

## Formulier zelfverklaring Geotechniek

### Bepaling van het axiaal draagvermogen van funderingspalen door middel van proefbelastingen.

Ondergetekenden, de heer S.J.F. Ligthart manager QHSE bij Vroom Holding B.V en de heer P. IJnsen technisch directeur Van 't Hek Groep BV, verklaren dat voor onderstaand funderingssysteem type hierna te noemen DPA-PLUS palen in afwijking van NEN 9997-1+C2:2017, tabel 7.c, de volgende paalklassefactoren van toepassing zijn:

Paalklassefactor voor de puntweerstand en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_p$  en  $q_{b,max}$ :

$\alpha_p = 0.27$  met limitering van  $q_{b,max}$  conform NEN 9997-1+C2:2017.

Paalklassefactor voor de schachtwrijving bij een op druk belaste paal en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_s$  en  $q_{c,z;a}$  conform NEN 9997-1+C2:2017.

$\alpha_s = 0.020$  met limitering van  $q_{c,z;a}$  conform NEN 9997-1+C2:2017.

De organisatie geeft met deze zelfverklaring een onderbouwing en uitwerking van de waarden van de opgegeven paalklassefactoren op basis van paalbelastingsproeven uitgevoerd volgens NEN 7201 op basis van de volgende voorgeschreven processtappen:

- De paalbelastingsproeven zijn voorafgaand aan de proef aangemeld bij NEN.
- De organisatie heeft een onafhankelijk toezichthouder aangesteld voor het begeleiden van de proeven.
- De paalbelastingsproeven zijn uitgevoerd en door onafhankelijke experts beoordeeld.
- De onafhankelijke expertgroep heeft een positief advies uitgebracht over de inhoud van het vereiste draaiboek, de beschrijving van het paalsysteem, de rapportage over de uitvoering van de proeven en de afleiding van de paalklassefactoren.

De organisatie verklaart verder dat ter onderbouwing van deze zelfverklaring zij de volgende stukken heeft aangeleverd bij NEN en organisatie verklaart zelf verantwoordelijk te zijn voor het naar waarheid en compleet invullen van deze stukken:

- Gegevens van de leverancier Vroom Holding BV, KVK 36029335 en Van 't Hekgroep BV KVK 37109050 voor juiste vermelding in het register;
- Beschrijving van het paalsysteem (incl. vastlegging van alle relevante procesparameters tijdens het maakproces);
- Waarden van de paalklassefactoren  $\alpha_p$  en  $\alpha_s$  in combinatie met bijbehorende limietwaarden;
- Rapportage van het draaiboek, de uitvoering van de proef, de uitwerking en de afleiding van de paalklassefactoren;
- Rapport van de onafhankelijke toezichthouder;
- Advies van de onafhankelijke expertgroep.

De organisatie geeft NEN toestemming deze zelfverklaring, inclusief de beschrijving van het paalsysteem, het draaiboek en de eindrapportage met het rapport van de experts op [www.nen.nl/certificatie-en-keurmerkenfunderingspalen](http://www.nen.nl/certificatie-en-keurmerkenfunderingspalen) te plaatsen.

Naam organisatie: Vroom Holding BV

Van 't Hek groep


Locatie: Oosthuizen

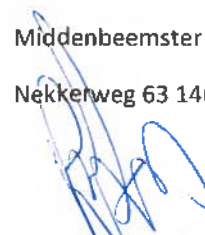
Middenbeemster

Adres: Sluisweg 1 1474HL

Nekkerweg 63 1461LD

Handtekening en functie:

  
QHSE manager

  
Technisch directeur

Datum en plaats: 20-03-2025 te Delft

## Formulier zelfverklaring Geotechniek

### Bepaling van het axiaal draagvermogen van funderingspalen door middel van proefbelastingen.

Ondergetekenden, de heer S.J.F. Ligthart manager QHSE bij Vroom Holding B.V en de heer P. IJnsen technisch directeur Van 't Hek Groep BV, verklaren dat voor onderstaand funderingssysteem type hierna te noemen DPA-palen in afwijking van NEN 9997-1+C2:2017, tabel 7.c, de volgende paalklassefactoren van toepassing zijn:

Paalklassefactor voor de puntweerstand en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_p$  en  $q_{b,max}$ :

$\alpha_p = 0.27$  met limitering van  $q_{b,max}$  conform NEN 9997-1+C2:2017.

Paalklassefactor voor de schachtwrijving bij een op druk belaste paal en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_s$  en  $q_{c;z;a}$ :

$\alpha_s = 0.008$  over de lengte van de avegaar tot halverwege het verdringend element met limitering van  $q_{c;z;a}$  conform NEN 9997-1+C2:2017.

$\alpha_s = 0.020$  over de lengte boven het de helft van het verdringend element met limitering van  $q_{c;z;a}$  conform NEN 9997-1+C2:2017.

De organisatie geeft met deze zelfverklaring een onderbouwing en uitwerking van de waarden van de opgegeven paalklassefactoren op basis van paalbelastingsproeven uitgevoerd volgens NEN 7201 op basis van de volgende voorgeschreven processtappen:

- De paalbelastingsproeven zijn voorafgaand aan de proef aangemeld bij NEN.
- De organisatie heeft een onafhankelijk toezichthouder aangesteld voor het begeleiden van de proeven.
- De paalbelastingsproeven zijn uitgevoerd en door onafhankelijke experts beoordeeld.
- De onafhankelijke expertgroep heeft een positief advies uitgebracht over de inhoud van het vereiste draaiboek, de beschrijving van het paalsysteem, de rapportage over de uitvoering van de proeven en de afleiding van de paalklassefactoren.

De organisatie verklaart verder dat ter onderbouwing van deze zelfverklaring zij de volgende stukken heeft aangeleverd bij NEN en organisatie verklaart zelf verantwoordelijk te zijn voor het naar waarheid en compleet invullen van deze stukken:

- Gegevens van de leverancier Vroom Holding BV, KVK 36029335 en Van 't Hekgroep BV KVK 37109050 voor juiste vermelding in het register;
- Beschrijving van het paalsysteem (incl. vastlegging van alle relevante procesparameters tijdens het maakproces);
- Waarden van de paalklassefactoren  $\alpha_p$  en  $\alpha_s$  in combinatie met bijbehorende limietwaarden;
- Rapportage van het draaiboek, de uitvoering van de proef, de uitwerking en de afleiding van de paalklassefactoren;
- Rapport van de onafhankelijke toezichthouder;
- Advies van de onafhankelijke expertgroep.

De organisatie geeft NEN toestemming deze zelfverklaring, inclusief de beschrijving van het paalsysteem, het draaiboek en de eindrapportage met het rapport van de experts op [www.nen.nl/certificatie-en-keurmerkenfunderingspalen](http://www.nen.nl/certificatie-en-keurmerkenfunderingspalen) te plaatsen.

Naam organisatie: Vroom Holding BV

Locatie: Oosthuizen

Adres: Sluisweg 1 1474HL

Handtekening en functie:

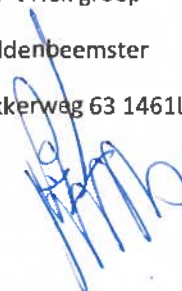


QHSE manager

Van 't Hek groep

Middenbeemster

Nekkerweg 63 1461LD

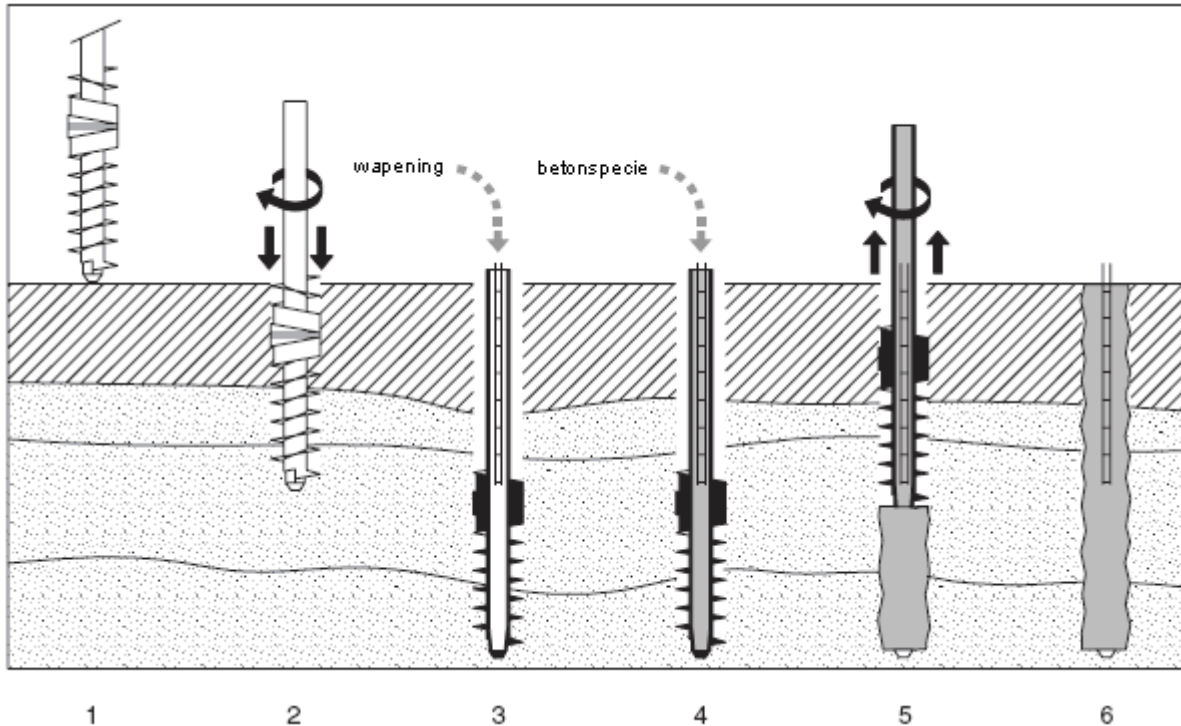


Technisch directeur

Datum en plaats: 20-03-2025 te Delft

HET DPA PROCES

WIJZE VAN INSTALLATIE

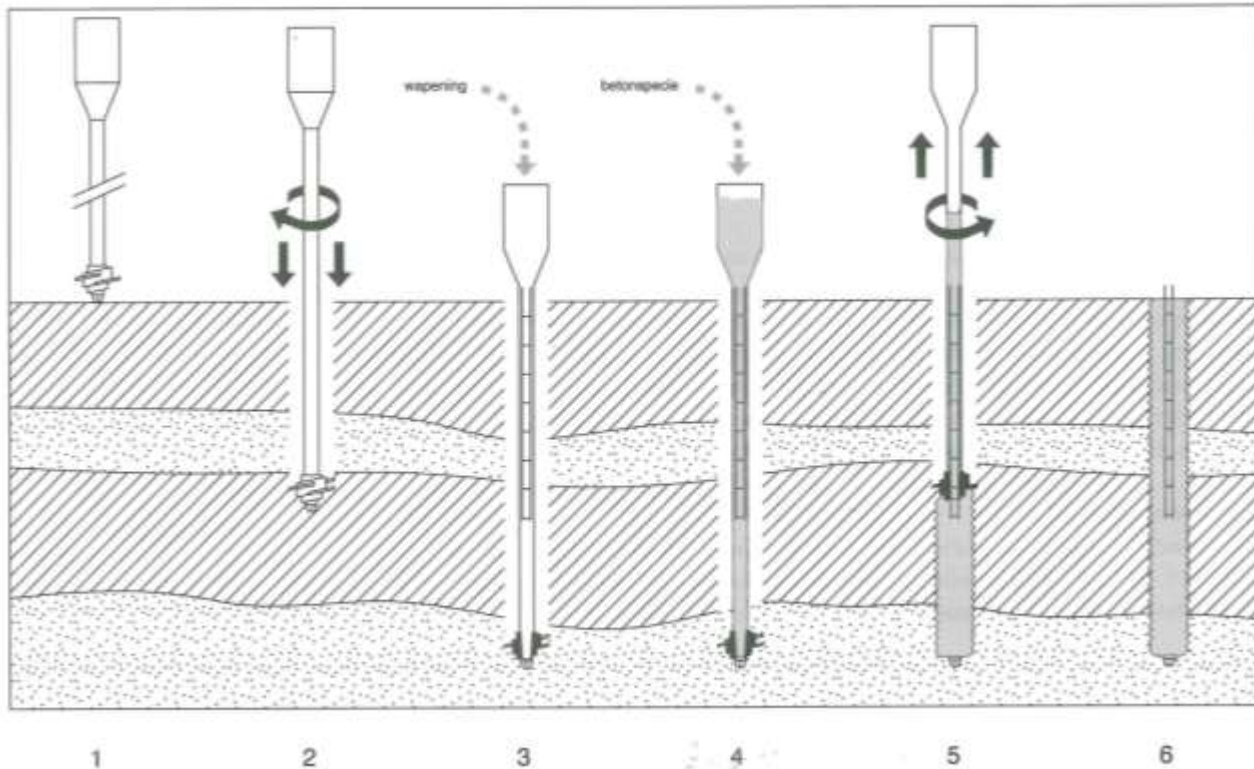


FIGUUR 6 DPA INSTALLATIEWIJZE

1. Een gladde stalen buis is aan de onderzijde verbonden aan een rechts gedraaide schroefmassief. De overgangsconstructie tussen buis en schroefmassief wordt gevormd door een vergrote buis met tegengestelde links draaiende schroefbladen. De buis wordt op maaiveld geplaatst, waarbij de onderzijde wordt voorzien van een losse schroefdop;
2. De DPA schroefbuis wordt rechtsom draaiend op diepte gebracht. De grond wordt aan de punt omhoog gebracht en horizontaal verdrongen bij de overgangsconstructie aan de onderzijde van het verdikte deel. Zodra het verdikte deel in het dragende zandpakket komt, wordt deze zandlaag door verdringing opgespannen;
3. De wapeningskorf wordt afgehangen in de voerbuis;
4. De voerbuis wordt boven maaiveld volgepompt met beton;
5. De DPA schroefbuis wordt rechtsom roterend en gedeeltelijk stilstaand getrokken, tijdens dit proces moet het beton niveau minimaal boven maaiveld blijven;
  - a. Stilstaand trekken van de voerbuis in het bovenste slappe lagen traject zodra mogelijk.
6. De paal wordt afgewerkt en de funderingsmachine wordt verplaatst.

