



135MZA - Mechanika zemin a zakládání staveb

Úlohy 3, 4

Napětí v zeminách, stlačitelnost

**Jde o obecné studijní podklady, pro splnění
konkrétních požadavků na výpočet (i
zápočet) se informujte u svého cvičícího!**

Geostatické napětí



- vliv tíhy nadložní zeminy + celoplošné zatížení povrchu terénu

Celkové (totální) napětí σ_u

σ_{ef} napětí efektivní – přenáší se na pevný skelet

u pórový tlak – voda v pórech

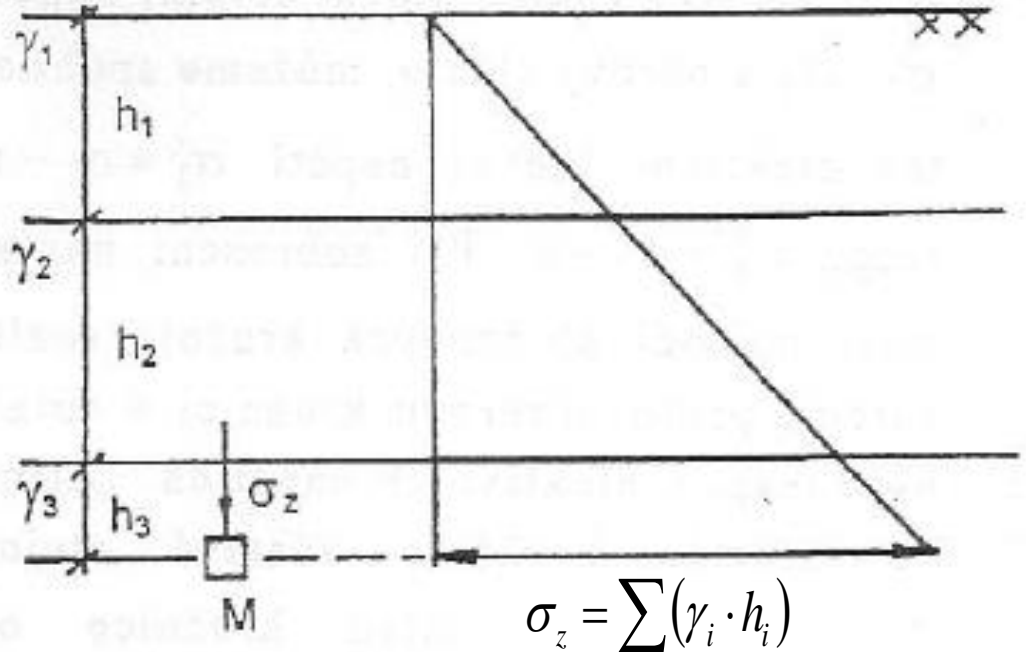
$$\sigma_u = \sigma_{ef} + u$$

$$\sigma = \gamma \cdot z$$

γ objemová tíha [N/m³]

z výška vrstvy [m]

$$\gamma = \rho \cdot g$$





Příklad 3

Vrstva písku o mocnosti h_p překrývá vrstvu jílu o mocnosti h_j . Hladina podzemní vody (HPV) je v úrovni terénu. Objemová tíha plně nasyceného písku je $\gamma_{sat,p}$, suchého písku $\gamma_{d,p}$, plně nasyceného jílu $\gamma_{sat,j}$. Vypočtete a vynesete průběh svislého totálního, efektivního a pórového napětí od povrchu terénu k bázi jílové vrstvy:

