-Wat is er nodig om een zelfverklaring te krijgen?

-Wat is de toegevoegde waarde van zelfverklaring?
-Hoe worden A1 proefbelastingen uitgevoerd en beoordeeld?

Voorstellen en doel presentatie

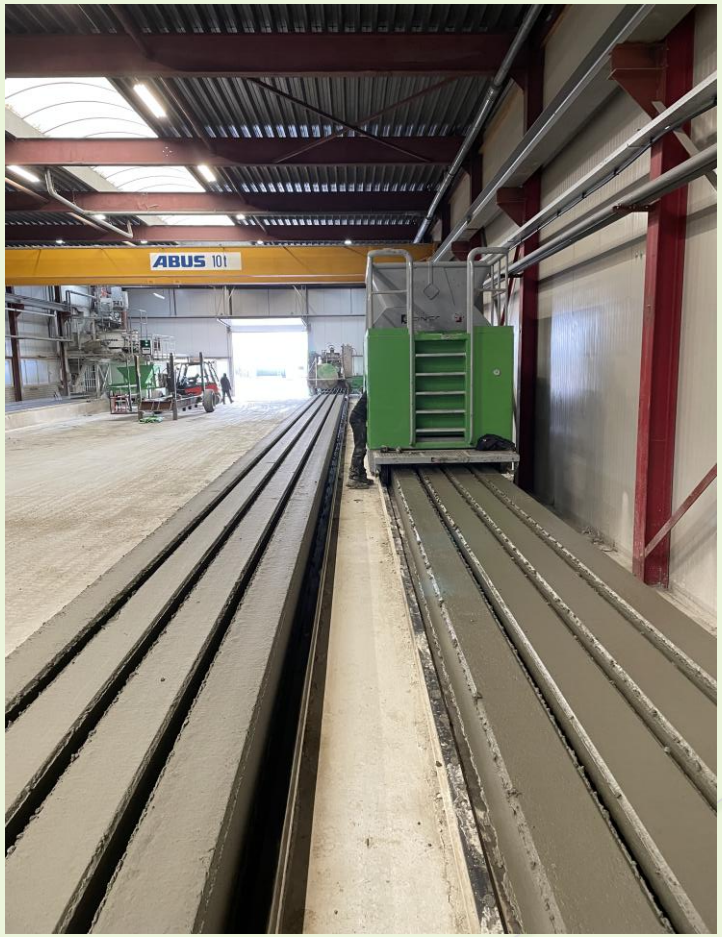
Martin Kool en Gilliam de Nijs

- Deel1: voorstellen Martin Kool en uitleg wat er allemaal nodig is voor een zelfverklaring en hoe dit proces is verlopen voor de HPS paal.

- Deel 2: voorstellen Gilliam de Nijs en uitleg wat een “NEN zelfverklaring” is, wat de toegevoegde waarde ervan is en hoe een proefbelasting voor het krijgen van een zelfverklaring wordt uitgevoerd en hoe deze wordt beoordeeld

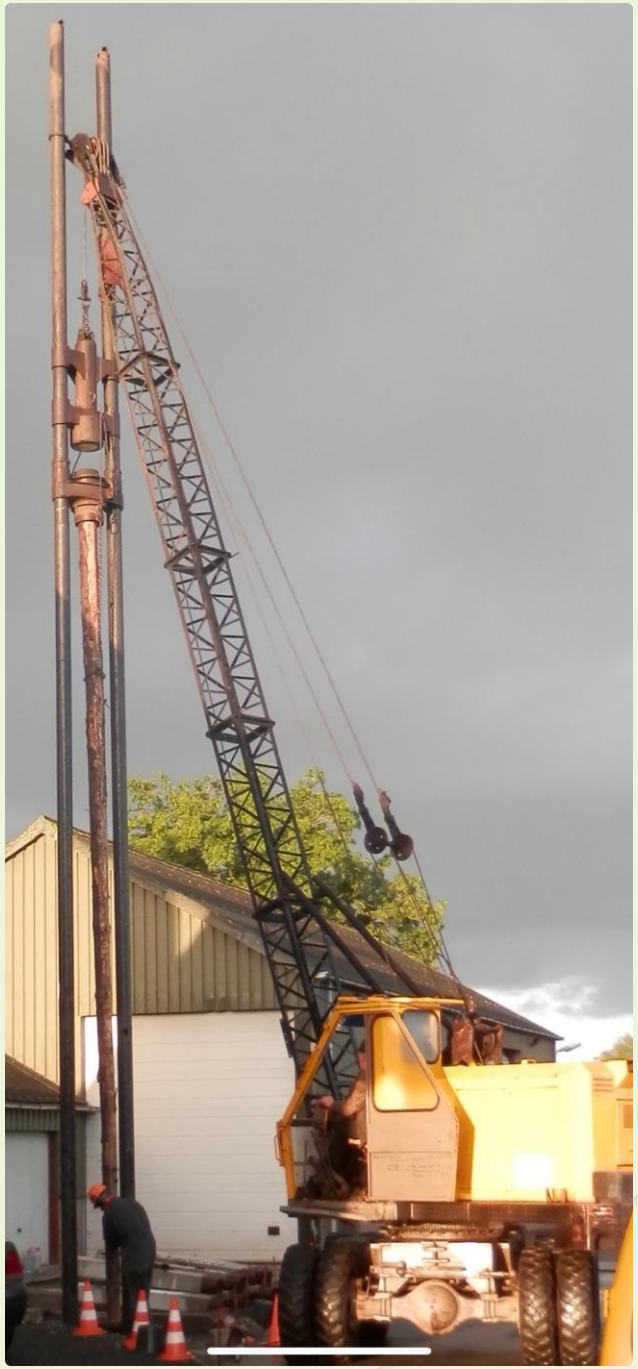
Martin Kool: Heibedrijf M. Kool BV en HPSchroefpaal Systems BV





Ontwikkeling funderingsbedrijf

- Van loonwerker naar onderaannemer: leveren en inheien van heipalen werd meedenken en alternatieven bedenken voor heien i.v.m. trillingen en geluid.
- Van relatief simpele uitvoerder (inkopen en aanbrengen) naar specialistische onderaannemer met verstand van geotechniek en paalsystemen.
- Van relatief simpele heimachines naar specialistisch materieel.
- Van “kalenderen” naar “registreren”.
- Van vertrouwen naar aantoonbare kwaliteit.



