

Skrymdensitet

Skrymdensitet är tätheten för jorden som den ligger i marken, med hålrum och porvatten inräknat.

Resultat

Tätheten för ett ostört jordprov inklusive porer och vatten, i $\text{g/cm}^3 \pm 0,9 \%$

Så mäter vi skrymdensitet

Vi väger en kolvborrhylsa med jordprovet i. Vikten på jorden får vi genom att dra bort vikten från en tom kolvborrhylsa från samma serie. Vi mäter volymen på jordprovet med linjal eller skjutmått.

Tabell 1 Symboler och antagna värden

Symbol	Betydelse	Värde x_i	Enhet	Formler	Känslighetsfaktor c_i
ρ	Provet skrymdensitet	1,782	g/cm^3	$\rho = \frac{m_p - m_h}{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot (h - a)}$	
m_p	Vikt fylld hylsa	615,86	g	$\frac{\partial}{\partial m_p} \rho = \frac{4}{[\pi d^2 \cdot (h - a)]}$	0,0034
m_h	Vikt tom hylsa	84,0	g	$\frac{\partial}{\partial m_h} \rho = \frac{-4}{[\pi d^2 \cdot (h - a)]}$	-0,0034
d	Hylsans diameter	5,0	cm	$\frac{\partial}{\partial d} \rho = \frac{-8 \cdot (m_p - m_h)}{[\pi d^3 \cdot (h - a)]}$	0,7138
h	Hylsans höjd	17,0	cm	$\frac{\partial}{\partial h} \rho = \frac{-4 \cdot (m_p - m_h)}{[\pi d^2 \cdot (h - a)^2]}$	-0,1172
a	Avstånd från provytan till hylsans kant	1,8	cm	$\frac{\partial}{\partial a} \rho = \frac{4 \cdot (m_p - m_h)}{[\pi d^2 \cdot (h - a)^2]}$	0,1172

Mätosäkerhet för skrymdensitet

Vikten på kolvborrhylsorna varierar. Osäkerhet i mätningen kommer också från våg, skjutmått och linjal.

Om provtagningen har deformerad jorden, är skrymdensiteten i kolvborrhylsan annorlunda än den i marken. Det händer då och då med prov av lös lera eller organisk jord. Vi har inte räknat in det i mätosäkerheten.

Egenskaper kan variera mycket inom samma jord. Själva provningen har låg mätosäkerhet, men ett enstaka prov kan inte visa hur egenskapen varierar i naturen.

Beräkning av mätosäkerhet

Vågen har onoggrannhet $\pm 0,03$ g och avläsbarhet $\pm 0,005$ g. Det påverkar vägningen av den fyllda hylsan.

Vikten på tomma hylsor har en standardavvikelse på 2,148 g. Vågens onoggrannhet är försumbar i jämförelse med det.

Hylsans diameter har en standardavvikelse på $\pm 0,026$ cm.

Hylsans höjd har en standardavvikelse $\pm 0,0062$ cm.

Linjalen har noggrannhet $\pm 0,05$ cm och avläsbarhet $\pm 0,05$ cm. Fel kan tillkomma när vi hanterar linjalen, och vi uppskattar det felet till $\pm 0,01$ cm.

Tabell 2 Beräkning av mätosäkerhet för skrymdensitet

Osäkerhetskälla	X_i	x_i	$\pm \delta x_i$	Typ	n / r / t/ot	$u(x_i)$	c_i	$u_i(y)$	
Hylsans massa	m_h	84	2,148	B	t 0,408	0,877	-0,0034	-0,0029	
Provets massa									
Våg, onoggrannhet i g	m_p	615,86	0,030	B	t 0,408	0,012	0,0034	0,00004	
Våg, avläsbarhet i g	m_p	615,86	0,005	B	r 0,577	0,003	0,0034	0,0001	
Hylsans höjd i cm	h	17	0,026	B	t 0,577	0,011	-0,1172	-0,0012	
Hylsans diameter i cm	d	5	0,006	B	t 0,577	0,003	-0,7128	-0,0018	
Skillnaden mellan hylsans och provets höjd									
Linjal, noggrannhet i cm	a	1,8	0,05	B	t 0,408	0,029	0,1172	0,0034	
Linjal, avläsbarhet i cm	a	1,8	0,05	B	r 0,577	0,029	0,1172	0,0034	
Hantering i cm	a	1,8	0,01	B	t 0,408	0,041	0,1172	0,0048	

Standardmätosäkerhet för skrymdensiteten är $0,0077$ g/cm³ för detta prov. Den utökade mätosäkerheten vid konfidensintervall 95 % ($k=2$) är $0,015$ g/cm³, eller 0,9%.

Referenser

Ezziyani, S., Toomväli, C., Holmén, M., Bendz, D., & Burman, F. (2015). *Mätosäkerhet SGI:s laboratorium*. Statens geotekniska institut Dnr 1.1-1401.0030.