



Urban soils, door de mens beïnvloede bodems

Deel 2: Meten van verdichting

Doorworteling en bodemprofiel

Bodemverdichting (ook wel bodemcompactie genoemd) wordt weergegeven als volumedichtheid: het droge gewicht van de bodem gedeeld door het volume. In de agronomische bodemwetenschap wordt het uitgedrukt in megagram (een ton; 1.000 kg) per kubieke meter (Mg/m³) maar ook wel in gram per kubieke centimeter (g/cm³). De notaties verschillen, maar ze hebben dezelfde waarde. Zo is 1,5 Mg/m³ hetzelfde als 1,5 g/cm³.

Auteur: James R. Urban

Vertaling: Broer de Boer

Verschillende bodemsoorten vertonen verschillende dichtheden waarbij de wortels er niet meer in kunnen doordringen en verschillen planten van elkaar met het doordringingsvermogen van hun wortels in de bodem. Wanneer de bodemvochtigheid toeneemt, kunnen planten eventueel wel met hun wortels in de bodem doordringen, wat in een dezelfde droge bodem niet meer zou lukken. Dit verklaart waarom bomen in een verstedelijkte omgeving tijdens een nat seizoen ogenschijnlijk onverklaarbaar erin slagen om wortelgroei te vertonen in een bodem die hiervoor helemaal niet geschikt lijkt te zijn. Het punt waarop de wortelpenetratie wordt belemmerd door verdichting is minder snel bereikt bij een bodem met uitsluitend grove delen. Dit komt omdat er ook bij verdichting van die bodem toch nog

relatief grote poriën overblijven.

Meting van de dichtheid met de Proctorproef

De Proctorproef is een methode die gebruikt wordt om de dichtheid van een grondmonster te bepalen, gebaseerd op het maximale droge volume in verhouding tot de optimale vochtigheidsgraad. In tabel 1 kunt u voor verschillende bodemtypes de relatie zien tussen de Proctorwaarden en de volumedichtheden. Het is duidelijk te zien dat de verdichtingseisen voor constructiewerk, typisch 90 tot 95 procent van de maximale droge dichtheid, veel hoger zijn dan de volumedichtheid waarbij doorworteling nog mogelijk moet zijn. Afhankelijk van het bodemtype begint het verhinderen van doorworteling bij 80 tot 85 procent droge dichtheid.

Voordat de Proctorproef in het veld wordt uitgevoerd, stelt men in een geotechnisch laboratorium aan de hand van monsters eerst de maximale bodemdichtheid en de optimale vochtcurve vast. De proef voert men daarna in het veld uit met behulp van een radioactieve densiometer. De waarde die de densiometer aangeeft, wordt als percentage van de eerder in het lab verkregen waarde vastgelegd. De 100 procent dichtheidswaarde wordt in het testrapport uitgedrukt als volumedichtheid, weergegeven in pounds per cubic foot (lb/ft³). 1 Mg/m³ is gelijk aan 62,43 lb/ft³. Een Proctorproef wordt vaak gebruikt om te zien of een ondergrond aan de minimale eisen voldoet om een bebouwing te kunnen dragen. 95 procent van de maximale droge dichtheid wordt beschouwd als voldoende voor de



Penetrometer voor diepere metingen



Penetrometer voor de toplaag van een bodem

meeste bebouwing, terwijl 90 procent wordt aangehouden als minimum voor bijvoorbeeld trottoirs. 85 procent voor bodems waarin beplanting is voorzien, hoewel velen deze waarde zien als een beperkende factor voor de doorworteling. Het is daarom beter om in dit geval een maximum van 80 procent aan te houden. Het voordeel van deze test is de nauwkeurigheid en de wereldwijde acceptatie ervan. Toch kleven er wat problemen aan de Proctortest:

- Elk bodemtype moet eerst in een laboratorium worden getest, voordat uitvoering van de veldtest mogelijk is.
- De testapparatuur is kostbaar en hiervoor is hooggekwalificeerd personeel nodig.
- Meestal ontbreekt de tijd om een voldoende aantal monsters te nemen.

Het meetbereik van een radioactieve densiometer gaat tot een diepte van 15 tot 30 cm en geeft geen betrouwbare meetresultaten wanneer de bodem veel organisch materiaal bevat.

