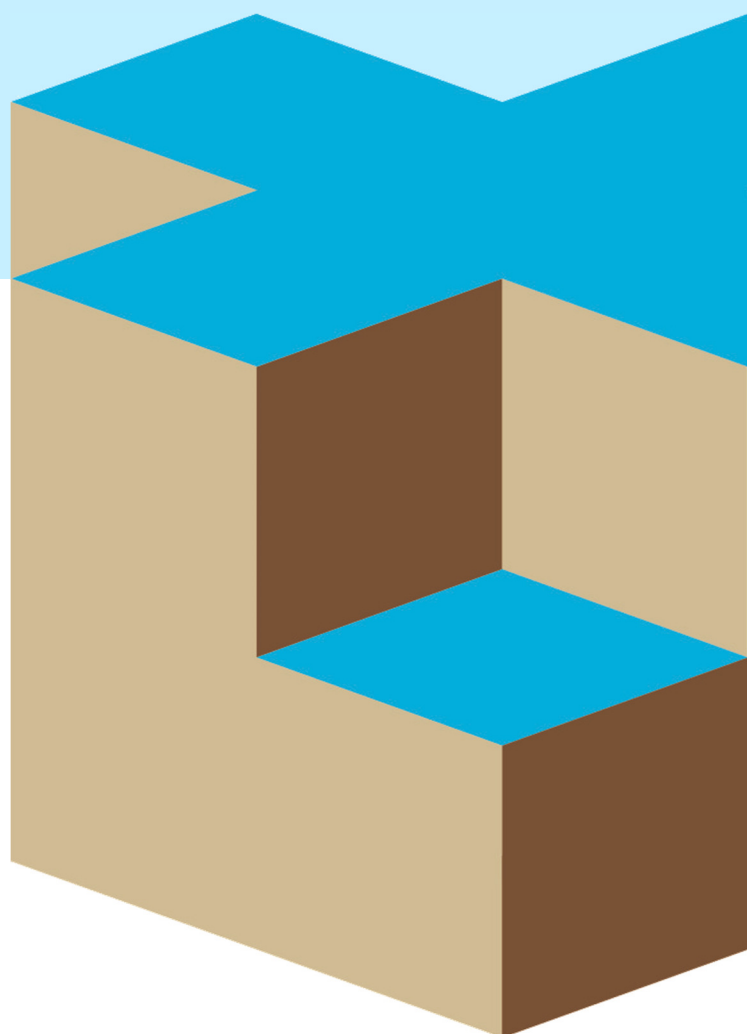


Behoort bij besluit W2021/217
van het college van Kaag en
Braassem d.d. 24-11-2021

Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge



Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge

Opdrachtnummer: 02P016807

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering

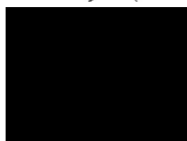
Documentnummer
02P016807-adv-01

Versie
1.0

Datum rapport
2 maart 2021

Opdrachtgever
DLV Bouw, Milieu en Techniek BV
Postbus 511
5400 AM Uden

Opgesteld door:
Ir. 



Gecontroleerd door:
Ir. 





INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Bouwplan	2
2.3 Historie projectlocatie	2
2.4 Omgeving	2
2.5 Tot slot	2
3. ONDERZOEK	3
3.1 Sonderingen	3
3.2 Boring	3
3.3 Uitzetten en waterpassen	3
3.4 Foto's	3
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	4
4.1 Hoogteligging maaiveld	4
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	4
4.3 Grondwater	4
4.4 Oppervlaktewater.....	4
5. FUNDERING	5
5.1 Funderingswijze	5
5.2 Uitgangspunten.....	5
5.3 Beschrijving paalsysteem	5
5.4 Richtlijnen nieuwe palen bestaande palen	5
5.5 Paalpuntniveau	6
5.6 Draagkracht op druk	6
5.7 Draagkracht op trek	6
5.8 Vervorming	7
5.9 Veercoëfficiënt	7
5.10 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg heiwerk.....	8

BIJLAGEN:

- A) Situatietekening en foto's
- B) Waterpasstaat
- C) Sondeergrafieken
- D) Boorstaat
- E) Verklaring codering
- F) Berekening fundering
- G) Algemene richtlijnen uitvoering heiwerk

VERZENDLIJST:

Per mail aan DLV Bouw, Milieu en Techniek BV te Uden t.a.v. de dhr. [REDACTED]
([REDACTED]@dlvadvis.nl)



Project	Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
Opdracht	02P016807
Document	02P016807-adv-01

1. INLEIDING

Ten behoeve van de bouw van een “Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge” wordt door ons bureau op verzoek van DLV Bouw, Milieu en Techniek BV uit Uden in voorliggend rapport een funderingsadvies gegeven.

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. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Kruisweg 10 te Woubrugge

De locatie is momenteel braakliggend. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening en de foto's onder bijlage A.

2.2 Bouwplan

Het plan omvat de nieuwbouw van een schuur met een grondvlak van ca. 750 m². In het ontwerp is geen kelder opgenomen.

Zowel de dragende constructie als de vloer zal op palen worden gefundeerd. De constructeur is uitgegaan van een paalbelasting op druk van $F_{c,d} = 200$ kN tot 325 kN. Tevens worden er palen op trek belast.

2.3 Historie projectlocatie

Omtrent de historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

2.4 Omgeving

De nieuwbouw is tegen bestaande bebouwing geprojecteerd.

Deze bebouwing is op palen gefundeerd. De meest nabij gelegen overige bebouwing bevindt zich op een afstand van enkele meters. Nadere gegevens omtrent de exacte afstand tot deze bebouwing, de aard, de conditie en funderingswijze van de bebouwing zijn ons niet bekend.

2.5 Tot slot

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. ONDERZOEK

3.1 Sonderingen

Verdeeld over het grondvlak van de nieuwbouw zijn vier sonderingen gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. De sonderingen zijn uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot 15 m minus maaiveld.

Bij de sonderingen is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten.

Voor de grafieken van de sonderingen wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van de sondeerpunten is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de “Verklaring Codering” die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.2 Boring

Ter aanvulling op de sonderingen is één boring uitgevoerd over een diepte van 1,5 meter. Tijdens het boorwerk is naar de grondwaterstand gepeild.

Voor het profiel van de boring wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van het boorpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening en het boorprofiel gebruikte tekens wordt verwezen naar de “Verklaring Codering” die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.3 Uitzetten en waterpassen

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP. Tevens is de hoogte ingemeten van enkele vaste punten nabij de projectlocatie.

Voor de omschrijving van het referentiepunt en voor de resultaten van de inmeting en waterpassing wordt verwezen naar de inmeet- en waterpasstaat onder bijlage B.

Omdat er ter controle in de omgeving van het bouwproject geen andere NAP-hoogte beschikbaar was, is het nodig na te gaan of het resultaat van onze waterpassing overeenstemt met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.

3.4 Foto's

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.



4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

4.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van het boorpunt en de sondeerpunten varieerde ten tijde van het onderzoek van 4,06 m - tot 3,75 m - NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

Vanaf het maaiveld worden tot 11,0 m - NAP weinig vaste, samendrukbare klei- en veenafzettingen gevonden met een geringe conusweerstand. In deze afzettingen wordt van 6,5 m - NAP een ca. 2 m dikke ingesloten weinig vaste tot matig vaste kleihoudende zandlaag gevonden. Hieronder wordt tot de maximaal verkende diepte een matig vast tot zeer vast zandpakket geregistreerd met een conusweerstand van 4 à 6 tot 10 à 30 MPa. 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.

4.3 Grondwater

In het boorgat en in enkele sondeergaten werd tijdens het grondonderzoek op meetdatum d.d. 26 februari 2021 een grondwaterstand gepeild van 4,43 m - à 4,76 m - NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.

4.4 Oppervlaktewater

Het niveau van het oppervlaktewater is ten tijde van het onderzoek ingemeten op 4,62 m - NAP (water001, meetdatum d.d. 26 februari 2021).



5. FUNDERING

5.1 Funderingswijze

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. In dit rapport wordt een fundering op prefab betonpalen nader uitgewerkt.

Het aanbrengen van een geheel paalttype gaat gepaard met trillingen en geluid. Geverifieerd moet worden of dit kan worden geaccepteerd.

5.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening onder bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op avegaarpalen.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch belast.
- De berekening van het paal draagvermogen en de vervormingen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.

- paalklasse punt	$\alpha_p = 0,7$
- paalvoetvorm	$\beta = 1,0$
- paalvoetdwarsdoorsnede	$s = 1,0$
- paalklasse schacht	$\alpha_s = 0,01$
- paalklasse schacht trek	$\alpha_t = 0,007$
- 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.
- De in dit rapport berekende 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.

5.3 Beschrijving paalsysteem

- Geprefabriceerde betonnen palen worden door middel van vrachttransport op de locatie aangeleverd.
- Op locatie worden de palen met behulp van een heistelling voorzien van een heiblok tot in een draagkrachtige bodemlaag weggeheid.
- Van belang is dat de locatie bereikbaar is voor het transport van de palen en het materieel.
- Op de locatie dient voldoende ruimte te zijn voor opslag.
- Voor richtlijnen ten aanzien van de uitvoering en kwaliteitszorg wordt verwezen naar de slotparagraaf.

5.4 Richtlijnen nieuwe palen bestaande palen

Bij een belending op palen is het wenselijk om een zekere afstand aan te houden tussen de palen onder de nieuwbouw en de belending. Voor wat betreft de minimaal te hanteren afstand zijn geen landelijke normen of officiële richtlijnen voorhanden. Door ons bureau wordt over het algemeen aanbevolen om van de navolgende minimumafstanden uit te gaan.

- Paalpuntniveau onder de nieuwbouw hoger dan of gelijk aan puntniveau van bestaande palen: hart op hartafstand minimaal $4 D_{eq}$
- Paalpuntniveau tot maximaal 2 m beneden het puntniveau van de bestaande palen: hart op hart afstand $5 D_{eq}$ met een minimum van 2 m.



- Paalpuntniveau dieper dan 2 meter beneden puntniveau van bestaande palen: hart op hart afstand $4,5 D_{eq} + 1,0$ m. Het is nodig deze situatie te detailleren en hieromtrent te overleggen met ons bureau.

D_{eq} betreft in dit geval de grootste equivalente doorsnede van de bestaande dan wel de nieuwe palen.

5.5 Paalpuntniveau

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m - NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP]
DKM001	4,06	12,25 tot 13,0
DKM002	3,79	12,25 tot 13,0
DKM003	3,75	12,25 tot 13,0
DKM004	3,86	12,25 tot 13,0

1) Niveau ten tijde van onderzoek

Bij vermelding “--- tot ---” komen ook de tussenliggende niveaus in aanmerking.

5.6 Draagkracht op druk

Het draagvermogen van een paal bestaat uit de som van het puntdraagvermogen en het schachtdraagvermogen. Voor de berekening van het puntdraagvermogen is onder meer de paalklassefactor α_p benodigd.