HET DPA-PLUS PROCES

WIJZE VAN INSTALLATIE



FIGUUR 7 DPA-PLUS INSTALLATIEWIJZE

1. Een gladde stalen buis is aan de onderzijde verbonden aan een rechts gedraaide schroefmassief. De overgangsconstructie tussen buis en schroefmassief wordt gevormd door een vergrote buis met tegengestelde links draaiende schroefbladen. De buis wordt op maaiveld geplaatst, waarbij de onderzijde wordt voorzien van een losse schroefdop;
2. De DPA-PLUS schroefbuis wordt rechtop draaiend op diepte gebracht. De grond wordt direct aan de punt horizontaal verdrongen;
3. De wapeningskorf wordt afgehangen in de voerbuis;
4. De voerbuis wordt boven maaiveld volgepompt met beton;
5. De DPA-PLUS schroefbuis wordt linksom roterend getrokken, tijdens dit proces wordt de schroefvormige schacht gecreëerd. Het beton niveau minimaal boven maaiveld blijven;
6. De paal wordt afgewerkt en de funderingsmachine wordt verplaatst.

## PAALDETAILS EN MONITORING

---

Tijdens het installeren van de DPA en DPA-PLUS ten behoeve van de proefbelastingen op de locaties Oostwoud en Werkendam zijn de volgende parameters geregistreerd

### Inboren (Descending):

- Boortoeren - Rpm
- Boormoment - Tm
- Pulldown – Ton
- Zaksnelheid - cm/sec

### Uithalen (Ascending):

- Boortoeren - Rpm
- Boormoment - Tm
- Haalsnelheid - cm/sec
- Vulgraad - %

De vulgraad is een percentage van de theoretisch benodigde hoeveelheid beton. Vulgraad ligt normaliter tussen 105 en 120 %.

Vanuit de ruwe data kan de schraapfactor worden berekend, deze wordt voor grond verdringend schroeven normaliter niet gepresenteerd maar is voor deze rapportage toegevoegd.

Voor de presentatie van de installatie parameters per paal (paalregistraties) wordt verwezen naar Bijlage 2.

# Formulier experts

NCS 7201 – Geotechniek

Zelfverklaring 'Proefbelasting van funderingspalen'

Verklaring van Experts



## Proefbelasting van DPA-palen en DPA-PLUS-palen

Ondergetekenden,

— Dr. Ir. M. Korff

— Ir. J.H. van Dalen

— Ing. E. Smienk

zijn door de voorzitter van de adviescommissie van experts voor de beoordeling van proefbelastingen NCS 7201 benoemd als experts voor het beoordelen van een proefbelasting op DPA- en DPA-PLUS palen te Oostwoud en Werkendam die door en op initiatief van Vroom Funderingstechnieken BV zijn uitgevoerd respectievelijk in maart 2023 en in oktober 2023.

De experts hebben op basis van de in die periode geldende NEN 7201 een beoordeling uitgevoerd van het draaiboek van de proef, de beschrijving van het paalsysteem, de proefresultaten en de daaruit afgeleide berekeningsmethode en paal draagkrachtfactoren.

Bovenstaande gegevens zijn vastgelegd in de volgende rapporten:

- 1) Draaiboek Proefbelasting Type A1 DPA en DPA-PLUS Oostwoud d.d. 03-02-2023.
- 2) Draaiboek Proefbelasting Type A1 DPA en DPA-PLUS Werkendam d.d. 28-07-2023.
- 3) Rapportage proefbelastingen DPA en DPA-PLUS d.d. 5 maart 2025.
- 4) Formulier zelfverklaring DPA palen d.d. 20 maart 2025.
- 5) Formulier zelfverklaring DPA-PLUS palen d.d. 20 maart 2025.
- 6) Verklaring onafhankelijk toezichthouder, Deltares d.d. 27-09-2024.

Naar het oordeel van ondergetekenden heeft er in de voorbereiding, de uitvoering én de uitwerking van de proef een goede afstemming plaats gevonden tussen de uitvoerende en toetsende partijen. Op basis van de beoordelingen en waarnemingen hebben ondergetekenden voldoende vertrouwen in zowel de uitvoering van de proef als de interpretatie van de proefresultaten.

Ondergetekenden bevestigen de conclusie in rapport 3 en onderschrijven de zelfverklaring:



Uit de testresultaten van de proefbelasting zijn onderstaande paalklassefactoren conform NEN 7201 afgeleid, te weten:

**DPA-palen \*):**

Paalklassefactor voor de puntweerstand en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_p$  en  $q_{b,max}$ :

$\alpha_p = 0,27$  met limitering van  $q_{b,max}$  overeenkomstig norm NEN9997-1; 2017.

Paalklassefactor voor de schachtwrijving en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_s$  en  $q_{c;z;a}$ :

$\alpha_s = 0,008$  over de lengte van de avegaar tot halverwege het verdringend element en limitering van  $q_{c;z;a}$  overeenkomstig norm NEN9997-1; 2017.

$\alpha_s = 0,020$  over de lengte boven het de helft van het verdringend element en limitering van  $q_{c;z;a}$  overeenkomstig norm NEN9997-1; 2017.

**DPA-PLUS palen \*):**

Paalklassefactor voor de puntweerstand en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_p$  en  $q_{b,max}$ :

$\alpha_p = 0,27$  met limitering van overeenkomstig norm NEN9997-1; 2017.

Paalklassefactor voor de schachtwrijving en bijbehorende limietwaarde  $\alpha_s$  en  $q_{c;z;a}$ :

$\alpha_s = 0,020$  en limitering van  $q_{c;z;a}$  overeenkomstig norm NEN9997-1; 2017.

\*): Hierbij zijn aanvullende voorwaarden van toepassing voor de uitvoering zoals voor een minimale penetratie in het draagkrachtige zandpakket, het toe te passen betonmengsel, de capaciteit van het materieel, de aan te houden inbreng- en treksnelheid en de maximale schraapfactor zoals vermeld in de zelfverklaring.

Ondertekening experts , 20 maart 2025

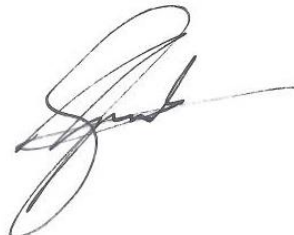
M. Korff



J.H. van Dalen



E. Smienk



# RAPPORTAGE

PROJECT:  
PROEFBELASTING TYPE A1 DPA EN DPA-PLUS  
OOSTWOUD & WERKENDAM

*Versie: Definitief 11-12-2024*



## Auteurs

S.J.F. Ligthart / P. IJnsen	06-08-2024	Definitief
S.J.F. Ligthart / P. IJnsen	29-10-2024	Verwerking opmerkingen Expertgroep Definitief
S.J.F. Ligthart / P. IJnsen	11-12-2024	Verwerking opmerkingen NEN Definitief



## INHOUDSOPGAVE

---

Inhoudsopgave .....	2
Inleiding .....	5
Algemeen .....	6
A1 – Projectlocatie en sonderingen .....	7
A2 – Situatieschets, proefopstelling en paallocaties .....	8
A3 – Opdrachtgevers .....	10
A4 – Uitvoerende instantie .....	10
A5 – Onafhankelijke toezichthouder .....	10
A6 – Verantwoordelijke rapportage .....	10
A7 – Datum installatie en proef .....	11
A8 – Beschrijving en monitoring Paalsystemen .....	12
Het DPA proces .....	12
Het DPA-PLUS proces .....	13
A9 – Dwarsdoorsnede paalschacht- en punt .....	15
Bepaling van het paalpunt niveau DPA .....	15
Bepaling van het paalpunt niveau DPA-PLUS .....	16
A10 – Werktekening proefpalen .....	16
A11 – Beschrijving opstelling, meetapparatuur en dimensionering .....	18
Proefopstelling .....	18
A13 – Beschrijving getrokken paal .....	19
Grondcondities .....	26
G1 – Grondgegevens nabij proefpaal .....	27
G2 – Resultaten Sonderingen .....	27
G3 – Grondwaterstand tijdens proef .....	28
G4 – Grondaanvulling/verbetering .....	28
G5 – Verontreiniging .....	28
G6 – Verwachte grootte negatieve kleeft .....	28
G7 – Gevalideerde rekenprogramma .....	28
G8 – Prognose maximale puntweerstand en schachtvrijving .....	28

G9 / G10 – Prognose Last-verpplaatsingsgrafiek .....	28
Installatie van de paal.....	29
I2 – Registratie boormoment.....	30
I3 – Registratie verplaatsing paalpunt.....	30
I4 – Registratie betonhoeveelheid.....	30
I5 – Registratie Tijdsduur installatie.....	30
I6 – Registratie Samenstelling betonmengsel.....	30
I7 – Registratie Toegepaste hoeveeleheid injectiewater .....	31
I8 – Registratie betondruk.....	31
I9 – Bijzonderheden tijdens installatie.....	31
Meetinstrumenten en metingen – statische proef.....	32
M1 – Beschrijving meetapparatuur .....	32
M2 – Ijkingsdocumenten meetapparatuur .....	32
M3 – Meetinstrumenten na aanbrengen.....	33
M4 – Paaldoorsnede tekening incl. meetinstrumenten.....	33
M5 – Paaldoorsnede tekening incl. extensometers .....	33
M6 – Paaldoorsnede tekening incl. meetsnaren.....	33
M7 – Registratie oliedruk in vizel.....	33
M8 – Registratie belasting loadcell .....	33
M9 – Grafiek belasting - oliedruk.....	34
M10 – Registratie van de extenso meters in de tijd .....	34
M11 – Controle metingen tijdens de uitvoering van de proefbelasting.....	34
M13 – Registratie bijzonderheden en afwijkingen.....	35
M14 – Vaststelling van E modus paal door meting .....	38
M15 – Uitwerking statische proefbelasting.....	41
Bijlage 1 grondonderzoek + sonderingsrapporten.....	46
Bijlage 2 Paalregistraties .....	46
Bijlage 3 Constructie tekeningen DPA en DPA-PLUS schroef.....	46
Bijlage 4 Werktekeningen en plaatsing sensoren .....	46
Bijlage 5 Gebruikt Materiaal .....	46
Bijlage 6 Certificaten .....	46



Bijlage 7 Foto rapportage.....	46
Bijlage 8 Veldwerkverslag.....	46
Bijlage 9 Kracht – Verplaatsing – Rek Metingen.....	46
Bijlage 10 Uitwerking kracht afdracht per paal en uiteenzetting factoren .....	46
Bijlage 11 Analyse schraapfactor.....	46
Bijlage 12 Zelfverklaring.....	47

## INLEIDING

Vroom Funderingstechnieken heeft in samenwerking met Hektec proefbelastingen type A1 conform NPR 7201 uitgevoerd op een tweetal proeflocaties in Oostwoud en Werkendam. Het doel van de proefbelastingen is het vaststellen van paalklasse factoren voor beide locatie en het vaststellen van landelijke paalklasse factoren. Voor beide paalsystemen is het van belang de paalklasse factoren eenduidig vast te stellen in combinatie met een rekenkundige paaldiameter. Deze rapportage zal ter beoordeling worden aangeboden aan normcommissie 351 – Geotechniek. Voor de indeling van het rapport wordt tabel 1 uit NPR 7201 gevolgd.

De palen waarop de proefbelastingen zijn uitgevoerd zijn voor de verschillende locaties:

Locatie	paalnummer	Diameter	Lengte [m]	Paalpuntniveau
Oostwoud	1	360	15.75	-17.75 NAP
	6	360	16.25	-18.25 NAP
	12	360	16.25	-18.25 NAP
	22	360	17.75	-19.75 NAP
Werkendam	1	410	17.25	-16.25 NAP
	2	410	17.75	-16.75 NAP
	3	410	17.25	-16.25 NAP
	4	410	17.75	-16.75 NAP

Tabel 1 DPA palen

Locatie	Paalnummer	Diameter	Lengte [m]	Paalpuntniveau
Oostwoud	17	310/410	15.00	-17.00 NAP
	18	310/410	13.50	-15.50 NAP
	27	310/410	14.00	-16.00 NAP
	28	310/410	13.50	-15.50 NAP
Werkendam	5	310/410	16.50	-15.50 NAP
	6	310/410	16.00	-15.00 NAP
	7	310/410	16.50	-15.50 NAP
	8	310/410	16.00	-15.00 NAP

Tabel 2 DPA-PLUS

Met in acht name van de verscaling die is toegestaan conform NPR 7201 zijn de vastgestelde paalklasse factoren van toepassing voor de diameters die vallen binnen de hieronder gegeven ranges per type:

- DPA 275mm t/m DPA 720mm  
DPA-PLUS 275mm t/m 810mm

## ALGEMEEN

A1	Locatie en beschrijving van het project, inclusief de posities van de sonderingen.	A1	A2	B	C	D
A2	Beschrijving en een situatieschets en overzichtsfoto's van het project (proefinstallatie) met de plaats van de palen die zijn proefbelast. Fotografische vastlegging van het proefterrein.	A1	A2	B	C	D
A3	Naam van de opdrachtgever(s).	A1	A2	B	C	D
A4	Naam van de instantie die de proefbelasting heeft uitgevoerd.	A1	A2	B	C	D
A5	Alleen bij vaststelling van landelijke paalklassefactoren: naam van de toezichthouder (niet de leverancier van het paalsysteem). Deze toezichthouder kan ook de degene zijn, die de paalproef uitvoert.	A1				
A6	Namen van personen die voor de rapportage hebben zorg gedragen.	A1	A2	B	C	D
A7	Datum van installatie van de paal en datum van de proefbelasting.	A1	A2	B	C	D
A8	Beschrijving van het type proefpaal of proefpalen met afmetingen, zoals: actuele productdocumentatie van de producent, installatie-equipment en -tools, paalgeometrie, toegepaste materialen, constructiewijze en monitoring tijdens de installatie (details van benodigde energie tijdens heien, boren enz. op de verschillende diepten, betonconsumptie enz.) en melding van eventuele uitvoeringsproblemen. De wijze van vervaardiging behoort overeen te komen met het draaiboek.	A1	A2	B	C	D
A9	Diameter van de dwarsdoorsnede van de paalpunt en de paalschacht.	A1				
A10	Werktekening voor de constructie van de paalpunt, inclusief alle afmetingen in mm: — diepteligging van de paalpunt ten opzichte van NAP; — de hoogte van de paalkop, ten opzichte van NAP; — de hoogteligging van het maaiveld in de buurt van de proefpaal of proefpalen ten opzichte van NAP.	A1	A2	B	C	D
A11	Beschrijving van de proefbelastingsinstallatie, inclusief globale afmetingen, hoeveelheid (massa in kN) en soort ballast, afstand van eventuele reactiepalen of grondankers ten opzichte van de proefpaal, afmetingen en diepteligging ten opzichte van NAP van de punt van de reactiepalen of de grondankers.	A1	A2	B	C	D
A12	Beschrijving en specificatie van 'Rapid Load Test'-apparaat.		A2	B	C	D
A13	Beschrijving van de getrokken proefpalen en meting van de omtrek. Uitzetten van omtrek tegen de lengte van de paal. Berekening van de gemiddelde paaldiameter in de relevante grondlagen.	A1				
A14	Resultaten van de drukproeven op schijven uit de getrokken proefpalen. Bepaling van de E-modulus van het paalmateriaal uit deze drukproeven.	A1				



## A1 – PROJECTLOCATIE EN SONDERINGEN

Hieronder de satellietfoto's van beide locaties, voor een overzicht de sondeerposities en andere informatie wordt verwezen naar de sondeerrapporten van Lankelma in bijlage 1.



