lagen	24,9 kN/m ²
O_s	= omtrek van de paalschacht	0,94 m

De *rekenwaarde* van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal bedraagt:

$$F_{nk,d} = F_{s,nk,rep} \cdot \gamma_{f,nk}$$

waarin:

$\gamma_{f,nk}$	= belastingsfactor voor de negatieve kleeft (hoofdstuk 7.3.2.2. (7b) uit NEN 9997-1)	1,0 -
-----------------	--	-------



VOORBEELDBEREKENING VAN HET DRAAGVERMOGEN CONFORM NEN 9997-1

Voor de berekening van het draagvermogen is in dit voorbeeld, voor de berekening van de maximale draagkracht, sondering 2 aangehouden.

Paaltype : mortelschroefpaal
Paalgegevens : paalpuntniveau - NAP +7,0 m paalomtrek (O_p) - 0,94 m
schachtafmeting - $\square$ 300 mm voetoppervlak (A_{punt}) - 0,0707 m²

Het draagvermogen is opgebouwd uit punt draagvermogen en positieve schachtwrijving in de zandige lagen verminderd met de negatieve kleef.

Het draagvermogen is opgebouwd uit punt draagvermogen 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 (sondering 2) wordt hierbij verder niet vermeld.

Maximale draagkracht van de paalpunt

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

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

waarin:

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

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

waarbij:

$$q_{b;max} = \frac{1}{2} * \alpha_p * \beta * s * [\frac{1}{2} * (q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}) + q_{c;III;gem}]$$

waarin rekening houdend met het paaltype:

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

β = 1,0 (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 13,52 MN/m².

$q_{c;II;gem}$ = minimale conusweerstand binnen het traject van 0,7 à 4d onder de punt.
In dit geval 13,21 MN/m².

$q_{c;III;gem}$ = gemiddelde minimale conusweerstand over een traject van 8d boven de punt.
In dit geval 2,00 MN/m².

zodat:

$$q_{b;max} = 4,302 \text{ MN/m}^2$$

en

$$R_{b;cal;max} = 304 \text{ kN}$$



Maximale positieve schachtwrijving

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

$$R_{s;cal;max} = O_p * l * \alpha_s * q_{c;gem}$$

waarin:

$$\begin{aligned} O_s &= \text{omtrek van de paalschacht, voor het beschouwde paaltype 0,94 m} \\ l &= \text{lengte waarover schachtwrijving in rekening wordt gebracht, in dit geval 3,0 m} \\ \alpha_s &= 0,006 \text{ (paalklassefactor, volgens tabel 7.c van NEN 9997-1)} \\ q_{c;gem} &= \text{de gemiddelde conusweerstand in de tot de schachtwrijving bijdragende zandlagen,} \\ &\quad \text{in dit geval 10,93 MN/m}^2. \end{aligned}$$

zodat:

$$R_{s;cal;max} = 0,94 \text{ m} * 3,0 \text{ m} * 0,006 * 10,93 * 10^3 \text{ kN/m}^2 = 185 \text{ kN}$$

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:

$$R_{c;cal} = 304 \text{ kN} + 185 \text{ kN} = 490 \text{ kN}.$$

Bepaling karakteristieke waarde, uitgaande van draagvermogen per sondering

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

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \xi_3$$

Voor het onderhavige project is uitgegaan van $\xi_3 = 1,39$ (NEN 9997-1, Tabel A.10a / Tabel A.10b)

$$R_{c;k} = 490 \text{ kN} / 1,39 = 353 \text{ kN}$$

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

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

met:

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

dus:

$$R_{c;d} = 353 / 1,2 = 294 \text{ kN}.$$

Bepaling rekenwaarde toelaatbare belasting $F_{c;d}$

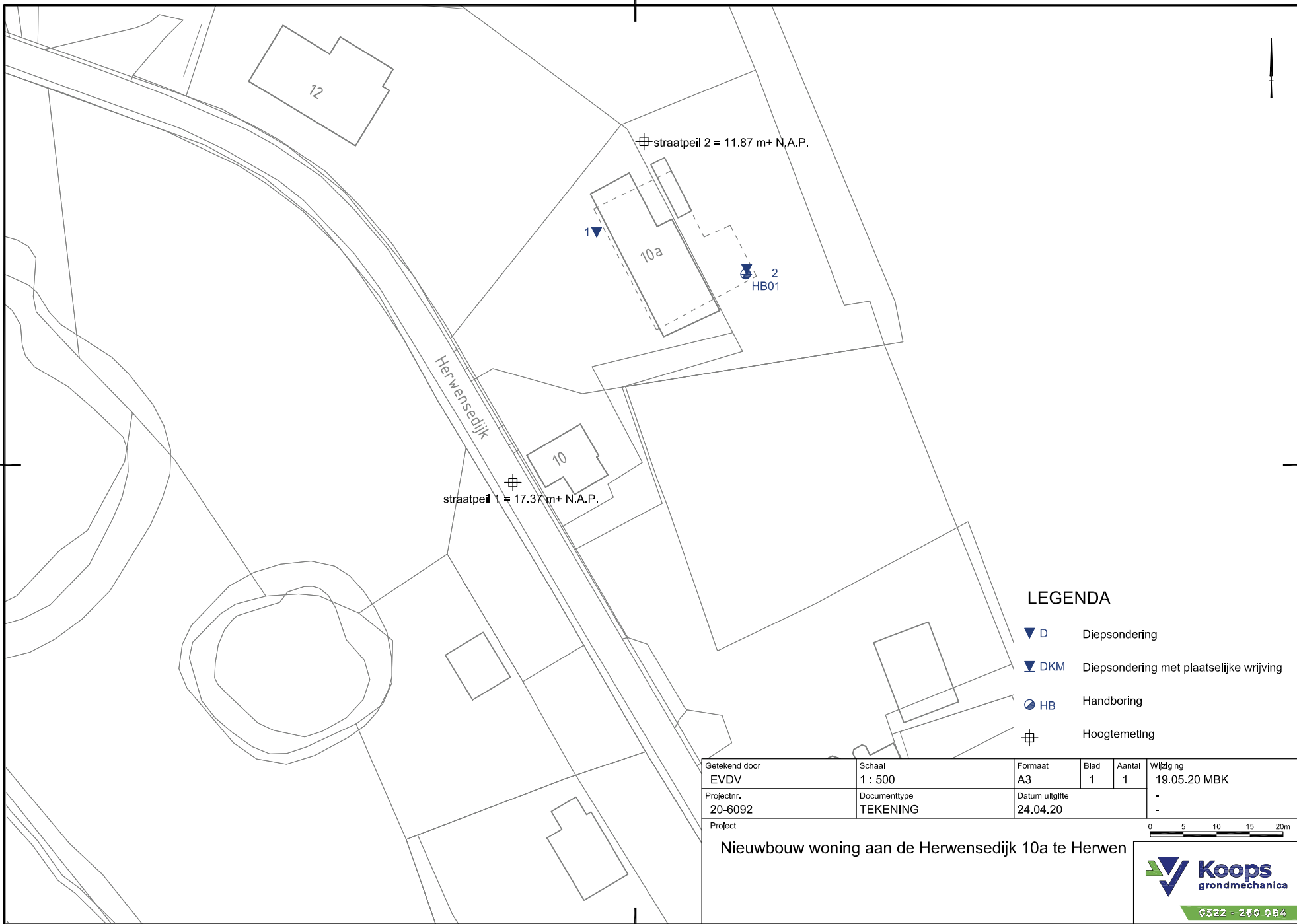
$$F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$$

met:

$$F_{nk;d} = \text{rekenwaarde maatgevende negatieve kleef, in dit geval: 5 kN}$$

dus:

$$F_{c;d} \leq 294 - 5 = 289 \text{ kN (in de tabel afgerond op 290 kN).}$$



LEGENDA

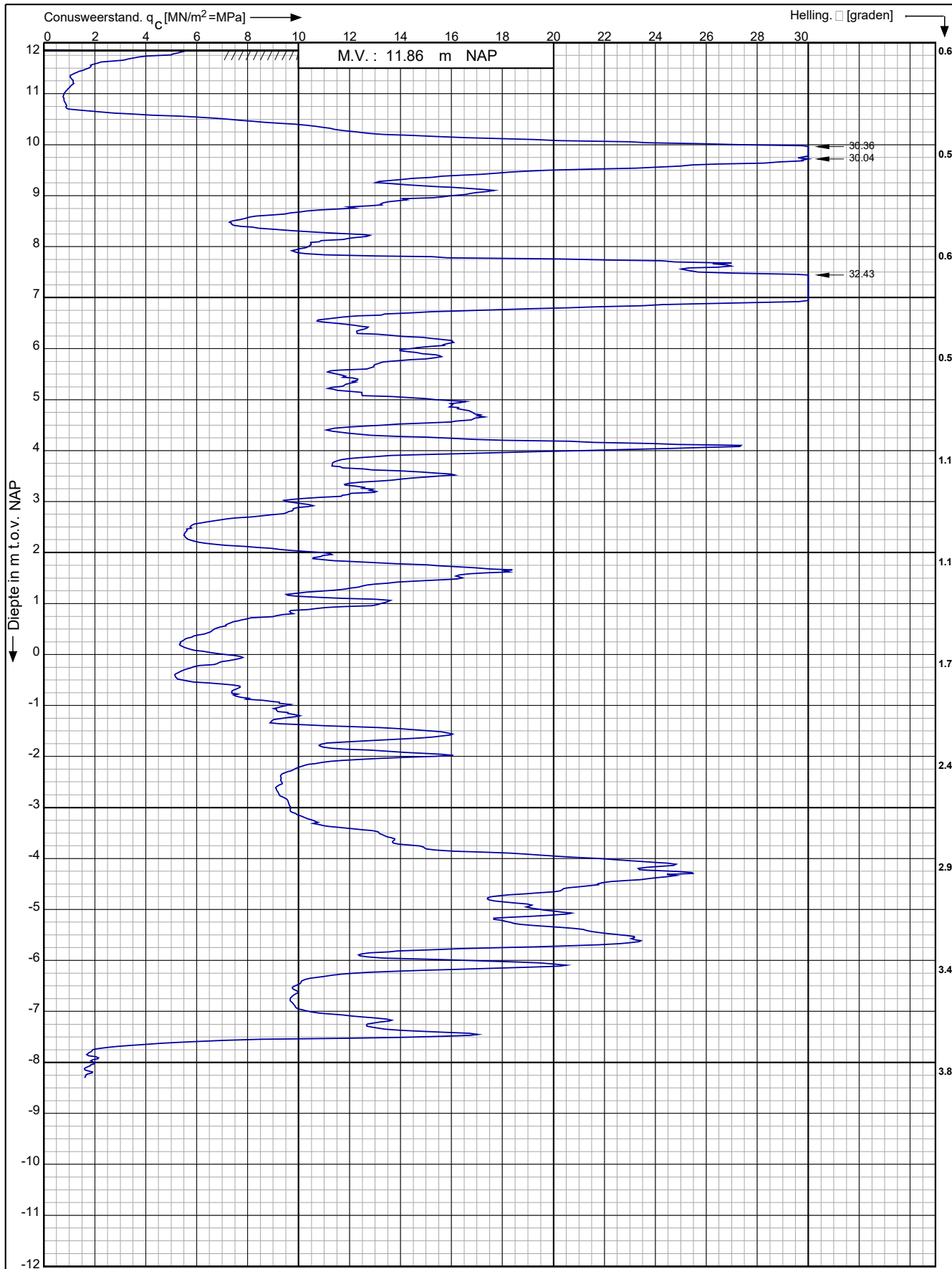
- ▼ D Diepsondering
- ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving
- HB Handboring
- ⊕ Hoogtemeting

Getekend door EVDV	Schaal 1 : 500	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 19.05.20 MBK
Projectnr. 20-6092	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 24.04.20			-
-					
Project					0 5 10 15 20m