Uit onderzoek van Delft Cluster en CUR blijkt dat een verlaging met 30% van de α_p -waarde nodig is om te voldoen aan het in Nederland overeengekomen veiligheidsniveau. De verlaagde α_p -waarden zijn inmiddels opgenomen in NEN 9997-1:2017.

Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de netto draagkracht van de palen: $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$ of te wel $F_{c;d} \leq R_{c;d;netto}$. Het draagvermogen is bepaald voor palen met een schachtafmeting 0,22 m², 0,25 m² en 0,29 m².

Voor een overzicht van de paalpuntniveaus en de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage F op blad EC7-01 t/m EC7-03. Op blad EC7-09 en EC7-10 is voor een sondering een voorbeeldberekening gegeven met verwijzing naar de van toepassing zijnde artikelen uit de norm.

Bij de opzet van een palenplan dient het draagvermogen dat voor een bepaald puntniveau aan een paal wordt toegekend, in beginsel te zijn afgestemd op het maatgevende laagste draagvermogen dat op dit niveau voor de relevante omliggende sonderingen is berekend.

5.7 Draagkracht op trek

Voor een voldoende draagkracht dient de maximale trekbelasting kleiner te zijn dan de som van de draagkracht op trek en het eigen gewicht van een paal: $F_{t;d} \leq R_{t;d} + G_{paal;d}$.

De draagkracht op trek is bepaald voor dezelfde paalpuntniveaus als waarvoor het draagvermogen op druk werd bepaald. Voor een overzicht van de berekende draagvermogens per sondering, paalafmeting en puntniveau wordt verwezen naar bijlage F op blad EC7-07 en EC7-08.

In dit rapport is uitgegaan van een vrijstaande paal en een paal die deel uit maakt van een twee paalspoer, waarbij geen sprake is van omliggende op trek belaste palen die het draagvermogen negatief kunnen beïnvloeden.



De onderlinge afstand tussen de palen onder de twee-paalspoer is aangenomen op 3 maal de equivalente diameter. Opgemerkt wordt dat bij geringere paalafstanden en/of intensievere paalconfiguraties het draagvermogen reduceert.

5.8 Vervorming

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden.

Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt voor de uiterste grenstoestand veelal een relatieve rotatie β van maximaal 1:100 aangehouden. Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

Uiterste Grenstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:100$
Bruikbaarheidstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:300$

Bij overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage F op blad EC7-04 t/m EC7-06.

Voor het zakkingsverschil kan in eerste instantie tenminste een derde van de berekende maximale zetting worden aangehouden tussen twee funderingselementen met een onderlinge afstand l . Indien bijvoorbeeld door belastingvariaties of verschillen in aanlegniveau en funderingsafmeting lokaal een groter zakkingsverschil optreedt, dan moet deze grotere waarde in rekening worden gebracht.

5.9 Veercoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van de kop van een vrijstaande op druk belaste paal geldt $k_{v,rep} = F_{c,rep} / s_{1,bgt.}$ waarbij s_1 de paalkopzakking betreft als zijnde de som van s_{el} , de elastische verkorting van de paal en s_b , de zakking van de paalpunt nodig voor het mobiliseren van het paal draagvermogen. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als $k_{v,d} = k_{v,rep} / \gamma_{m;k}$ waarbij $\gamma_{m;k} = 1,3$.

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 de veercoëfficiënt geldt in dat geval $k_{v,rep} = F_{c,rep} / (s_{1,bgt.} + s_{2,bgt.})$ waarbij s_2 de extra zakking is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is sprake van een niet lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor sondering DKM001 op een paalpuntniveau op 12,5 m - NAP in onderstaande tabel voor een vrijstaande paal de statische veerstijfheid gepresenteerd bij een representatieve belasting die 80 % van de paalcapaciteit bedraagt.

Tabel 2. Veercoëfficiënt vrijstaande paal.

Paalafmeting [m]	Statische veercoëfficiënt [kN/mm]	
	Representatief ($k_{v,rep}$)	Rekenwaarde ($k_{v,d}$)
0,22 x 0,22	45	35
0,25 x 0,25	50	40
0,29 x 0,29	60	45

Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage F op blad EC7-04 t/m EC7-06, met intervallen van 10% de statische veerstijfheid berekend voor een belasting variërend van 10 tot 100 % van de paalcapaciteit. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een vrijstaande paal waarbij het hiervoor genoemde groepseffect niet is meegenomen.



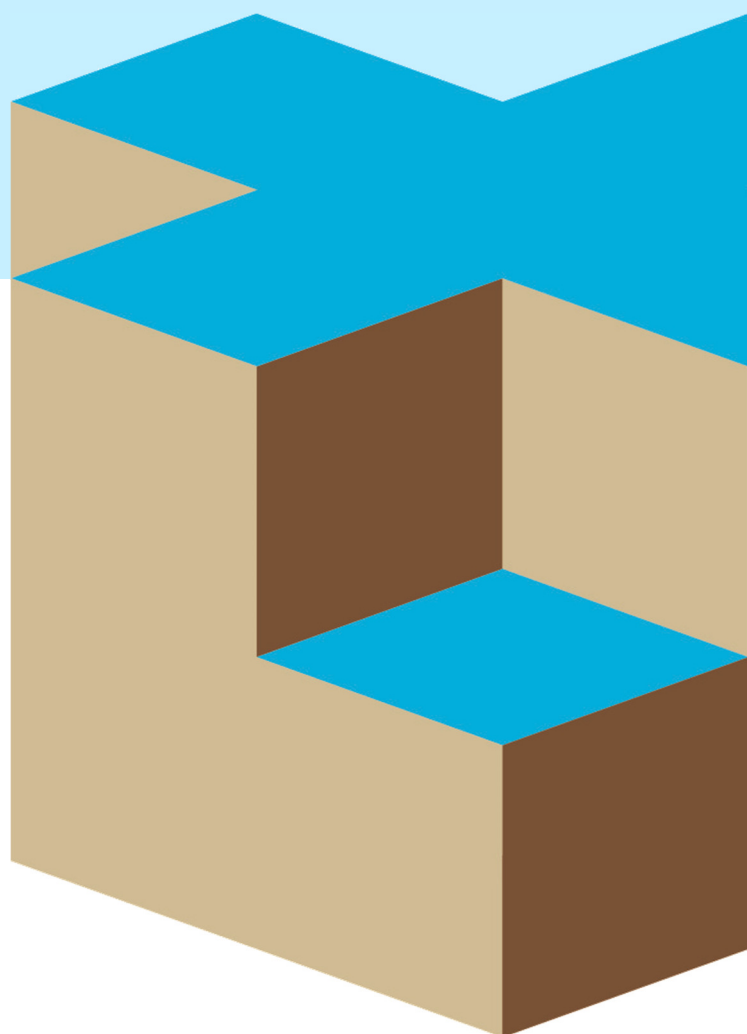
5.10 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg heiwerk

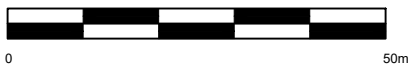
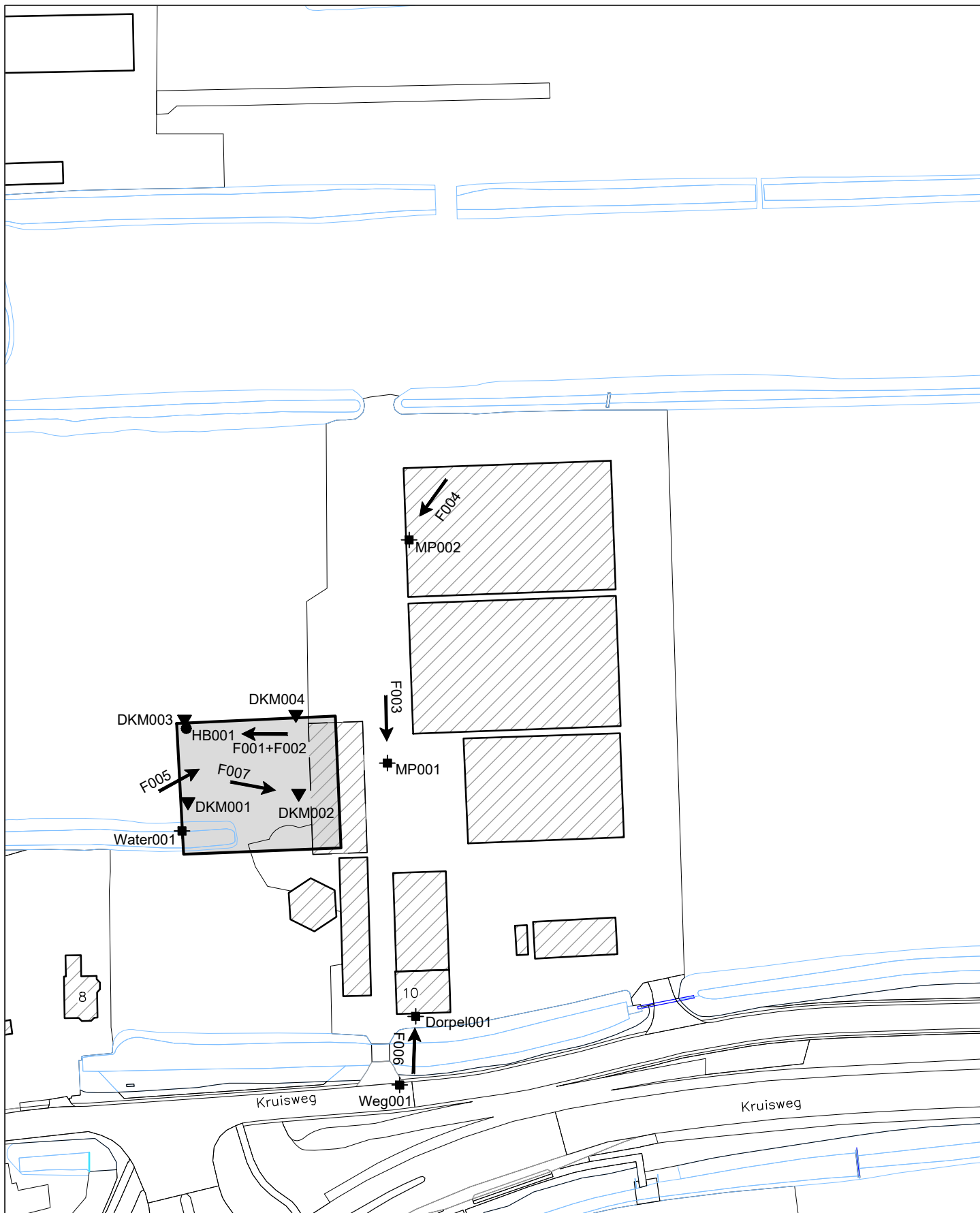
Hiervoor wordt verwezen naar de "Algemene richtlijnen uitvoering heiwerk", aan dit rapport toegevoegd onder bijlage G. Onder meer wordt ingegaan op heiwerk in relatie tot de omgeving, het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein en de uitvoering. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

Het heiwerk kan uitgevoerd worden met een hydraulisch aangedreven valblok. Hydraulische valblokken zijn over het algemeen goed regelbaar en de grootte van de heienergie is continu en op betrouwbare wijze vast te stellen.