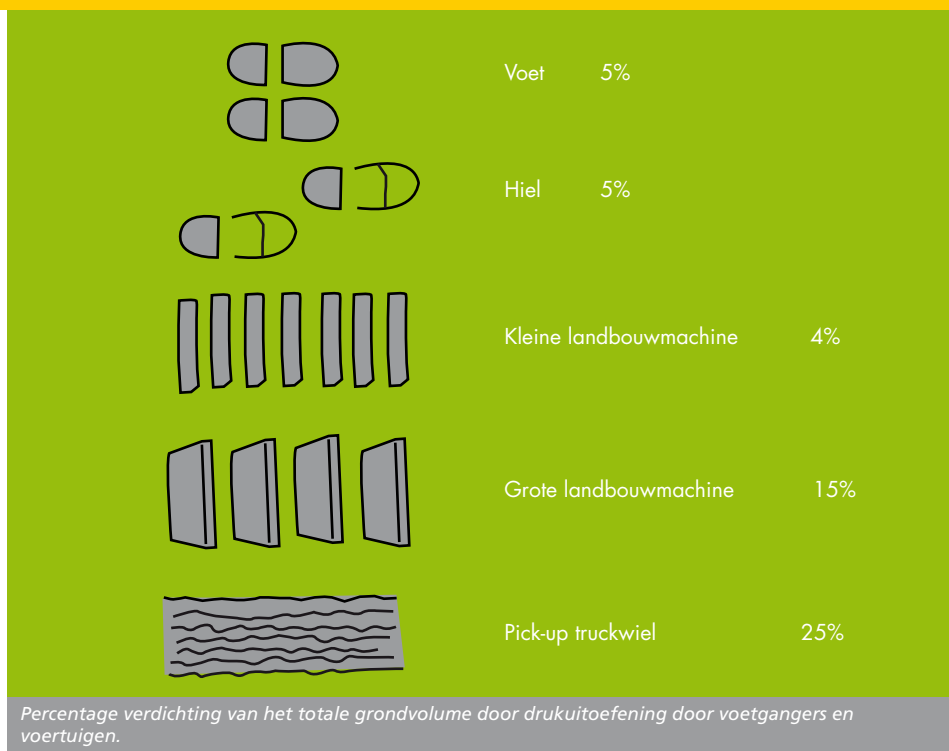
- De meetresultaten voor een organische bodem zijn 5 tot 15 procent hoger dan de actuele dichtheid.
- De maximale en minimale Proctorwaarden voor bodems waarin beplanting is voorzien, zijn nog niet voldoende onderzocht.

Om deze redenen is de Proctorproef geen praktische methode om in het veld een bestaande bodem op dichtheid te testen. Het is echter wel een nuttig hulpmiddel in de constructiefase, mits de –aangebrachte– plantgrond een uniforme structuur heeft en er

vakkundig personeel aanwezig is om de test uit te voeren.

Dichtheidsmeting door penetratieweerstand

De termen verdichting, volumedichtheid en penetratieweerstand worden nogal eens door elkaar gehaald. Onthoud dat elke bodem wel enige mate van verdichting kent. Verdichting wordt nog het best uitgedrukt in volumedichtheid (gewicht gedeeld door volume) en kan men met de juiste apparatuur heel goed meten. De penetratieweerstand geeft in feite aan hoe moeilijk het is een voorwerp in de grond te drukken, de weerstand verandert per bodemtype en vochtigheidsgraad. De weerstand van een natte bodem is lager dan die van een droge bodem. In perfecte tuingrond kan men wanneer deze kurkdrog niet met een penetrometer



Een Proctorproef wordt vaak gebruikt om te zien of een ondergrond aan de minimale eisen voldoet om een bebouwing te kunnen dragen

Verdichting bepalen met volumedichtheid

Tijdens een analysefase gebruiken agronomen en bodemkundigen als algemene standaard het meten van de volumedichtheid in een monster. Het meetproces is tijdrovend en de genomen monsters moeten naar het lab worden verstuurd om te worden gedroogd en gewogen. Dat is een proces dat een week of langer in beslag neemt. Voor het nemen van de monsters is speciale apparatuur nodig en de verzending moet met zorg geschieden. Heel vaak is tijdens de aanlegfase te weinig tijd om dit allemaal te doen. Desondanks is deze methode nog altijd makkelijker dan een Proctorproef en veel nauwkeuriger dan met een penetrometer. Redelijk betrouwbare metingen van de volumedichtheid zijn mogelijk met een kleine (\$500) investering in apparatuur, zoals een weegschaal, een monsterboor met slaghamer (percussieboor) en wat kleinere benodigdheden.

