

# GEOMEHANIKA

## 4. VAJA: STISLJIVOST TAL (edometer)

Obnašanje zemljine pri enodimenzijskem obremenjevanju ali razbremenjevanju (najpogosteje je to v vertikalni smeri – smeri posedanja tal) v laboratoriju preiskujemo z edometersko preiskavo ali edometrom (iz grščine *oidema* = *swelling* = *nabrekanje*).

Vzorec zemljine cilindrične oblike premera približno 75 mm in višine 15 – 20 mm se vstavi v tog kovinski obroč in vgradi v edometerski aparat med dve porozni ploščici. Po vgradnji je vzorec izpostavljen seriji naraščajočih vertikalnih obremenitev. Prirastki (inkrementi) vertikalne obtežbe se nanašajo na vzorec v rednih časovnih intervalih (n.pr. na približno 12, 24 ali 48 ur). Z vsakim inkrementom obtežbe (obtežna stopnja) se obtežba poveča z dvakratnim faktorjem (n.pr. 25, 50, 100, 200, 400 kPa, ..) do končne vrednosti, ki jo določajo predvidene napetosti v temeljnih tleh pred in po obremenitvi (razbremenitvi) z obtežbo.



Slika 1: Edometerska celica (prerez)

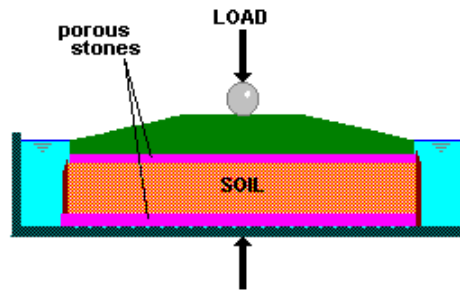


Slika 2: Edometerska celica (sestavljena)



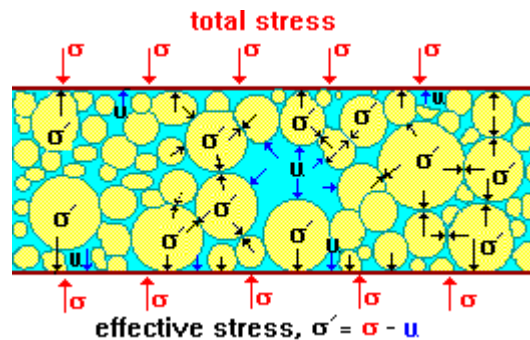
Slika 3: Edometer - celica nameščena na okvir za obremenjevanje z merilcem vertikalnih premikov – mikrometersko urico (levo) oziroma elektronskim merilcem posedkov (desno)

Med vsako bremensko stopnjo se merijo vertikalni premiki (skrčki) oziroma sprememba višine vzorca v odvisnosti od časa.



Slika 4: Prerez skozi edometer med obremenjevanjem

Konsolidacija je proces iztiskanja porne vode (in/ali zraka), do katere pride zaradi povečanja totalne napetosti  $\Delta\sigma$  v zemljini. Ker pri malo prepustnih zemljinah (gline, melji) porna voda pri povečanju obtežbe ne more dovolj hitro "odteči" iz zemljine, se poveča pritisk vode v porah, medtem ko se medzrnske (efektivne) napetosti ne morejo povečati. Tlak vode, ki nastane v porah po obremenitvi, imenujemo presežni porni tlak  $\Delta u$ . Voda začne pod pritiskom odtekat, presežni porni tlak upada, hkrati pa se manjša tudi volumen zemljine. Ko je proces konsolidacije končan, so presežni porni tlaki enaki nič, medzrnske (efektivne) napetosti  $\sigma'$  pa se povečajo.



