

BESCHRIJVEN EN CLASSIFICEREN VAN GROND VOLGENS NEN-EN-ISO 14688

Ing. W.A. Nohl
Fugro NL Land B.V.
NEN normcommissie
Classificatie

Drs. C.J.A.W. van der Made
Wiertsema & Partners B.V.
NEN normcommissie
Classificatie

Ir. A.J. van Seters
Fugro NL Land B.V.
Voorzitter NEN-commissie
Geotechniek

Dr. I.E. van Gelder
Inpijn Blokpoel
ingenieurs B.V.

Ir. A.G.M. Knibbeler
MOS Grondmechanica B.V.

Inleiding

NEN-EN-ISO 14688 is de vigerende Europese norm voor het identificeren en classificeren van grond voor het werkveld geotechniek en is gebruikt voor de Basis Registratie Ondergrond. Sinds 1 januari 2020 is er een wettelijke verplichting voor overheden en semi-overheden om deze geotechnische boormonsterbeschrijvingen aan de Basis Registratie Ondergrond (BRO) aan te leveren en te gebruiken. De overheid dient nu voor grondonderzoek de nieuwe normen te gebruiken. We laten hiermee de reeds lange tijd ingetrokken NEN 5104 en het hieraan gekoppelde GEF formaat definitief achter ons.

Vanuit de VOTB (branche vereniging van technisch bodemonderzoek) worden sinds eind vorig jaar cursussen georganiseerd om het werkveld hierop tijdig voor te bereiden, zodat er voldoende partijen zijn die deze werkzaamheden volgens de nieuwe normen kunnen uitvoeren. In de markt is software beschikbaar en er zijn inmiddels voldoende grondonderzoeksbedrijven die volgens de nieuwe norm kunnen werken, de data kunnen processen en aanleveren aan de BRO in het nieuwe XML formaat.

Binnen de grondonderzoeksbedrijven is bovendien veel domeinkennis aanwezig over het uitvoeren van grond- en laboratoriumonderzoek. Tevens zijn ICT systemen beschikbaar om projectmatig de data van grondonderzoeken te visualiseren, te evalueren en van een synthese in de vorm van een grondmodel te voorzien in overeenstemming met de komende Eurocode 7 zodat geotechnisch adviseurs hierop verder kunnen bouwen voor het maken van geotechnische berekeningen.

De huidige ISO 14688 voor de geotechnische praktijk is beschikbaar gekomen in 2017 en bestaat uit twee delen:

- Deel 1: Identificatie en beschrijving
- Deel 2: Grondslagen voor classificatie

Bij de identificatie en de classificatie van grond volgens respectievelijk NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2 moeten zowel de identificatie (onder andere veldbeschrijving), als de classificatie (resultaten van indextesten) worden gerapporteerd en in de BRO-database worden vastgelegd.

De resultaten van de indextesten zoals beschreven in deel 2 van de norm zijn supplementair aan de identificatie en mogen de resultaten van de identificatie niet vervangen. De definitieve beoordeling van de grondsoort en het indelen in klassen met vergelijkbare samenstelling en geotechnische eigenschappen, wordt gedaan door de geotechnisch adviseur op grond van alle informatie van de betreffende locatie in relatie tot het geotechnisch ontwerp.

De NEN Commissie Classificatie heeft beide delen van deze norm vertaald en voor de Nederlandse praktijk aangevuld met de verplicht geldende Nationale Bepalingen in NEN 8990 en NEN 8991, die verbonden zijn aan beide NEN-EN-ISO normen en dus niet apart verkrijgbaar zijn.

De identificatie en de classificatie van grond zijn gekoppeld aan de kwaliteit van het grondmonster.

Daarom wordt hier eerst ingegaan op de kwaliteitsklassen van monsternamen technieken. Vervolgens komt de grond beschrijving aan de orde.

Kwaliteitsklassen van grondmonsters volgens VOTB aanbeveling

In de norm voor boortechnieken ISO/DIS 22475-1:2018 is een overzicht gegeven van de bemonsteringsklassen en de kwaliteitsklassen van grondmonsters, die resulteren in de toepassing van verschillende boor- en monsternamen technieken.

Voor de Nederlandse omstandigheden is door de VOTB een voorlopige aanbeveling opgesteld voor een indeling van de maximaal haalbare monsterkwaliteit bij geroerde en ongeroerde monsternamen. Hiertoe is een indeling gemaakt in de kwaliteitsklassen QM1 (hoogste kwaliteit) t/m QM5 (laagste).

