



Tørdensitetsbestemmelse i marken - Sandefterfyldningsmetoden

prVI 99-4:2004

Vejteknisk Institut
Provisorisk prøvningsmetode 99-4
Maj 2004



Vejdirektoratet

Tørdensitetsbestemmelse i marken
Sandefterfyldningsmetoden
prVI 99-4:2004
Provisorisk prøvningsmetode 99-4
Maj 2004

Vejdirektoratet
Vejteknisk Institut
Elisagårdsvej 5
4000 Roskilde
Telefon 4630 7000
Telefax 4630 7105

Forord

Denne prøvningsmetode er udarbejdet af Vejteknisk Institut i serien „Provisoriske prøvningsmetoder“. Provisoriske prøvningsmetoder beskriver forsøg, som Vejteknisk Institut har foretaget til vurdering af egenskaber af et materiale, evt. materialekombination eller kvaliteten af et arbejde udført in situ.

Prøvningsmetoden erstatter prøvningsmetoden benævnt VD 611-2:1969, Vejgeotekniske rutineforsøg, Tørrumvægtbestemmelse i marken, som hermed ophæves.

I forhold til tidligere udgave, er der foretaget en hel del ændringer. Prøvningsmetoden omfatter kun sandefterfyldningsmetoden, idet prøvecylindermetoden er udeladt. Tidligere var der angivet to størrelser apparater til henholdsvis mellemkornede og grovkornede jordtyper. I denne prøvningsmetode er beskrivelsen af apparatur til mellemkornede jordtyper udeladt, idet det samme apparatur nu anvendes til materialetyper med maksimal kornstørrelse op til 64 mm. Vandindholdsbestemmelse er i princippet udeladt, men kan evt. angives. Tillige er beskrivelse og mulighed af korrektion for materiale større end 16 mm udeladt. Rumvægt er ændret til densitet og betegnes ρ , som nu skal angives i Mg/m^3 .

Formål

Formålet med metoden er at bestemme tørdensiteten af jord eller befæstelsesmateriale i marken, som grundlag for vurdering af komprimeringstilstanden. Tørdensiteten defineres som forholdet mellem tørmasse og totalvolumen.

Princip

Fra overfladen af det lag, for hvilken tørdensiteten skal bestemmes, udgraves et skålformet hul hvorfra alt materiale optages, tørres og vejes således at tørmassen kan bestemmes. Hullets volumen bestemmes ved efterfyldning med sand (deraf forsøgets navn), den forbrugte sandmængde er lig hullets volumen, idet det anvendte sands lejringsdensitet på forhånd er bestemt.

Apparatur

Sandcylinder bestående af en ca. 600 mm lang stålcylinder med mindst 200 mm indre diameter. Cylinderen skal være forsynet med en bund anbragt et stykke oppe i cylinderen. I bundens centrum skal forefindes en 25 mm cirkulær udløbsåbning med lukkeanordning. Lukkeren skal kunne aktiveres ganske let, når cylinderen er fyldt med sand. Udløbsåbningen og cylinderens nederste åbning skal være forbundet med en kegleflade. Keglefladens frembringer skal danne en vinkel på ca. 30° med cylinderaksen.

Cylindrisk kalibreringsbeholder med samme indre diameter som sandcylinderen og højde ca. 150 mm.

Kalibreringsbeholderen skal have en stiv ca. 80 mm bred flange i den åbne ende. Flangen skal være nøjagtig plan.

NOTE 1: Højden af kalibreringsbeholderen skal svare nogenlunde til dybden af det hul, der graves i jorden til bestemmelse af tørdensiteten.

Metalbakke ca. 500 x 500 mm med stiv bund. I bundens midte skal være et cirkulært hul med diameter svarende til sandcylinderens indre diameter. Bakken skal være forsynet med en anordning, hvormed sandcylinderen kan centreres nøjagtig over hullet.

Glasplade ca. 350 x 350 mm med et ca. 10 mm stort hul i midten.

Ventileret tørreovn som er termostatisk kontrolleret, således at den kan fastholde en konstant temperatur på (110 ± 5) °C.