Van heipaal naar in de grond gevormde paal naar prefab schroefpaal

- Werkgebied: veengrond, polders, hoog grondwater, dijken, met zand voorbelastte bouwplaatsen.
- Beslissing trillingsvrij medio 2007: géén mortelschroefpalen maar een grondverdringend paalsysteem met de mogelijk om een korf over de gehele lengte te plaatsen.
- Na 10 jaar wel in de vingers maar conclusie voor ons (kleine) bedrijf: teveel risico op slechte palen en teveel juridisch gedoe om deze risico's in te dekken. Tevens m.i. concurrentie op prijs en niet op kwaliteit.
- Géén duidelijke onbetwistbare controlemethode want akoestisch doormeten is m.i. vaak subjectief en te makkelijk te beïnvloeden (schijnveiligheid).
- 2016 start ontwikkeling HPS paal: geschroefde prefab paal.

In de grond gevormd – HPS paal





Van idee naar uitvoering naar certificering

Praktisch:

- Betonnen elementen;
- Schroefpunten;
- Groutinjectie;
- Materieel;
- Veel onmisbare details die je tegenkomt.

Theoretisch:

- Afmetingen elementen en schroefpunten;
- Paalbelastingen;
- Draagvermogen;
- Aantoonbaarheid kwaliteit;
- Certificering.



Waarom een zelfverklaring

- Paaldraagvermogen was gebaseerd op (naar onze en vaak gedeelde mening) gelijkwaardigheid op een paalsysteem uit Tabel 7.c: geschroefde stalen buis met groutinjectie (>350 mm).
- Het draagvermogen per project aantonen met een klasse C paaldrukproef is te duur → zelfverklaring conform NCS7201:2025 is benodigd.
- **Simpelweg omdat het sinds 2017 ook kan!**

Wat is er nodig voor een zelfverklaring

- Het paalsysteem moet “klaar” zijn;
- Er moet voldoende geld zijn;
- Er moet voldoende tijd zijn;
- Er moeten testterreinen gevonden worden welke voldoen aan de strenge eisen die de norm terecht stelt;
- Er moet een bedrijf gevonden worden die de tests kan uitvoeren én de metingen kan analyseren op een zeer hoog niveau;
- Er moet begeleiding zijn van NEN en controle door Experts;
- Er moet een overall begeleiding zijn van het gehele proces met alle betrokkenen.

Samenvatting uitgevoerde testcampagne HPS paal 2024 - 2026

- Beschikbaarheid testterreinen viel ons mee (mede dankzij gemeente Hoogeveen);
- Aanbrengen testpalen en uitvoeren paaldrukproeven ging vlekkeloos;
- Analyses en overleggen met de 3 Experts ging heel goed en was technisch zeer interessant;
- De kosten konden we goed managen omdat we vooraf dit realistisch hadden ingeschat met alle partijen;
- Uiteindelijke ondertekening Expertverklaring en vermelding op de NEN website had sneller gekund maar ook dit is uiteindelijk goed gekomen.

Resultaten

- Wij zijn zeer blij met de resultaten!

Paaltype	Afmeting prefab HPS® element:	Afmeting schroefpunt:	α_p (-) (toepassen op puntdiameter in zand- en grindhoudende zandlagen)	α_s (-) (toepassen op puntdiameter in zand- en grindhoudende zandlagen)	Limiet qc-waarde schacht (MPa)	Limiet qb;max-waarde voor puntkracht (MPa)
HPS® 260/350	260x260 mm	Ø350 mm	0,12	0,0076	18	2
HPS® 260/450	260x260 mm	Ø450 mm	0,12	0,014	18	2
HPS® 360/450	360x360 mm	Ø450 mm	0,12	0,014	18	2
HPS® 360/550	360x360 mm	Ø550 mm	0,12	0,014	18	2

Formulier experts

NCS 7201_2025 – Geotechniek

Zelfverklaring 'Proefbelasting van funderingspalen'
Verklaring van Experts

Proefbelasting van HPS-palen (holle prefab schroefpaal)

Ondergetekenden,

- R. Spruit
- H. Dieteren
- H. Brassinga

Zijn door de voorzitter van de adviescommissie van experts voor de beoordeling van proefbelastingen NCS 7201_2025 benoemd als experts voor het beoordelen van proefbelastingen op totaal 9 HPS palen te Mijdrecht, Harderwijk en Hoogeveen die door A.P.T.S. BV en op initiatief van HPSchroefpaal Systems BV zijn uitgevoerd respectievelijk in oktober 2024, november 2024 en december 2024.

De experts hebben op basis van de in die periode geldende NPR 7201_2017+A1_2020 een beoordeling uitgevoerd van het draaiboek van de proef en de beschrijving van het paalsysteem. De proefresultaten en de daaruit afgeleide berekeningsmethode en paaldraagkrachtfactoren zijn bepaald aan de hand van de opvolger van voornoemde richtlijn, namelijk op basis van NEN 7201_2025.