FIGUUR 1 SATELLIET FOTO VAN DE PROEF LOCATIE OOSTWOUD

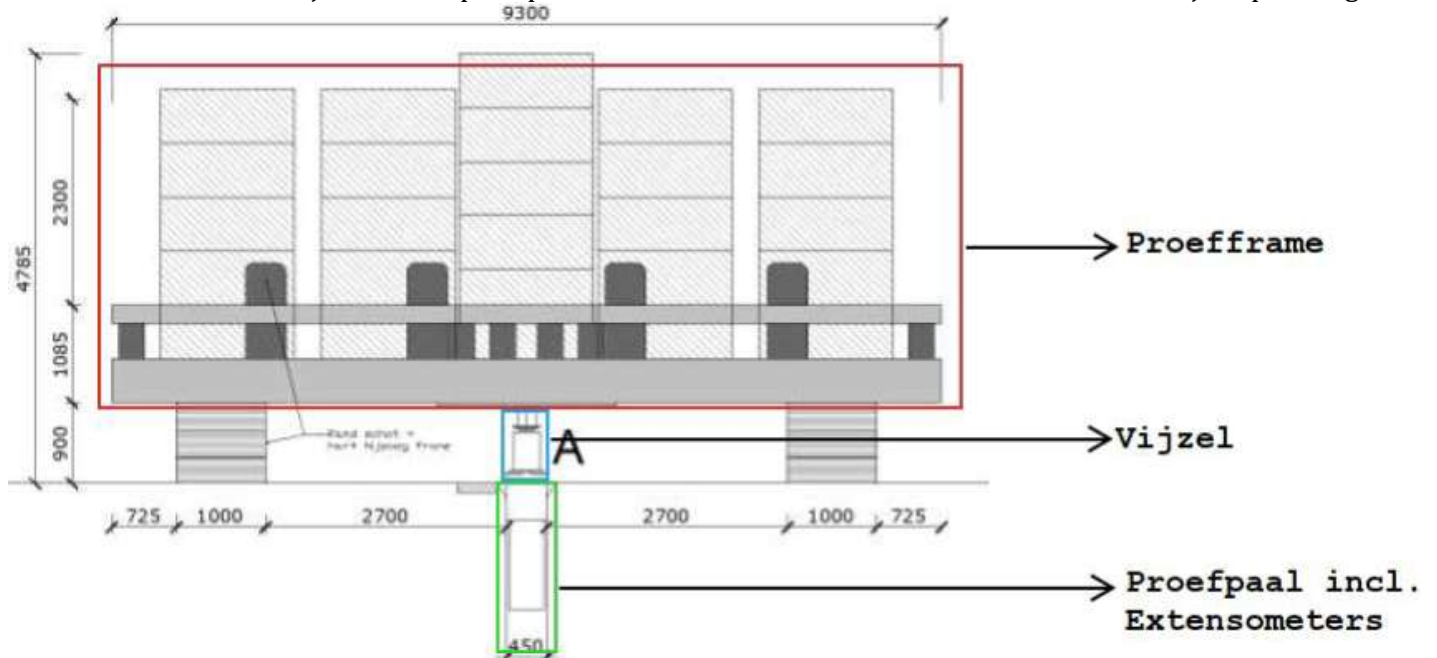


FIGUUR 2 SATELLIET FOTO VAN DE PROEFLOCATIE WERKENDAM

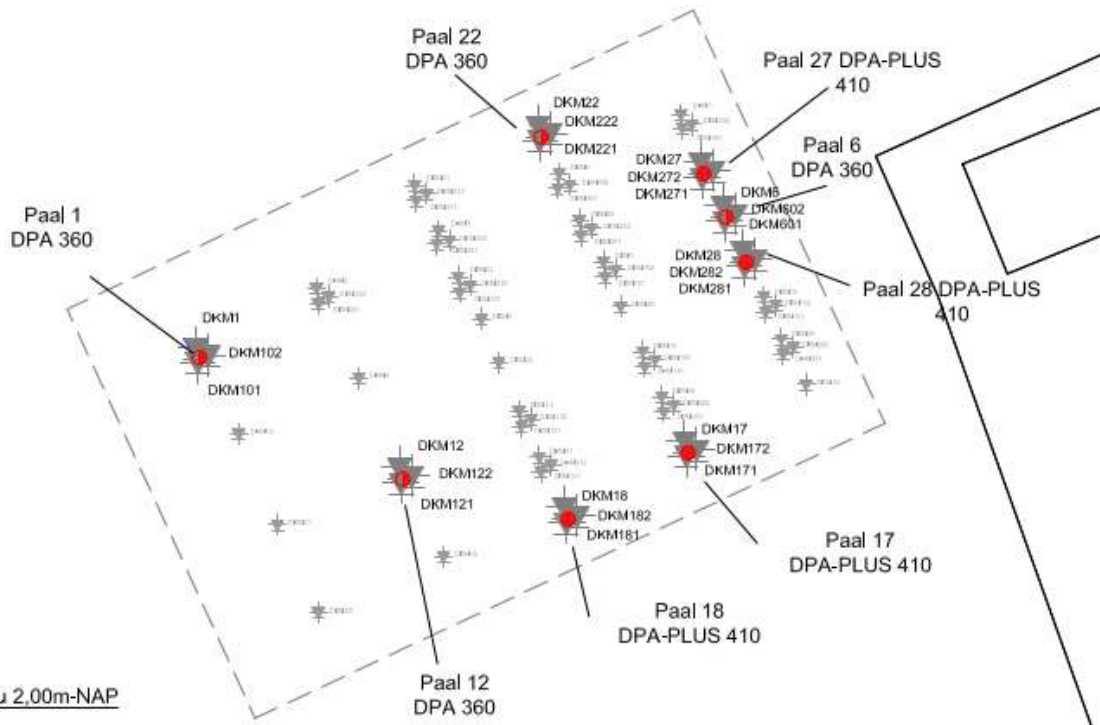


## A2 – SITUATIESCHETS, PROEFOPSTELLING EN PAALLOCATIES

Voor A1 proefbelastingen is het enkel toegestaan de proefbelasting uit te voeren middels een zogenoemde 'Static Load Test'. Hierbij wordt een proefpaal belast door een frame met ballast middels een vijzelopstelling

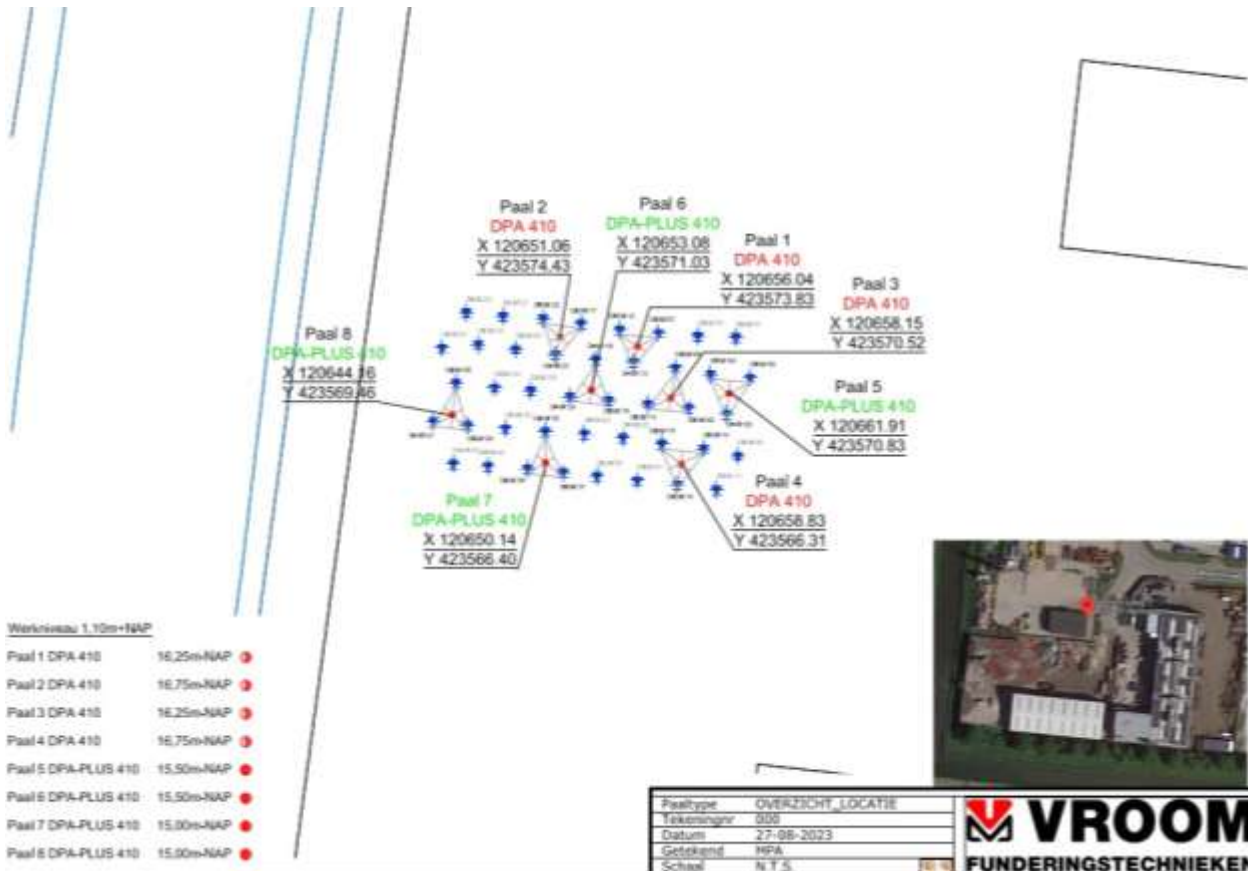


FIGUUR 3 SLT PROEFOPSTELLING



Werkniveau 2,00m-NAP

FIGUUR 4 PAALLOCATIES OOSTWOUD



FIGUUR 5 PAALLOCATIES WERKENDAM



---

### A3 – OPDRACHTGEVERS

---

Vroom Funderingstechnieken BV gevestigd aan Sluisweg 1 1474 HL te Oosthuizen

Van 't Hek Groep BV gevestigd aan Nekkerweg 63 1461 LD te Zuidoostbeemster

---

### A4 – UITVOERENDE INSTANTIE

---

De proefbelastingen zijn uitgevoerd door Vroom Funderingstechnieken BV en Hektec

---

### A5 – ONAFHANKELIJKE TOEZICHTHOUDER

---

Als onafhankelijk deskundig waarnemer is Deltares ingeschakeld vertegenwoordigd door Dirk de Lange. Deltares wordt betrokken bij het bepalen van het paal draagvermogen, supervisie bij uitvoering van de proefpalen en proefuitvoering zelf. Vanuit Deltares wordt een korte onafhankelijkheidsverklaring opgesteld.