Slika 5. Totalne, efektivne napetosti in porni tlaki

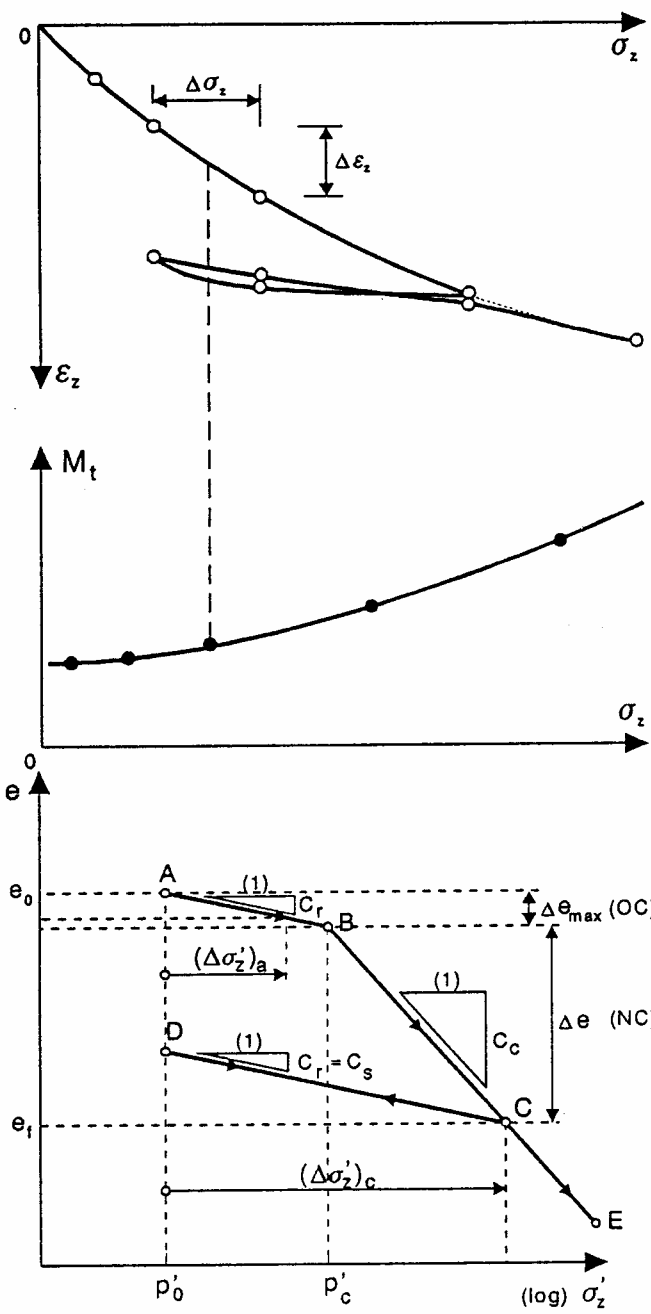
Ko je končana konsolidacija pri zadnji bremenski stopnji (največji obtežbi), se vertikalno obtežbo zmanjša v enem ali več korakih, običajno pa v enakih stopnjah, kot smo obtežbo nanašali. Pri vsaki bremenski stopnji se spet merijo dvižki v odvisnosti od časa. Po dokončni razbremenitvi se določi končna višina in vlažnost vzorca.

Iz končne spremembe višine vzorca v vsaki bremenski lahko določimo stisljivost vzorca v odvisnosti od obtežbe in modul stisljivosti.

Iz sprememb višine (posedka) vzorca v odvisnosti od časa lahko za posamezno bremensko stopnjo spremljamo hitrost konsolidacije in iz rezultatov določimo tudi količnik konsolidacije.