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's





Bestaande bebouwing



Nieuwbouw



Opdrachtschrijving / locatie:

**Schuur aan de Kruisweg 10
te Woubrugge**

Omschrijving tekening:

Situatietekening



INPIJN BLOKPOEL INGENIEURS

Bewerkt: **NBN**

Datum: **1 maart 2021**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A4**

Opdrachtnummer: **02P016807**

Bijlage: **SIT-01**



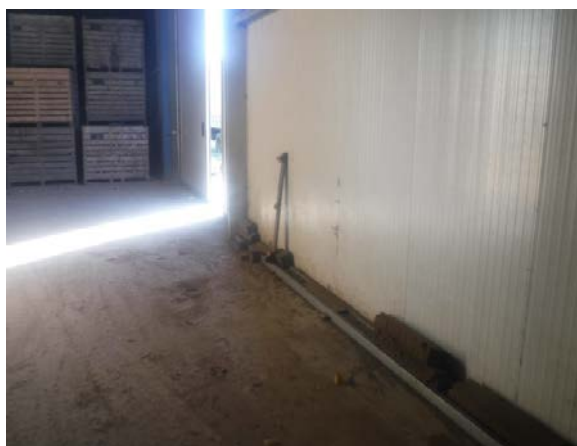
F001: Omgeving HB001



F002: HB001



F003: Omgeving MP001



F004: Omgeving MP002



F005: Locatie DKM004



F006: Dorpel001, Kruisweg 10

Genomen op: 1 maart 2021



Project Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
Opdracht 02P016807
Betreft Foto's

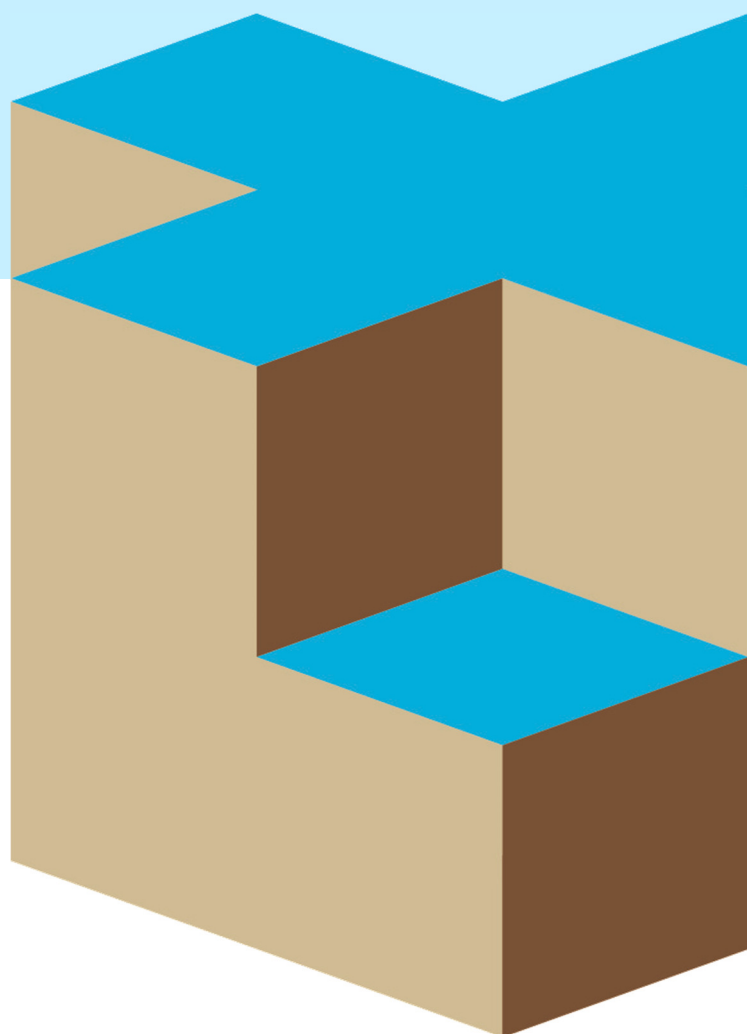


F007: Locatie DKM002

Genomen op: 1 maart 2021

BIJLAGE B

Waterpasstaat





OVERZICHT MEETPUNTEN

Meetmethode	Uitgezet en gewaterpast middels dGPS
Datum meting	26 februari 2021
Horizontaal coördinatensysteem (X,Y)	Rijksdriehoeksmeting (RD)
Verticale referentie (Z)	Normaal Amsterdams Peil (NAP)

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]
DKM001	103963,54	464691,71	-4,06
DKM002	103985,04	464693,33	-3,79
DKM003	103962,87	464707,71	-3,75
DKM004	103984,50	464708,67	-3,86
HB001	103963,21	464707,44	-3,78
Dorpel001, Kruisweg 10	---	---	-3,34
MP001	104002,27	464700,72	-3,77
MP002	---	---	-3,64
Weg001	104004,65	464638,20	-3,42
Water001 d.d. 26-02-2021	103963,10	464687,60	-4,62
Grondwaterstand DKM001 d.d. 26-02-2021	---	---	-4,66
Grondwaterstand DKM004 d.d. 26-02-2021	---	---	-4,76
Grondwaterstand HB001 d.d. 26-02-2021	---	---	-4,43

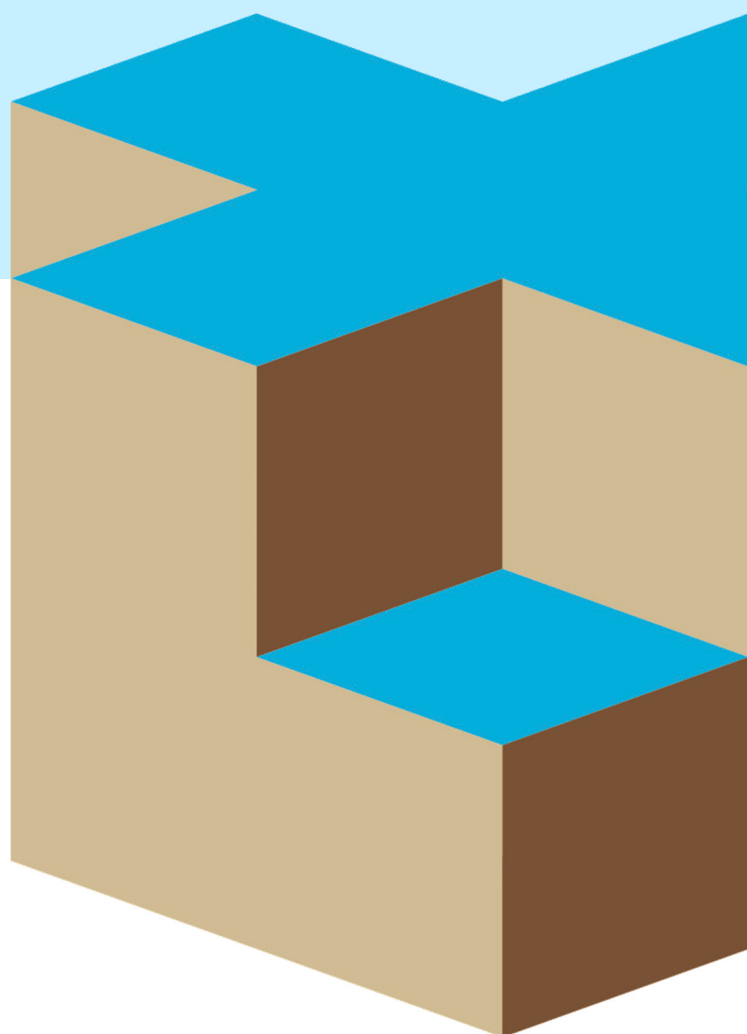
Indien de bovengenoemde RD-coördinaten (X, Y en Z) zijn vermeld, dan zijn deze meetpunten ingemeten met behulp van dGPS.

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

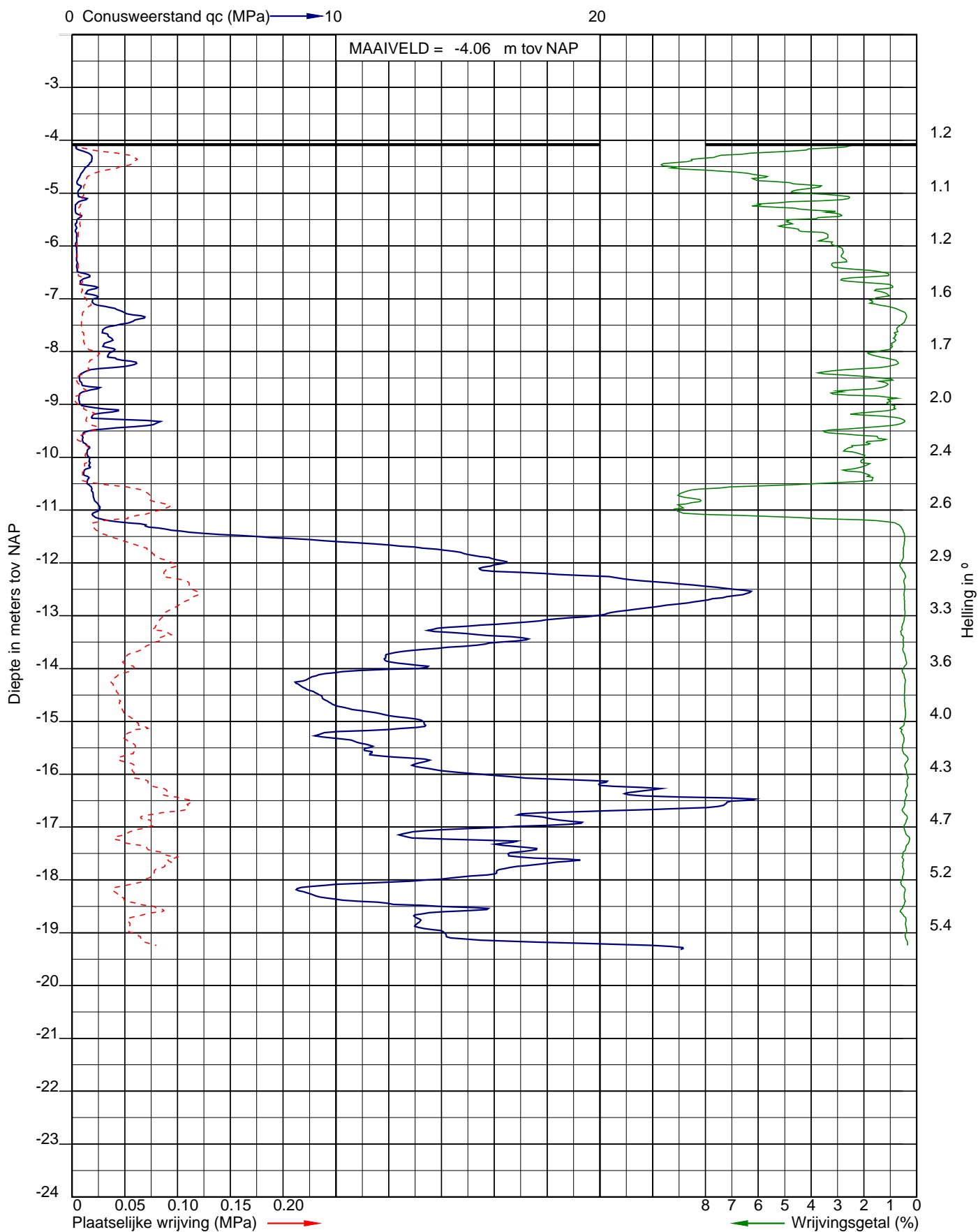
BIJLAGE C

Sondeergrafieken





Project: Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
 Opdracht: 02P016807
 Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 26-2-2021

Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3

Conusnummer: 060188

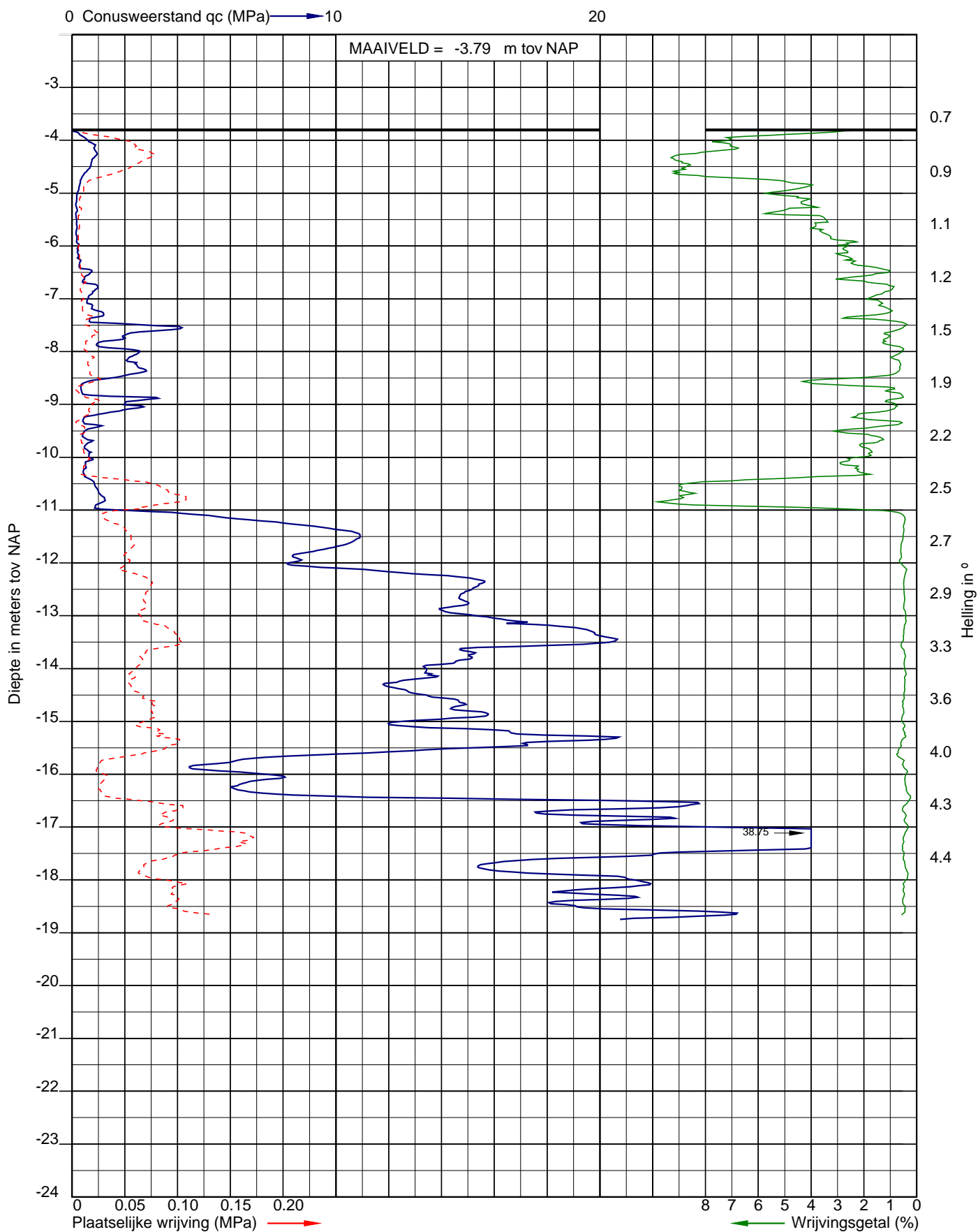
X: 103963,535

Y: 464691,710

DKM001



Project: Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
 Opdracht: 02P016807
 Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 26-2-2021

Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3

Conusnummer: 060188

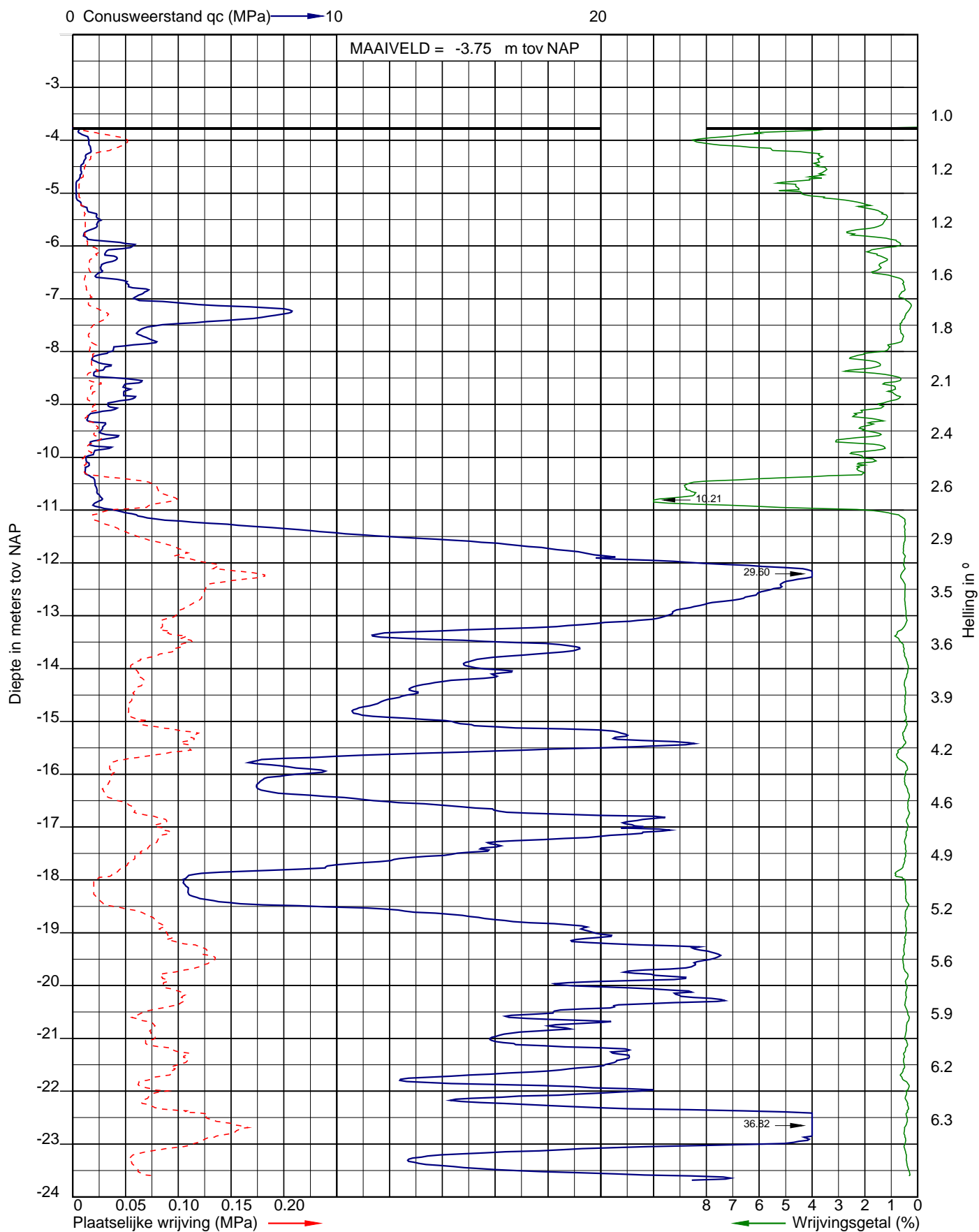
X: 103985,036

Y: 464693,333

DKM002



Project: Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
 Opdracht: 02P016807
 Betreft: Sondeergrafiek

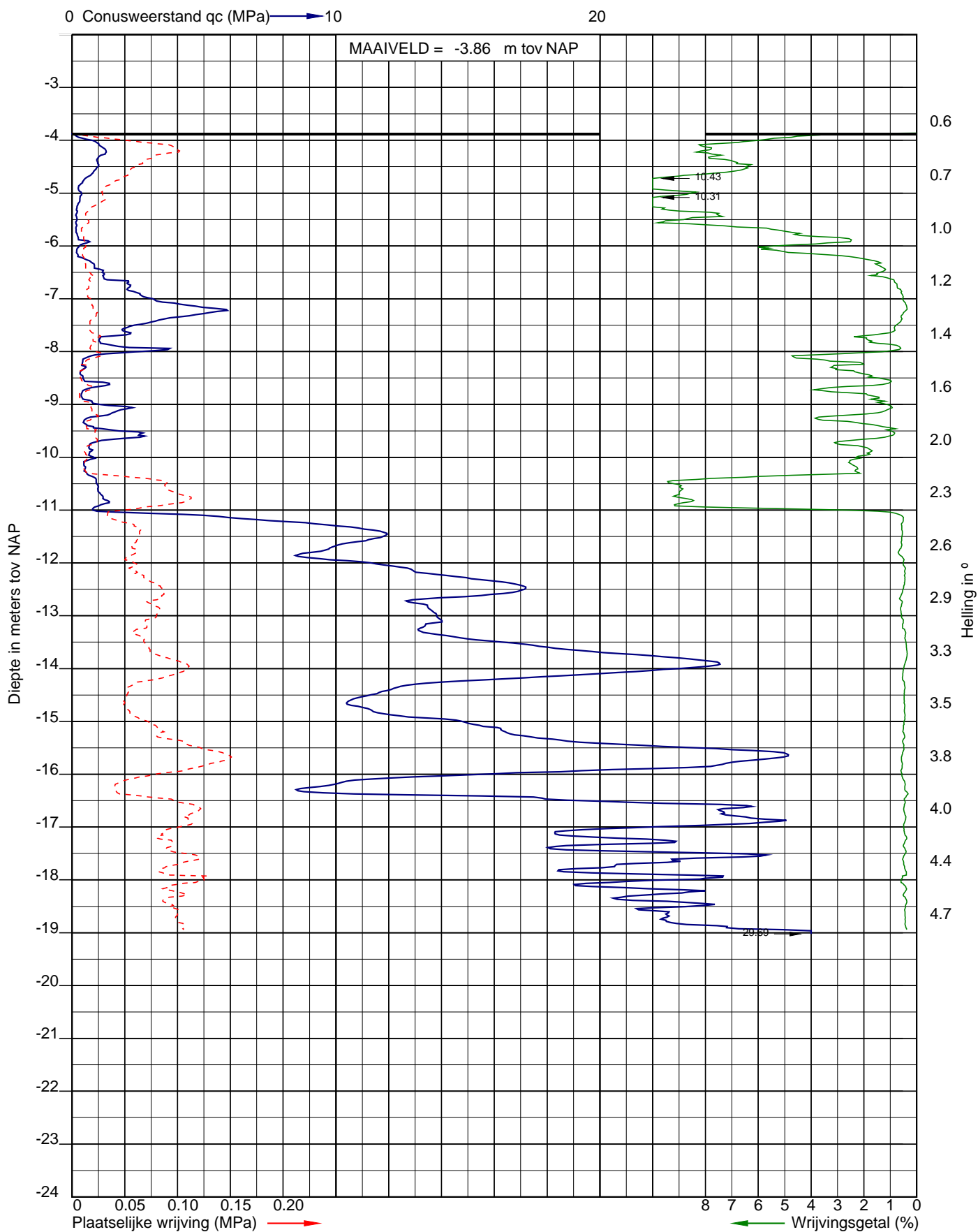


Uitvoeringsdatum: 26-2-2021
 Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3
 Conusnummer: 060188

