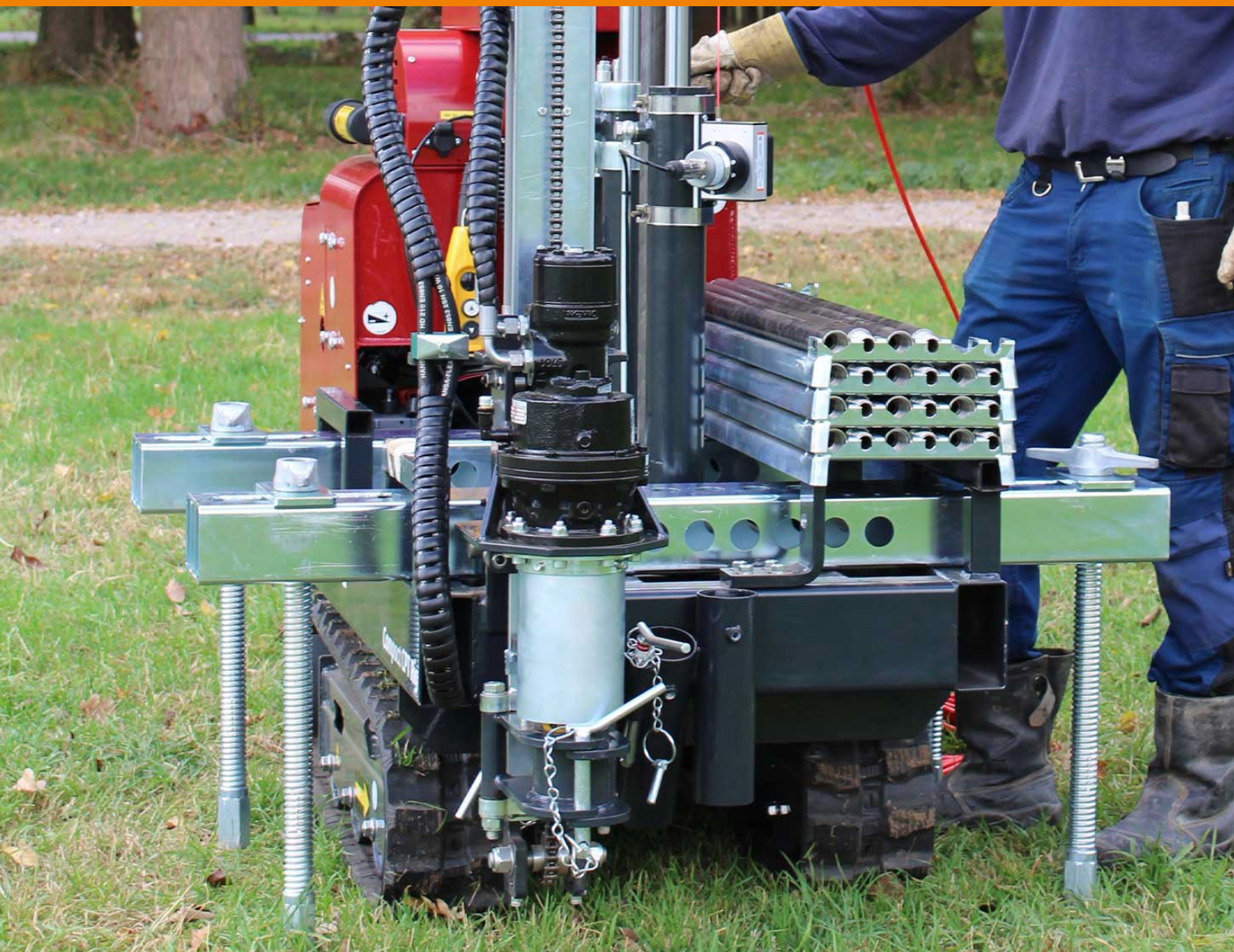




Technische tip

Sonderen en bodemgedrag





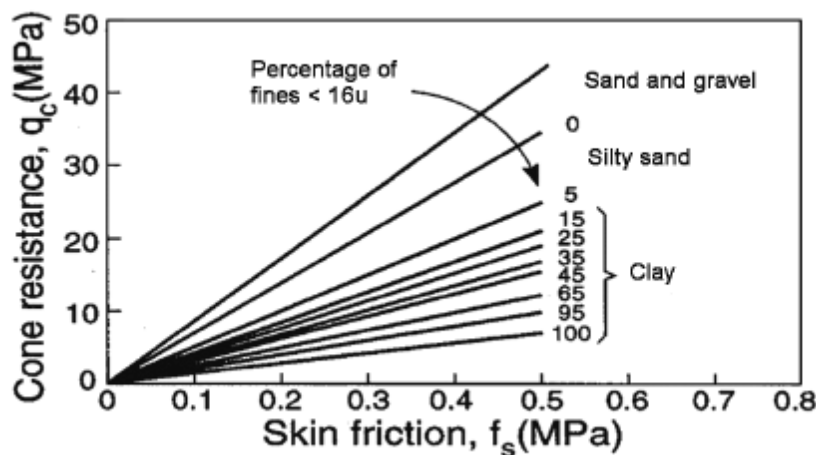
Technische tip: Sonderen en bodemgedrag

Inleiding

Een van de meest voorkomende toepassingen van sonderen (CPT) is het identificeren en afbakenen van bodemlagen. Bij het duwen van de conus tijdens sondering kunnen de verkregen gegevens een indicatie geven van het bodemgedrag, vaak aangeduid als Soil Behaviour Type (SBT) of grondgedragclassificatie. Sonderingen geven geen directe meting van de typische fysische eigenschappen die worden gebruikt om grondsoorten te definiëren, zoals korrelgrootte en materiaal, maar geven wel een goede indicatie van het bodemgedrag en daarmee de mechanische eigenschappen, zoals sterkte en stijfheid.

Ontwikkeling van bodemclassificatie