## 4. VAJA: STISLJIVOST TAL

1. Vzorec gline je odvzet z globine 6,0 m, pri čemer je gladina podtalnice na površini terena. Na podlagi rezultatov edometerskega preizkusa določi parametre stisljivosti.
  - a) Določi vertikalno efektivno napetost vzorca »in-situ« (pred odvzemom),
  - b) Izračunaj izmerjene količine, ki v tabeli manjkajo,
  - c) Nariši diagram  $\Delta h$  v odvisnosti od  $\sigma'$ ,
  - d) Nariši diagram  $M_v$  v odvisnosti od  $\sigma'$ , za vse intervale napetosti v preiskavi,
  - e) Nariši odvisnost količnika por (koeficienta poroznosti)  $e$  od napetosti v pol logaritemskem diagramu,
  - f) Določi napetost prekonsolidacije  $P_c'$  s Cassagrande-jevim konstruiranjem,
  - g) Določi stopnjo prekonsolidacije  $OCR$ ,
  - h) Določi indeks stisljivosti  $c_c$  za interval napetosti  $\sigma=400 - 800$  kPa,
  - i) Določi  $M_v$  in  $m_v$  za interval napetosti  $\sigma=60 - 100$  kPa,
  - j) Določi konstanto stisljivosti  $C$  za interval napetosti  $\sigma=200 - 800$  kPa,
  - k) Določi indeks razbremenitve  $c_r$  za interval napetosti  $\sigma=800 - 50$  kPa.



**Modul stisljivosti ( $M_v$ )**

$$M_v = \frac{\sigma_i - \sigma_{i-1}}{\frac{\Delta h_i - \Delta h_{i-1}}{h_0 - \Delta h_{i-1}}} = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon}$$

**Koeficient prostorninske stisljivosti ( $m_v$ )**

$$m_v = \frac{\Delta \varepsilon_z}{\Delta \sigma'_z} \quad m_v = \frac{1}{M_v}$$

**Konstanta stisljivosti ( $C$ )**

$$C = \frac{\ln \left[ \frac{p'_0 + \Delta \sigma'_z}{p'_0} \right]}{\Delta \varepsilon_z}$$

$$\Delta \varepsilon_z = \frac{1}{C} \ln \left[ \frac{p'_0 + \Delta \sigma'_z}{p'_0} \right]$$

**Indeks stisljivosti ( $C_c$ )**

$$C_c = \frac{\Delta e}{\log \left[ \frac{p'_0 + \Delta \sigma'_z}{p'_0} \right]}$$

$$\varepsilon_z = \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left[ \frac{p'_0 + \Delta \sigma'_z}{p'_0} \right]$$

$$p'_0 + \Delta \sigma'_z > p'_c$$

$$\varepsilon_z = \frac{C_r}{1 + e_0} \log \frac{p'_c}{p'_0} + \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left[ \frac{p'_0 + \Delta \sigma'_z}{p'_c} \right]$$

$$p'_0 + \Delta \sigma'_z < p'_c$$

$$\varepsilon_z = \frac{C_r}{1 + e_0} \log \left[ \frac{p'_0 + \Delta \sigma'_z}{p'_0} \right]$$

## EDOMETRSKI PREIZKUS

Aparat	D <sub>0</sub> (cm)	h <sub>0</sub> (cm)	A <sub>0</sub> (cm <sup>2</sup> )	V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )	γ, (kN/m <sup>3</sup> )
I	6.35	2.54	31.67	80.442	26.97

	Masa vzorca z posodo (g)	Masa posode (g)	Masa vlažnega vzorca (g)	Masa suhega vzorca (g)	Masa vode v vzorcu (g)	Vlažnost Vzorca (g)
Pred preizkusom	253.78	100	153.78	115.19	38.59	33.5
Po preizkusu	248.71	100	148.71	115.19	33.52	29.1