Boormethode	Grondsoort	Monsternamen categorie ISO/DIS 22475-1:2018	Max. haalbare kwaliteit klasse grondmonster NEN-EN-ISO 14688-1/NEN 8990
Handboring boven grondwaterstand	Cohesief slap, stijf	D	QM4
	Organisch slap	D	QM4
	Cohesieloos	D	QM4
Handboring onder grondwaterstand	Cohesief slap, stijf	E	QM5
	Organisch slap	E	QM5
	Pulsen	E	QM5
Handboring Gutsen	Cohesief slap	D	QM4
	Cohesief stijf	Niet geschikt	-
	Organisch slap	D	QM4
	Cohesieloos	Niet geschikt	-
Handboring Zuigerboor	Cohesief slap	D	QM4
	Cohesief stijf	Niet geschikt	-
	Organisch slap	D	QM4
	Cohesieloos	D	QM4
Mechanische boring boven grondwaterstand	Cohesief slap, stijf	D	QM4
	Organisch slap	D	QM4
	Avegaar	E	QM5
Mechanische boring onder grondwaterstand	Cohesief, slap, stijf	E	QM5
	Organisch slap	E	QM5
	Pulsen	E	QM5

Tabel 1A. Boormethoden versus maximaal haalbare kwaliteit klasse grondmonsters (VOTB-aanbeveling op basis van norm voor boortechnieken ISO/DIS 22475-1:2018 en identificatienorm NEN-EN-ISO 14688-1).

NORMEN & WAARDEN

In tabellen 1a en 1b is de maximaal haalbare monsterkwaliteit gegeven per boortechniek en monstername techniek. Het is de bedoeling om deze te koppelen als een nationaal document aan de nieuwe boornorm (wanneer deze gereed is).

Om praktische en ARBO technische redenen worden voor standaard geotechnische boringen dieper dan een paar meter met een beschrijfkwaliteit B2, mechanische boringen uitgevoerd met een monstername in bussen of liners, die vervolgens in het laboratorium beschreven worden. Deze monsters zijn tevens geschikt voor indextesten voor classificatie omschreven in deel 2 van de norm.

Verder is er in de boornorm ISO/DIS 22475-1:2018 een tabel opgenomen met de minimaal benodigde monsterkwaliteit voor de bepaling van de grondeigenschappen (zie tabel 2).

In deze internationale normen is verder geen specifieke koppeling aangebracht tussen de kwaliteitsklassen uit de boornorm en de identificatie norm. Om deze reden is de koppeling gemaakt in de Nationale norm NEN 8990 bij de identificatienorm NEN-EN-ISO 14688-1. Deze koppeling is essentieel in verband met de eisen uit de BRO.

Beschrijfkwaliteit en kwaliteit grondmonster

Aan NEN 8990 is het aspect beschrijfkwaliteit toegevoegd. De beschrijfkwaliteit geeft aan welke aspecten in de boring in welke mate dienen te worden beschreven. Er is een indeling gemaakt in categorieën B1 t/m B3, die aangeeft hoe uitgebreid de beschrijving dient plaats te vinden. De beschrijfkwaliteit is niet gekoppeld aan het type boring maar aan het doel waarvoor deze wordt uitgevoerd.

De categorieën B1 en B2 gelden voor geotechnische booronderzoeken, waarbij de resultaten geschikt moeten zijn voor geotechnische doeleinden. Standaard wordt uitgegaan van beschrijfkwaliteit B2. In de beschrijfkwaliteit B1 wordt naast de beschrijving volgens klasse B2 ook de geologische herkomst beschouwd door een geoloog.

De beschrijfkwaliteit B3 is geïntroduceerd voor (verkenning) boringen en is niet bedoeld voor geo-technische doeleinden. In klasse B3 worden slechts de primaire en secundaire fracties beschreven, laaggrenzen en kleur. Geotechnisch belangrijke eigenschappen als consistentie van fijne en organische gronden, aandeel organisch materiaal, gelaagdheid en de Nederlandse verbijzondering van grove gronden in meerdere zandfracties worden bij een beschrijving volgens klasse B3 niet bepaald.