In de loop der jaren zijn verschillende classificaties van bodemgedrag gegenereerd, te beginnen met de classificaties die Begeman in de jaren vijftig maakte op basis van de gegevens van de Begeman-conus, waarbij de puntweerstand van de conus wordt vergeleken met de mantelwrijving (zie figuur 1). Grafieken van deze aard produceren echter smalle banden, wat classificeren bemoeilijkt en rekening houdt met slechts een beperkt aantal grondsoorten.



*Figuur 1: Een voorbeeld bodemclassificatie grafiek waarbij de puntweerstand en mantelwrijving worden vergeleken
Bron: Lunne, T., Robertson, P.K. and Powell, J.J.M. (1997) Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*

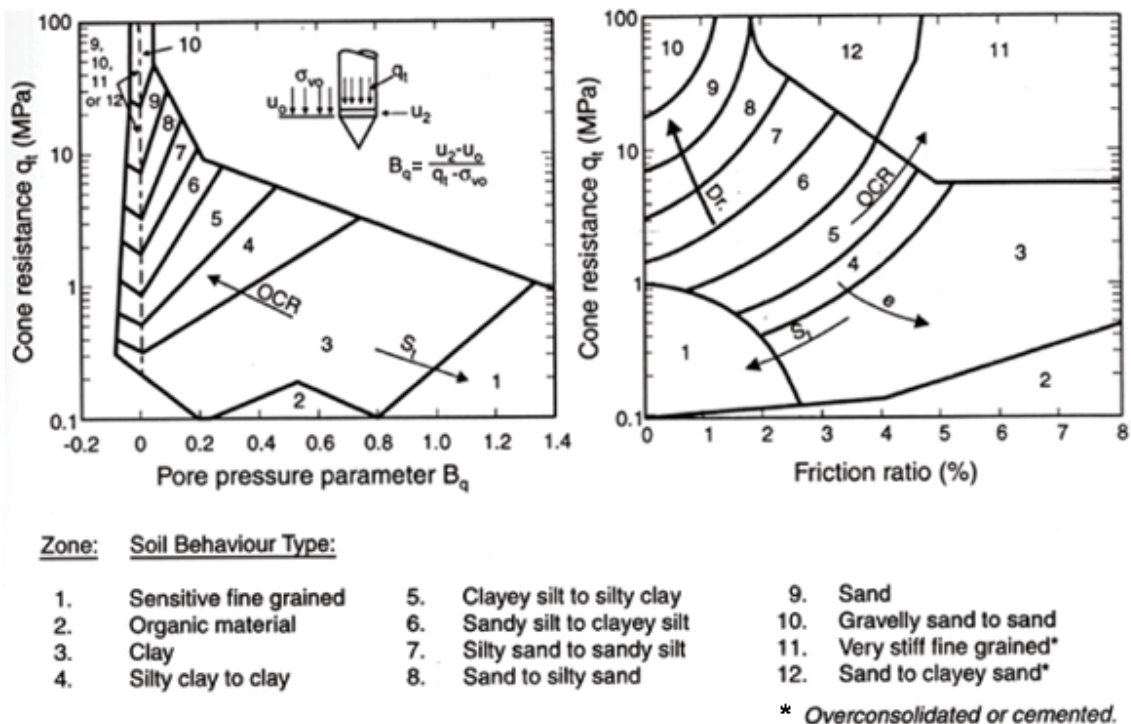
Een verbetering van op sonderingen gebaseerde bodemclassificaties is het vergelijken van de puntweerstand met het wrijvingsgetal. Normaal gezien is de puntweerstand van de kegelpunt hoog in zand en laag in klei, en het omgekeerde geldt voor het wrijvingsgetal: laag in zand en hoog in klei.