X: 103962,870
 Y: 464707,709



Project: Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
 Opdracht: 02P016807
 Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 26-2-2021

Norm: NEN-EN-ISO 22476-1, toepassingsklasse: 3

Conusnummer: 060188

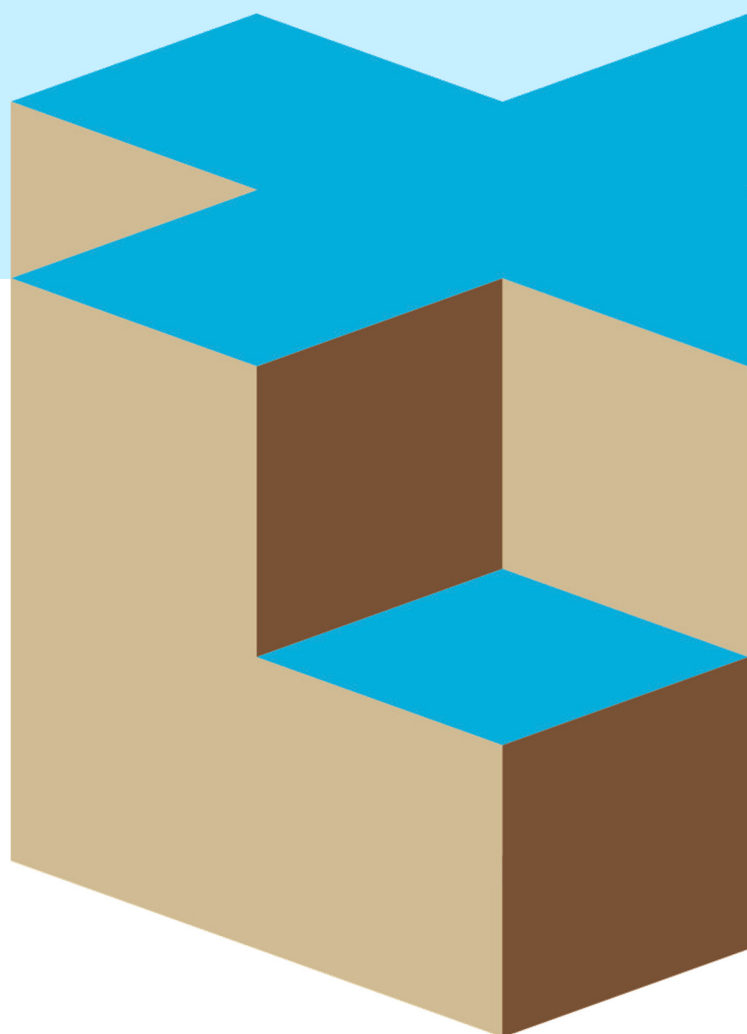
X: 103984,502

Y: 464708,672

DKM004

BIJLAGE D

Boorstaat





Project: Schuur aan de Kruisweg 10 te Woubrugge
Opdracht: 02P016807
Betreft: Boorprofiel

Boring:

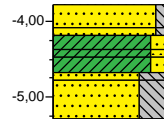
Uitvoering op: 26-2-2021
Uitvoering door: HPG
Uitvoering nabij: DKM003

HB001**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**

Grondwaterstand [cm-mv]: 65

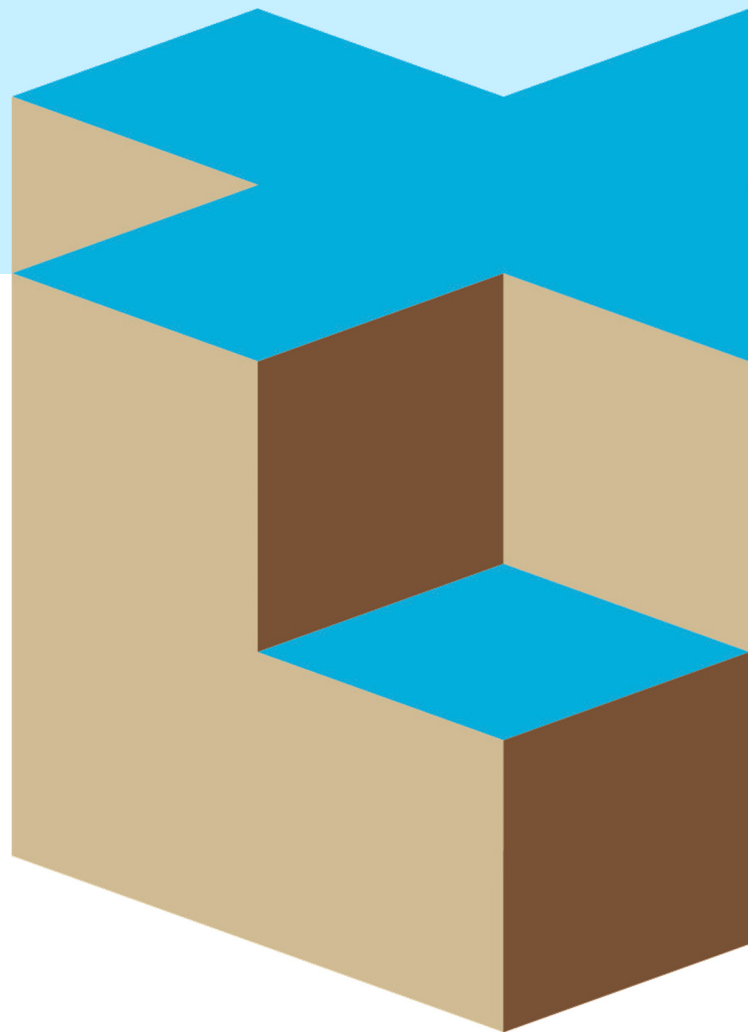
Identificatie conform NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 103963,21
y-coördinaat [m RD]: 464707,44
Maaiveldhoogte [m]: -3,78 . N.A.P.



BIJLAGE E

Verklaring codering





LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DMA	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd ▼ fase 2 ▼ fase 3 ▼ fase 4

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

●	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
	PB	Gedrukte peilbuis

MONITORING

⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
⚙	0-Punt lokaal assenstelsel



VERKLARING CODERING BORINGEN (conform NEN 5104)

GRIND

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

ZAND

	zand, kleiig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

VEEN

	veen, mineraalarm
	veen, zwak kleiig
	veen, sterk kleiig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

LEEM

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

SLIB

	slib
--	------

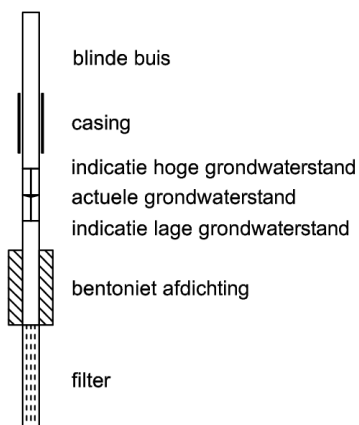
KLEI

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig zandig
	klei, sterk zandig

TOEVOEGINGEN

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

PEILBUIS



GRONDMONSTERS

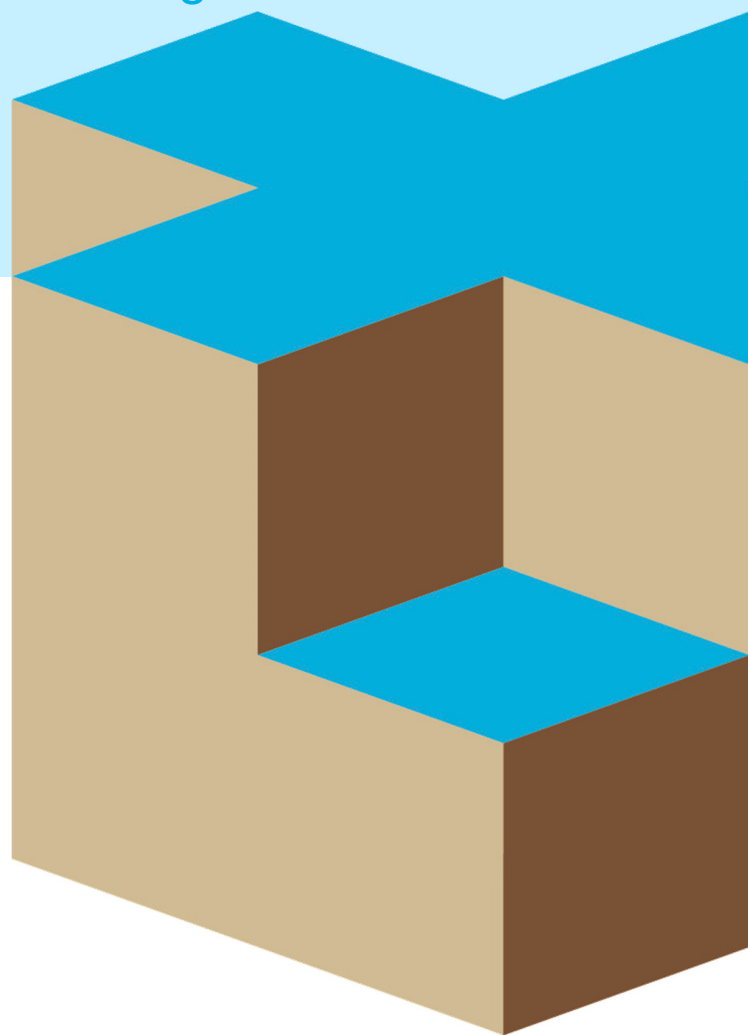
	geroerd monster
	ongeroerd monster

OVERIG

	bijzonder bestanddeel
	indicatie hoge grondwaterstand
	actuele grondwaterstand
	indicatie lage grondwaterstand

BIJLAGE F

Berekening fundering



**Paalpuntniveau**

In de tabel worden per sondering de paalpuntniveaus gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 1. Paalpuntniveau