Bemonsteringsmethode	Grondsoort	Monsternamen categorie ISO/DIS 22475-1:2018	Max. haalbare kwaliteit klasse grondmonster NEN-EN-ISO 14688-1 / NEN8990
Ackerman dunwandig – geslagen	Cohesief, slap, stijf	B	QM2
	Organisch slap	B	QM2
	Cohesieloos	C ^a	QM3
Ackerman dunwandig – gedrukt	Cohesief, slap, stijf	B/A ^b	QM2/QM1
	Organisch slap	B/A ^b	QM2/QM1
	Cohesieloos	-	-
Piston sampler - dunwandig	Cohesief, slap, stijf	A+	QM1
	Organisch slap	A+	QM1
	Cohesieloos	C ^c	QM3
Piston sampler - dikwandig	Cohesief, slap, stijf	B	QM2
	Organisch slap	B	QM2
	Cohesieloos	-	-
Gel Push sampler	Cohesief	A++ ^d	QM1
	Organisch slap	A++ ^d	QM1
	Cohesieloos	A	QM1
Holle avegaar met dunwandige bussen	Cohesief	A+ ^d	QM1
	Cohesieloos	C ^b	QM3
Sonische monsternamen	Cohesief, slap, stijf	D ^e	QM4
	Organisch slap	E ^e	QM5
Aqualock	Cohesief, slap, stijf	D ^e	QM4
	Organisch slap	E ^e	QM5

+ Toevoeging + en aantal geeft aan dat deze methode als beter wordt beoordeeld dan de categorie zonder +.

^a Met name bij losgepakt zand en silt treedt verdichting op door het slaan van de bussen waardoor de kwaliteit klasse QM4 wordt.

^b QM2 voor 70mm diameter en QM1 voor 100mm diameter.

^c Zand boven de grondwaterspiegel.

^d Deze categorie is niet expliciet vermeld in ISO/DIS 22475-1:2018;

^e Alleen haalbaar bij 90-95% monster opbrengst.

Op basis van onderzoek naar monsterverstoring kunnen bovenstaande indelingen wijzigen.

Tabel 1B. Bemonsteringsmethode versus maximaal haalbare kwaliteit klasse grondmonsters (VOTB-aanbeveling op basis van norm voor boortechnieken ISO/DIS 22475-1:2018 en identificatienorm NEN-EN-ISO 14688-1).

Grondeigenschappen	Kwaliteitsklassen van grondmonsters voor uitvoeren van laboratoriumproeven ^a				
Ongewijzigde grondeigenschappen	QM1	QM2	QM3	QM4	QM5
Korrelverdeling	•	•	•	•	
Watergehalte	•	•	•		
Dichtheid, density index, doorlatendheid	•	•			
Samendrukbaarheid, schuifsterkte, stijfheid	•				
Eigenschappen die kunnen worden bepaald					
Opeenvolging van lagen	•	•	•	•	•
Laaggrenzen – breed (globaal)	•	•	•	•	
Laaggrenzen - nauwkeurig	•	•			
Atterbergse grenzen, korrelmatigheid, organisch stof gehalte	•	•	•	•	
Watergehalte / nat – en droog volumieke massa	•	•	•		
Dichtheid, density index, porositeit, doorlatendheid	•	•			
Toegevoegd					
Classificatie	•	•	•		
Ongedraineerde schuifsterkte (index) Torvane/PP	•	•	•		
Kalkgehalte	•	•	•	•	
Monsternamen categorieën					A
Volgens tabel 1 in ISO/DIS 22475-1:2018					B
					C
					D
					E

^a Kwaliteitsklassen volgens NEN-EN-ISO 14688-1 / NEN 8990 QM1 t/m QM5 komen overeen met klassen A t/m E in ISO/DIS 22475-1:2018.

Tabel 2. Kwaliteitsklassen van grondmonsters voor uitvoeren van laboratoriumproeven en bepaling van bemonsteringsklassen (ISO/DIS 22475-1:2018).

Beschrijfwaliteit	Omschrijving	Voorbeelden
B1	Uitgebreide monsterbeschrijving	Onderzoek voor specifieke kenmerken van de ondergrond met toepassing van speciale expertkennis, inclusief geologische kennis van lithostratigrafisch gedefinieerde lagen
B2	Standaard monsterbeschrijving	Boringen voor geotechnisch onderzoek
B3	Verkennde monsterbeschrijving	Voorboringen bij sonderingen Eenvoudige (hand)boringen voor verkenning toplagen

Tabel 3. Beschrijfwaliteit grondmonsters (Tabel NA.1 in NEN 8990).

Eigenschappen	QM5	QM4	QM1,2,3	Voorwaarden
Antropogene of natuurlijke grond	Ja	Ja	Ja	
Primaire en secundaire fractie	Ja	Ja	Ja	
Tertiaire fractie	Ja	Ja	Ja	
Aandeel organisch materiaal	Ja	Ja	Ja	Bij fijne en (zeer) grove gronden
Kleur	Ja	Ja	Ja	
Vlekken		Ja	Ja	
Korrelgrootte (eenvoudig)	Ja			Bij (zeer) grove gronden
Korrelgrootte (uitgebreid)		Ja	Ja	Bij grove gronden
Korrelvorm (hoekigheid + sfericiteit)	Ja	Ja	Ja	Bij (zeer) grove gronden
Korrelruwheid	Ja	Ja	Ja	Bij zeer grove gronden en grind
Laaggrensbepaling	Ja ¹	Ja ¹	Ja	
Scheefstand van de laag			Ja	
Inhomogeniteiten	Ja ²	Ja ²	Ja	
Gelaagdheid			Ja	
Textuur		Ja	Ja	Bij organische gronden
Consistentie		Ja	Ja	Niet te bepalen bij (zeer) grove gronden
Kalkgehalte		Ja	Ja	
Treksterkte			Ja	Bij organische gronden
Discontinuïteiten			Ja	