Bovenstaande gegevens zijn vastgelegd in de volgende rapporten:

1) 20234891_RAP_74099_V3 Eindrapportage A1 proeven HPS-palen Mijdrecht
2) 20244940_RAP_ 75026_V5 Eindrapportage A1 proeven HPS-palen Harderwijk
3) 20244975_RAP_74887_V4 Eindrapportage A1 proeven HPS-palen Hoogeveen

Gilliam de Nijs:



- Wat is een “NEN zelfverklaring”
- Wat is de toegevoegde waarde van een “NEN zelfverklaring”
- Wat is een A1 proef precies en hoe wordt die uitgevoerd
- Hoe worden de A1 proeven beoordeeld

7201-Zelfverklaring

- Voor een gecertificeerd paaltype is een zelfverklaring een uniform niet discutabel toegangsticket tot de Nederlandse funderingsmarkt.
- De toegevoegde waarde:
  - Vermindering van discussie in de ontwerp- en vergunningsfase
  - Behoud van betrouwbare, veilige, paal-specifieke ontwerpparameters in elk willekeurig ontwerp
  - De juiste tool voor een **“GROEN”** funderingsontwerp

Ontwikkeling paalklassefactoren in tabel 7.c:
- Voor 2016
- Na 1ste reductie januari 2017
- Na 2de reductie juni 2025

Paaltype / uitvoering	Code	α_p			α_s			α_t		
		-	1ste	2de	-	1ste	2de	-	1ste	2de
Geheide betonnen paal	B1	1,0	0,7	**0,7**	0,01	0,010	0,010	0,007	0,007	0,007
Vibro-paal (heiend teruggetrokken)	B2	1,0	0,7	**0,7**	0,014	0,014	0,014	0,012	0,012	0,012
Schroefpaal met tijdelijke casing en verloren punt	B4	0,9	↓ 0,63	↓ 0,3	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Schroefpaal met tijdelijke casing grout injectie en verloren punt	B6	0,9	↓ 0,63	↓ 0,3	0,009	0,009	↑ 0,011	0,009	0,009	**↓ 0,008**
Mortelschroefpaal CFA	B7	0,8	↓ 0,56	↓ 0,3	0,006	0,006	0,006	0,0045	0,0045	0,0045
Stalenbuispaal inwendig geheid	S1	1,0	↓ 0,7	↓ 0,7	0,01	0,01	**↓ 0,008**	0,007	0,007	**↓ 0,006**





Wat valt op en hoe betrouwbaar is tabel 7.c nu feitelijk?

Wat maakt paalproeven essentieel voor het funderingsontwerp?



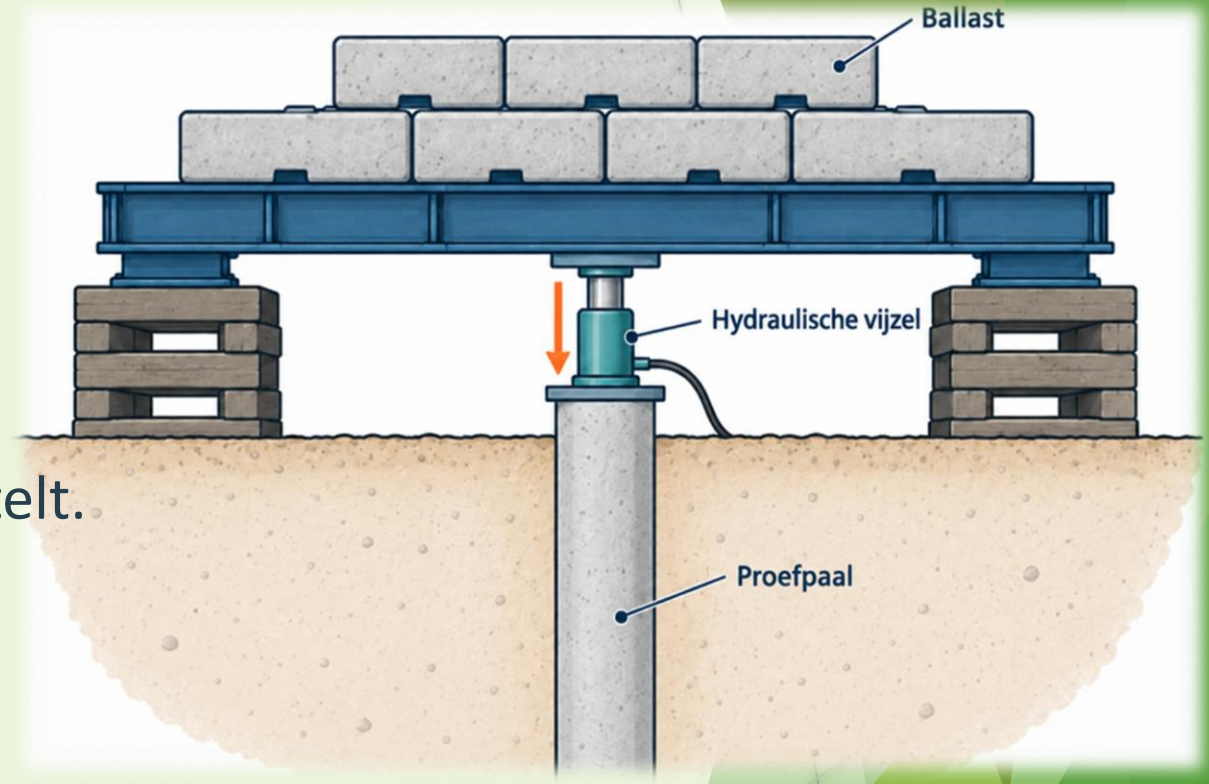
Recent onderzoek toont aan dat de puntweerstand is overschat en de schachtweerstand is onderschat.

Paalproeven maken een realistisch ontwerp binnen aanvaardbare zettingsgrenzen mogelijk.

Wat is een A1-paalproef en hoe wordt deze uitgevoerd?

❑ **Een geïnstrumenteerde proef die**

- de paal tot bezwijken belast;
- het last-zakkingsgedrag meet;
- de schacht- en puntbijdragen bepaalt;
- landelijk geldende paalklassefactoren vaststelt.



❑ **Uitvoering**

- Een hydraulische vijzel belast de paal tot bezwijken;
- Sensoren meten kracht, zetting en rek om schacht- en puntweerstand te onderscheiden.

De proef bepaalt de relatie tussen belasting en zetting.