In de loop der jaren is een groot aantal grafieken voor bodem(gedrag)classificatie gepresenteerd, maar in dit korte document zullen we ons concentreren op slechts één: de grondgedragclassificatie ontwikkeld door Robertson en Campanella eind jaren tachtig (zie figuur 2).



Dit is verreweg de meest gebruikte classificatie en identificeert 12 verschillende grondgedragclassificaties (SBT's). Een bijkomend voordeel van deze classificatie is dat het de conuspuntweerstand niet alleen koppelt aan het wrijvingsgetal, maar ook in een aparte grafiek aan de waterspanningsparameter. Dit biedt een onmiddellijke verificatie van de uitkomstresultaten en stelt de gebruiker in staat om de meest geschikte methode voor de verzamelde gegevens te gebruiken. In zeer zachte bodems waar getest is met een aftrekconus kunnen de wrijvingswaarden bijvoorbeeld minder betrouwbaar zijn en kan het daarom beter zijn om een classificatie uit te voeren met behulp van de waterspanningsparameter.

Aangezien deze parameters beschikbaar zijn terwijl de test wordt uitgevoerd, heeft de sondeeroperator al tijdens de test in real time een indicatie van het bodemgedrag.

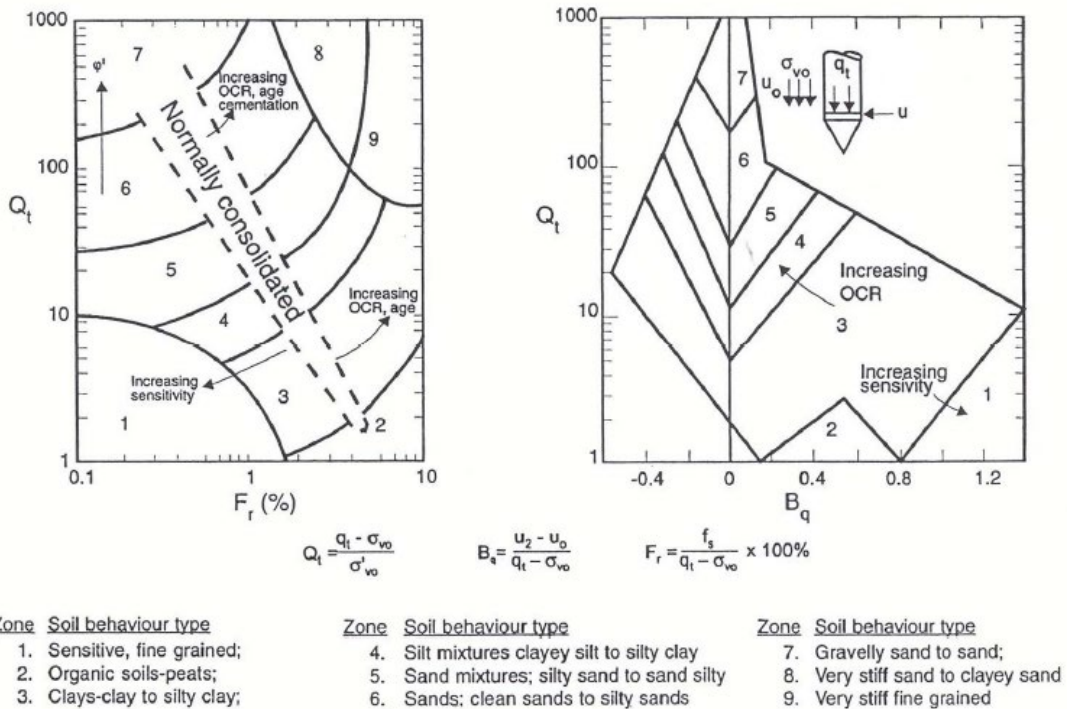


Figuur 2: De bodemclassificatie zoals voorgesteld door Robertson and Campanella

Bron: Lunne, T., Robertson, P.K. and Powell, J.J.M. (1997) Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice

In 1990 paste Robertson deze classificatie aan om rekening te houden met het feit dat zowel de penetratieweerstand als de mantelwrijving toenemen met de diepte, als gevolg van de toename van de effectieve verticale korrelspanning.

Dit werd bereikt door gebruik te maken van genormaliseerde waarden voor de conuspuntweerstand, het wrijvingsgetal en de waterspanningsparameter (zie figuur 3). Deze verbetering van de classificatie stelt de gebruiker in staat om de bodemconsolidatiegesteldheid te beoordelen en verbreedt het bereik waarin de grafieken kunnen worden gebruikt.



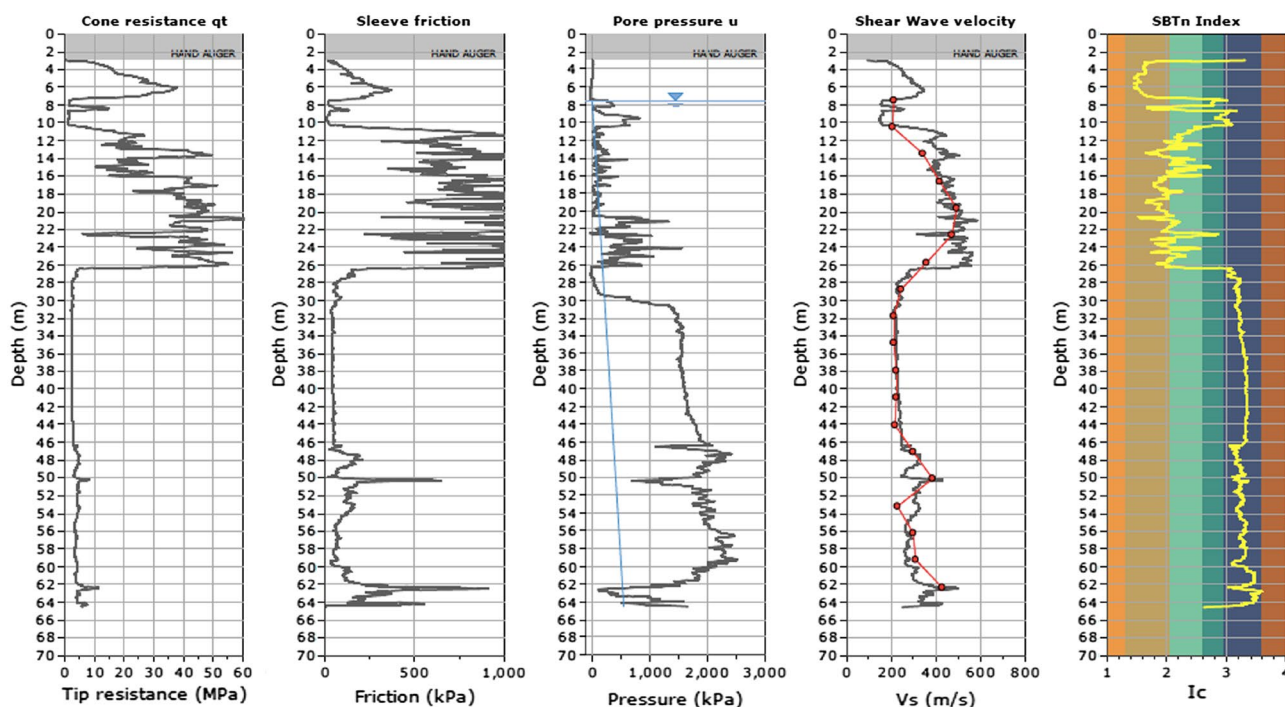
Figuur 3: Genormaliseerde bodemclassificatiegrafieken