Deltares:

D. De Lange

Postbus 177  
2600 MH Delft

**Document:**

11208001-008-GEO-0001\_v1.0-Verklaring als onafhankelijk toezichthouder bij proefbelastingen op DPA en DPA-P - ondertekend

---

### A6 – VERANTWOORDELIJKE RAPPORTAGE

---

De volgende personen hebben zorg gedragen aan het eindrapportage:

- S.J.F. (Stanley) Ligthart



- P. (Patrick) IJnsen



## A7 – DATUM INSTALLATIE EN PROEF

Locatie Oostwoud	Datum installatie	Datum proefbelasting
<b>DPA Ø360</b>		
Paal 1	1-2-2023	14-3-2023
Paal 6	1-2-2023	23-3-2023
Paal 12	1-2-2023	15-3-2023
Paal 22	1-2-2023	22-3-2023
<b>DPA-PLUS Ø310/410</b>		
Paal 17	1-2-2023	21-3-2023
Paal 18	1-2-2023	16-3-2023
Paal 27	1-2-2023	29-3-2023
Paal 28	1-2-2023	28-3-2023

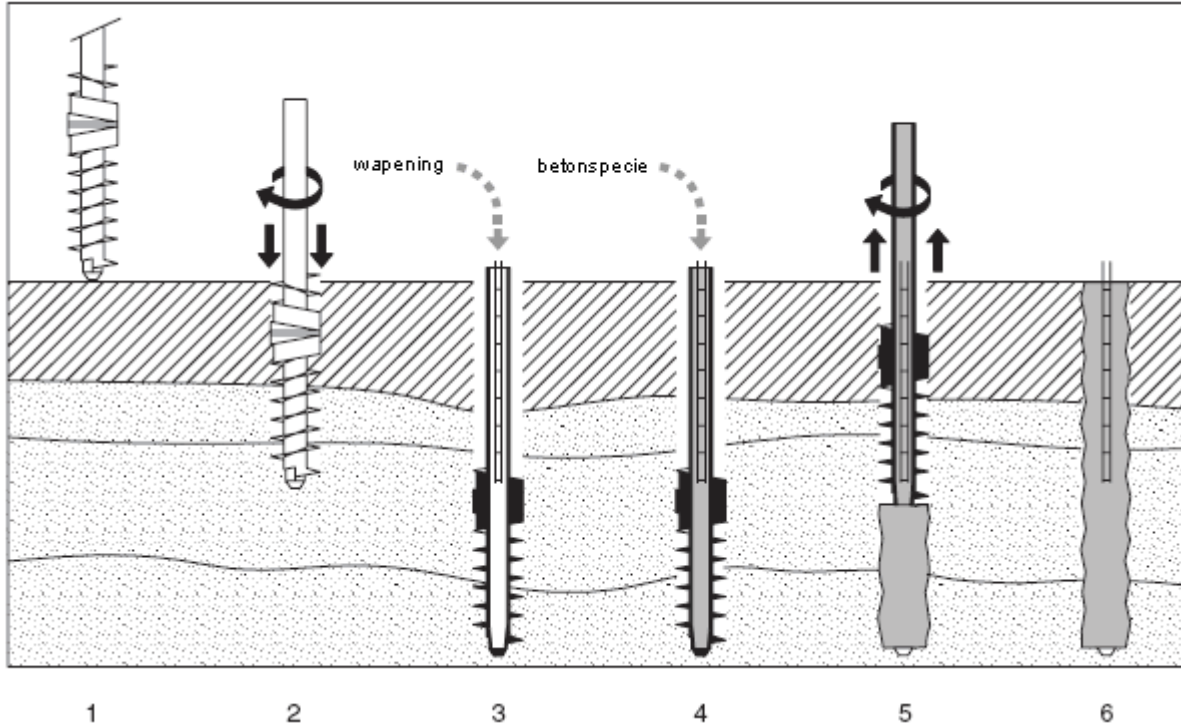
Tabel 3 installatie en beproevingsdata Oostwoud

Locatie Werkendam	Datum installatie	Datum proefbelasting
<b>DPA Ø410</b>		
Paal 1	22-8-2023	2-10-2023
Paal 2	22-8-2023	3-10-2023
Paal 3	22-8-2023	4-10-2023
Paal 4	22-8-2023	5-10-2023
<b>DPA-PLUS Ø410</b>		
Paal 5	23-8-2023	19-10-2023
Paal 6	23-8-2023	11-10-2023
Paal 7	23-8-2023	20-10-2023
Paal 8	23-8-2023	23-10-2023

Tabel 4 installatie en beproevingsdata Werkendam

HET DPA PROCES

WIJZE VAN INSTALLATIE

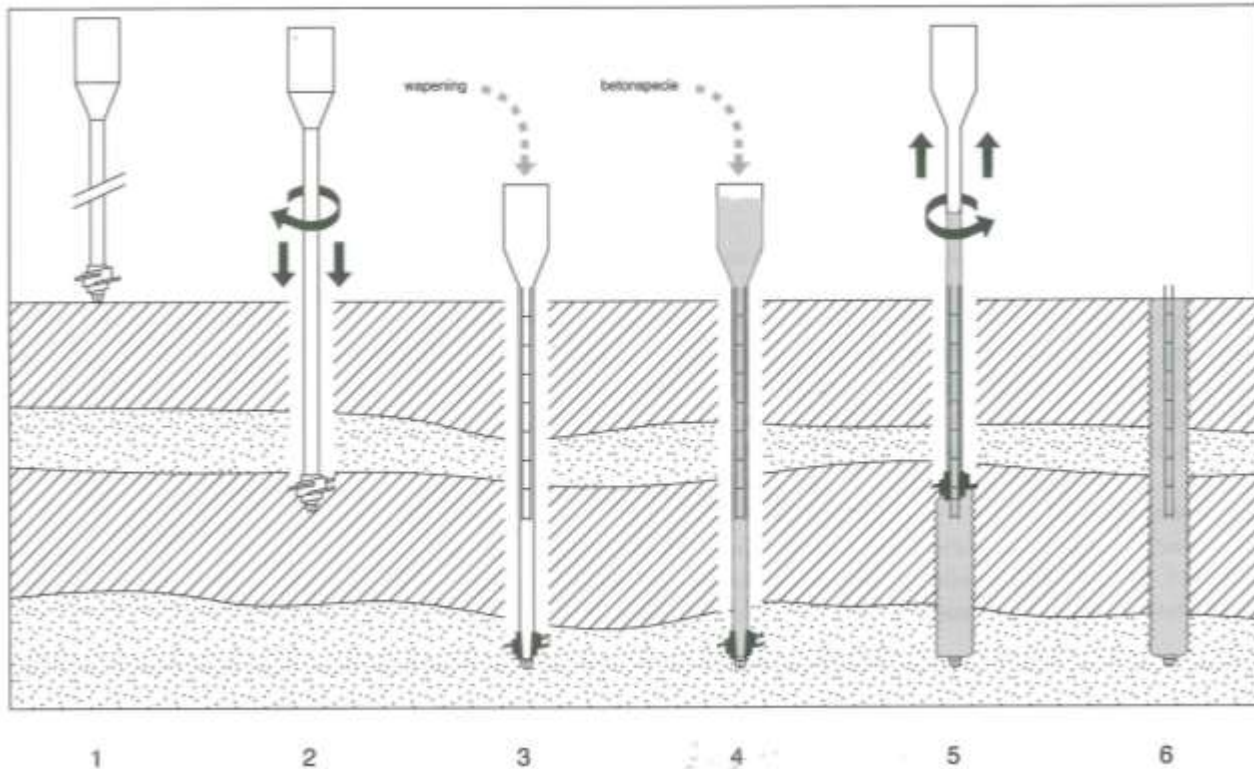


FIGUUR 6 DPA INSTALLATIEWIJZE

1. Een gladde stalen buis is aan de onderzijde verbonden aan een rechts gedraaide schroefmassief. De overgangsconstructie tussen buis en schroefmassief wordt gevormd door een vergrote buis met tegengestelde links draaiende schroefbladen. De buis wordt op maaiveld geplaatst, waarbij de onderzijde wordt voorzien van een losse schroefdop;
2. De DPA schroefbuis wordt rechtsom draaiend op diepte gebracht. De grond wordt aan de punt omhoog gebracht en horizontaal verdrongen bij de overgangsconstructie aan de onderzijde van het verdikte deel. Zodra het verdikte deel in het dragende zandpakket komt, wordt deze zandlaag door verdringing opgespannen;
3. De wapeningskorf wordt afgehangen in de voerbuis;
4. De voerbuis wordt boven maaiveld volgepompt met beton;
5. De DPA schroefbuis wordt rechtsom roterend en gedeeltelijk stilstaand getrokken, tijdens dit proces moet het beton niveau minimaal boven maaiveld blijven;
  - a. Stilstaand trekken van de voerbuis in het bovenste slappe lagen traject zodra mogelijk.
6. De paal wordt afgewerkt en de funderingsmachine wordt verplaatst.

HET DPA-PLUS PROCES

WIJZE VAN INSTALLATIE



FIGUUR 7 DPA-PLUS INSTALLATIEWIJZE

1. Een gladde stalen buis is aan de onderzijde verbonden aan een rechts gedraaide schroefmassief. De overgangsconstructie tussen buis en schroefmassief wordt gevormd door een vergrote buis met tegengestelde links draaiende schroefbladen. De buis wordt op maaiveld geplaatst, waarbij de onderzijde wordt voorzien van een losse schroefdop;
2. De DPA-PLUS schroefbuis wordt rechtop draaiend op diepte gebracht. De grond wordt direct aan de punt horizontaal verdrongen;
3. De wapeningskorf wordt afgehangen in de voerbuis;
4. De voerbuis wordt boven maaiveld volgepompt met beton;
5. De DPA-PLUS schroefbuis wordt linksom roterend getrokken, tijdens dit proces wordt de schroefvormige schacht gecreëerd. Het beton niveau minimaal boven maaiveld blijven;
6. De paal wordt afgewerkt en de funderingsmachine wordt verplaatst.



## PAALDETAILS EN MONITORING

---

Tijdens het installeren van de DPA en DPA-PLUS ten behoeve van de proefbelastingen op de locaties Oostwoud en Werkendam zijn de volgende parameters geregistreerd

### Inboren (Descending):

- Boortoeren - Rpm
- Boormoment - Tm
- Pulldown – Ton
- Zaksnelheid - cm/sec

### Uithalen (Ascending):

- Boortoeren - Rpm
- Boormoment - Tm
- Haalsnelheid - cm/sec
- Vulgraad - %

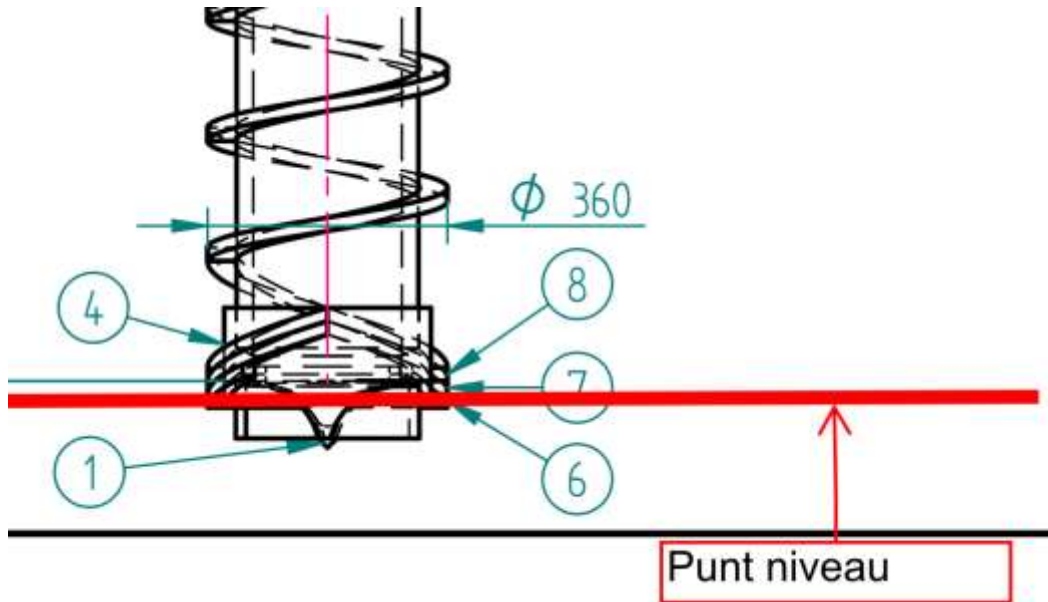
De vulgraad is een percentage van de theoretisch benodigde hoeveelheid beton. Vulgraad ligt normaliter tussen 105 en 120 %.

Vanuit de ruwe data kan de schraapfactor worden berekend, deze wordt voor grond verdringend schroeven normaliter niet gepresenteerd maar is voor deze rapportage toegevoegd.

Voor de presentatie van de installatie parameters per paal (paalregistraties) wordt verwezen naar Bijlage 2.

BEPALING VAN HET PAALPUNT NIVEAU DPA

Voor de DPA paal wordt vastgelegd dat de onderzijde van de schroefbuis het gedefinieerde paalpunt niveau is. Vanaf dit niveau kan de gehele paal uitvloeien naar de paal diameter.



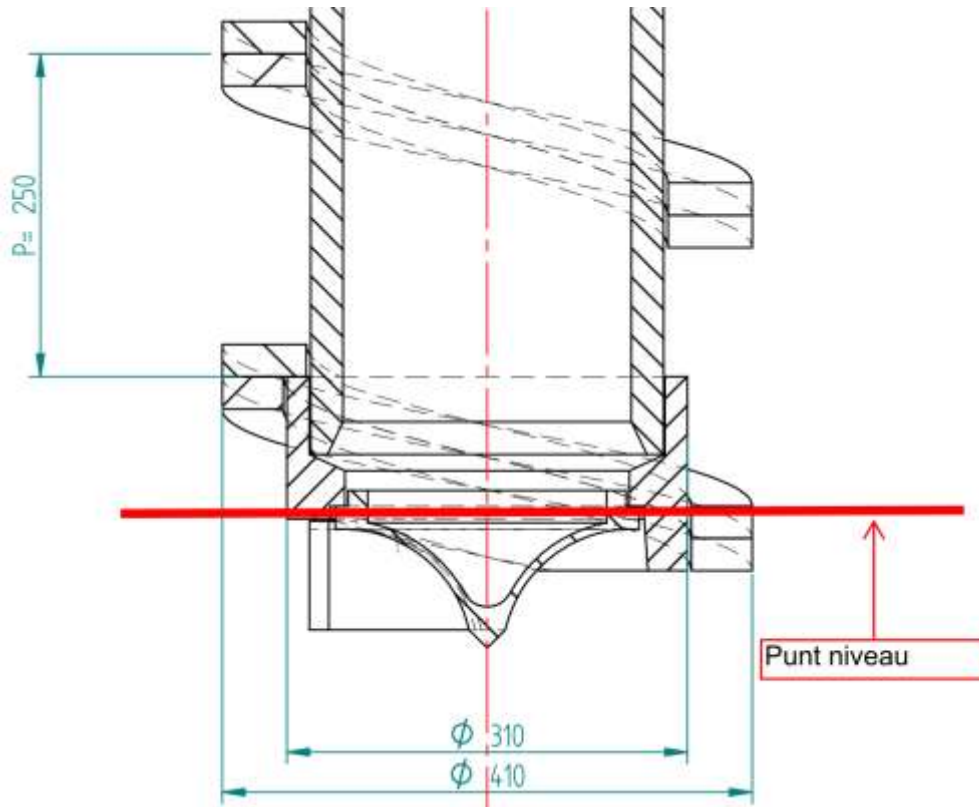
De schroefdop voor beide gebruikte diameters DPA paal ( 360 mm en 410 mm) is  $\phi 273$ mm diameter en 12cm hoog. Aan 2 zijden is de dop voorzien van aandrijfnokken.