Sondering nr.	Hoogte maaiveld ¹⁾ [m tov NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP]
DKM001	-4,06	-12,25 tot -13,0
DKM002	-3,79	-12,25 tot -13,0
DKM003	-3,75	-12,25 tot -13,0
DKM004	-3,86	-12,25 tot -13,0

1) Niveau ten tijde van onderzoek


Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)
Paaltype : Prefab betonpaal

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

Paalafmeting : 0,220 x 0,220 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c,dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}^*$ [kN]
DKM001	-4,06	-12,25	242	8,2	397	99	297	55
		-12,50	265	8,3	402	131	320	55
		-12,75	270	7,8	378	165	325	55
		-13,00	258	6,7	324	197	313	55
DKM002	-3,79	-12,25	216	6,9	335	97	259	43
		-12,50	251	7,5	363	128	295	43
		-12,75	284	8,0	388	158	328	43
		-13,00	323	8,7	421	190	366	43
DKM003	-3,75	-12,25	268	8,4	407	121	317	48
		-12,50	283	8,2	399	155	332	48
		-12,75	307	8,4	406	187	356	48
		-13,00	330	8,5	412	220	379	48
DKM004	-3,86	-12,25	216	6,9	332	106	263	47
		-12,50	245	7,3	353	134	292	47
		-12,75	275	7,8	375	162	322	47
		-13,00	308	8,3	401	190	355	47

Paalafmeting : 0,250 x 0,250 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c,dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}^*$ [kN]
DKM001	-4,06	-12,25	297	7,8	487	112	359	62
		-12,50	319	7,8	488	149	382	62
		-12,75	323	7,3	456	187	386	62
		-13,00	308	6,3	394	224	371	62
DKM002	-3,79	-12,25	269	6,7	420	110	318	49
		-12,50	309	7,2	452	146	358	49
		-12,75	347	7,7	482	180	397	49
		-13,00	387	8,2	513	215	436	49
DKM003	-3,75	-12,25	322	7,9	491	138	377	55
		-12,50	348	8,0	497	176	403	55
		-12,75	375	8,1	504	213	430	55
		-13,00	399	8,1	507	250	454	55
DKM004	-3,86	-12,25	266	6,6	413	121	320	54
		-12,50	301	7,0	439	152	354	54
		-12,75	334	7,4	463	184	388	54
		-13,00	373	7,9	494	216	426	54

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b,cal} = A_b \cdot q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s,cal} = O_p \cdot \Delta L \cdot \alpha_s \cdot q_{c,z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c,d} = (R_{b,cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s,cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk,d} = F_{nk} \cdot \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c,dnetto} = R_{c,d} - F_{nk,d}$	[par. 7.6.2.3]



Rekenwaarde maximum draagkracht in kN per sondering

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Prefab betonpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,7$	Bouwmerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,0$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,01$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,20$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

Paalafmeting : **0,290 x 0,290 m**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$R_{c;dnetto}$ [kN]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}^*$ [kN]
DKM001	-4,06	-12,25	385	7,5	632	130	457	72
		-12,50	389	7,1	597	173	462	72
		-12,75	394	6,7	560	217	466	72
		-13,00	375	5,8	486	260	447	72
DKM002	-3,79	-12,25	348	6,5	548	128	405	57
		-12,50	394	6,9	584	169	451	57
		-12,75	440	7,4	620	209	497	57
		-13,00	470	7,5	630	250	528	57
DKM003	-3,75	-12,25	411	7,5	631	160	474	64
		-12,50	445	7,7	644	204	508	64
		-12,75	474	7,7	650	247	538	64
		-13,00	500	7,7	650	290	564	64
DKM004	-3,86	-12,25	344	6,4	537	140	406	62
		-12,50	383	6,7	567	176	445	62
		-12,75	422	7,1	594	213	484	62
		-13,00	467	7,5	631	251	529	62

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}] + q_{c;III;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = (R_{b;cal} / \xi) / \gamma_b + (R_{s;cal} / \xi) / \gamma_s$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	[par. 7.6.2.3]

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

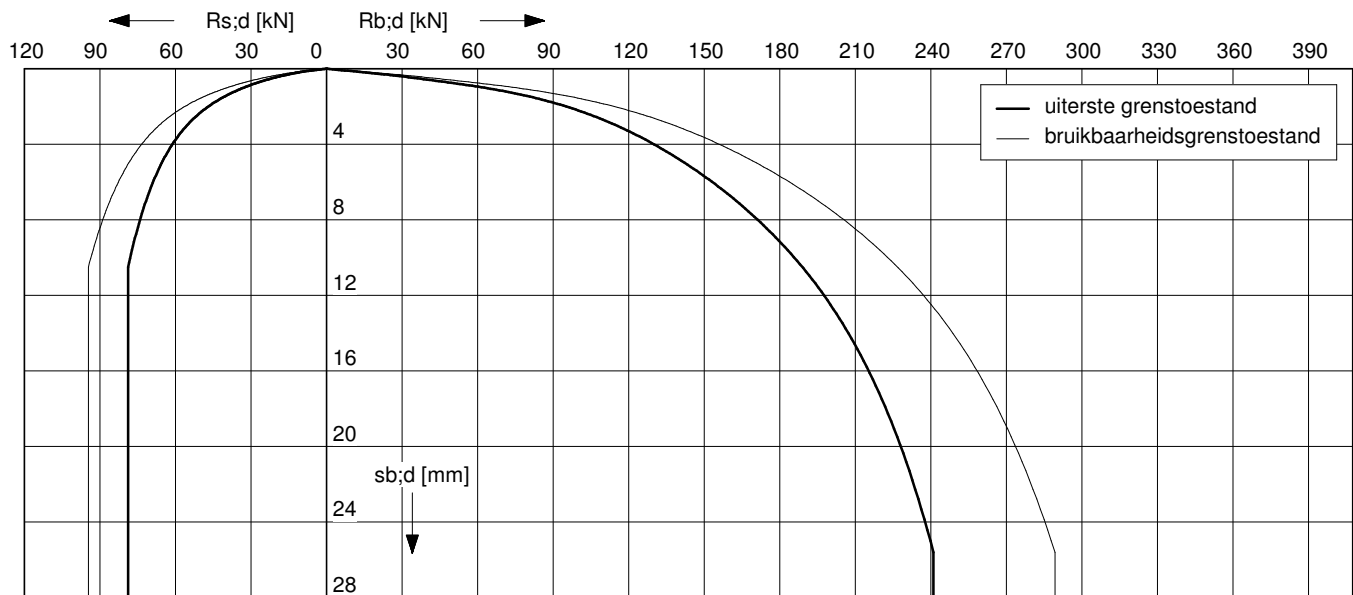
Paaltype : Prefab betonpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,220 x 0,220 m

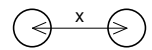
Paalpuntniveau : -12,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
265	55	320	25,0	2,4	27,4	3,6	31,0	28
238	55	293	15,5	2,2	17,7	3,3	21,0	31
212	55	267	10,2	2,0	12,2	3,0	15,2	35
185	55	240	7,4	1,8	9,2	2,7	11,9	38
159	55	214	5,3	1,6	6,9	2,4	9,3	41
132	55	187	3,8	1,4	5,2	2,1	7,3	45
106	55	161	2,6	1,2	3,8	1,8	5,6	48
79	55	134	1,8	1,0	2,8	1,5	4,3	51
53	55	108	1,2	0,8	2,0	1,2	3,2	53
27	55	81	0,8	0,6	1,4	0,9	2,3	55

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c,netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c,rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v,rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
204	55	259	5,4	1,6	7,1	2,9	10,0	37
183	55	238	4,4	1,5	5,9	2,7	8,6	40
163	55	218	3,4	1,4	4,8	2,5	7,3	45
143	55	197	2,7	1,3	4,0	2,2	6,2	50
122	55	177	2,2	1,1	3,3	2,0	5,3	54
102	55	157	1,7	1,0	2,7	1,8	4,4	59
81	55	136	1,3	0,9	2,2	1,5	3,7	62
61	55	116	1,0	0,7	1,8	1,3	3,1	66
41	55	96	0,8	0,6	1,4	1,1	2,5	69
20	55	75	0,6	0,5	1,0	0,9	1,9	72

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c,netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v,rep}$ paal vrijstaand = $F_{c,rep} / s_1$	
	:	$k_{v,rep}$ paal in groep = $F_{c,rep} / (s_1 + s_2)$	

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

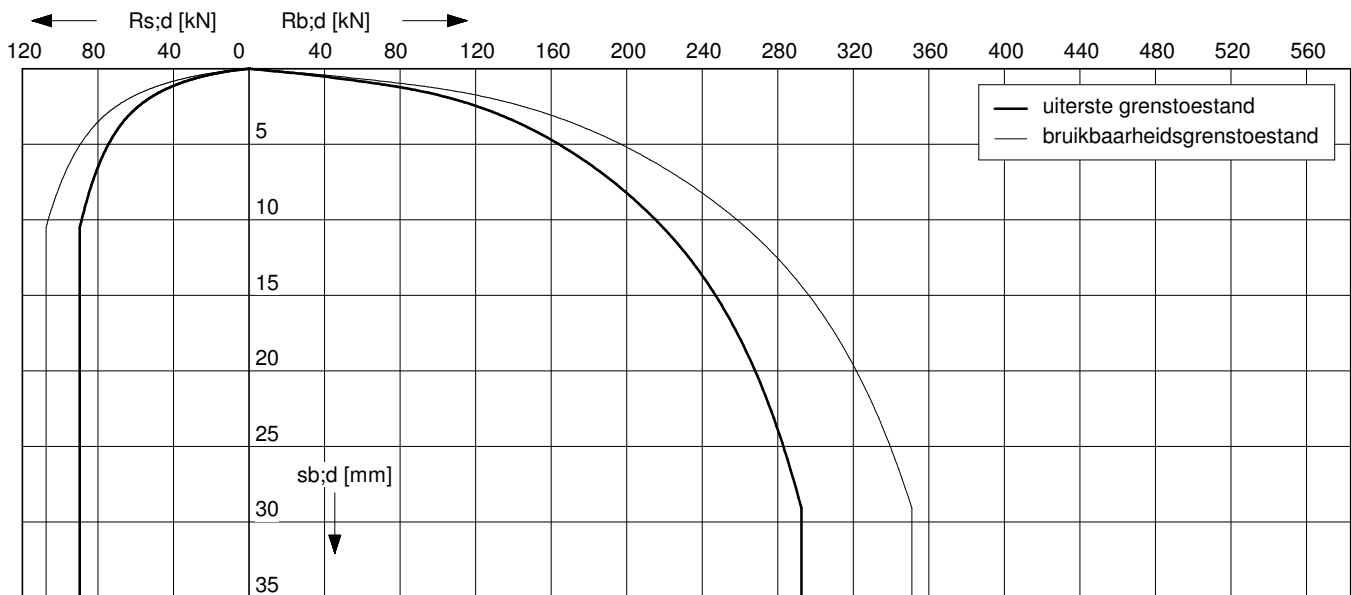
Paaltype : Prefab betonpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,250 x 0,250 m