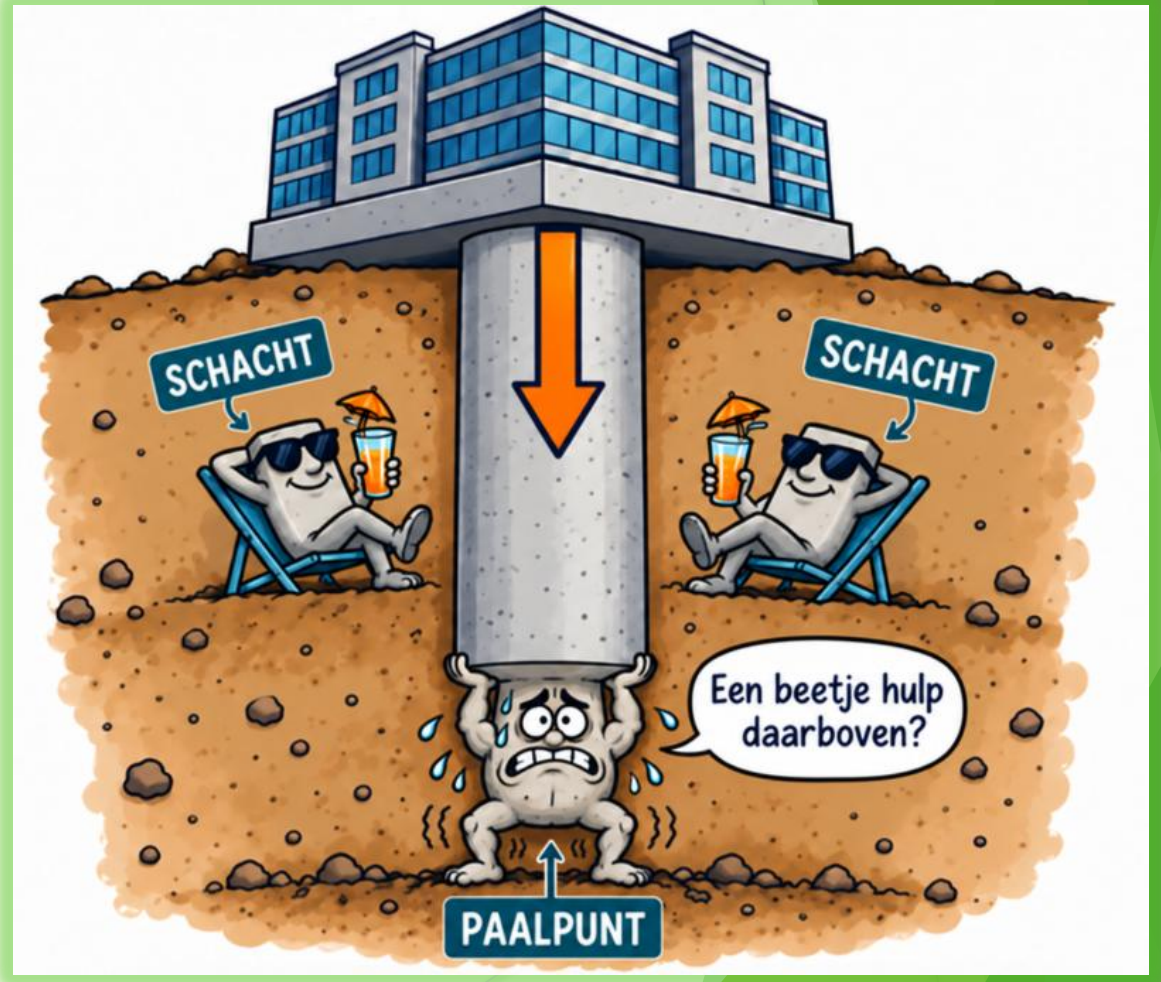
Wat willen we met een paalproef vaststellen?

We willen weten hoeveel belasting de schacht en de paalpunt elk dragen

Een bekende aanname

De paalpunt draagt vrijwel alles, terwijl de schacht nauwelijks bijdraagt.

Maar klopt dat wel??



Is de berekende puntweerstand beschikbaar bij een aanvaardbare zetting?

Daarvoor bepalen we de schacht- en puntbijdrage bij dezelfde belastingstap en zetting.

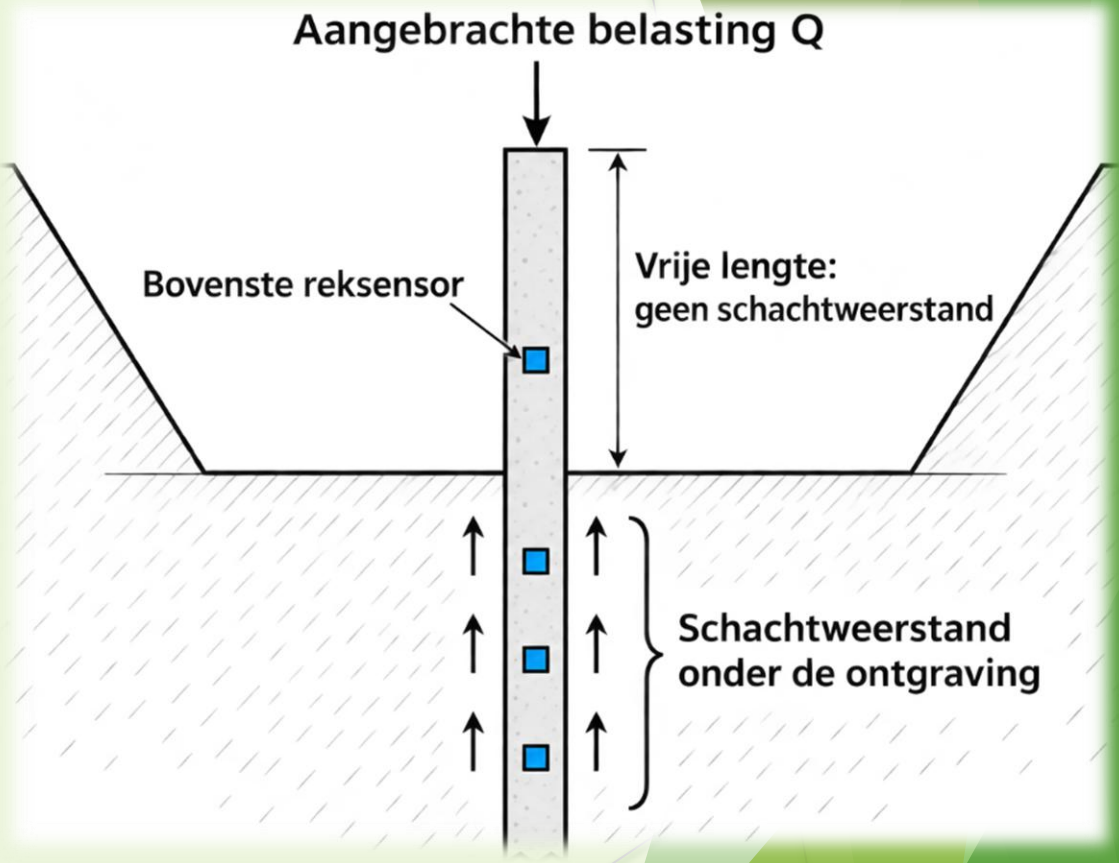
Geïnstrumenteerde proeven maken deze lastverdeling zichtbaar