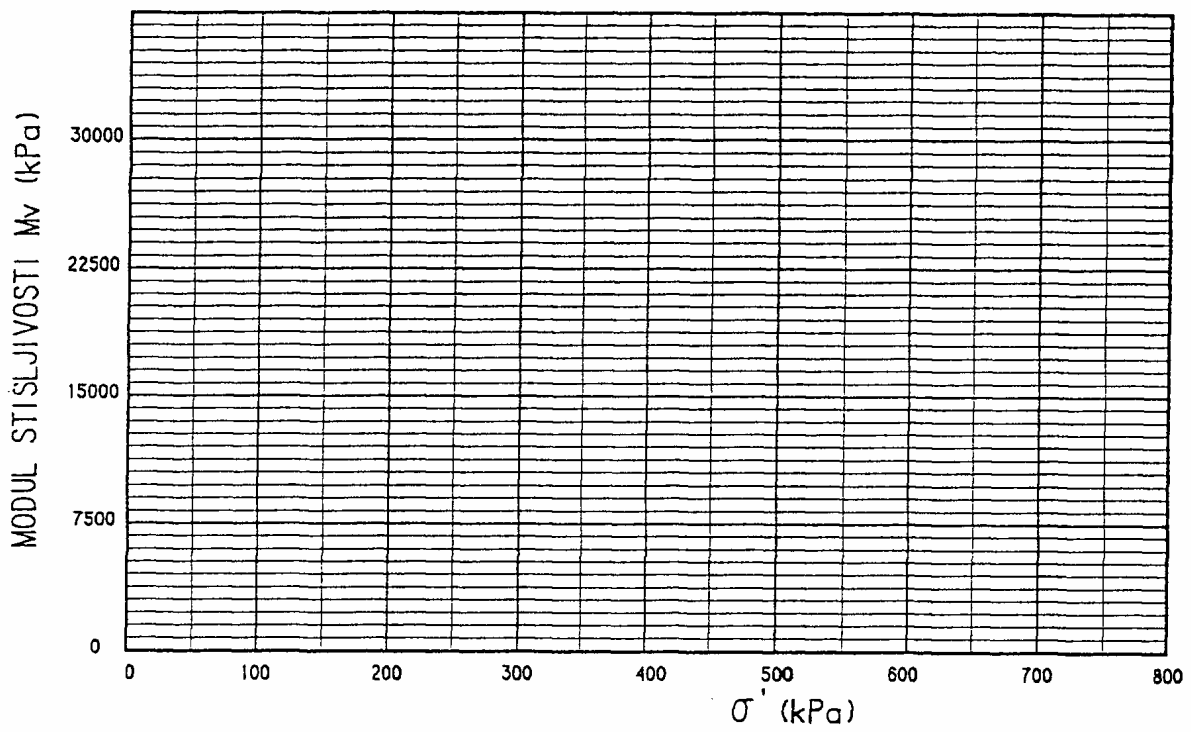
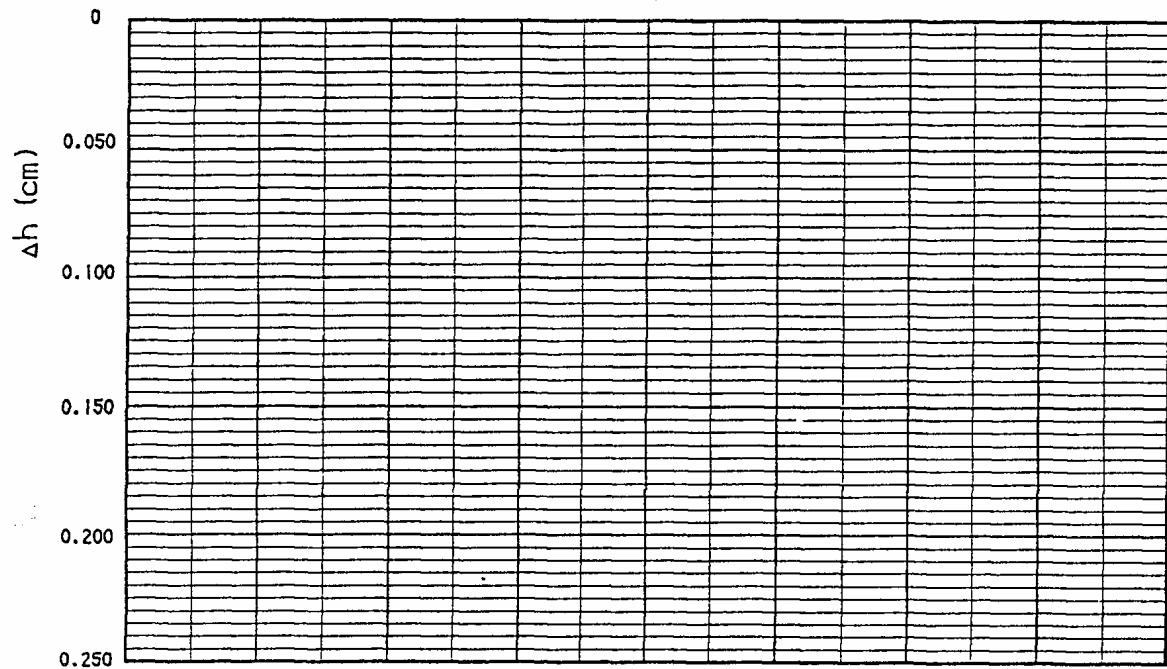
Datum	Čas (h)	Δt (h)	Δt (min)	√Δt (min)	σ (kN/m <sup>2</sup> )	Branje na urici
1.2.1993	7 <sup>00</sup>		1		50/100	0.058
			4			0.075
			9			0.089
			16			0.099
			25			0.106
			36			0.111
		1	4			0.118
		1	40			0.121
		6	40			0.124
		15				0.126
		24				0.127