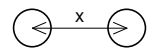
Paalpuntniveau : -12,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
319	62	382	28,4	2,2	30,6	3,4	34,0	31
287	62	350	17,6	2,0	19,6	3,1	22,7	35
255	62	318	11,5	1,9	13,4	2,8	16,2	39
223	62	286	8,2	1,7	9,9	2,5	12,4	43
191	62	254	5,8	1,5	7,3	2,2	9,5	48
160	62	222	4,1	1,3	5,4	2,0	7,3	52
128	62	190	2,8	1,1	3,9	1,7	5,6	56
96	62	158	1,9	0,9	2,8	1,4	4,2	59
64	62	126	1,3	0,7	2,0	1,1	3,1	62
32	62	94	0,8	0,5	1,4	0,8	2,2	65

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
246	62	308	6,0	1,5	7,6	2,7	10,3	41
221	62	284	4,8	1,4	6,2	2,5	8,7	46
197	62	259	3,8	1,3	5,1	2,3	7,4	51
172	62	234	3,0	1,2	4,2	2,1	6,2	56
147	62	210	2,3	1,0	3,4	1,8	5,2	62
123	62	185	1,8	0,9	2,7	1,6	4,4	68
98	62	161	1,4	0,8	2,2	1,4	3,6	73
74	62	136	1,1	0,7	1,8	1,2	3,0	77
49	62	112	0,8	0,5	1,4	1,0	2,4	80
25	62	87	0,6	0,4	1,0	0,8	1,8	85

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	

**Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

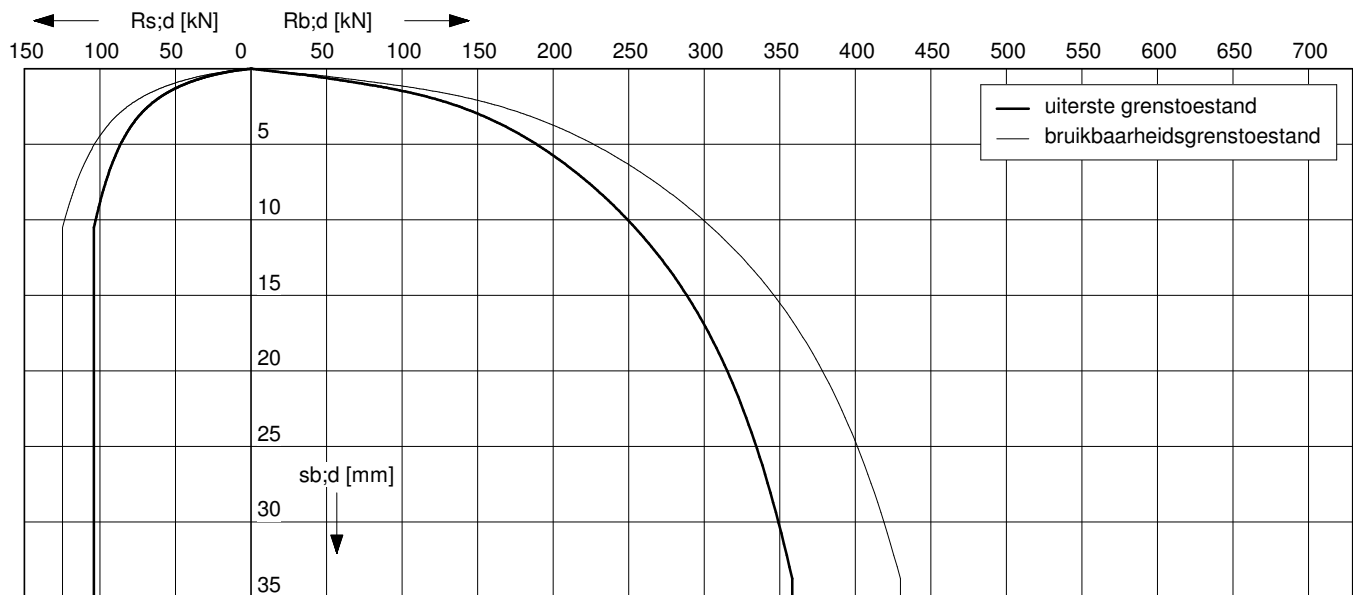
Paaltype : Prefab betonpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,290 x 0,290 m

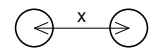
Paalpuntniveau : -12,50 m tov NAP

**Uiterste grenstoestand**

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
389	72	462	33,0	2,0	35,0	3,3	38,2	35
350	72	423	20,4	1,8	22,2	3,0	25,2	39
311	72	384	13,6	1,7	15,3	2,7	18,0	45
272	72	345	9,2	1,5	10,7	2,4	13,2	50
233	72	306	6,6	1,3	7,9	2,2	10,1	55
194	72	267	4,5	1,2	5,7	1,9	7,6	61
156	72	228	3,1	1,0	4,1	1,6	5,7	65
117	72	189	2,1	0,8	2,9	1,3	4,2	69
78	72	150	1,4	0,6	2,1	1,1	3,1	73
39	72	111	0,9	0,5	1,4	0,8	2,2	78

Configuratie paalgroepvoor bepaling s_2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
299	72	372	6,9	1,4	8,2	2,6	10,9	45
270	72	342	5,4	1,3	6,7	2,4	9,1	51
240	72	312	4,2	1,1	5,4	2,2	7,6	58
210	72	282	3,3	1,0	4,3	2,0	6,3	65
180	72	252	2,6	0,9	3,5	1,8	5,3	72
150	72	222	2,0	0,8	2,8	1,6	4,4	79
120	72	192	1,6	0,7	2,3	1,4	3,6	85
90	72	162	1,2	0,6	1,8	1,1	2,9	90
60	72	132	0,9	0,5	1,4	0,9	2,3	95
30	72	102	0,6	0,4	1,0	0,7	1,7	101

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	


Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,007$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,39$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q_c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 1$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

paalafmeting : 0,220 x 0,220 m

2-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A	
			$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	-4,06	-12,25	22	5
		-12,50	28	5
		-12,75	34	5
		-13,00	40	5
DKM002	-3,79	-12,25	22	5
		-12,50	28	5
		-12,75	33	6
		-13,00	39	6
DKM003	-3,75	-12,25	27	5
		-12,50	33	5
		-12,75	39	6
		-13,00	45	6
DKM004	-3,86	-12,25	23	5
		-12,50	29	5
		-12,75	34	5
		-13,00	39	6

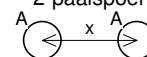
paalafmeting : 0,250 x 0,250 m

2-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A	
			$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	-4,06	-12,25	25	6
		-12,50	32	7
		-12,75	39	7
		-13,00	46	7
DKM002	-3,79	-12,25	25	7
		-12,50	32	7
		-12,75	39	7
		-13,00	45	7
DKM003	-3,75	-12,25	31	7
		-12,50	38	7
		-12,75	45	7
		-13,00	52	7

Configuratie paalgroep
voor bepaling s2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} * \gamma_{m;var;q_c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	


Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Prefab betonpaal

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,007$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,39$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q_c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 1$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

paalafmeting : 0,250 x 0,250 m

2-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A	
			$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM004	-3,86	-12,25	27	7
		-12,50	33	7
		-12,75	39	7
		-13,00	45	7

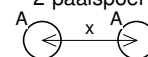
paalafmeting : 0,290 x 0,290 m

2-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A	
			$R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	-4,06	-12,25	30	9
		-12,50	38	9
		-12,75	47	9
		-13,00	54	9
DKM002	-3,79	-12,25	29	9
		-12,50	38	9
		-12,75	46	10
		-13,00	54	10
DKM003	-3,75	-12,25	36	9
		-12,50	45	9
		-12,75	53	10
		-13,00	61	10
DKM004	-3,86	-12,25	32	9
		-12,50	39	9
		-12,75	47	10
		-13,00	54	10

Configuratie paalgroep
voor bepaling s2

2-paalspoer



hoh-afstand x : 3D

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} * \gamma_{m;var;q_c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	

**Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)**

Paaltype : **Prefab betonpaal**
Paalpuntniveau : -12,5 meter tov NAP

paalafmeting : 0,250 x 0,250 m

Correctie conusweerstand bij ontgraving

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

Berekening maximum puntweerstand

$$q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}] + q_{c,III;gem}) \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

Paalklassefactor : $\alpha_p = 0,7$ (f)
Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)

$$q_{b,max} = 7,8 \text{ MPa}$$

Berekening maximum schachtwrijving

$$R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a} \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

Startdiepte schachtwrijving : -11,2 m tov NAP
paalklassefactor : $\alpha_s = 0,01$ [tabel 7.e, 7.f]
 O_p : omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
 ΔL : traject schachtwrijving

diepte [m tov NAP]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	O_p [m]	ΔL [m]	$R_{s;cal}$ [kN]	$\Sigma R_{s;cal}$ [kN]
-11,45	3,0	1,00	0,3	8	8
-11,70	9,0	1,00	0,3	22	31
-11,95	14,5	1,00	0,3	36	66
-12,20	15,0	1,00	0,3	38	104
-12,45	15,0	1,00	0,3	38	142
-12,50	15,0	1,00	0,1	8	149

Berekening maximum draagkracht

$$R_{c;cal} = A_b * q_{b,max} + R_{s;cal} \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,0625 \text{ m}^2$$

$$R_{c;cal} = 487 + 149 = 637 \text{ kN}$$



Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001

Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Prefab betonpaal**
 Paalpuntniveau : -12,5 meter tov NAP

paalafmeting : 0,250 x 0,250 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

De representatieve waarde van de totale belasting ten gevolge van negatieve kleef ($F_{nk;rep}$) moet zijn bepaald met de formule:

$$F_{nk;rep} = O_s * \sum h_j * K_{0;j;rep} * \tan \delta_j * \frac{\sigma'_{v;j-1;rep} + \sigma'_{v;j;rep}}{2}$$

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

- alleenstaande palen;
- palen in één rij of aan de rand van een paalgroep;
- palen binnen een paalgroep waarbij de hart-op-hart afstand van de palen (D) voldoet aan:

$$D > \sqrt{10 \times d \times h}$$

waarin:

d is de middellijn van de paalschacht, of de equivalente middellijn van de paalschachten van de groep, in m.

h is de dikte van de laag of lagen waarin de negatieve kleef werkt, in m.