Hoe scheiden we schacht- en puntweerstand?

Reksensoren langs de paal meten de lokale vervorming.

De bovenste sensor ligt in een vrij paaldeel, zonder schachtweerstand.

De bekende kopbelasting en de gemeten rek leveren de kracht-rekrelatie.

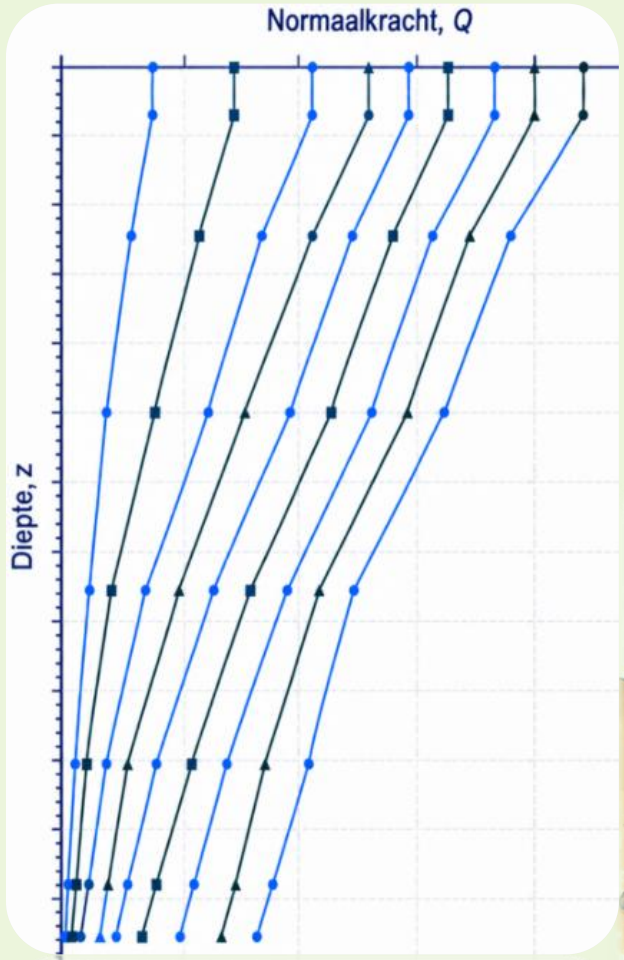


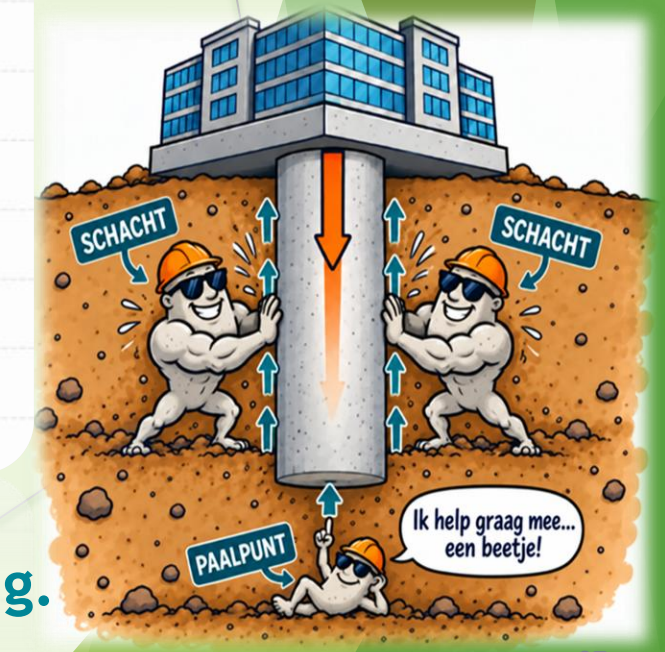
Hoeveel belasting bereikt de paalpunt?

Met de kracht-rekrelatie bepalen we de normaalkracht op elke sensordiepte.

De afname met de diepte laat zien dat de schacht het grootste deel van de belasting overdraagt aan de grond.

Slechts een relatief klein deel bereikt de paalpunt.