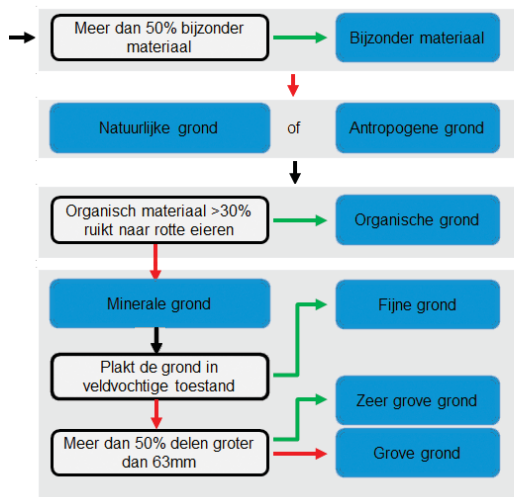
¹ Laaggrensbepaling bij QM5 zal standaard worden omschreven als 'Afgeleid uit boorgedrag', en bij QM4 zal deze standaard worden beschreven als 'Willekeurig'.

² Bij inhomogeniteiten kan bij QM4 en QM5 alleen gekozen worden voor 'brokjes'.

Vanaf QM3 kan er ook voor 'lensjes' gekozen worden.

Vet gedrukte eigenschappen worden niet beschreven bij beschrijvingsklasse B3.

Tabel 4. Identificatie van grond bij beschrijfklasse B2, afhankelijk van de kwaliteitsklasse van de monsters.



Figuur 1. Stroomschema voor identificatie

In tabel 3 zijn voorbeelden gegeven voor de verschillende beschrijfwaliteiten.

De eigenschappen die beschreven worden zijn vastgelegd in combinatie met een minimaal vereiste kwaliteit van het grondmonster (QM 1 t/m QM5). In tabel 4 zijn deze weergegeven voor beschrijfklasse B2.

Beschrijvingen volgens de nieuwe norm bevatten duidelijk meer eigenschappen van de grond, hetgeen het geotechnische ontwerp zeer ten goede komt. Hierbij wordt wel een grotere inspan-

ning en een hogere kwalificatie van de leverancier gevraagd.

Deel 1: Identificatie van grond (NEN-EN-ISO14688 en NEN 8990)

STROOMSCHEMA

De identificatie van grond verloopt volgens het stroomschema NA1 uit de norm (zie figuur 1).

Na het vaststellen in welke mate de grond bijzondere bestanddelen bevat en of er sprake is van natuurlijke of antropogene grond wordt vastgesteld of er sprake is van organische grond of minerale grond. Indien sprake is van minerale grond wordt bepaald of er sprake is van fijne grond, zeer grove grond of grove grond.

De minerale gronden zijn verdeeld in de volgende grondsoorten / fracties:

- fijne grond Silt en klei
- grove grond Grind en zand
- zeer grove grond Keien, keitjes of grover

Volgens de nieuwe norm bestaat de grondsoort leem *niet* meer. Deze grondsoort bestaande uit fracties tussen 2 en 63 μm wordt aangeduid met SILT om aan te sluiten bij de internationale praktijk.

GRONDSOORTEN EN FRACTIES

Organische gronden

Organische gronden worden op basis van genese ingedeeld in 5 grondsoorten (zie tabel 5).

Fijne gronden

Fijne gronden worden op basis van grondgedrag geïdentificeerd als KLEI of SILT. In tabel 6 zijn de verschillen tussen KLEI en SILT qua grondgedrag weergegeven.

Zeer grove gronden

De (grov)korrelige gronden worden beschreven op basis van de diameter van de minerale delen van de dominante fractie. De identificatie op blokken (>630mm), keien (200-630mm) en keitjes (63-200mm) geschiedt op de basis van het hoofdbestanddeel, dat wordt gevormd door de fractie van meer dan 50% van het monster.