Bron: Lunne, T., Robertson, P.K. and Powell, J.J.M. (1997) Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice

Presentatie van de resultaten

Sondeerdata wordt normaal gesproken tegen diepte gepresenteerd. Maar de bodemclassificatiegegevens zoals de SBT worden meestal weergegeven in grafieken, zoals in dit document zijn weergegeven. Dit maakt het moeilijker om veranderingen in SBT met diepte te beoordelen en ook moeilijker om bodemgedrag naast conventionele sondeergegevens te analyseren.

Om dit te ondervangen, stelden Jefferies en Davies de Soil Behaviour Type Index (Ic) voor, waarmee SBT kan worden gepresenteerd als een doorlopend profiel naast CPT-gegevens (zie figuur 4). Hoewel dit het aantal zones in de classificatie verder vermindert, biedt het wel een bruikbare visuele classificatie.



*Figuur 4: Sondeerdata met bodemclassificatie
Bron: P. K. Robertson, M.ASCE: Comparing CPT and V_s Liquefaction Triggering Methods*

Locatie-specifieke correlaties van SBT-gegevens

De grenzen in de verschillende classificatiegrafieken werden voorgesteld op basis van historische gegevens van goed bestudeerde testlocaties. De bodem is echter niet overal ter wereld hetzelfde en hiermee moet rekening worden gehouden bij het gebruik van bodemclassificaties. Beperkte bemonstering naast sonderingen op een project stelt de gebruiker in staat om een locatie-specifieke correlatie uit te voeren van de sondeergegevens met de aangetroffen bodem. En de uitkomst van die correlatie zou zelfs kunnen leiden tot de wijziging van classificatiegrenzen in een bepaalde grafiek om de realiteit van de bodem op een bepaald project weer te geven.

Samenvatting

Vanwege de hoge toepasbaarheid van sondeergegevens om mechanische bodemkenmerken (zoals sterkte en stijfheid) te beoordelen, zijn de grondgedragclassificatie (SBT)-grafieken een robuuste methode voor bodemclassificatie. SBT-grafieken zijn een handig hulpmiddel voor het afbakenen van bodems op basis van hun mechanische kenmerken en bieden een snelle visuele identificatie.

Zoals bij alle correlaties, moet er bij het gebruik van een bepaalde bodemclassificatiemethode op worden gelet dat deze geschikt is voor de bodemgesteldheid waarop de sondering wordt uitgevoerd. En als u meer informatie wilt over de classificatie van bodemgedrag, neem dan contact op met een van onze sondeerexperts op CPT@eijkelkamp.com.





Onze specialisten

Royal Eijkelkamp levert het complete pakket aan sonderingsinstrumenten: mechanisch, elektrisch en sonisch. Bezoek onze [website](#) voor meer informatie over deze producten, of neem contact op met onze sonderspecialisten:



Gerald Verbeek

☎ +1 903 216-5372

✉ g.verbeek@eijkelkamp.com



William Bond

☎ +44 (0) 7 852 599 256

✉ w.bond@eijkelkamp.com

✉ cpt@eijkelkamp.com