De constructie tekeningen van de DPA palen is toegevoegd in bijlage 3

## BEPALING VAN HET PAALPUNT NIVEAU DPA-PLUS

Voor de DPA-PLUS paal wordt vastgelegd dat de onderzijde van de schroefbuis het gedefinieerde paalpunt niveau is. Vanaf dit niveau kan de schroefvorm uitvloeien naar de schoepdiameter  $\phi 410$  en wordt de kerndiameter  $\phi 310$  gemaakt..



De schroefdop is  $\phi 273$ mm diameter en 12cm hoog. Aan 2 zijden is de dop voorzien van aandrijfnokken.



De constructie tekeningen van de DPA-PLUS palen is toegevoegd in bijlage 3

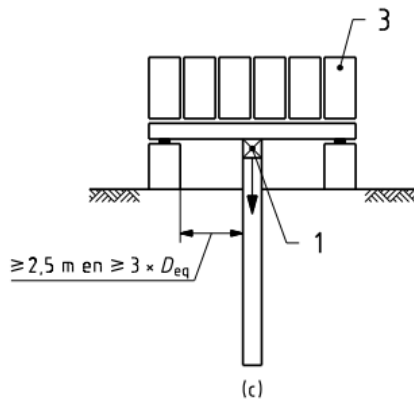
## A10 – WERKTEKENING PROEFPALLEN



De rekmeting is bij alle proefbelastingen uitgevoerd met een “retrievable extenso meter” waarbij één sensor nabij de paalkop is geplaatst, de tweede sensor op de overgang van slappe naar draagkrachtige grondlagen en drie sensoren verdeeld over de draagkrachtige laag waarvan 1 nabij de paalpunt. De werktekeningen zijn toegevoegd in bijlage 4. Hier zijn ook de segmentlengtes en sensorafstanden t.o.v. NAP aangegeven.

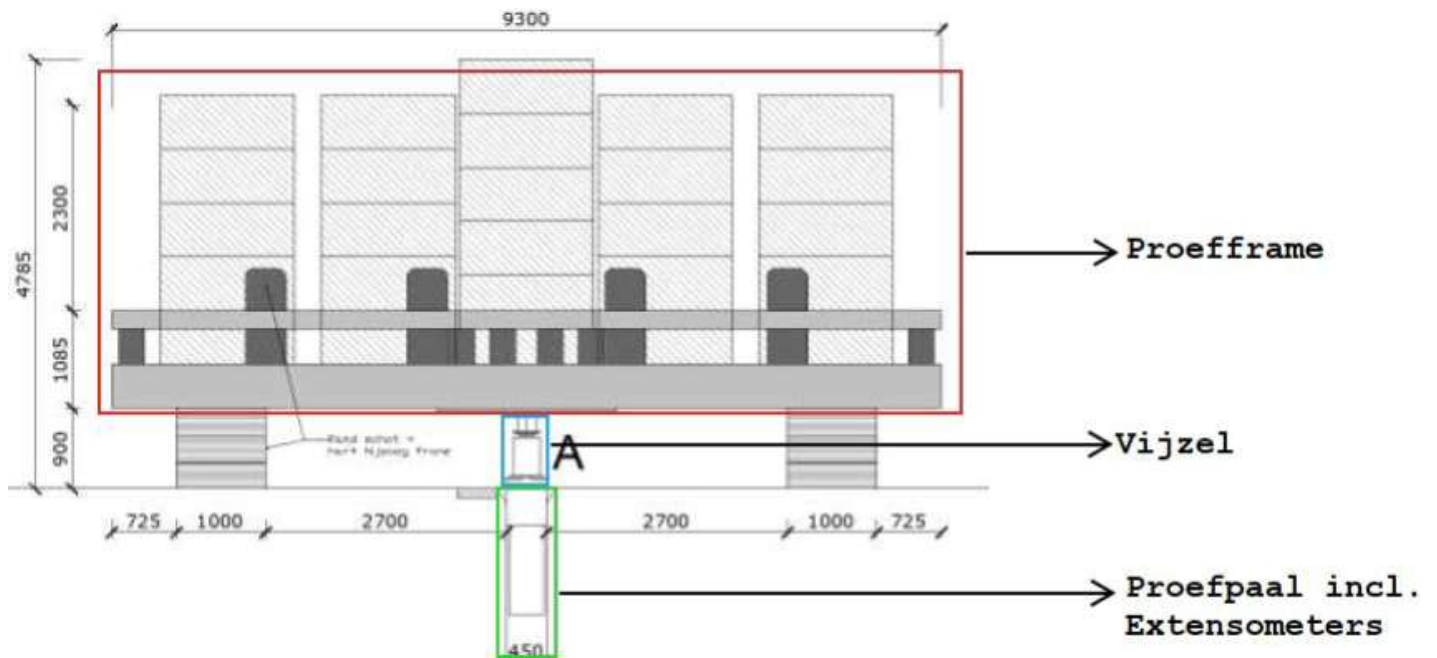
PROEFOPSTELLING

De proef wordt uitgevoerd middels een reactieframe, hier worden ballast blokken opgestapeld. Het frame heeft een lengte van 9.30m' waardoor de schotten tenminste  $\geq 2.50m'$  en  $\geq 3D$  uit de rand van de paal worden geplaatst. De afbeelding schrijft de randvoorwaarden voor.



Algemene tekening proefpaal met vijzel (1) op reactieframe met ballast (3)

In de opstelling van Vroom wordt de randafstand vergroot naar 2700mm. Het frame wordt geplaatst op schotten van tenminste 1.00m' breed, zodat het proefframe aan beide zijde iets uitkraagt. De rand van het schot dient op het hart van het buitenste hijs oog te worden geplaatst. Op het frame worden ballast blokken geplaatst á 10 ton het stuk, deze zorgen voor de reactiekracht op de paal. De ruimte onder de schotten is c.a. 900mm zodat voldoende ruimte over blijft om de vijzel en loadcell te plaatsen, zie hiervoor detail A.



Tekening van de proefpaal met vijzel op reactieframe met ballast

## A13 – BESCHRIJVING GETROKKEN PAAL

Na proefbelasten zijn een 4-tal DPA en een 4-tal DPA-PLUS paal uit de grond getrokken om de E A-modules te bepalen. In onderstaande tabellen zijn de opmetingen van deze palen in tabel vorm opgegeven. Daarna zijn de E-waarden aangegeven welke zijn gebruikt ter bepaling van de verdere kracht afdracht, deze zijn bepaald in M14.

Alle palen zijn voorzien een stalen casing welke c.a. 50cm boven het maaiveld uit steekt. De metingen van de palen is inclusief de lengte van de casing waardoor de palen langer zijn dan de productie lengte.





**Oostwoud DPA** – bij paal 1 is een insnoering gevonden op c.a. 1.80m’ boven de paalpunt. Daarnaast zijn voor alle getrokken palen een losse voetplaat of geen voetplaat waargenomen aan de onderzijde van de paal, de paalwapeningen zijn aan de onderzijde zichtbaar.



	Paal 1		
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]
0	109	347	95
1	109	347	95
2	112	357	100
3	114	363	103
4	114	363	103
5	129	411	132
6	136	433	147
7	134	427	143
8	128	408	130
9	111	354	98
10	116	369	107
11	116	369	107
12	112	357	100
13	113	360	102
14	111	354	98
15	89	283	63
16	117	373	109
16.1	117	373	
16.4	wapening		1833

	Paal 12			
	Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]
	0	109	347	95
	1	109	347	95
	2	111	354	98
	3	115	366	105
	4	120	382	115
	5	122	389	119
	6	136	433	147
	7	130	414	135
	8	125	398	124
	9	116	369	107
	10	116	369	107
	11	115	366	105
	12	115	366	105
	13	115	366	105
	14	116	369	107
	15	117	373	109
	16	118	376	111
	16.1	voetplaat		
				1889

**Oostwoud DPA-PLUS** – Schoepen zijn over de onderste 2m' zichtbaar van lagere kwaliteit, het is niet bekend of deze zijn weggespoten tijdens het lansen en trekken van de palen of dat deze zijn afgebroken tijdens het testen van de palen. Daarnaast is voor deze palen geen voetplaat waargenomen aan de onderzijde van de paal, de paalwapeningen zijn aan de onderzijde zichtbaar.



Paal 18					
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]	Flens dikte [cm]	Flens hoogte [cm]
0	110	350	96	6	5.5
1	109	347	95	6	4.5
2	117	373	109	4.5	3.0
3	113	360	102	5.5	2.0
4	123	392	120	6	0.0
5	138	439	152	6	0.0
6	149	475	177	6	0.0
7	144	459	165	6	0.0
8	137	436	149	6	0.0
9	120	382	115	6	2.0
10	116	369	107	6	4.0
11	108	344	93	4.5	4.5
12	105	334	88	5	4.0
13	105	334*	88	5	4.0
13.7	101	322*	57	5	0.5
13.8	wapening				

\* De gemeten diameter betreft de kerndiameter van de paal gemeten over het beton. Wanneer de flens afwezig is aan de onderzijde van de paal wordt alleen de betonkern gemeten. Oorspronkelijk zijn hier wel flenzen aanwezig geweest omdat de breuk op het beton oppervlak zichtbaar is.

	<b>Paal 27</b>				
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]	Flens dikte [cm]	Flens hoogte [cm]
0	110	350	96	5.5	3.5
1	110	350	96	5.5	2.5
2	114	363	103	5.5	1.0
3	123	392	120	4.5	1.0
4	123	392	120	6	1.0
5	139	443	154	6.5	1.0
6	135	430	145	6	1.0
7	135	430	145	6	1.0
8	135	430	145	6	1.0
9	113	360	102	6	4.0
10	108	344	93	4.5	5.0
11	107	341	91	4	5.5
12	99	315	78	5	5.5
13	102	325*	83	5	0.5
14	102	325*	83	5	0.5
14.2	wapening				

**Werkendam DPA** – Er zijn geen visuele afwijkingen waargenomen in deze palen. De gemeten omtrek is het dikste deel van de paal. Voetplaten zijn allemaal aanwezig en zijn goed ingebed in de beton.



	Paal 1	DPA	
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]
0	129	411	132
1	142	452	161
2	137	436	149
3	131	417	137
4	130	414	135
5	126	401	126
6	124	395	122
7	122	389	119
8	122	389	119
9	128	408	130
10	132	420	139
11	134	427	143
12	153	487	186
13	131	417	137
14	130	414	135
15	131	417	137
16	133	424	141
17	133	424	141
Punt 17.50	134	427	
			2487

	Paal 2	DPA	
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]
0	129	411	132
1	144	459	165
2	138	439	152
3	132	420	139
4	130	414	135
5	130	414	135
6	128	408	130
7	124	395	122
8	125	398	124
9	136	433	147
10	141	449	158
11	139	443	154
12	153	487	186
13	133	424	141
14	134	427	143
15	135	430	145
16	137	436	149
17	137	436	149
Punt 18.00	134	427	
			2608

**Werkendam DPA-PLUS** – Er zijn geen visuele afwijkingen waargenomen in deze palen. De gemeten omtrek is het dikste deel van de paal. Voetplaten zijn allemaal aanwezig en zijn goed ingebed in de beton. Alle schoepen zitten aan de paal vast.



	Paal 7	DPA-PLUS			
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]	Flens dikte [cm]	Flens hoogte [cm]
0	129	411	132	6	8.0
1	113	360	102	5.5	8.5
2	121	385	117	5.5	9.0
3	112	357	100	5	9.0
4	114	363	103	4.5	9.5
5	116	369	107	4.5	9.5
6	116	369	107	4.5	9.5
7	114	363	103	4.5	9.5
8	110	350	96	4.5	9.5
9	108	344	93	4.5	9.5
10	108	344	93	4.5	9.5
11	106	338	89	4.5	9.5
12	110	350	96	4.5	9.5
13	112	357	100	4.5	9.5
14	106	338	63	5.5	10.0
15	104	331	60	4	9.0
16	103	328	59	4	9.0
Punt 16.25	103	328	59	4	9.0
			1622		



	Paal 8	DPA-PLUS			
Diepte [m]	omtrek [cm]	diameter [mm]	volume [liter]	Flens dikte [cm]	Flens hoogte [cm]
0	129	411	132	6	8.0
1	115	366	105	5.5	8.5
2	123	392	120	5.5	9.0
3	115	366	105	5	9.0
4	117	373	109	4.5	9.5
5	118	376	111	4.5	9.5
6	119	379	113	4.5	9.5
7	116	369	107	4.5	9.5
8	111	354	98	4.5	9.5
9	110	350	96	4.5	9.5
10	111	354	98	4.5	9.5
11	108	344	93	4.5	9.5
12	109	347	95	4.5	9.5
13	115	366	105	4.5	9.5
14	108	344	65	5.5	10.0
15	107	341	64	4	9.0
16	105	334	61	4	9.0
Punt 16.25	105	334	61	4	9.0
			1679		



## GRONDCONDITIES

G1	Gegevens van de grond in de nabijheid van de proefpaal.	A1	A2	B	C	D
G2	Resultaten van de sonderingen met een verwijzing naar het grondonderzoeksrapport. Het integrale grondonderzoeksrapport behoort als bijlage in de proefbelastingsrapportage te zijn opgenomen. Digitale files van alle sonderingen in GEF-format.	A1	A2	B	C	D
G3	Grondwaterstand tijdens de proef met de eventuele variaties.	A1	A2	B	C	D
G4	Aanwezigheid van eventuele recente grondaanvullingen, ontgravingen en grondverbeteringen.	A1	A2	B	C	D
G5	Indien relevant en bekend, aard en omvang van verontreiniging.	A1	A2	B	C	D
G6	Verwachte grootte van de negatieve kleeft.	A1	A2	B	C	D
G7	Wijze van berekenen van het draagvermogen en de last-verplaatsingsgrafiek en het toegepaste gevalideerde rekenprogramma.	A1	A2	B	C	D
G8	Prognose van de maximale weerstand van de paalpunt in de grond en van de maximale schachtwrijving in de onderscheiden grondlagen.	A1	A2			
G9	Prognose van het draagvermogen.			B	C	D
G10	Prognose van de last-verplaatsingsgrafiek.	A1	A2	B		

## G1 – GRONDGEGEVENS NABIJ PROEFPAAL

De bodemgesteldheid over het gehele terrein is uniform. De toplaag heeft een oorspronkelijk agrarische achtergrond het terrein is in de afgelopen 5 jaar niet ontgraven of opgehoogd. Het maaiveld t.o.v. NAP varieert licht van 2.00m +/- NAP tot 2.30m +/- NAP. In onderstaande tabel zijn laagdiktes aangegeven.