Grove gronden

Een monster wordt als zand of grind geïdentificeerd, als meer dan 50 % van het monster uit zand respectievelijk grind bestaat. Dit is een belangrijk verschil met NEN 5104 waar een monster al als grind geclassificeerd werd bij meer dan 30 % grind. De korrelgrootte fracties met hun benaming zijn weergegeven in tabel 7.

De onderverdeling in subfracties van grind is gelijk gebleven in de nieuwe norm ten opzichte van

NEN 5104. Voor zand kan in navolging van de internationale norm de korrelgrootte van de subfractie beschreven worden (3 subfracties: grof, middelgrof, fijn) voor een klasse B3 (verkennde) boring. Voor een standaard geotechnische boring, klasse B2 dient de mediane korrelfractie D50 van zand beschreven te worden volgens de Nederlandse verbijszndering in de norm (7 subfracties) bij een monsterkwaliteit van QM4 en beter. Ten opzichte van NEN 5104 zijn de grenzen gelijk gebleven voor fijne zanden, met uitzondering van de bovengrens. Deze is nu 0,200 mm in plaats van 0,210 mm. De onderverdeling van middelgrove zanden is uitgebreid met een extra fractie (0,420-0,630mm).

Bepaling secundaire fracties

Bij het beschrijven van het grondmengsel dient de secundaire fractie bepaald te worden. Deze is niet noodzakelijkerwijs bepalend voor het grondgedrag maar beïnvloedt dit gedrag wel. In principe kan er één secundaire fractie worden aangegeven. Grind vormt een uitzondering: indien er ook grind aanwezig is dient dit als tweede secundaire fractie te worden vermeld.

Het aantal mogelijkheden in de norm voor het aangeven van secundaire fracties bij het zintuiglijk beschrijven van grondmengsels is beperkt en weergegeven in tabel 8.

Omdat het zintuiglijk niet mogelijk is om betrouwbaar het aandeel silt in KLEI te schatten komen de benaming "siltig" bij KLEI of "kleiig" bij SILT niet meer voor. Er moet op basis van gedrag een keuze gemaakt worden tussen KLEI of SILT. Slechts het relatieve aandeel grind of zand kan aangegeven worden. Ook voor de andere hoofdgrondsoorten zijn de mogelijkheden beperkt. Dit is een groot verschil met NEN 5104.

Bij de beschrijving van de secundaire fracties wordt het gehalte aan organisch materiaal niet als secundaire fractie beschouwd, terwijl dit zeker bij een hoog gehalte het geotechnisch gedrag beïnvloedt. In de identificatie kan dit gehalte met de vermelding "sterk organisch" of "zwak organisch" worden aangegeven (zie tabel NA.6 van NEN 8990).

Deel 2: Grondslagen voor classificatie (NEN-EN-ISO 14688-2 en NEN 8991)

PROEVEN VOOR CLASSIFICATIE VAN VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN

In deel 2 van de norm, worden laboratoriumproeven voor classificatie beschreven, de zogenaamde indextesten. In NEN 8991 zijn bepalingen voor de Nederlandse omstandigheden opgenomen. Voor deze proeven zijn er eisen gesteld aan de minimaal benodigde monsterkwaliteit, zie tabel

Grondsoort	Kenmerken
VEEN	Varieert van materiaal met een vezelige structuur, eenvoudig te herkennen plantaardige structuur tot materiaal zonder zichtbare plantaardige structuur met een sponsachtige consistentie
GYTTJA	Sediment, rijk aan organisch materiaal, afgezet in water, vertoont vaak pasta-achtige consistentie, kan variabele en soms zeer hoge plasticiteit vertonen, plantenresten kunnen totaal ontbreken bij gyttja. Voelt stroef aan
HUMUS	Plantaardige resten, levende dierlijke organismen en hun uitscheidingen tezamen met anorganische bestanddelen
DETRITUS	Geërodeerde plantaardige resten, levende organismen en hun uitscheidingen tezamen met anorganische bestanddelen die als sediment in water zijn afgezet met een korrelige structuur. Samenhang tussen de vezels is laag
BRUINKOOL	Vaste laag van vezels en amorfe massa

Tabel 5. Organische grondsoorten

Kenmerken grondgedrag	KLEI	SILT
Dilatantie	Geen	Dilatant gedrag
Taatheid	Hoog	Lage taatheid
Plasticiteit	Sterk plastisch	Niet tot weinig plastisch: er kan geen rolletje van worden gemaakt
Droge sterkte	Hoog tot zeer hoog	Geen tot gering
Gevoel	Glad, plakkerig (indien nat)	Zijdeachtig, knisperig
Gedrag in water	Valt niet tot langzaam uit elkaar	Valt snel uit elkaar
Gedrag in lucht	Droogt langzaam en krimpt	Droogt snel met weinig krimp-scheuren en is gemakkelijk af te vegen
Cohesie	Vervormt zonder scheurvorming Behoudt vorm en vochtgehalte tijdens bewerking	Zakt in elkaar en verliest vocht