De lengte van het monster wordt bepaald waarna het gedurende een nacht in een op 100 graden Celsius ingestelde oven wordt gedroogd. Daarna wordt het gewicht bepaald en kan in combinatie met de volumemetingen uiteindelijk de volumedichtheid worden berekend. Als dit allemaal zelf gedaan kan worden hoeft het hele proces niet langer dan een dag te duren. Als monsters in de middag worden genomen en 's



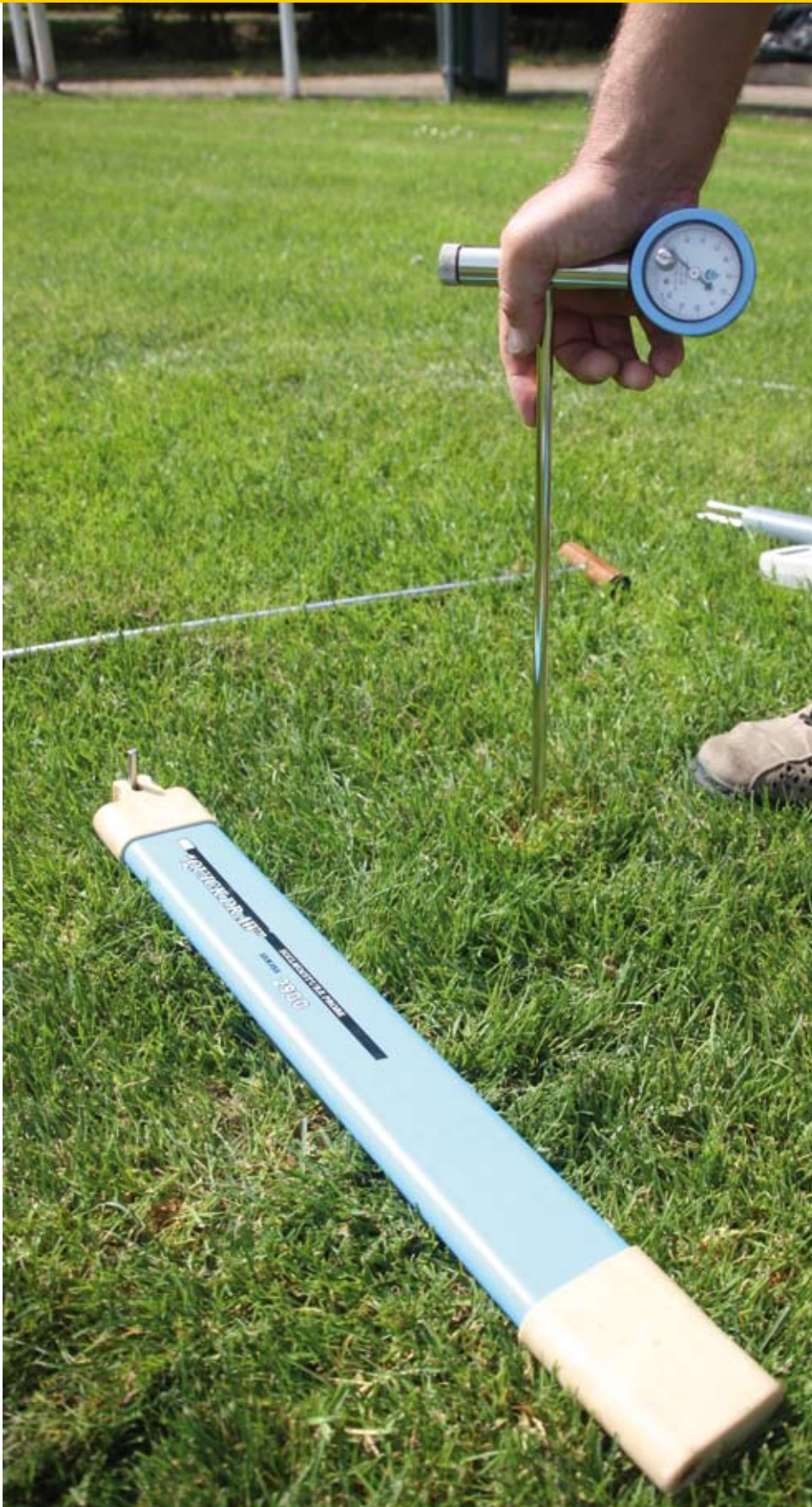
Afschuifweerstandmeter

doordringen. Tenzij het bodemtype en de vochtigheidsgraad bekend zijn, is het meten van de penetratieweerstand geen goede methode om de mate van verdichting vast te stellen.

De penetratieweerstand wordt gemeten met een penetrometer. Op dit instrument kan men de relatieve bodemweerstand tot op dieptes van 60 cm en meer direct aflezen. Het instrument wordt langzaam in de bodem gestoken en de weerstand kan direct worden uitgelezen in Megapascals (MPa). De penetrometer is eenvoudig in gebruik en relatief goedkoop. Een vochtige en zandige bodem met een weerstand lager dan 2 Mpa wordt geschikt geacht voor beworteling. De penetrometer kan onnauwkeurig worden indien de bodemvochtigheid boven 50 procent van de veldcapaciteit stijgt. Er zijn nog onvoldoende gegevens verzameld over de juiste verhoudingen tussen de twee variabelen, vochtigheid en bodemtype, om bij het bepalen van de dichtheid voldoende betrouwbare resultaten van de penetrometer te krijgen. Met enige ervaring kan men ook met een dunne lange pen een even goede indruk van de bodem krijgen als met een penetrometer. Bij het aanbrengen van nieuwe grond heeft de penetrometer wel nut om te zien waar een uitvoerder grond heeft verdicht vergeleken met een referentiebodem van bekende dichtheid en vochtigheid.



Doorworteling



Tensiometer

