



Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Stlačitelnost a konsolidace – **cvičení**

doc. Dr. Ing. Hynek Lahuta



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

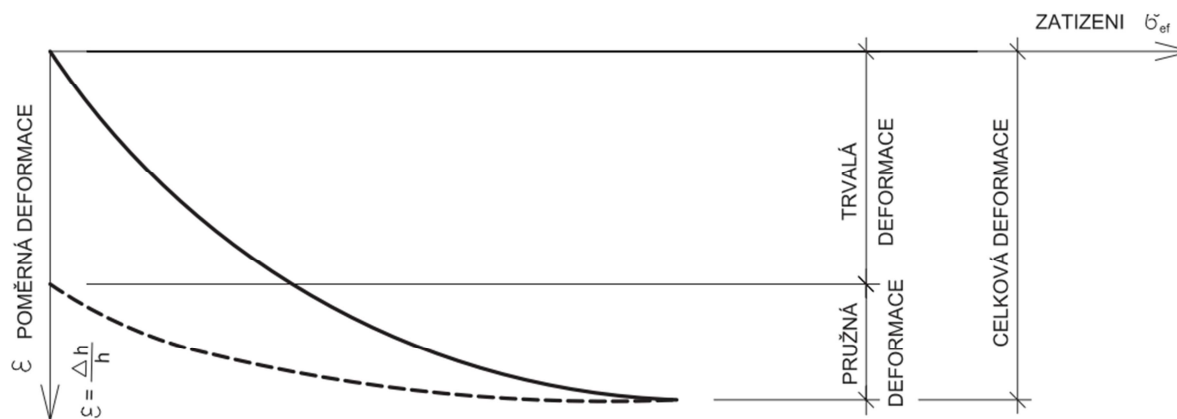
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru Geotechnika CZ.1.07/2.2.00/28.0009.
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

Stlačitelnost zemin

Definice: - Vzájemné přemístění zrn působením tlaku.

Při stlačování zeminy dochází k jejímu zhutnění (zmenšení objemu), a tedy ke snížení pórovitosti zeminy a zvýšení její objemové hmotnosti. Deformační charakteristiky (stlačitelnost) zemin můžeme stanovit laboratorně, edometrem (E_{oed}) a triaxiálem, nebo v terénu, statickou zatěžovací deskou (E_{def}) a presiometrem.



Průběh edometrické zkoušky

Přetvárné moduly

Edometrický modul přetvárnosti (jednoosá stlačitelnost)

$$E_{oed} = \frac{\Delta\sigma_{ef}}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma_{ef,2} - \sigma_{ef,1}}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

Deformační modul přetvárnosti (všesměrné stlačení)

$$E_{def} = \frac{\Delta\sigma_i \cdot d(1 - \nu^2) \cdot \alpha}{\Delta s_i}$$

Kde:

- d - průměr zatěžovací desky
- ν - Poissonovo číslo
- Δs_i - přírůstek sedání desky vyvolaný přírůstkem napětí po ukončení konsolidace zeminy
- α - součinitel závislý na tvaru desky (dokonale tuhá deska = 0,79)

Vzájemný vztah:

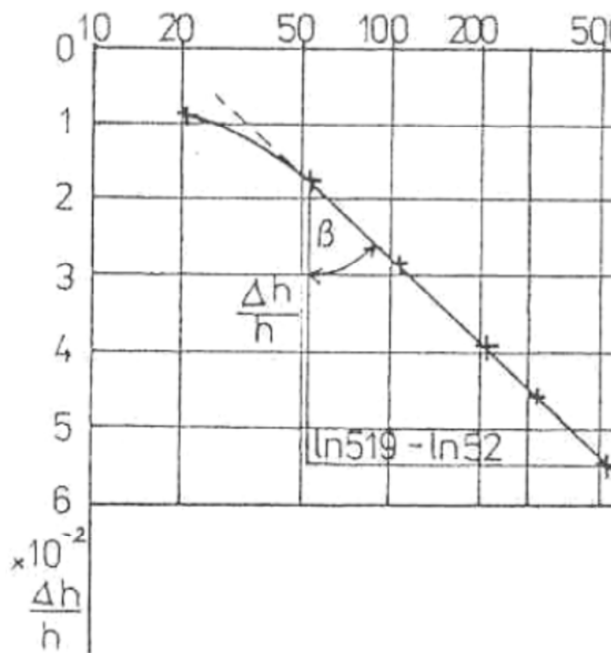
$$E_{oed} = \frac{E_{def}}{\beta}$$

Pružný modul

Edometrický modul pružnosti - poměr napětí a pružné deformace.

$$E_e = \frac{\Delta\sigma_{ef}}{\Delta\varepsilon_{pruž.}} = \frac{\sigma_{ef,2} - \sigma_{ef,1}}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)_{pruž.}}$$

Součinitel stlačitelnosti C



Pokud vztah mezi efektivním napětím a poměrným stlačením zeminy znázorníme v semilogaritickém měřítku, má tento vztah často podobu přímky.

Sklon této přímky se považuje za charakteristiku deformačních vlastností zeminy při jednoosé deformaci a je charakterizován jako součinitel stlačitelnosti C:

$$C = \frac{h}{\Delta h} \cdot \ln \frac{\sigma_{ef} + \Delta\sigma_{ef}}{\sigma_{ef}}$$

Stlačení pomocí Hookova zákona

$$\Delta h = \frac{\Delta\sigma}{E_{oed}} \cdot h$$

Kde:

- Δh - stlačení vzorku určený z poměrného přetvoření $\varepsilon = \frac{\Delta h}{h}$
- h - původní výška vzorku
- $\Delta\sigma$ - přetížení (přírůstek napětí)
- E_{oed} - edometrický modul přetvárnosti

Stlačení pomocí součinitele stlačitelnosti

$$\Delta h = \frac{h}{C} \cdot \ln \frac{\sigma_{ef} + \Delta\sigma_{ef}}{\sigma_{ef}}$$

Konsolidace zemin

Definice: reologický proces postupného přizpůsobování se zeminy působícímu zatížení

Primární kons.: Souvisí s vytlačení nadbytečné vody ze zeminy

Sekundární kons.: Dochází k dotvarování samotného skeletu zeminy

Stupeň konsolidace U

- určuje, jakou část vnějšího zatížení přenáší pevná složka a jakou voda

$$U = \frac{\Delta h_t}{\Delta h}$$

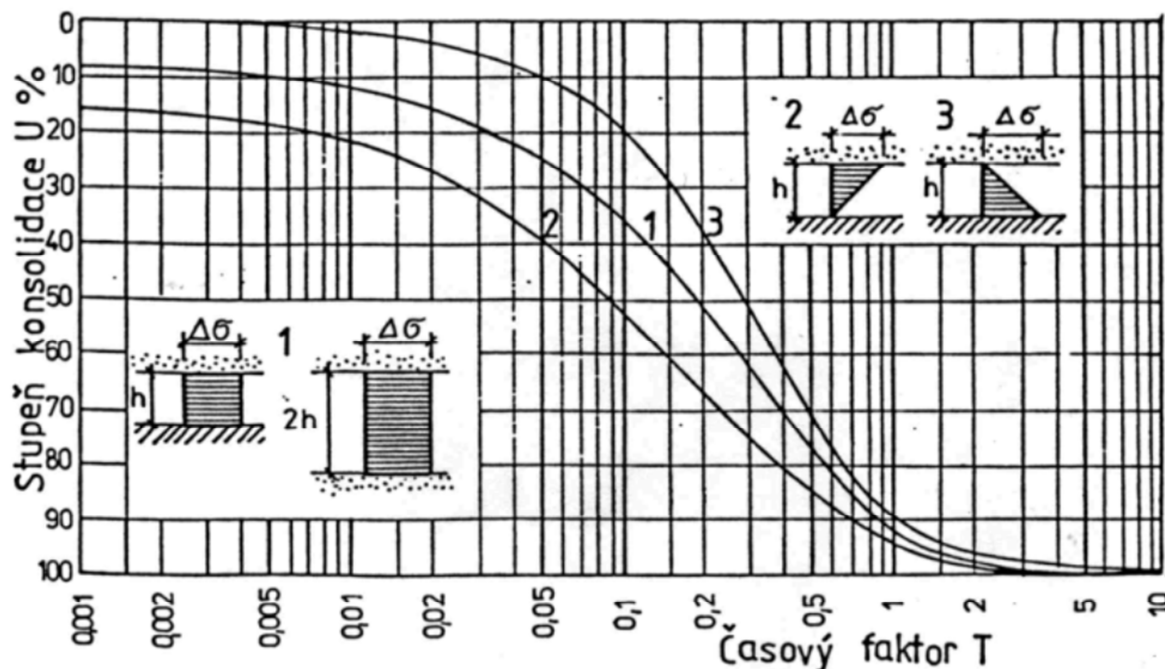
Kde:

Δh_t - stlačení v požadovaném čase

Δh - celkové stlačení

Časový faktor T

- odvozen z diagramu pomocí stupně konsolidace



Součinitel konsolidace c_v

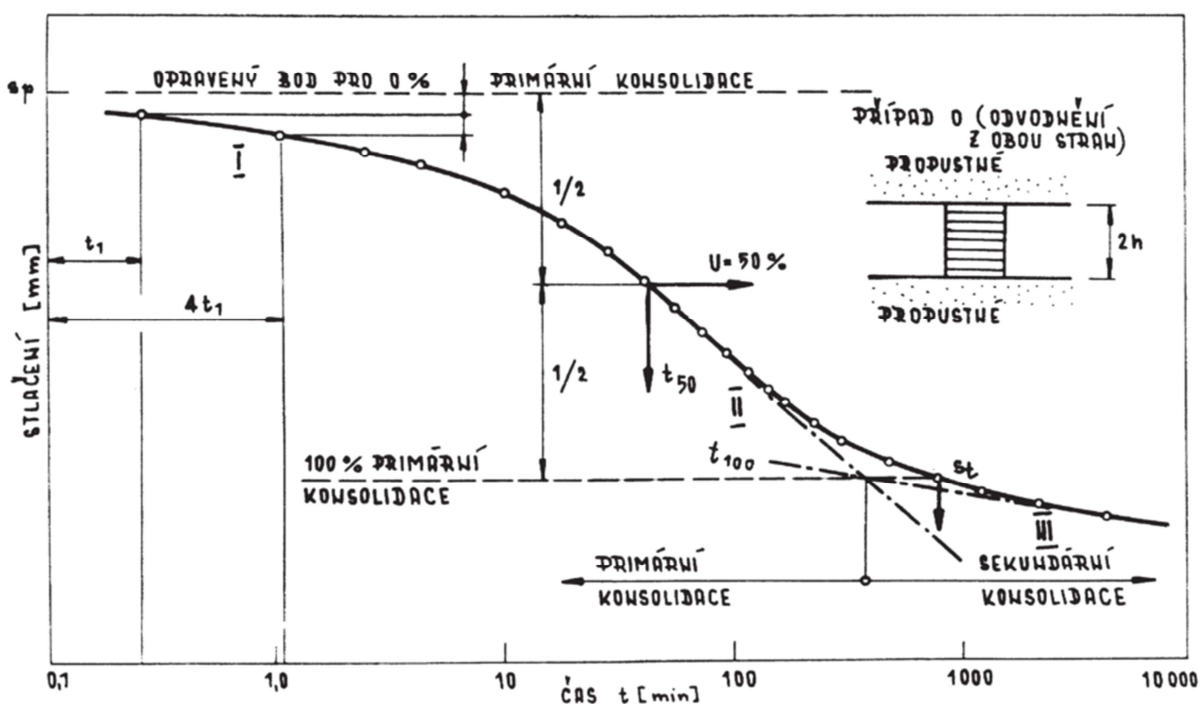
Jednoosá konsolidace (Terzaghi)

$$c_v = \frac{T_x \cdot h^2}{t_x}$$

Kde:

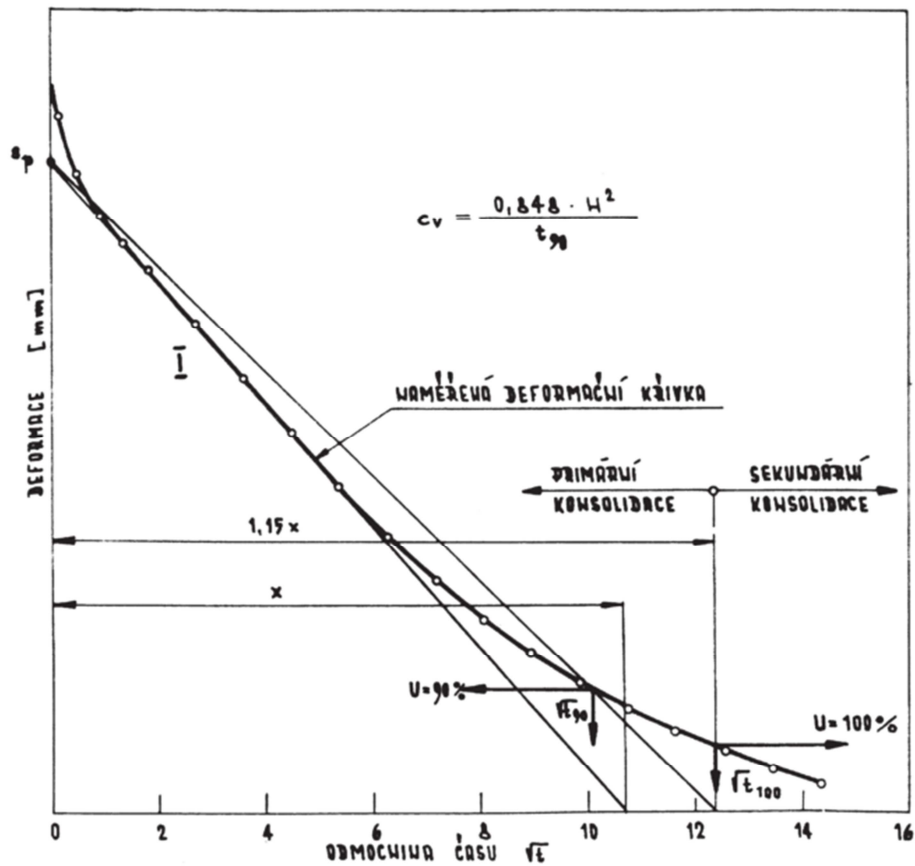
- T_x - časový faktor odpovídající x% primární konsolidaci
- t_x - čas potřebný k dosažení x% primární konsolidace vzorku
- h - nejdelší drenážní dráha vzorku

1. Cassagrandeho logaritmický



$$c_{v,Cass} = \frac{T_{50} \cdot h^2}{t_{50}} = \frac{0,197 \cdot h^2}{t_{50}}$$

2. taylerův odmocninový



$$c_{v,Tay} = \frac{T_{90} \cdot h^2}{t_{90}} = \frac{0,848 \cdot h^2}{t_{50}}$$

Trojdimenzionální konsolidace

$$c_t = \frac{c_v \cdot (m + 1)}{3 \cdot (m - 1)}$$

Kde:

m - Poissonova konstanta (neplést s Poissonovým číslem)