Tabel 6. Kenmerken grondgedrag fijne gronden

Korrelgroottefracties	Subfractie	Nederlandse verbijszndering	Korrelgrootte-bereik mm
Grind	Grof Middelgrof Fijn		20 – 63 6,3 – 20 2 – 6,3
Zand	Grof Middelgrof Middelgrof Middelgrof Fijn Fijn Fijn	Middelgrof 420 – 630 Middelgrof 300 – 420 Middelgrof 200 – 300 Fijn 150 – 200 Fijn 105 – 150 Fijn 63 – 105	0,630 – 2 0,420 – 0,630 0,300 – 0,420 0,200 – 0,300 0,150 – 0,200 0,105 – 0,150 0,063 – 0,105

Tabel 7. Grove gronden

Organische gronden		Fijne gronden (KLEI en SILT)	
Kleiig	Siltig	Zwak zandig	Sterk zandig
Zwak zandig	Sterk zandig	Zwak grindig	Sterk grindig
Grove gronden (GRIND en ZAND)		Zeer grove grond (KEIEN en KEITJES)	
Kleiig	Siltig	Met klei	Met silt
Zwak grindig	Sterk grindig	Met zand	Met grind

Tabel 8. Secundaire fracties voor verschillende grondsoorten

NA.1 uit NEN 8991. De resultaten van de indextesten mogen de resultaten van de identificatie op basis van deel 1 van de norm niet vervangen.

Indextesten

Voor elke type grond is een basis set aan indextesten aangegeven (zie de dikgedrukte indextesten in tabel 9), waarbij een aantal indextesten ter uitbreiding gehanteerd kan worden. Voor het bepalen van een korrelverdeling, de bepaling van de Atterbergse grenzen en van de ongedraineerde schuifsterkte gelden enkele aanvullingen, die hieronder staan beschreven.

Voor het bepalen van de korrelverdeling staan in tabel 9 en in de norm drie mogelijke methodes benoemd. Andere mogelijkheden zijn de laserdiffractie methode (ISO 13320) en de Dynamic Image Analysis methode (ISO 13322-2), mits deze methoden voor Nederlandse omstandigheden zijn onderbouwd.

Voor wat betreft het bepalen van de Atterbergse grenzen: er mag bij de vloeigrens bepaling alleen gebruik worden gemaakt van de valconus methode

(zie Figuur 2). Het Casagrande apparaat is vanwege de minder goede reproduceerbaarheid van de testresultaten niet toegestaan volgens NEN 8991.

Voorheen werd de consistentie aangegeven in relatie tot de vastheid c.q. ongedraineerde schuifsterkte. Deze is nu echter terecht gekoppeld aan de consistentie-index I_c , die gelijk is aan de vloeigrens w_L minus het in situ watergehalte w gedeeld door de plasticiteitsindex I_p .

Het onderscheid tussen silt en klei wordt gemaakt op basis van de plasticiteitsgrafiek (figuur 3). Uit een plot van de vloeigrens w_L en de plasticiteitsindex I_p van een monster kan worden afgeleid of het monster uit silt of klei bestaat (respectievelijk onder of boven de zogenoemde A-lijn).

De ongedraineerde schuifsterkte is voor cohesieve grondsoorten een belangrijke parameter om het gedrag nader te karakteriseren. In de norm is een overzicht van nadere omschrijvingen gegeven op basis van de ongedraineerde schuifsterkte uit laboratorium- en veldproeven. In NEN 8991 is

een genormeerde beschrijving van de uitvoering van de torvane en de pocket penetrometer proef opgenomen.

Deze beschreven aanvullingen zullen ook worden opgenomen in de NPR voor laboratorium onderzoek welke eind 2021 verwacht wordt. Hierin zal het hele scala aan classificatietesten en sterkteproeven worden opgenomen om tot een eenduidige werkwijze te komen, in lijn met de data formats vanuit de BRO.

De resultaten van de indextesten kunnen naast de zintuiglijke boorbeschrijving grafisch worden gepresenteerd op één blad.