nachts worden gedroogd kan reeds de volgende ochtend het resultaat bekend zijn. Hoewel het zelf uitvoeren van de test goed mogelijk is, kan de uitslag bepalend zijn in een juridisch geschil over bijvoorbeeld de levering van grond. In zo'n geval kan men het testen en rapporteren beter overlaten aan een erkend laboratorium. Zorg er altijd voor dat de apparatuur schoon en vrij blijft van aangekoekte grond. Dit geldt ook voor de containers. Als het monster voor de droging wordt gewogen kan achteraf worden berekend hoeveel vocht er in het monster aanwezig was.

Met enige ervaring kan men ook met een dunne lange pen een even goede indruk van de bodem krijgen

In hun boek *Trees in the Urban Landscape* beschrijven Bassuk en Trowbridge in 2004 een eenvoudige methode om de volumedichtheid te meten met weinig apparatuur. Dat gaat als volgt: maak een klein gat in de grond en vul dit met een plastic zak. Vul de zak met water en noteer hoeveel water nodig was om het gat te vullen (dit moet heel precies worden vastgesteld en het waterpeil moet precies tot aan de oppervlakte liggen). Hiermee weten we redelijk accuraat welk volume de verwijderde grond heeft. De grond kan dan worden gedroogd en gewogen, waarna het mogelijk is de volumedichtheid vast te stellen. Iedere methode voor het bepalen van de mate van verdichting heeft voor- en nadelen. Berekenen van de volumedichtheid is waarschijnlijk de beste methode voor een bestaande bodem, terwijl de Proctorproef met een densiometer beter is op een grote bouwplaats waar ook vaak een geotechnisch specialist aanwezig is. Een penetrometer is nuttig om de relatieve verdichting te bepalen in bodems die zijn bedoeld om te worden beplant en waar het bodemtype en de vochtigheid relatief consistent is.

James Urban is een Amerikaans wetenschapper. Hij is een van de bekendste specialisten van bomen in de stedelijke ruimte. Dit artikel is het tweede in een serie. Urban is medeontwikkelaar van de DeepRoot Silvia Cell.