Het slootpeil bevindt zich op c.a. 1.50m +/- maaiveld.

laagbeschrijving	Niveau	Dikte
	0	[m]
Grasveld, teelaarde	0.00	0.50
Klei, zandig	- 0.50 tot -1.00	0.50
Klei, lemig, stoorlaagjes van mogelijk organisch materiaal	- 1.00 tot - 9.00	8.00
Zand-matig gepakt	-9.00 tot -25.00	16.00

De bodemgesteldheid over het gehele terrein is uniform. Toplaag heeft een oorspronkelijke achtergrond van repac verharding het terrein is in de afgelopen 5 jaar niet ontgraven of opgehoogd. Het maaiveld t.o.v. NAP varieert licht van 1.00m +/- NAP tot 1.20m +/- NAP. In onderstaande tabel zijn laagdiktes aangegeven. Voor de uitvoering van de paalproeven wordt de repac laag weggehaald en vervangen door los zand.

Het slootpeil bevindt zich op c.a. 1.50m +/- maaiveld.

laagbeschrijving	Niveau	Dikte
	0	[m]
Repac	1.00	1.20
Klei, zandig	-0.20 tot -1.00	0.80
Zandig - klei achtig	-1.00 tot -3.00	3.00
Klei, mogelijk organisch materiaal	- 4.00 tot - 9.50	5.50
Zand-matig gepakt	-9.50 tot -24.50	15.00

## G2 – RESULTATEN SONDERINGEN

De sonderingen zijn terug te vinden in het sonderingsrapport, bijgevoegd in de bijlage 1.

---

### G3 – GRONDWATERSTAND TIJDENS PROEF

---

De grondwaterstand bevindt zich op dezelfde hoogte als het slootpeil. Het slootpeil bevindt zich op c.a. 1.50m -/- maaiveld, zoals vermeld in hoofdstuk G1 – Grondgegevens nabij proefpaal. Dit is van toepassing op beide projecten.

---

### G4 – GRONDAANVULLING/VERBETERING

---

**Oostwoud:** De toplaag repac is uitgegraven en vervangen door zand verloren kracht in deze lagen te verminderen.

**Werkendam:** De toplaag repac is losgewoeld om de verloren kracht in deze lagen te verminderen.

---

### G5 – VERONTREINIGING

---

Op deze projecten is geen sprake van exceptionele bodemvervuiling. Onderzoek hiernaar heeft geen invloed op de rapportage, er is daarom geen bijlage toegevoegd

---

### G6 – VERWACHTTE GROOTTE NEGATIEVE KLEEF

---

Negatieve kleef is niet van toepassing, de draagkracht van het slappe lagen pakket wordt gemeten middels plaatsing van extenso meters.

---

### G7 – GEVALIDEERDE REKENPROGRAMMA

---

De berekeningen ten behoeve van de draagkrachttabellen zijn in overeenstemming met D. de Lange opgesteld met Deltares software D-foundations 22.1, waarbij Deltares de mogelijkheid heeft de afsnuitingen niet mee te nemen in de berekeningen, dit in tegenstelling tot in de markt verkrijgbare software. De draagkrachttabellen, evenals de last-verplaatsingsgrafieken zijn bijgevoegd in het draaiboek per proef project.

---

### G8 – PROGNOSE MAXIMALE PUNTWEERSTAND EN SCHACHTVRIJVING

---

De maximale puntweerstand en schachtwrijving tabellen en grafieken zijn toegevoegd in het draaiboek. Hier is uitgegaan van de door de NPR voorgeschreven waarden van  $\alpha_p = 1.0$  en  $\alpha_s = 1.0\%$  en daarnaast de geprognostiseerde waarden door de uitvoerende partij met  $\alpha_p = 0.8$  en  $\alpha_s = 1.5\%$

---

### G9 / G10 – PROGNOSE LAST-VERPPLAATSINGSGRAFIEK

---

De geprognostiseerde last-verplaatsingen grafieken zijn toegevoegd in het draaiboek per project. Hier is uitgegaan van de geprognostiseerde waarden door de uitvoerende partij met  $\alpha_p = 0.8$  en  $\alpha_s = 1.5\%$  op basis van 1 van de 3 sonderingen.

## INSTALLATIE VAN DE PAAL

I	Installatie van de paal					
11	Bij geheide systemen: kalender en energie-instelling van de hamer, afmetingen van de heibuis en de voetplaat.	A1	A2	B	C	
12	Bij in de grond gevormde palen: registratie van het boormoment (kNm) en aandrukkracht (kN) tegen de diepte.	A1	A2	B	C	
13	Registratie van verplaatsing van de paalpunt in de tijd en aantal omwentelingen van de boorbuis of avegaar per meter penetratie.	A1	A2	B	C	
14	Hoeveelheid verwerkt beton in het geval van in de grond gevormde palen.	A1	A2	B	C	D
15	Tijdsduur van inbrengen of fabricage van de paal.	A1	A2	B	C	
16	Samenstelling van het grout- of betonmengsel.	A1	A2	B	C	
17	Toegepaste hoeveelheid grout of injectiewater en de trajecten waarover deze eventueel zijn toegepast.	A1	A2	B	C	D
18	Grout- of betondrukregistratie in de tijd.	A1	A2	B	C	
19	Bijzonderheden die zich bij de paalfabricage en de paalinstallatie hebben voorgedaan.	A1	A2	B	C	D

---

## 12 – REGISTRATIE BOORMOMENT

---

Voor de registratie van het boormoment wordt verwezen naar bijlage 2

---

## 13 – REGISTRATIE VERPLAATSING PAALPUNT

---

Voor de registratie van de zaksnelheid, toerental en de berekende schraapfactor wordt verwezen naar bijlage 2

---

## 14 – REGISTRATIE BETONHOEVEELHEID

---

Voor de registratie van de betonhoeveelheid en vulgraad wordt verwezen naar bijlage 2

---

## 15 – REGISTRATIE TIJDSDUUR INSTALLATIE

---

Voor de registratie van de installatietijd wordt verwezen naar bijlage 2

---

## 16 – REGISTRATIE SAMENSTELLING BETONMENGSEL

---

De samenstelling van het betonmengsel is opgenomen middels de bestelling bij de leverancier.

### BETONSAMENSTELLING;

---

Paaltype :	<b>DPA PAAL</b>	mix :	
B - waarde	<b>C45/55</b>		
Milieuklasse :	<b>XC2</b>		
Schudmaat (+ cretoplast 0.4%)	<b>F5 -&gt; goed verpompbaar</b>		
Min. Cementgehalte :	<b>375</b> Kg/m <sup>3</sup>	<b>CEM III</b>	
Vliegas	<b>-</b> Kg/m <sup>3</sup>		
<b>Betomix 220 0,4%</b>	<b>0,40%</b>		
Grindsoort :	<b>100% 2-8mm</b>		
Zandpercentage :	<b>&gt; 45 %</b>	<b>*Minimale hoeveelheid fijn</b>	<b>180 l/m<sup>3</sup></b>

---

### OPMERKINGEN;

- Exacte aanvang in overleg met projectleider van het werk



Daarnaast is er bij de proeven in Werkendam een aanvullende controle van de vloeimaat gedaan op het werk door de betontechnoloog. Er bleek een waterbehoefte te zijn op het werk om voldoende schudmaat in het beton te verkrijgen.



---

## 17 – REGISTRATIE TOEGEPASTE HOEVEELEHEID INJECTIEWATER

---

De DPA en DPA-PLUS paal zijn paalsystemen welke worden geïnstalleerd zonder injectie.

---

## 18 – REGISTRATIE BETONDRIJK

---

Omdat DPA en DPA-PLUS palen worden gemaakt met een “open systeem” en kolomdruk in de casing wordt slechts de vulgraad als controle parameter gebruikt. De vulgraad is gepresenteerd in bijlage 2.

---

## 19 – BIJZONDERHEDEN TIJDENS INSTALLATIE

---

Eventuele bijzonderheden tijdens het installeren van de palen worden vastgelegd op de boorstaat, de boorstaten zijn gepresenteerd in bijlage 2



## MEETINSTRUMENTEN EN METINGEN – STATISCHE PROEF

M1	Beschrijving van apparatuur voor het meten van: — axiale kracht op de paalkop van de proefpaal; — axiale verplaatsingen van de paalkop van de proefpaal; — hoogte-referentiemetingen ten opzichte van het vaste punt.	A1	A2	B	C	D
M2	Documenten over de ijking van de drukdozen, de vijzels en de opnemers.	A1	A2	B	C	D
M3	Foto's van de meetinstrumenten na aanbrengen op de wapeningskorf.	A1	A2			
M4	Tekening met alle instrumentatie in de paal in een doorsnede met maatvoering ten opzichte van NAP.	A1	A2			
M5	Indien aanwezig, de diepten van de dwarsdoorsneden van de schacht van de proefpaal, waarin rekmeters zijn aangebracht voor het meten van de normaalkracht in die doorsneden. Alle niveaus ten opzichte van NAP.	A1	A2			
M6	Indien aanwezig, de diepten van de dwarsdoorsneden van de schacht van de proefpaal, ten opzichte waarvan met behulp van meetstaven of meetsnaren de relatieve verplaatsing van de kop van de proefpaal is bepaald. Alle niveaus ten opzichte van NAP.	A1	A2			
M7	Registratie van oliedruk in vijzel en de belasting bepaald op basis van de oliedruk in de tijd.	A1	A2	B	C	D
M8	Registratie van de belasting gemeten met de loadcell in de tijd.	A1	A2	B	C	D
M9	Grafiek waarin de belasting op basis van oliedruk is uitgezet tegen de belasting gemeten met behulp van de loadcell.	A1	A2	B	C	D
M10	Rekken in de gekozen doorsneden van de schacht van de proefpaal in de tijd dan wel relatieve verplaatsingen van de gekozen dwarsdoorsneden van de schacht ten opzichte van de afgewerkte kop van de proefpaal in de tijd.	A1	A2			
M11	Eventuele resultaten van de metingen uitgevoerd tijdens de installatie van de proefpalen.	A1	A2			
M12	Controlemetingen tijdens de proef, zoals waterpassingen ten opzichte van een onafhankelijk referentiepunt.	A1	A2	B	C	D
M13	Alle bijzonderheden tijdens de proef, zoals uitval van opnemers, invullen van vijzels, variaties in vijzeldrukken door storingen of andere onregelmatigheden.	A1	A2	B	C	D
M14	Wijze van vaststellen, de meetgegevens en de bepaling van elasticiteitsmodulus $E$ door meting.	A1				
M15	Uitwerking van de statische proefbelasting, zie 10.2.	A1	A2	B	C	D

### M1 – BESCHRIJVING MEETAPPARATUUR

Conform beschrijving in het draaiboek en hoofdstuk A11.

### M2 – IJKINGSDOCUMENTEN MEETAPPARATUUR

Voor de calibratie certificaten van de meetapparatuur wordt verwezen naar bijlage 6.

### M3 – MEETINSTRUMENTEN NA AANBRENGEN

---

Voor een fotorapportage wordt verwezen naar bijlage 7.

### M4 – PAALDOORSNEDE TEKENING INCL. MEETINSTRUMENTEN

---

Voor de detailtekening van de paal incl. meetinstrumenten wordt verwezen naar bijlage 3.

### M5 – PAALDOORSNEDE TEKENING INCL. EXTENSOMETERS

---

Voor de detailtekening van de paal incl. meetinstrumenten wordt verwezen naar bijlage 3.

### M6 – PAALDOORSNEDE TEKENING INCL. MEETSNAREN

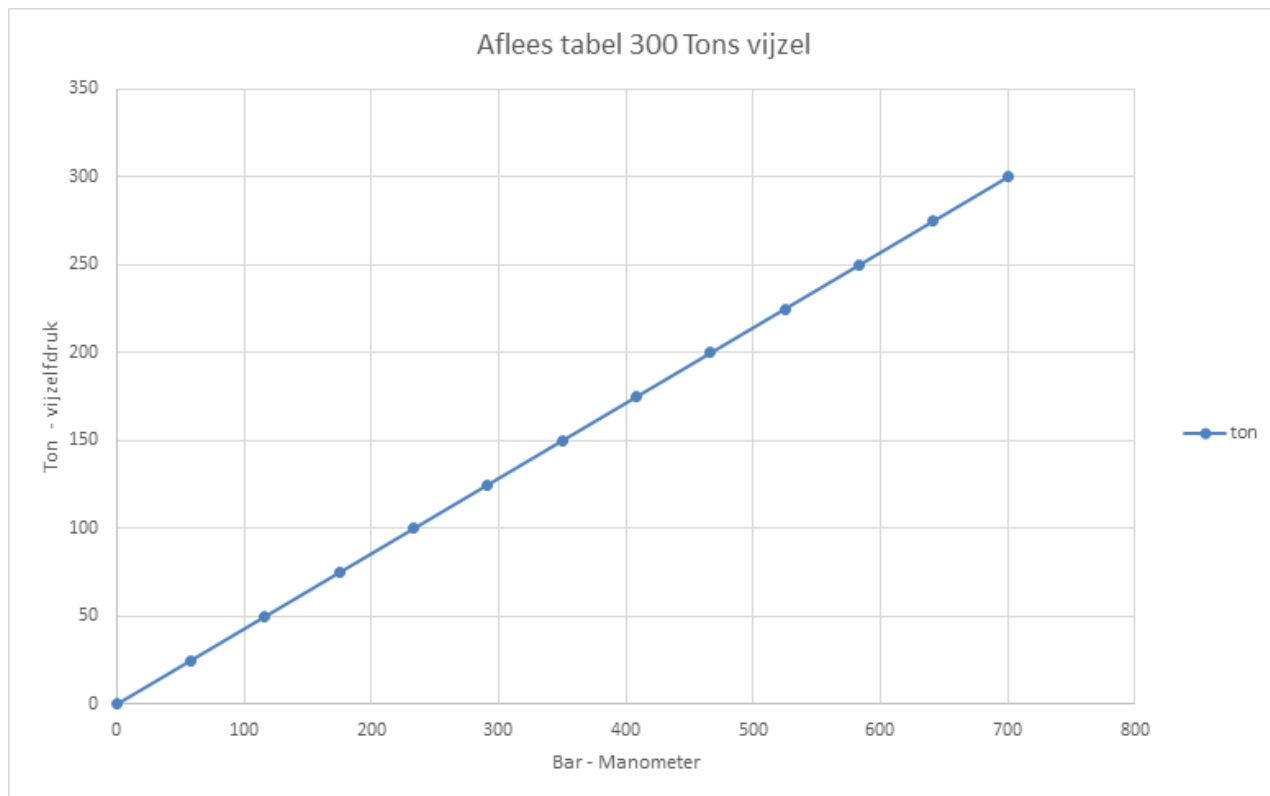
---

Niet van toepassing.