Datum	Čas (h)	Δt (h)	Δt (min)	√Δt (min)	σ (kN/m <sup>2</sup> )	Branje na komparaterju
2.2.1993	7 <sup>00</sup>		1		100/200	0.187
			4			0.253
			9			0.308
			16			0.346
			25			0.374
			36			0.393
		1	4			0.420
		1	40			0.432
		6	40			0.444
		15				0.451
		24				0.455

Datum	Čas (h)	$\Delta t$ (h)	$\Delta t$ (min)	$\sqrt{\Delta t}$ (min)	$\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	Branje na komparaterju
3.2.1993	7 <sup>00</sup>		1		200/400	0.603
			4			0.764
			9			0.899
			16			0.991
			25			1.060
			36			1.106
		1	4			1.172
		1	40			1.201
		6	40			1.231
		15				1.247
		24				1.257

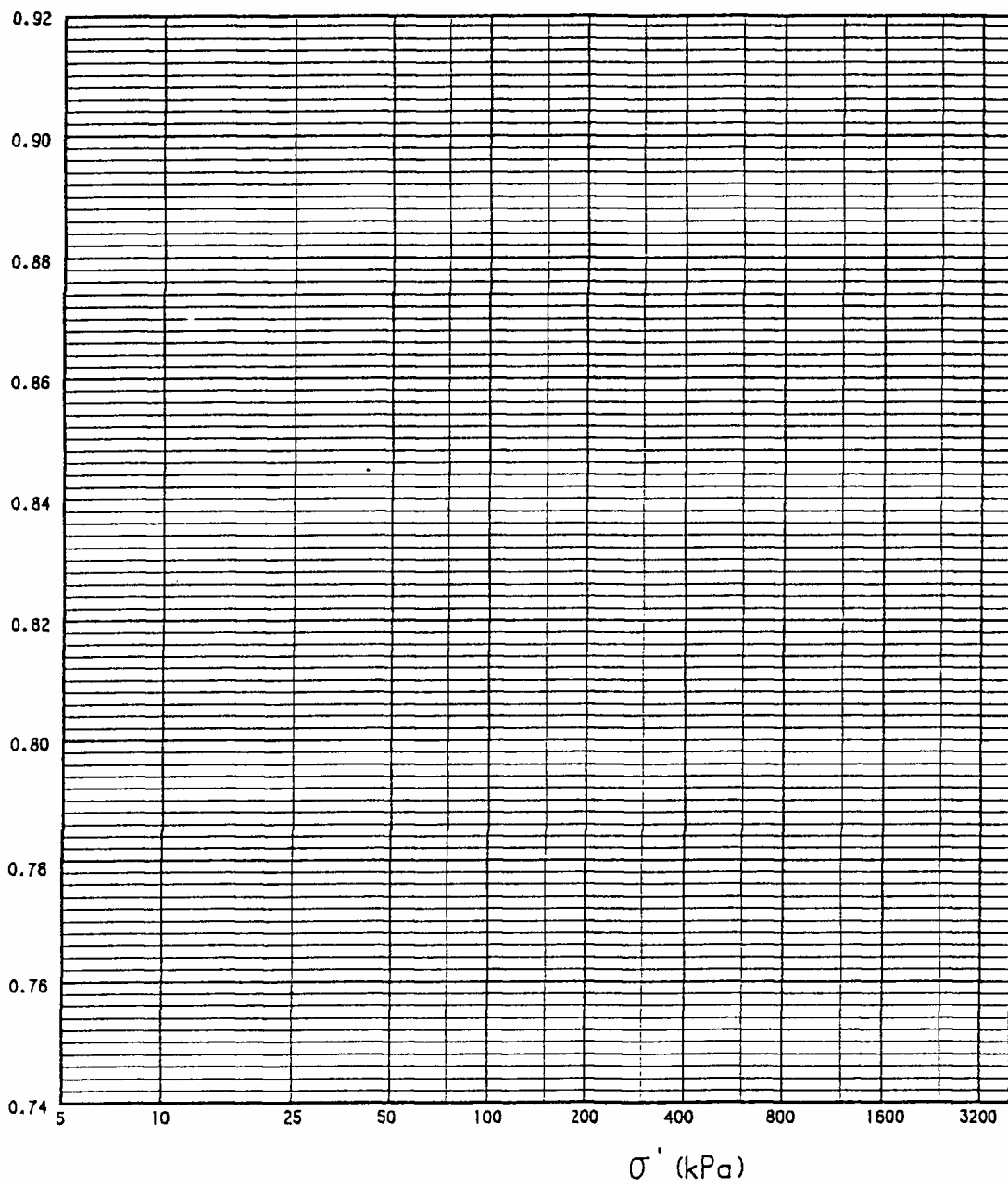
Datum	Čas (h)	$\Delta t$ (h)	$\Delta t$ (min)	$\sqrt{\Delta t}$ (min)	$\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	Branje na komparaterju
4.2.1993	7 <sup>00</sup>		1		400/800	1.435
			4			1.628
			9			1.790
			16			1.900
			25			1.983
			36			2.000
		1	4			2.117
		1	40			2.153
		6	40			2.188
		15				2.208
		24				2.222

$\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta h_i$ (cm)	$V_1 = A_0(h_0 - \Delta h_i)$ (cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d = \frac{D}{V_1} 9.807$ (kN/m <sup>3</sup> )	$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$	$\Delta h_i - \Delta h_{i-1}$	$\Delta \sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\Delta \epsilon$	Modul stisljivosti $M_v$ (MN/m <sup>2</sup> )
					$h_0 - \Delta h_{i-1}$			
0	0	80.442	14.048	0.920				
50	0.0043	80.306	14.071	0.917		50	0.00169	29.58
100	0.0127	80.040	14.118	0.910		50	0.00331	15.11
200						100	0.01298	7.70
400						200		
800						400		
50	0.1984	74.158	15.238	0.770		750	-	-



DATUM :

KOEFICIJENT POROZNOŠTI e



$C_c =$

$C_r =$

$P'_o =$  kPa

$P'_o =$  kPa

OCR= / =

DATUM :