Om cohesieve sedimenten goed te kunnen karakteriseren en een optimale onderverdeling te kunnen maken in geotechnische (reken)eenheden is het van belang om voldoende sets indextesten per grondlaag uit te voeren. Voor data die in de BRO worden opgeslagen is dit voor toekomstige correlaties en indelen van grondsoorten binnen

Indextesten	Methode	Minimale monsterkwaliteit
Grove gronden		
Korrelgrootteverdeling	Zeving + voorbehandeling + Hydrometer of	QM4
	Zeving + voorbehandeling + Pipetmethode of	QM4
	Zeving + voorbehandeling + Adsorptie röntgenstraling	QM4
	(Sedigraaf)	
Organische stof	Bepalen massa-afname bij verhitting van 500 °C	QM4
Kalkgehalte	Bepalen massa-afname bij verhitting van 500 °C naar 900 °C	QM4
Dichtheid van gronddeeltjes	Pyknometer	QM4
Fijne gronden		
Korrelgrootteverdeling	Zeving + voorbehandeling + Hydrometer of	QM4
	Zeving + voorbehandeling + Pipetmethode of	QM4
	Zeving + voorbehandeling + Adsorptie röntgenstraling	QM4
	(Sedigraaf)	
Atterbergse grenzen	Valconus + uitrolproef	QM4
Organische stof	Oplossen in waterstofperoxide voor klei, of massa-afname bij verhitting	QM4
Kalkgehalte	Oplossen in zoutzuur voor klei, of massa-afname bij verhitting	QM4
Ongedraineerde schuifsterkte*	Torvane + Pocket Penetrometer	QM3
Watergehalte	Bepalen massa-afname bij verhitting (110 °C)	QM3
Nat en droge volumieke massa	Steekring + trimmen	QM3
Dichtheid van gronddeeltjes	Pyknometer	QM4
Organische gronden		
Organische stof	Massa-afname bij verhitting	QM4
Kalkgehalte	Massa-afname bij verhitting	QM4
Ongedraineerde schuifsterkte	Torvane + Pocket Penetrometer	QM3
Watergehalte	Bepalen massa-afname bij verhitting (110 °C)	QM3
Nat en droge volumieke massa	Steekring + trimmen	QM3
Dichtheid van gronddeeltjes	Pyknometer	QM4

Tabel 9. Sets indextesten per grondsoort met minimale monsterkwaliteit. Vet gedrukt is basis set, uitbreidingen niet vet gedrukt.



Figuur 2. Valconus apparaat.

projectgebieden op basis van proevenverzamelingen eveneens van groot belang. Deze aanpak is zeer verschillend van de huidige standaard werkwijze bij geotechnisch onderzoek.

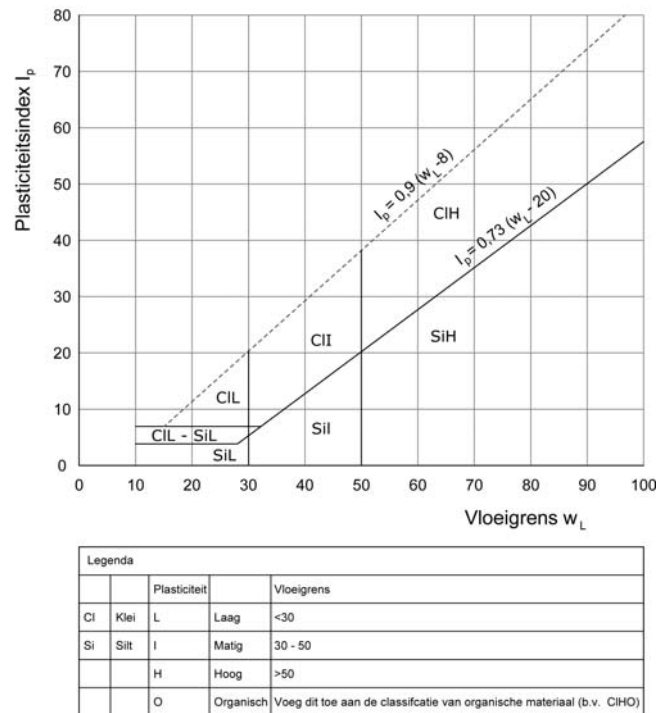
Belangrijkste verschillen met NEN 5104

De belangrijkste verschillen tussen de oude norm NEN5104 en de nieuwe normen NEN-EN-ISO 14688-1, NEN 8990, NEN-EN-ISO 14688-2 en NEN 8991 zijn hieronder weergegeven:

1. De definitie van classificeren is veranderd. In NEN 5104 was dit meer beschrijvend, waarbij de grondsoortnaam op basis van eventueel beschikbare proefresultaten kon worden aangepast. In NEN-EN-ISO 14688 zijn de resultaten van de indextesten zoals beschreven in deel 2 van de norm supplementair aan de identificatie zoals beschreven in deel 1 en mogen deze de resultaten van de identificatie niet vervangen. De definitieve beoordeling van de grondsoort en het indelen in klassen met vergelijkbare samenstelling en geotechnische eigenschappen, wordt gedaan door de geotechnisch adviseur op grond van alle informatie van de betreffende locatie in relatie tot het geotechnisch ontwerp.
2. De definitie van grondsoorten (mengsel samenstellingen) is veranderd, waardoor de grondsoorten uit NEN-EN-ISO 14688 deel 1 niet één op één vergelijkbaar zijn met de grondsoorten uit NEN 5104;
3. De grondsoort leem bestaat niet meer;
4. Er zijn meerdere organische grondsoorten dan alleen veen;
5. Fijne gronden worden ingedeeld op basis van grondgedrag en niet meer op basis van percentages van de verschillende fracties (klei, silt, zand) waaruit de grond bestaat;
6. Eén standaard voor beschrijvingen voor geotechnische boringen, beschrijfsklasse B2. Eénduidig is vastgelegd welke aspecten van de grond beschreven dienen te worden afhankelijk van de kwaliteit van een grondmonster. Hierdoor worden nu veel meer aspecten verplicht beschreven dan volgens NEN 5104. Omdat bij NEN 5104 maar een beperkt aantal velden verplicht werd ingevuld, was onduidelijk of een bepaald aspect niet aanwezig was of niet was geregistreerd. In de nieuwe norm is deze onduidelijkheid vervallen;
7. Vastgelegde ervarings- en kwaliteitseisen waaraan een beschrijver van een geotechnische boring (klasse B2) moet voldoen;
8. Betere aansluiting op Europese normen;

De NEN-EN-ISO 14688 is duidelijk een verbetering ten opzichte van NEN 5104. De uitgebreidere beschrijvingseisen en het onderscheid tussen

Figuur 3
Plasticiteitsgrafiek.



identificeren en classificeren zorgen voor meer objectiviteit en reproduceerbaarheid van de resultaten. Hierdoor is de data toekomstbestendig en geschikt voor de vele digitale toepassingen.

Consequenties van de nieuwe norm voor de toekomst van grondonderzoek

Anders aanbesteden vanwege NEN-EN-ISO 14688

Aangezien bij het classificeren van grond indextesten moeten worden uitgevoerd en er meer keuzemogelijkheden zijn, dient ook anders aanbesteed te worden om gebruik te kunnen maken van de mogelijkheden van de nieuwe norm. Vanuit de VOTB is een handreiking geschreven voor RWS om eenduidig te kunnen aanbesteden. De meest recente versie is te downloaden via de VOTB-web-site.

Visie opzet grondonderzoek

Door bovenstaande wijzigingen in de normen en steeds verdergaande digitalisering kunnen ondergrond risico's objectiever in kaart worden gebracht. De ondergrond vormt één van de grootste risico's voor infrastructurele werken, terwijl aan grondonderzoek veelal minder dan 1% van de realisatiekosten wordt uitgegeven (Geo-Impuls project, risico gestuurd grondonderzoek). Onvoldoende grondonderzoek resulteert in onbekende risico's waardoor te lage veiligheden in het ontwerp worden ingebouwd met risico op falen ofwel te

hoge veiligheden in het ontwerp worden opgenomen met te hoge realisatiekosten. Maatschappelijk gezien zijn beide ongewenst. Met een beperkte investering in grondonderzoek en een gedegen analyse van reeds beschikbare data zijn veelal significante besparingen mogelijk in de realisatiekosten en het reduceren van de risico's.

Door meer digitale data en kennis van de ondergrond kunnen we als geotechnici komen tot betere ruimtelijke risico analyses zodat we met een kleinere ecologische milieu voetprint kunnen blijven bouwen op de schaal zoals we het nu doen. De toenemende digitalisering van het vakgebied, nieuwe normen en de komst van de BRO bieden kansen om op dit gebied stappen te maken en hiermee voorop te lopen in Europa. Het ontbreekt nu echter aan een breed gedragen lange termijn visie hoe we dit als markt, overheid en kennisinstellingen, kunnen realiseren. Om ontwikkelingen op dit gebied te stimuleren is het van groot belang om de rollen van alle partijen in een lange termijn visie goed af te stemmen en daarmee oneerlijke concurrentie (met belastinggeld) te voorkomen. Als vervolg op risico gestuurd grondonderzoek zou een maximale eis voor onzekerheden met betrekking tot de ondergrond vastgelegd moeten worden, waaraan het definitief ontwerp moet voldoen. In een 3D grondmodel kunnen onzekerheden inzichtelijk gemaakt worden. Onnodige veiligheden in een ontwerp en te grote onzekerheden met betrekking tot de ondergrond kunnen zo voorkomen worden. ●