### M7 – REGISTRATIE OLIEDRUK IN VIJZEL

---

De oliedruk is handmatig vastgelegd tijdens de uitvoer van proefbelasting voor deze registratie wordt verwezen naar het veldwerkverslag dat is gepresenteerd in bijlage 8.



### M8 – REGISTRATIE BELASTING LOADCELL

---



Voor de registraties van kracht, verplaatsing en rek per paal wordt verwezen naar bijlage 9. De registratie bijzonderheden zijn vermeld in hoofdstuk M13.

---

### M9 – GRAFIEK BELASTING - OLIEDRUK

---

Voor de gehanteerde oliedruk als controle middel op de gemetenkracht wordt verwezen naar het veldwerkverslag in bijlage 8. De registratie bijzonderheden zijn vermeld in hoofdstuk M13.

---

### M10 – REGISTRATIE VAN DE EXTENSO METERS IN DE TIJD

---

Voor de registraties van kracht, verplaatsing en rek per paal wordt verwezen naar bijlage 9. De registratie bijzonderheden zijn vermeld in hoofdstuk M13.

---

### M11 – CONTROLE METINGEN TIJDENS DE UITVOERING VAN DE PROEFBELASTING

---

Voor de controle waterpassing tijdens de uitvoering van de proefbelastingen wordt verwezen naar het veldwerkverslag in bijlage 8. De registratie bijzonderheden zijn vermeld in hoofdstuk M13.

## M13 – REGISTRATIE BIJZONDERHEDEN EN AFWIJKINGEN

Voor de registratie van bijzonderheden en afwijkingen tijdens de uitvoering van de proefbelastingen wordt verwezen naar het veldwerkverslag in bijlage 8. In de tabel hieronder zijn de belangrijkste bijzonderheden per paal opgenomen. In de veldwerkrapportage zijn de controles van de kruipmaat gedaan.

Locatie Oostwoud	Waarnemingen test	Waarnemingen data
<b>DPA Ø360</b>		
Paal 1	2 keer pomp bij de vijzel stuk gedraaid omdat de 3-fase andersom aangesloten zit.	Extensometer set onbetrouwbaar door installatie tijdens sneeuw, kalibratie niet goed uitgevoerd voorafgaand aan de test. Geen
Paal 6	Extreem vroeg bezweken	
Paal 12	Extreem vroeg bezweken, vijzelslag maximaal. Paal lijkt weer draagkracht te vinden bij grotere verplaatsing.	Paalvoet sensor grote verplaatsing
Paal 22	Op 170 T oliereservoir leeg, deze bijgevuld (tussen 650 en 750min)	Geen
<b>DPA-PLUS Ø310/410</b>		
Paal 17	Geen	Paalvoet sensor extreme verplaatsing
Paal 18	Geen	Geen
Paal 27	Correctie in meting gedaan Extensometer 1	Paalvoet sensor extreme verplaatsing
Paal 28	Geen	Geen



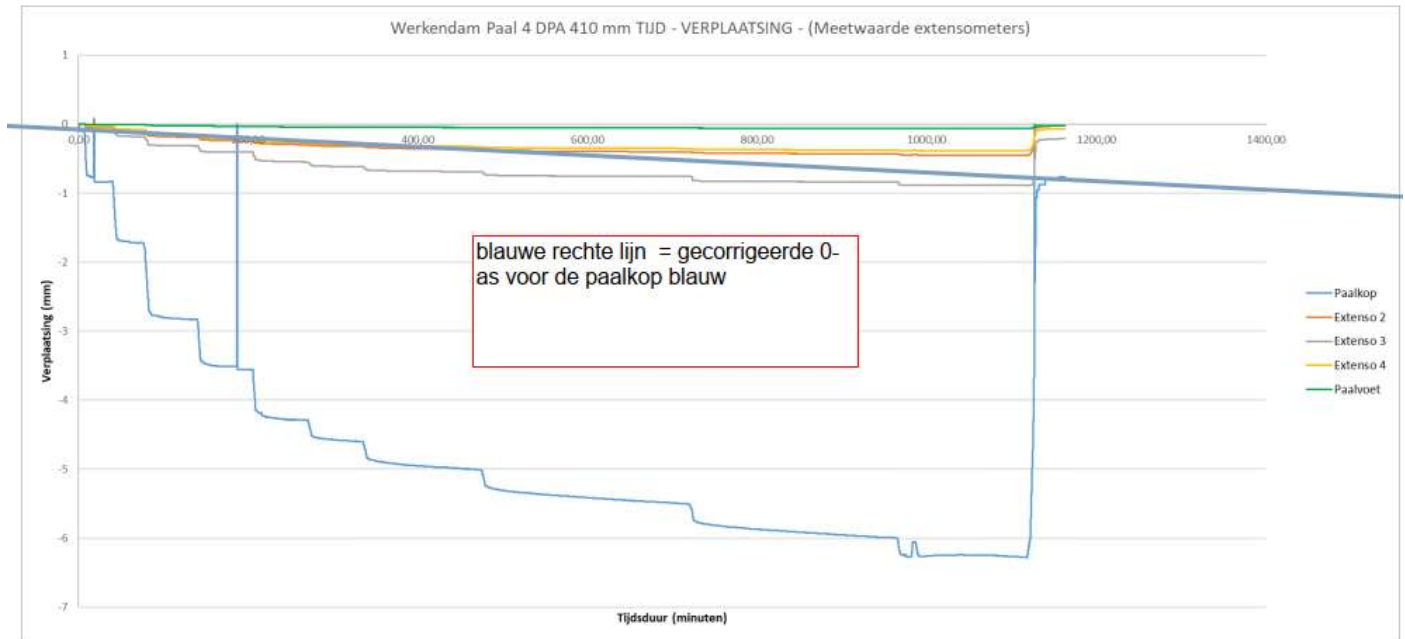
Locatie Werkendam	Waarnemingen test	Waarnemingen data
<b>DPA Ø410</b>		
Paal 1	Geen	Testkracht hoger, tegen geotechnisch bezwijken aan
Paal 2	Geen	Testkracht hoger, tegen geotechnisch bezwijken aan
Paal 3	Geen	Testkracht hoger, tegen geotechnisch bezwijken aan
Paal 4	Geen	Testkracht hoger, tegen geotechnisch bezwijken aan
<b>DPA-PLUS Ø410</b>		
Paal 5	Getest tot 170 Ton	Niet geotechnisch bezwijken
Paal 6 *	Paal gebroken op 180 Ton	Niet geotechnisch bezwijken
Paal 7	Getest tot 170 Ton	Niet geotechnisch bezwijken
Paal 8	Getest tot 170 Ton	Niet geotechnisch bezwijken

\* Paal 6 is beton technisch bezwijken door een mindere betonkwaliteit op een diepte van c.a. 2.20m' onder de paalkop, bij het opgraven van deze paal is geconstateerd dat zich om de paal veel repac materiaal aanwezig is welke mogelijk invloed heeft gehad op het vormen van de paalschoep en mogelijk ook de betonkern hebben aangetast. De beschadiging op de paalvorm zit op het overgangsvlak repac - kleilaag Hierna zijn de overige 3 DPA-PLUS palen visueel gecontroleerd en ui voorzorg aangestort met een monotube.

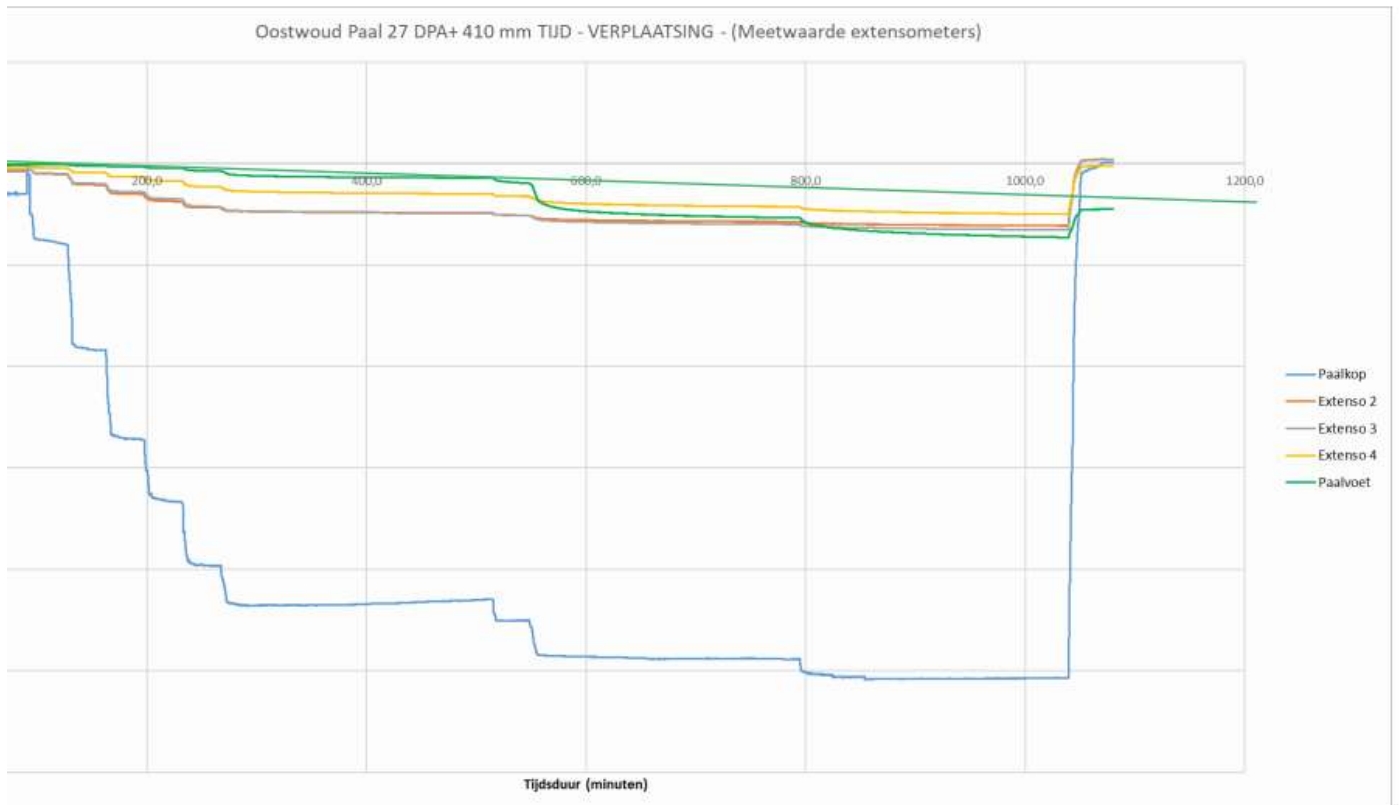


### Interpretatie Extensometers:

Bij veel metingen laten de extensometers een kruip zien in functie van de tijd. Om deze te corrigeren is bij de bepaling van de verplaatsing de horizontale as gecorrigeerd naar de blauwe lijn zodat alleen het verschil in verplaatsing wordt meegenomen. Dit ten behoeve van een correcte kracht afdracht.



Bij paal 27 is de paalvoetsensor gaan verplaatsen, dit is op onderstaande wijze gecorrigeerd, middels een herziene groene X-as. Zodat de verplaatsing terug komt een reële delta.





## M14 - VASTSTELLING VAN E MODUS PAAL DOOR METING

De palen zijn in verschillende mootjes gezaagd en geperst m.b.v. een pers. De resultaten zijn op de volgende pagina overzichtelijk weergegeven.