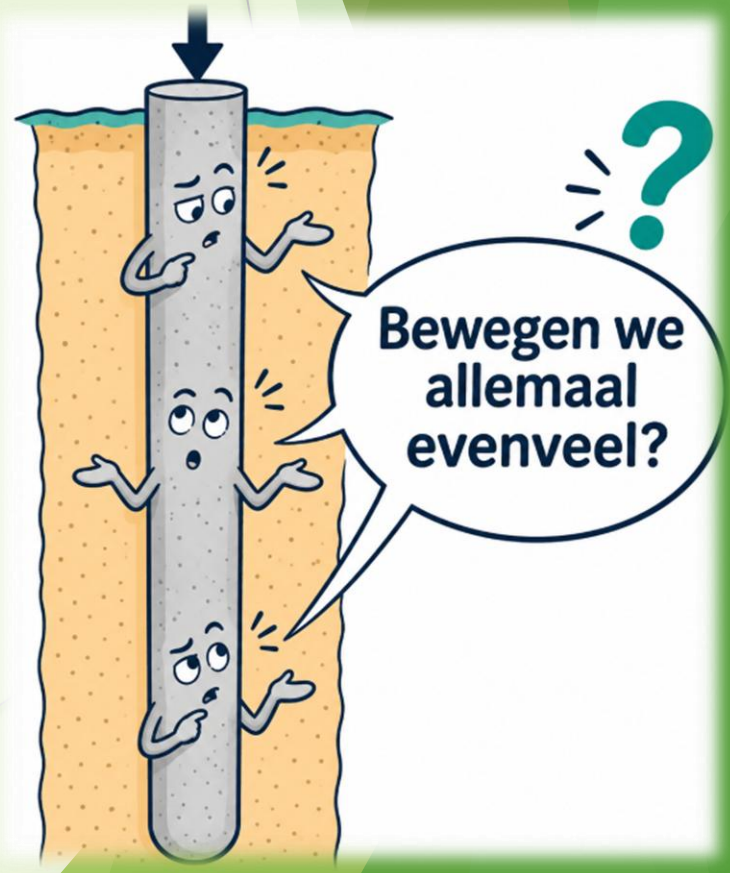
Meer puntweerstand mobiliseren vraagt meer puntverplaatsing.

Hoe wordt de schachtweerstand gemobiliseerd?

De weerstand van elk schachtdeel hangt af van de lokale verplaatsing tussen paal en grond.

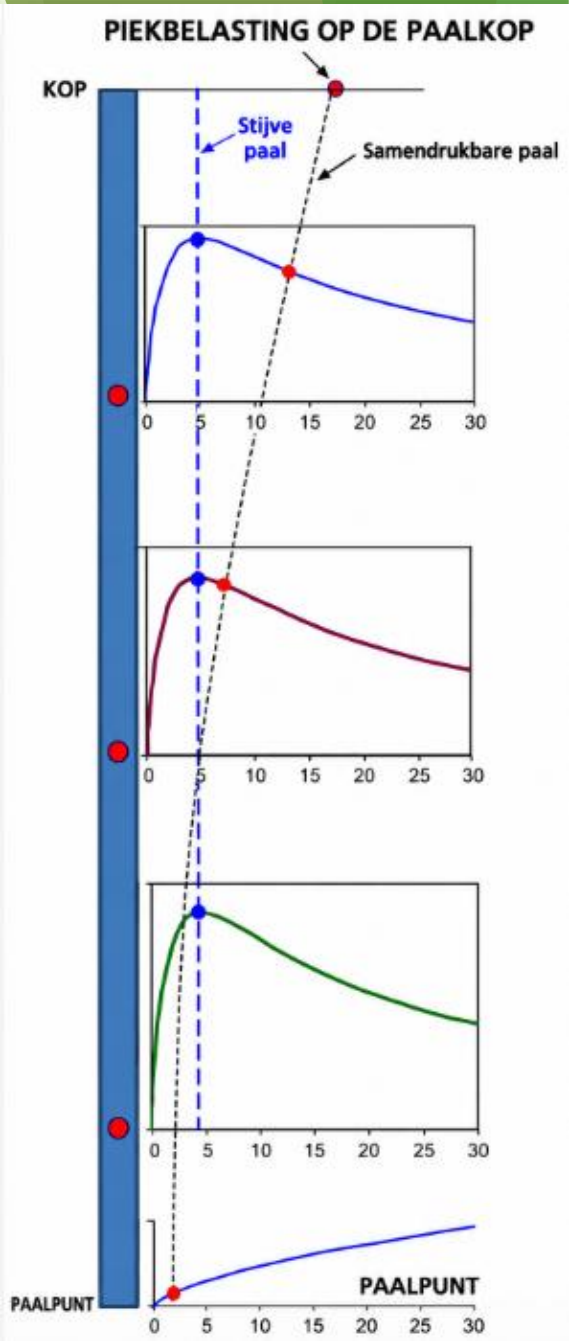
Naast de krachtverdeling moeten we dus ook de verplaatsing langs de paal bekijken.

Verplaatst de paal zich op elke diepte evenveel?



Paalverkorting verandert schachtmobilisatie

- Door paalverkorting is de verplaatsing bij de paalkop groter dan bij de paalpunt (elasticiteit).
- Bij afnemende schachtweerstand na de piek kunnen bovenste delen hun piek al voorbij zijn, terwijl diepere delen nog weerstand opbouwen.
- Een ideaal stijve paal kan de lokale pieken tegelijk bereiken als deze bij dezelfde lokale verplaatsing optreden.
- Bij een aanvaardbare zetting draagt de paalpunt een relatief klein deel van de aangebrachte belasting.



Wat kunnen paalproeven ons nog meer leren?

De proefresultaten geven ook inzicht in de paalklassefactoren die we in het ontwerp gebruiken.