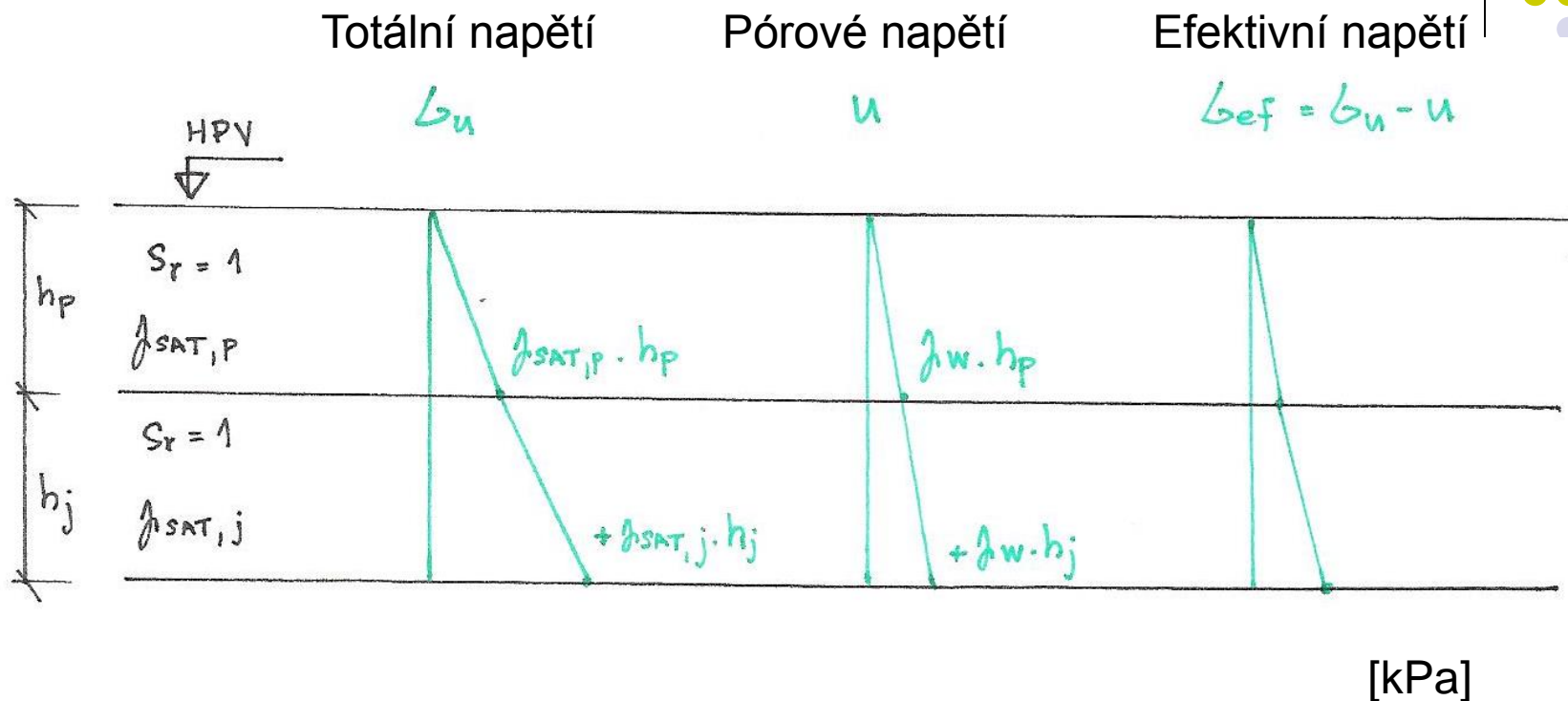
a) pro zadaný stav,

b) poklesne-li HPV o 2 m a stupeň nasycení hrubozrnného písku nad HPV se sníží o 70% ,