Nieuwbouw woning aan de Herwensedijk 10a te Herwen



0522 - 260 084



Nieuwbouw woning aan de Herwensedijk 10a te
Herwen

Opdr. nr. : 20-6092

Datum uitv. : 18-5-2020

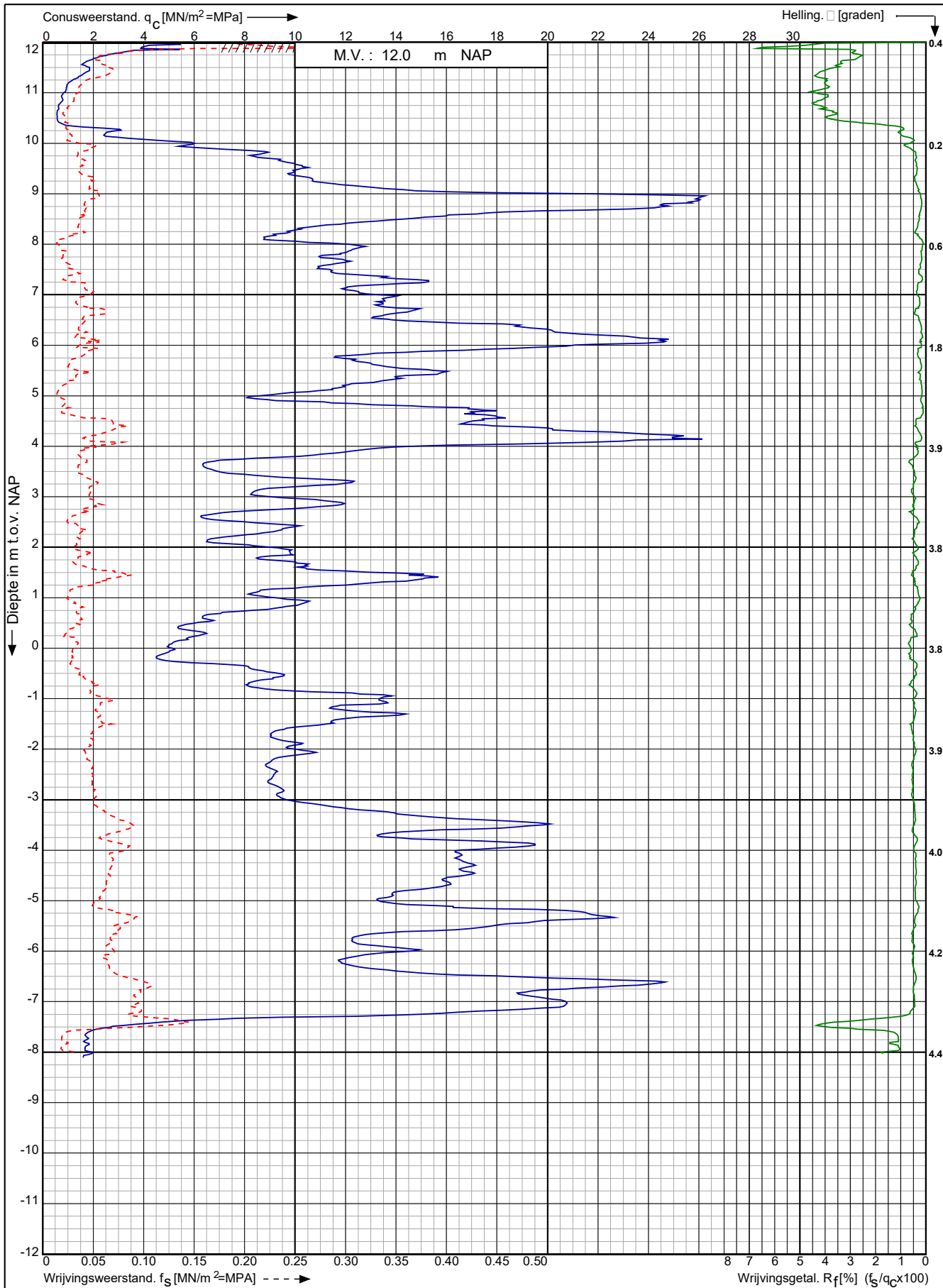
Sond. nr. : 1

RD-coördinaten : X = 204906.04 Y = 431769.72

Conusserienummer: 070165

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

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



Nieuwbouw woning aan de Herwensedijk 10a te
Herwen

Opdr. nr. : 20-6092

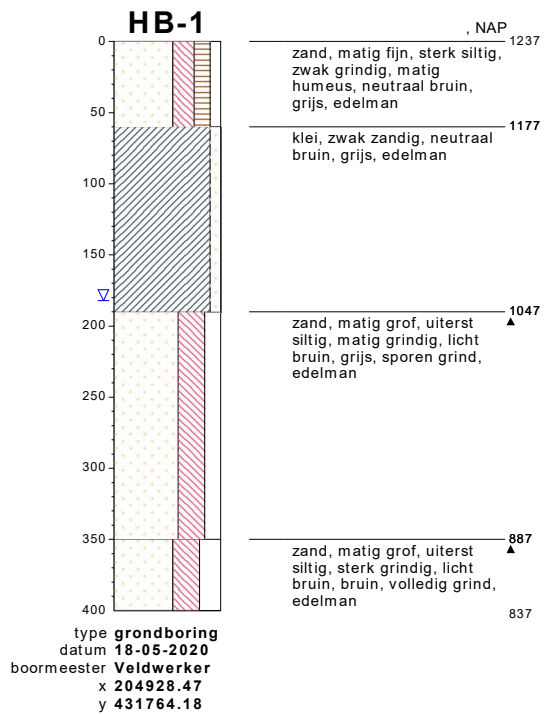
Datum uitg. : 18-5-2020

RD-coördinaten : X = 204928.64 Y = 431764.12

Sond. nr. : 2



0522 - 260 084



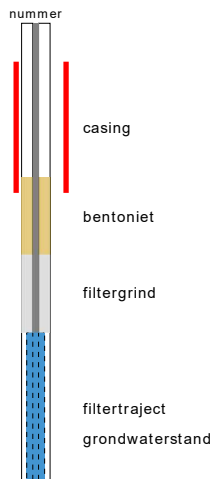
bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Nieuwbouw woning aan de Herwensedijk 10A te Herwen**
 projectcode **20-6092**
 getekend conform **NEN 5104**

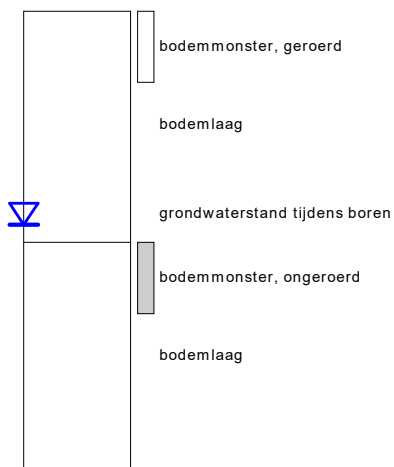


0522 - 260 084

PEILBUIS



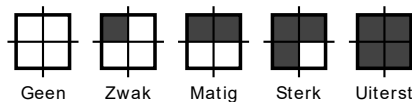
BORING



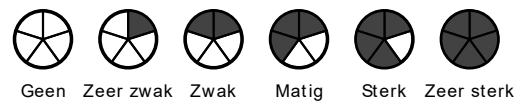
links= cm-maaiveld

rechts= cm + NAP

OLIE OP WATER REACTIE



GEUR INTENISTEIT



GRONDSOORTEN



GRIND, grindig (G,g)



ZAND, zandig (Z,z)



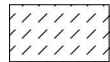
LEEM, siltig (L,s)



KLEI, kleilig (K,k)



VEEN, humeus (V,h)



slib

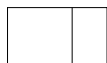
MATE VAN BIJMENGING



zwak - (0-5%)



matig - (5-15%)



sterk - (15-50%)



uiterst - (> 50%)

VERHARDINGEN

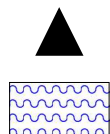


asfalt, beton, klinkers, tegels
stelconplaat, ondoordringbare laag

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



bodemvreemde bestandsdelen aanwezig

water

GRADATIE GRIND

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

BESCHRIJVING BODEMLAAG

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