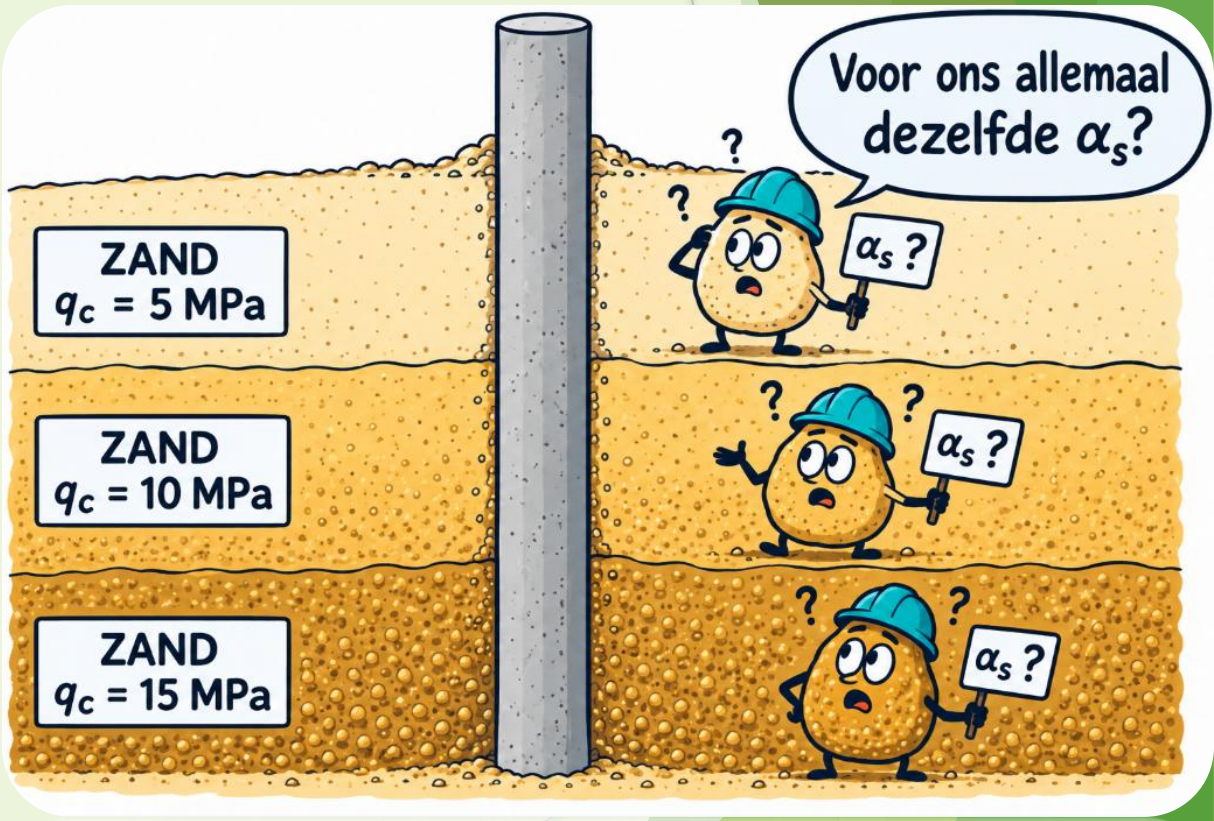
Hoe representatief is de schachtfactor α_s?



Eén α_s voor verschillende zandlagen?

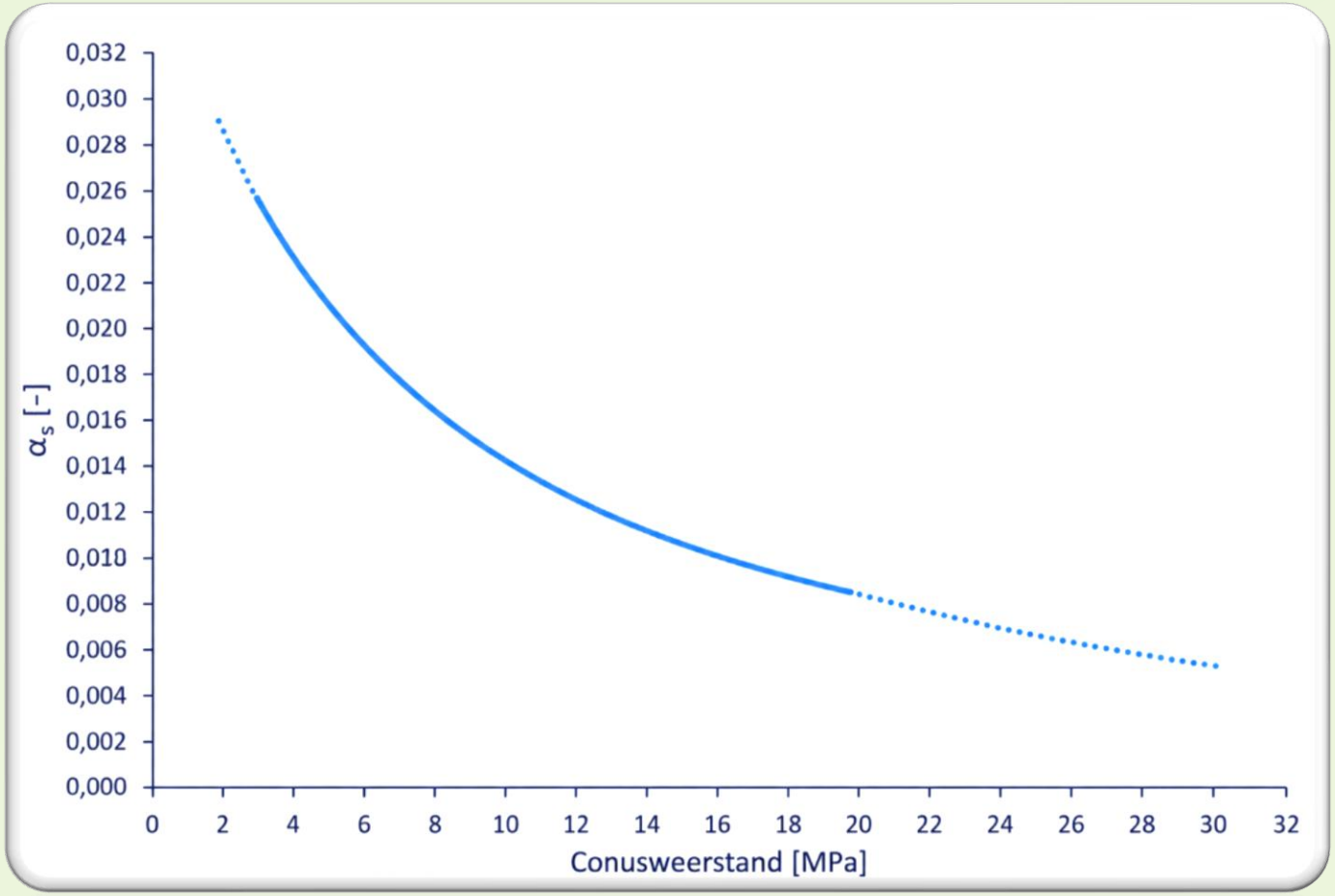
De tabel geeft één schachtfactor voor een paalsysteem in zand.