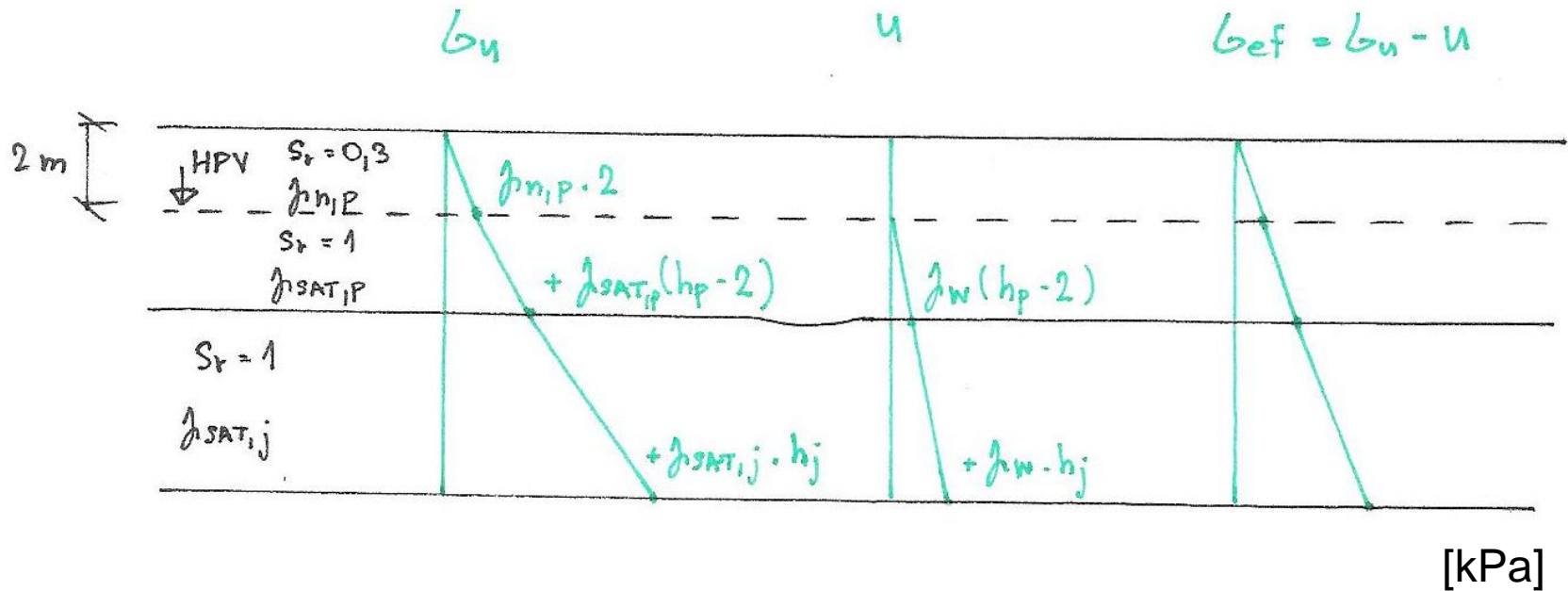
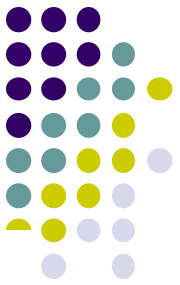
c) poklesne-li HPV o 2 m, ale zahliněný písek zůstane plně nasycen kapilární vodou

h_p [m] h_j [m] $\gamma_{sat,p}$ [kN/m³] $\gamma_{d,p}$ 16,5 $\gamma_{sat,j}$ 21,0