Vægt med kapacitet på 10 kg og vejenøjagtighed 1 g.

Efterfyldningssand natursand, groft, enskornet, rent, tørt.

NOTE 2: "Dansk Normalsand" er velegnet. "Dansk Normalsand" skal tilfredsstillende følgende betingelser ved sigtning på kvadratiske maskesigter: Gennemfaldet på 0,6 mm sigten må højst være 5%, og sigteresten på 1,5 mm må højst være 2%.

Vaseline

Skovl

Planteskæ

Skruetrækker

Rustfri spiseskæ

Pensel

Retskede ca. 300 mm lang, 25 mm bred og 3 mm tyk.

Skydelære (eventuelt)

Fremgangsmåde

Overfladen af den jord, der skal undersøges, afrettes ved hjælp af skovlen og retskeden, således at der fremkommer et plant, vandret areal noget større end bakken. Bakken anbringes på den planerede jordoverflade. Med planteskæen, skruetrækkeren og spiseskæen graves et skålførmigt hul i jorden, idet udskæringen i bakken bruges som skabelon. Hullets overflade skal være så jævn som muligt uden huller eller fremspring. Hullets dybde skal svare nogenlunde til kalibreringsbeholderens højde. Det påses, at skæen ikke presses mod hullets sider, således at hullet derved udvides. Den opgravede jord opsamles omhyggeligt og vejes (evt. i våd tilstand) tørres og vejes. Intet løst materiale efterlades i hullet.

NOTE 3: Af praktiske grunde fyldes den opgravede jord som regel i en prøvespand med tætsluttende låg eller i en plastikpose. Tørvægt og evt. vandindhold bestemmes senere i laboratoriet.

Sandcylinderen fyldes med sand og vejes. Derefter anbringes den over bakkens hul, og, der åbnes for sandet. Under sandets udløb må der ikke bankes på cylinderen eller på anden måde fremkaldes rystelser i cylinderen eller den jord, der omslutter hullet.

NOTE 4: Bakken skal være så stor, at jorden rundt om hullet ikke trykkes sammen, når den fyldte sandcylinder anbringes på bakken.

Der lukkes forsigtigt for udløbet, når der ikke mere kan iagttages bevægelse af sandet i cylinderen. Sandcylinderen fjernes og vejes. Den forbrugte vægtmængde sand er lig sandcylinderens vægttab.

NOTE 5: Af praktiske grunde medbringes sandet som regel afvejet i en prøvespand med låg. Sandet hældes herfra i sandcylinderen, og efter forsøget hældes den i sandcylinderen resterende sandmængde tilbage i spanen, og den forbrugte sandmængde bestemmes senere i laboratoriet.

Beregning af resultat

Jordens tørdensitet ρ_d i Mg/m^3 beregnes ved hjælp af følgende ligninger:

$$\rho_d = \frac{J}{R} \quad \text{og} \quad R = \frac{N - K}{\rho_N}$$

hvor:

- J = massen af den udgravede tørre jord i g.
- R = hullets volumen i cm^3 .
- N = massen af forbrugt sand i g.
- K = massen af sand i kegle og bakkeudskæring i g.
- ρ_N = sandets lejringsdensitet i Mg/m^3 .

Data kan hensigtsmæssigt registreres på skema (jf. Annex A).

Rapportering

Tørdensiteten ρ_d angives i Mg/m^3 med 2 decimaler. Eventuelt kan vandindholdet w angives. Bestemmelsesstedet skal angives entydigt.

Kalibrering

Først bestemmes kalibreringsbeholderens volumen. Hvis beholderen er drejet ud indvendig, således at den er nøjagtig cylindrisk, findes volumenet ved måling af diameter og højde med en skydelære. Hvis den indvendige diameter og højde ikke er nøjagtig konstante, anvendes følgende fremgangsmåde. Kalibreringsbeholderens flange indfedtes med et tyndt lag vaseline. Kalibreringsbeholder og glasplade vejes samlet. Derefter anbringes beholderen på et vandret underlag og fyldes med vand. Glaspladen lægges over beholderen, og der fyldes helt op med vand gennem hullet i glaspladen. Eventuelle vanddråber på ydersiden af beholderen og glaspladen aftørres og den vandfyldte beholder med glasplade vejes. Kalibreringsbeholderens volumen i cm^3 er lig vægtforøgelsen i g.