Boven = c.a. 2m onder de paalkop

Midden = dikste deel paal

Onder = c.a. 2m' boven de paalpunt

### Oostwoud

		Omtrek	Diameter	Oppervlak	Hoogte	F-80 - 10	Δ L	E
		mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	N	mm	N/mm <sup>2</sup>
DPA Oostwoud	Boven Paal 12	1150	366	105241	487	66400	0.0088	34916
DPA Oostwoud	Midden Paal 12	1290	411	132425	510	67800	0.0073	35769
DPA Oostwoud	Onder Paal 12	1180	376	110804	490	69400	0.0108	28417
DPA-PLUS Oostwoud	Boven Paal 27	1140	363	103419	492	67600	0.0094	34212
DPA-PLUS Oostwoud	Midden Paal 27	1390	442	153752	495	68800	0.0064	34609
DPA-PLUS Oostwoud	Onder Paal 27	1000	318	79577	500	69100	0.0149	29139

### Werkendam

		Omtrek	Diameter	Oppervlak	Hoogte	F-80 - 10	Δ L	E
		mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	N	mm	N/mm <sup>2</sup>
DPA Werkendam	Boven Paal 2	1340	427	143034	630	70000	0.0088	22023
DPA Werkendam	Midden Paal 1	1310	417	136701	620	70000	0.0073	9338
DPA Werkendam	Onder Paal 1	1360	433	147336	620	70000	0.0108	14728
DPA-PLUS Werkendam	Boven Paal 7	1120	357	99923	630	60000	0.0094	7566
DPA-PLUS Werkendam	Midden Paal 7	1090	347	94642	620	60000	0.0064	7861
DPA-PLUS Werkendam	Onder Paal 8	1110	354	98147	610	60000	0.0149	24861

De E-modus voor de palen in Werkendam waren niet te bepalen. Door het uittrekken en transport van de palen over de weg in gehele lengte zijn alle palen om de c.a. 50cm gescheurd. Als gevolg hiervan zijn breken er moten beton af tijdens het beproeven van de EA waar de van de paal en dient in eerst de breedte van de breuk zelf dichtgedrukt te worden alvorens de beton wordt gemobiliseerd. Dit resulteert in een onbetrouwbare waarde van E. Voor de paalproeven in Werkendam is daarom gekozen voor een constante E waarde van 30.000N/mm<sup>2</sup>.



Zichtbaar breedte scheuren in de moten beton.



Scheuren over de paal bij het drukken op 70Ton  
Tabel met aangehouden E-waarde beton:

Locatie	Segment	E-waarde	
<b>Oostwoud</b>	1 - paalkop	33.000	N/mm <sup>2</sup>
	2	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	3	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	4	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	5 - paalvoet	25.000 *	N/mm <sup>2</sup>
<b>Werkendam</b>	1 - paalkop	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	2	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	3	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	4	30.000	N/mm <sup>2</sup>
	5 - paalvoet	30.000	N/mm <sup>2</sup>

\* E-waarde paalvoet verlaagd in verband met ontbrekend deel beton aan onderzijde van de paalvoet.

## M15 – UITWERKING STATISCHE PROEFBELASTING

In dit hoofdstuk worden de statische proefbelastingen uitgewerkt conform hoofdstuk 10.2 van NPR 7201:2017+A1:2020. De uitwerking per paal kan worden teruggevonden in bijlage 10 en stroomdiagram. Gelet op de waarnemingen van de getrokken palen en vervormingsgedrag is de puntspanning significant lager dan voorgeschreven in NPR 7201. Bij de palen waar de beton aan de onderzijde ontbreekt is ook geen vervorming van de wapening zichtbaar, hetgeen impliceert dat er ook daadwerkelijk minder spanning aanwezig is rondom de paalpunt dan wordt verondersteld.

Locatie	paalnummer	Diameter	Punt draagkracht $\alpha_p$ [1.0]	Prognose NPR $\alpha_s$ [1.0%] $\alpha_p$ [1.0]	Prognose Draaiboek $\alpha_s$ [1.5%] $\alpha_p$ [0.8]	Hoogste testbelasting < 0.1D paalkopverplaatsing
Oostwoud	1	360	726	1611	1824	1520
	6	360	858	1858	2094	1100
	12	360	680	1702	1935	1000
	22	360	591	1653	1986	1750
Werkendam	1	410	927	1991	2212	2450
	2	410	841	1932	2203	2450
	3	410	927	1983	2222	2350
	4	410	815	1920	2228	2150

Tabel 1 DPA palen

Locatie	Paalnummer	Diameter	Punt draagkracht $\alpha_p$ [1.0]	Prognose NPR $\alpha_s$ [1.0%] $\alpha_p$ [1.0]	Prognose Draaiboek $\alpha_s$ [1.5%] $\alpha_p$ [0.8]	Hoogste testbelasting < 0.1D paalkopverplaatsing
Oostwoud	17	310/410	827	1648	1794	1630
	18	310/410	1093	1735	1752	1360
	27	310/410	952	1675	1749	1260
	28	310/410	1080	1749	1760	1460
Werkendam	5**	310/410	713	1683	1894	1700
	6**	310/410	713	1684	1881	1700
	7**	310/410	918	1769	1924	1700
	8**	310/410	857	1753	1925	1700

Tabel 2 DPA-PLUS palen



De uitwerking geeft per paal per locatie de volgende paalklasse factoren volgens NPR 7201 12.5:

$$\alpha_{p;terrein} = \frac{\sum_{g=1}^G \alpha_{p;g}}{G}$$

$$\alpha_{s;terrein;j} = \frac{\sum_{g=1}^G \alpha_{s;g;j}}{G}$$

**DPA palen:**

Locatie	Paalnr.	Diameter	$\alpha_{s}$ paal, avegaar [%]	$\alpha_{s}$ paal, verdringend [%]	$\alpha_{p}$ paal
<b>Oostwoud</b>	1	360	0,90*	1,81	0,24 = 174/726
	6	360	0,37*	1,80	0,24 = 204/858
	12	360	0,79*	1,62	0,27 = 183/680
	22	360	1,21*	1,59	0,32 = 188/591
<b>Gemiddelde Oostwoud</b>			<b>0.82 *</b>	<b>1.71</b>	<b>0.27</b>
<b>20% minder dan gemiddelde</b>			<b>0.65 *</b> <b>Niet oké</b>	<b>1.36</b> <b>Oké</b>	<b>0.21</b> <b>Oké</b>
<b>Werkendam</b>					
	1	410		2,48	0,33 = 306/927
	2	410		2,38	0,30 = 255/841
	3	410		2,47	0,27 = 248/927
	4	410		2,33	0,26 = 210/815
<b>Gemiddelde Werkendam</b>				<b>2.42</b>	<b>0.29</b>
<b>20% minder dan gemiddelde</b>				<b>1.93</b> <b>Oké</b>	<b>0.23</b> <b>Oké</b>

Tabel 3 DPA palen\*\*\*



**DPA-PLUS palen**

Locatie	Paalnr.	Diameter	$\alpha_{;s}$ paal [%]	$\alpha_{;p}$ paal
<b>Oostwoud</b>				
	17	310/410	1,90	0,30 = 244/827
	18	310/410	2,08	0,24 = 262/1093
	27	310/410	1,62	0,22 = 212/952
	28	310/410	2,13	0,29 = 309/1080
<b>Gemiddelde Oostwoud</b>			<b>1.93</b>	<b>0.26</b>
<b>20% minder dan gemiddelde</b>			<b>1.55</b> <b>Oké</b>	<b>0.21</b> <b>Oké</b>
<b>Werkendam</b>				
	5**	310/410	2,22	0,32 = 230/713
	6**	310/410	2,24	0,30 = 217/713
	7**	310/410	2,34	0,30 = 274/918
	8**	310/410	2,27	0,33 = 287/857
<b>Gemiddelde Werkendam</b>			<b>2.27</b>	<b>0.31</b>
<b>20% minder dan gemiddelde</b>			<b>1.81</b> <b>Oké</b>	<b>0.25</b> <b>Oké</b>

Tabel 4 DPA-PLUS\*\*\*

\*Bij de DPA palen in het proefveld Oostwoud is bij de installatie een hoge schraapfactor vastgesteld van gemiddeld 3 in het dragend zandpakket. In Werkendam bedroeg de gewogen schraapfactor in het dragend zandpakket maximaal 1.5. Uit een analyse van de invloed van de schraapfactor middels een beschouwing van de na-sonderingen is verondersteld dat de schraapfactor van invloed is geweest op de schachtwrijving en daarmee waarde van  $\alpha_{;s}$  over de lengte van het avegaar deel. Juist op over deze lengte wordt een lagere  $\alpha_{;s}$  berekend. Om deze reden is gekozen om voor het gehele DPA-paalsysteem een lagere  $\alpha_{;s}$  toe te passen over de lengte van het avegaar deel zodat te allen tijde voldoende diep wordt aangezet in de zandlaag en grond wordt opgespannen door het verdringende deel van de DPA schroefpunt. In dit geval wordt dus bewust afgeweken van de norm dat de afwijking van het gemiddelde is minder dan 20% mag zijn van het gemiddelde, zodat een veiliger punt niveau wordt ontworpen.

Voor de analyse van de schraapfactor wordt verwezen naar bijlage 11.

\*\*Bij de DPA-PLUS palen in het Proefveld Werkendam, is slechts een puntzakking van 15 a 20 mm waargenomen, deze palen hebben bij het vaststellen van de waardes voor  $\alpha_{;s}$  en  $\alpha_{;p}$  dus nog niet het criterium voor geotechnisch bezwijken bereikt.

\*\*\*Voor de individuele proefvelden is de afwijking van de gemiddelde  $\alpha_{;s}$  en  $\alpha_{;p}$  per paalsysteem kleiner dan 20%

## Paalklasse factoren volgens NPR 7201 12.6:

$$\alpha_{p,def} = \psi \times \frac{\sum \alpha_{p,terrein}}{N_t}$$

$$\alpha_{s,def} = \psi \times \frac{\sum \alpha_{s,terrein,j}}{N_t}$$

waarin:

$N_t$  is het aantal proefterreinen;

$\psi$  is een factor te ontlezen aan tabel 5.

$\psi = 0,95$  op basis van 2 proefterreinen volgens tabel 5 van NPR 7201 12.6

## Paalklasse factoren DPA palen

Voor de DPA palen op het proefveld in Oostwoud kunnen de volgende paalklasse factoren worden vastgesteld:

$\alpha_{s, \text{terrein, avegaar}} = 0,82\%$  (over deel van de DPA boor voorzien van avegaar)

$\alpha_{s, \text{terrein, verdringend}} = 1,71\%$  (over deel van de DPA boor boven het avegaar deel in het zand)

$\alpha_{p, \text{terrein}} = 0,27$

Voor de DPA palen op het proefveld in Werkendam kunnen de volgende paalklasse factoren worden vastgesteld:

$\alpha_{s, \text{terrein}} = 2,42\%$  (over de gehele lengte van de DPA paal in het zand)

$\alpha_{p, \text{terrein}} = 0,29$

Op basis van de paalklasse factoren die zijn vastgesteld voor bovengenoemde proefterreinen kunnen de volgende paalklasse factoren voor landelijk gebruik voor DPA palen worden vastgesteld:

**$\alpha_{s, \text{avegaar def}} = 0.95 \times 0,82\% = 0,80\% = 0.008$**

( $\psi = 0,95$ , op basis van gemiddelde waarde Oostwoud en de minimale van de 2 terreinen)

De afwijking was groter dan 20%, daarom is de gemiddelde waarde van Oostwoud gebruikt.

**$\alpha_{s, \text{verdringend def}} = 0.95 \times ((1.71\% + 2.42\%)/2) = 2.0\% = 0.020$**

$\psi = 0,95$ , op basis van gemiddelde waarde 2 terreinen

De afwijking van het gemiddelde is minder dan 20% van het gemiddelde.

De minimale terrein waarde voor  $\alpha_{s, \text{terrein, verdringend}}$  is 1.65%

**$\alpha_{p, \text{def}} = 0.95 \times ((0,27 + 0,29)/2) = 0.27$**

$\psi = 0,95$ , op basis van gemiddelde waarde 2 terreinen

De afwijking van het gemiddelde is minder dan 20% van het gemiddelde.

De minimale terrein waarde voor  $\alpha_{p, \text{terrein}}$  is 0.22

### Paalklasse factoren DPA-PLUS palen

Voor de DPA-PLUS palen op het proefveld in Oostwoud kunnen de volgende paalklasse factoren worden vastgesteld:

$$\alpha_{s \text{ terrein}} = 1,93\%$$

$$\alpha_{p \text{ terrein}} = 0,26$$

Voor de DPA-PLUS palen op het proefveld in Werkendam kunnen de volgende paalklasse factoren worden vastgesteld:

$$\alpha_{s \text{ terrein}} = 2,27 \%$$

$$\alpha_{p \text{ terrein}} = 0,31$$

Op basis van de paalklasse factoren die zijn vastgesteld voor bovengenoemde proefterreinen kunnen de volgende paalklasse factoren voor landelijk gebruik voor DPA-PLUS palen worden vastgesteld:

$$\alpha_{s \text{ def}} = 0,95 * ((1,93\% + 2,27\%)/2) = 2,0\% = 0,020$$

$\psi = 0,95$ , op basis van gemiddelde waarde 2 terreinen

De afwijking van het gemiddelde is minder dan 20% van het gemiddelde.

De minimale terrein waarde voor  $\alpha_{s \text{ terrein, verdringend}}$  is 1.68%

$$\alpha_{p \text{ def}} = 0,95 * ((0,26 + 0,31)/2) = 0,27$$

$\psi = 0,95$ , op basis van gemiddelde waarde 2 terreinen

De afwijking van het gemiddelde is minder dan 20% van het gemiddelde

De minimale terrein waarde voor  $\alpha_{p \text{ terrein}}$  is 0.22



---

BIJLAGE 1 GRONDONDERZOEK + SONDERINGSRAPPORTEN

---

---

BIJLAGE 2 PAALREGISTRATIES

---

---

BIJLAGE 3 CONSTRUCTIE TEKENINGEN DPA EN DPA-PLUS SCHROEF

---

---

BIJLAGE 4 WERKTEKENINGEN EN PLAATSING SENSOREN

---

---

BIJLAGE 5 GEBRUIKT MATERIAAL

---

---

BIJLAGE 6 CERTIFICATEN

---

---

BIJLAGE 7 FOTO RAPPORTAGE

---

---

BIJLAGE 8 VELDWERKVERSLAG

---

---

BIJLAGE 9 KRACHT – VERPLAATSING – REK METINGEN

---

---

BIJLAGE 10 UITWERKING KRACHT AFDRACHT PER PAAL EN UITEENZETTING FACTOREN

---

---

BIJLAGE 11 ANALYSE SCHRAAPFACTOR

---



---

BIJLAGE 12 ZELFVERKLARING

---







Een zipfile met alle bijlages kunt u opvragen via het secretariaat van commissie Geotechniek bij NEN. [bouw@nen.nl](mailto:bouw@nen.nl)