Beschrijft die factor het gedrag even goed bij verschillende qc-waarden?



HPS-paal proeven tonen aan: α_s varieert met qc

Holle Prefab Schroefpaal, Ø 450 mm



Kunnen we meer uit de schacht halen dan we dachten?



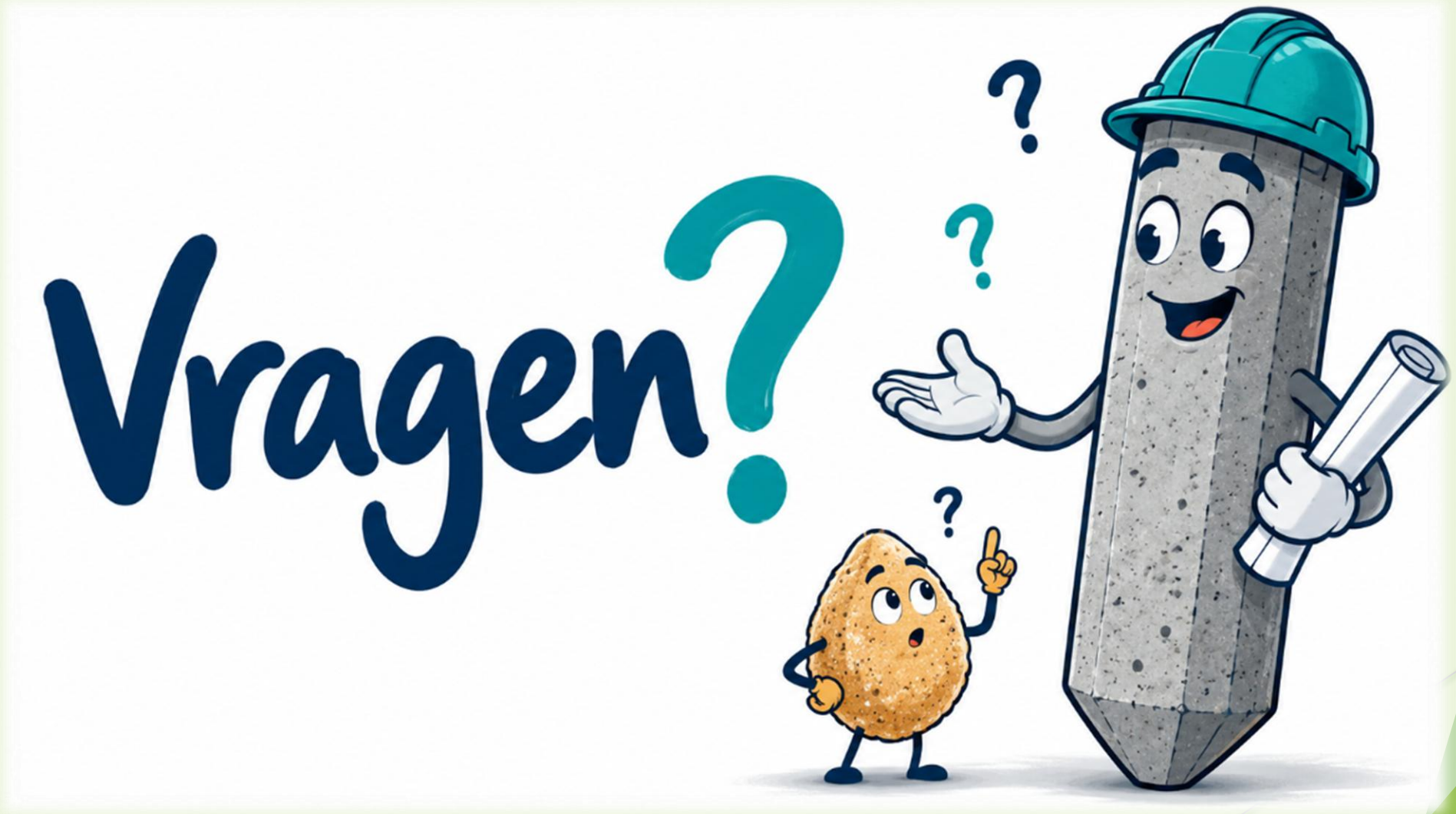
Proefondervindelijke factoren vereisen een afgebakend toepassingsgebied

- APTS meldt vergelijkbare trends bij andere paalsystemen, met een andere relatie per systeem.
- Een lagere α_s bij een hogere qc betekent niet noodzakelijk een lagere schachtweerstand.
- Toepassing van diezelfde lage α_s op zand met een lagere qc kan de schachtweerstand echter onderschatten.

Paalproeven kunnen ontwerpkansen aantonen

- Controleer hoeveel belasting de paal binnen de toelaatbare zetting kan dragen.
- Gebruik geïnstrumenteerde proeven om te bepalen hoe schacht en punt die belasting verdelen.
- Kalibreer ontwerpaannamen aan de hand van meetgegevens voor het betreffende paalsysteem en de bodemgesteldheid.

Beter inzicht in het paaldraagvermogen maakt efficiëntere, groenere funderingen mogelijk: minder materiaal, met behoud van veiligheid en betrouwbaarheid


Vragen?