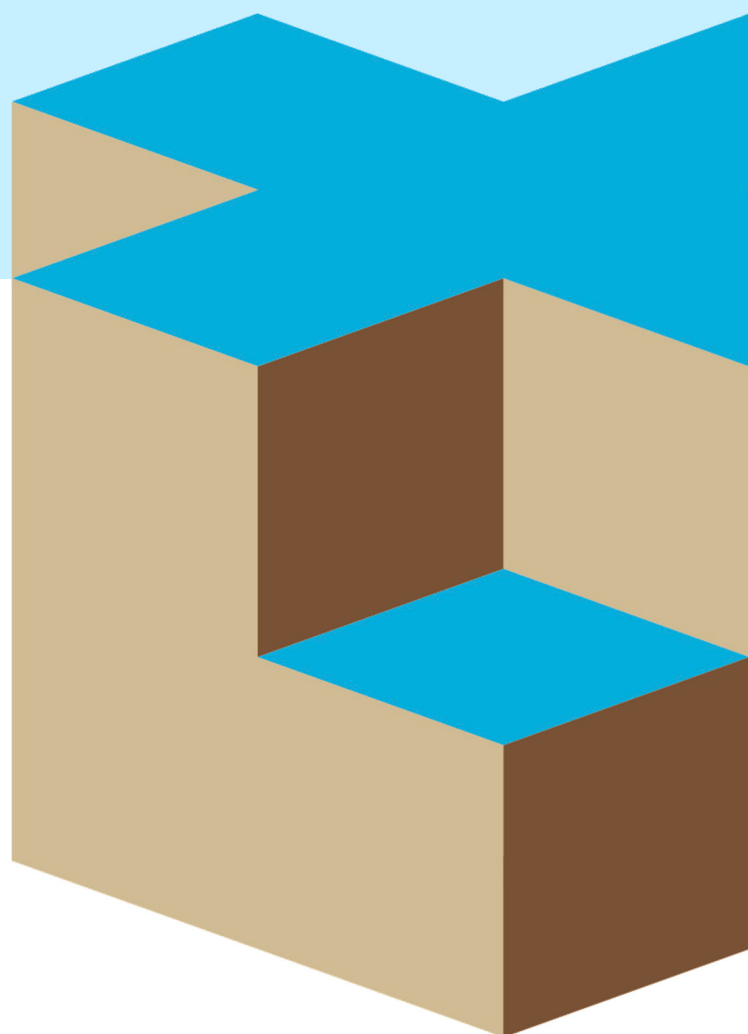
Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	: -3,70 m tov NAP
Huidig maaiveld	: -4,06 m tov NAP
Grondwater	: -4,70 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	: DKM001
O_s	: omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$: representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$: representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$: representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;j}$ [kN/m ²]	$F_{nk;j;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
-4,06	0,36	1,00	18,0	20,0	32,5	0,250	6	0,3	0,3
-4,70	0,64	1,00	14,0	14,0	17,5	0,250	15	2	2
-7,00	2,30	1,00	16,0	16,0	25,0	0,250	29	13	15
-9,50	2,50	1,00	18,0	18,0	27,5	0,250	49	25	39
-10,50	1,00	1,00	16,0	16,0	25,0	0,250	55	13	52
-11,20	0,70	1,00	14,0	14,0	17,5	0,250	58	10	62

BIJLAGE G

Algemene richtlijnen uitvoering heiwerk





Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- palenplan, paalafmeting en paallengte in relatie tot grondonderzoek en funderingsadvies,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Naastliggende gebouwen en omgeving

Het installeren van de palen gaat gepaard met trillingen en geluid. Voor zover in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of dit met het oog op de omgeving kan worden geaccepteerd. Voor de beoordeling van de toelaatbaarheid van trillingen voor wat betreft de kans op schade, is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de bouwkundige staat en de funderingswijze van de bebouwing in de omgeving. Op basis hiervan kunnen aan de hand van SBR richtlijn Deel A "Schade aan gebouwen" trillingsniveaus worden bepaald (grenswaarden) waarvan in de praktijk is gebleken dat als deze niet worden overschreden de kans zeer klein is dat schade optreedt (<1%).

Tijdens de uitvoering kunnen de trillingen –desgewenst door ons bureau– worden gemonitord. Voorafgaand aan de uitvoering kan eventueel een trillingsprognose worden uitgevoerd.

Naast Deel A Schade aan gebouwen bevat de SBR-richtlijn een Deel B hinder voor personen en Deel C storing aan apparatuur.

Regelgeving ten aanzien van geluid is opgenomen in onder meer de Wet Geluidhinder, gemeentelijke bepalingen in de APV, Circulaire Bouwlawaaier VROM, Wet Milieubeheer (stiltegebieden), Nationaal Milieubeleidsplan 4 (doelstellingen voor geluidsbelasting binnen de ecologische hoofdstructuur).

Werkterrein/bouwput

Het werkterrein dient dermate droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.

Voorkomen moet worden dat eenmaal aangebrachte palen beschadigen doordat deze horizontaal worden belast door bijvoorbeeld het manoeuvreren van materieel of door graafwerk rond de paal. De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke paalkwaliteit. De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.

Uitvoering

- De keuze van het heiblok moet worden afgestemd op de aangetroffen bodemopbouw en op de verwachting dat een eindkalender van 10 à 30 slagen per 0,25 m zakkings wordt verkregen. Over het algemeen is hiermee een goede interpretatie van de heiresultaten mogelijk.
- De paal dient vooraf te worden gecontroleerd op zichtbare gebreken en tijdens de uitvoering op rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand indien dit op het palenplan is aangegeven.
- Opslag transport en het onder de stelling brengen dient te geschieden conform de verwerkingsrichtlijnen van de leverancier.
- De inwendig afmeting van de heimuts dient tot maximaal 20 mm groter te zijn dan de afmeting van de paalkop of de oplanger.
- De vulling van de muts dient te bestaan uit twee lagen kruislings bevestigd naaldhout met een minimale dikte van 120 mm of een vulling met gelijke dempingseigenschappen.
- De vulling moet zo vaak als nodig worden gewisseld om schade aan de paalkop te voorkomen.
- De geleiding van het heiblok moet zodanig zijn dat de paal door het blok centrisch wordt belast.
- De volgorde van uitvoering dient zodanig te zijn dat door het aanbrengen van een paal, de positie, de draagkracht en de integriteit van nabij gelegen palen niet negatief wordt beïnvloed.
- De eerste paal dient zo dicht mogelijk bij of op een sondering te worden geheid. Deze en elke volgende paal op of nabij een sondering moet worden gekalenderd tenminste vanaf de aanvang van het draagkrachtige zand.
- Voor de overige palen moet worden gekalenderd vanaf een zodanig niveau dat de overgang naar de draagkrachtige laag waarneembaar is of over een hoogte van minimaal $8 \cdot D_{eq}$. Zodoende ontstaat door een onderlinge vergelijking inzicht in de betrouwbaarheid van de inheidiepte van palen tussen de sonderingen.



- Bij een verschil in inheinniveau tussen sonderingen dient bij voorkeur van "laag naar hoog" te worden gewerkt. Hiermee wordt voor de palen tussen deze sonderingen, een zo betrouwbaar mogelijk inheinniveau bereikt.
- Bij paalgroepen wordt geadviseerd van "binnen naar buiten" te heien.
- Op de overgang van vaste zandlagen naar weinig weerstand biedende afzettingen dient bij voorkeur met gereduceerd vermogen geheid te worden, zodat de kans op paalbreuk door trekspanningen tot een minimum wordt beperkt.
- Als hulptechnieken worden toegepast voor het inbrengen van de palen (bijvoorbeeld voorboren, spuiten of hakken) dient te worden nagegaan of hieraan voor wat betreft het geotechnisch ontwerp randvoorwaarden worden gesteld.

Interpretatie kalender

Het aan de hand van de kalenders samengestelde slagdiagram, ter plaats van een sondering is een maatstaf voor de tot de volgende sondering aan te brengen palen.

Onder meer door variaties in de vastheid van de zandlagen zullen ook variaties in slagdiagram optreden. Een relatief lage eindkalender hoeft niet direct aanleiding te zijn de paal dieper te heien. Wateroverspanning als gevolg van het heien van de paal kan de oorzaak zijn. Een eerste eenvoudige controle hierop is de paal na te heien (na ca. 12 uur) en te kalenderen over een traject van 3 keer 0,05 m. Blijft een en ander onzeker dan kunnen controle-sonderingen nodig zijn.

Afwijkingen in het slagdiagram kunnen ook worden veroorzaakt door sterk wisselende weersomstandigheden, slechte conditie heiblok, wijziging in pompafstelling/valhoogte en slechte mutsvulling.

Vastlegging uitvoeringgegevens

- Datum en nummer palenplan en overige relevante werktekeningen.
- Conditie werkterrein.
- Werkniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Ingezet materieel.
- Type, massa en eventuele afstelling dan wel valhoogte heiblok(ken).
- Samenstelling heiploeg.
- Zichtbare conditie palen.
- Heivolgorde met data en eventuele maatafwijkingen.
- Leverancier en productiedatum palen.
- Wijze van aanvoer, eventueel tussenopslag en lossen van de palen.
- Paaltype, schachtafmeting, paalpuntniveau.
- Bij houten palen: type en afmeting oplanger en niveau bovenkant nog niet gesnelde oplanger.
- Toegepaste mutsafmeting, mutsvulling en vernieuwing hiervan.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Het aantal slagen van het blok per eenheid van diepte voor de palen nabij een sondering.
- Kalenderresultaten overige palen.
- Toegepaste hulpmaatregelen bij het inbrengen van de palen.
- Inheiselheid (begintijd en eindtijd heien).
- Hulptechnieken zoals voorboren, spuiten, gebruik opzetstuk e.d.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (zichtbare gebreken palen, verschoven piketten, plaatsafwijkingen, scheefstand, verloop van de palen, paalbreuk, sterk afwijkend kalenderbeeld, stagnatie tijdens uitvoering paal e.d.).



Controle

Door middel van akoestisch doormeten kan door ons bureau de integriteit van betonnen palen worden beoordeeld.

Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed.

Indien twijfel bestaat ten aanzien van het draagvermogen van een paal kan afhankelijk van de situatie worden nagesondeerd binnen 1,0 m van de paal, of kan een paal worden proefbelast.

Heitoezicht

Gezien de vele factoren die de kwaliteit van de paalfundering kunnen beïnvloeden wordt geadviseerd om per project na te gaan of onafhankelijk deskundig heitoezicht gewenst is. Desgewenst kan toezicht door ons bureau worden verzorgd.

Milieu

Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

NEN-EN 12699:2001 "uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –verdringingspalen",

NEN-6742, "Het uitvoeren van funderingen met geprefabriceerde betonnen palen",

NEN-6741 "Het uitvoeren van houten paalfunderingen",

BRL-2357 "heien van geprefabriceerde betonpalen",

BRL-2302 "Houten heipalen",

BRL 2352/02 "Betonnen heipalen",

CUR-aanbeveling 109 "akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen",

CUR 2004-1 "beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen",

CUR-aanbeveling 114 "toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

Februari 2012

INPIJN-BLOKPOEL SPECIALIST IN:

Grondonderzoek
Geotechnisch laboratoriumonderzoek
Geotechnisch advies

Geohydrologisch advies
Monitoring
Milieutechniek

Voor meer informatie zie: www.inpijn-blokpoel.com

Vestiging Son

Ekkersrijt 2058
5692 BA Son
(0499) 47 17 92
post@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Groningen

Postbus 2601
9704 CP Groningen
(088) 012 18 00
noord@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Waddinxveen

Mercuriusweg 18
2741 TA Waddinxveen
(0182) 61 00 13
west@inpijn-blokpoel.com

Vestiging Hoofddorp

Kromme Spieringweg 250B
2141 BR Vijfhuizen
(023) 565 57 78
hoofddorp@inpijn-blokpoel.com