Dernæst bestemmes vægten af keglesandet dvs. vægten af den sandmængde, der medgår til udfyldning af sandcylinderens kegle og udskæringen i bakkens bund. Sandcylinderen fyldes med sand til et par cm under cylinderens overkant. Et sandvolumen svarende nogenlunde til kalibreringscylinderens volumen udtømmes, og sandcylinderen vejes. Bakken anbringes på en plan vandret bordplade, og sandcylinderen placeres over hullet i bakken. Lukkeranordningen aktiveres, således at sandet løber ud og fylder udskæringen i bakken samt sandcylinderens kegle. Når der ikke kan iagttages mere bevægelse af sandet i cylinderen, lukkes der forsigtig

for udløbet. Sandcylinderen fjernes og vejes. Keglesandet er lig sandcylinderens væggtab. Keglesandet bestemmes som gennemsnit af 3 forsøg.

Endelig bestemmes vægten af det totale sandforbrug dvs. keglesandet plus den sandmængde, der medgår til udfyldning af kalibreringsbeholderen. Kalibreringsbeholderen, der skal være fuldstændig tør, stilles på et vandret underlag. Bakken anbringes med hullet nøjagtig over kalibreringsbeholderen. Sandcylinderen fyldes med sand til et par cm under kanten og vejes. Cylinderen placeres derefter over hullet i bakken. Lukkeranordningen aktiveres, således at sandet løber ud og fylder kalibreringsbeholderen, udskæringen i bakken samt sandcylinderens kegle. Når der ikke kan iagttages mere bevægelse af sandet i cylinderen, lukkes der forsigtigt for udløbet. Sandcylinderen fjernes og vejes. Det totale sandforbrug er lig cylinderens væggtab. Det totale sandforbrug bestemmes som gennemsnit af 3 forsøg.

Der må højst være 1% forskel mellem enkeltbestemmelserne af keglesandet. Der må således højst være 1% forskel mellem enkeltbestemmelserne af det totale sandforbrug. Større variationer er, forudsat at forsøgene udføres omhyggeligt, tegn på at det anvendte sand er uegnet til densitetsbestemmelse.

Sandets lejringsdensitet ρ_N i Mg/m^3 beregnes herefter ved hjælp af følgende ligning:

$$\rho_N = \frac{N - K}{R}$$

hvor:

K = massen af sand i kegle og bakkeudskæring i g.

N = massen af forbrugt sand i g.

R = kalibreringsbeholderens volumen i cm^3 .

Annex A (informativt)

Tørdensitetsbestemmelse i marken Sandefterfyldningsmetoden						
1. Udtagningssted						
2. Udtagningsdata						
Lab. nr.						
Station						
Afstand fra ζ	m					
Dybde	mm					
Mrk.						
Dato						
3. Volumenbestemmelse						
C + sand før	g					
C + sand efter	g					
Forbrugt sand N	g					
Keglesand K	g					
Sand i hul N-K	g					
Sandets lejringsdensitet ρ_N	Mg/m ³					
Volumen af hul $R = (N-K) : \rho_N$	cm ³					
4. Tørdensitetsbestemmelse (og vandindholdsbestemmelse)						
Bakke	g					
Bakke+J+V	g					
Bakke+J	g					
V	g					
J	g					
w	%					
$\rho_d = J:R$	Mg/m ³					
5. Komprimeringsgrad						
$\rho_{d, \max}$	Mg/m ³					
$K = (\rho_d : \rho_{d, \max}) \times 100$	%					
Forsøg:	Dato:	prVI 99-4 Sandefterfyldningsmetoden				
Beregn.:	Dato:					
Kontr.:	Dato:	Sags. nr.	Lab. nr.:	Side nr.:		