a) Vypočtete a vynesete průběh svislého totálního, efektivního a pórového napětí



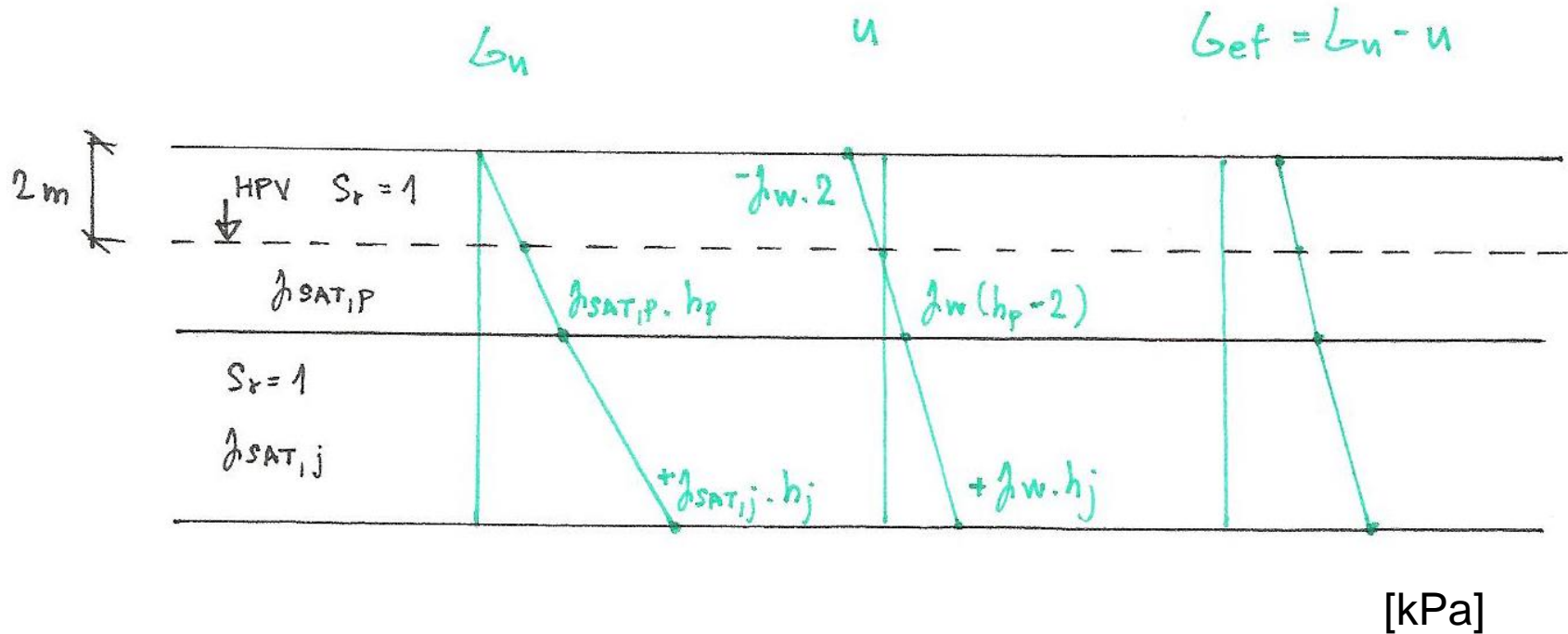
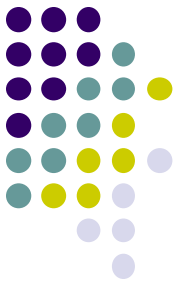
b) poklesne-li HPV o 2 m a stupeň nasycení hrubozrnného písku nad HPV se sníží o 70%



Objemová tíha zeminy nad HPV

$$\gamma_{n,p} = \gamma_{d,p} + (\gamma_{SAT,p} - \gamma_{d,p}) \cdot S_r$$

c) poklesne-li HPV o 2 m, ale zahliněný písek zůstane plně nasycen kapilární vodou



„kapilární voda je zavěšená vlivem povrchového napětí na stěnách kapilár“

Stlačitelnost



- Přírůstek napětí v zemině - > porušení rovnováhy - > přemístování částic, tj. stlačování zeminy
- Stlačování ustane, když odpory mezi částicemi budou v rovnováze s působícím napětím

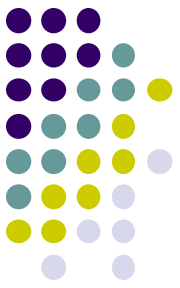
Modul přetvárnosti

- Závislost působícího napětí na vyvozeném konečném přetvoření zeminy

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

- Při výpočtu sedání staveb se vychází z teorie **jednoosé** nebo **trojosé** deformace
- Jednoosá deformace se měří v edometru -> **edometrický modul přetvárnosti E_{oed}**

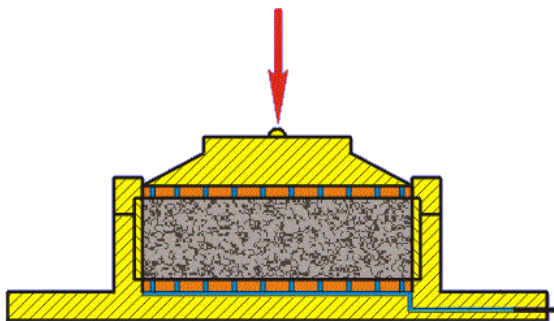
Edometrický modul přetvárnosti



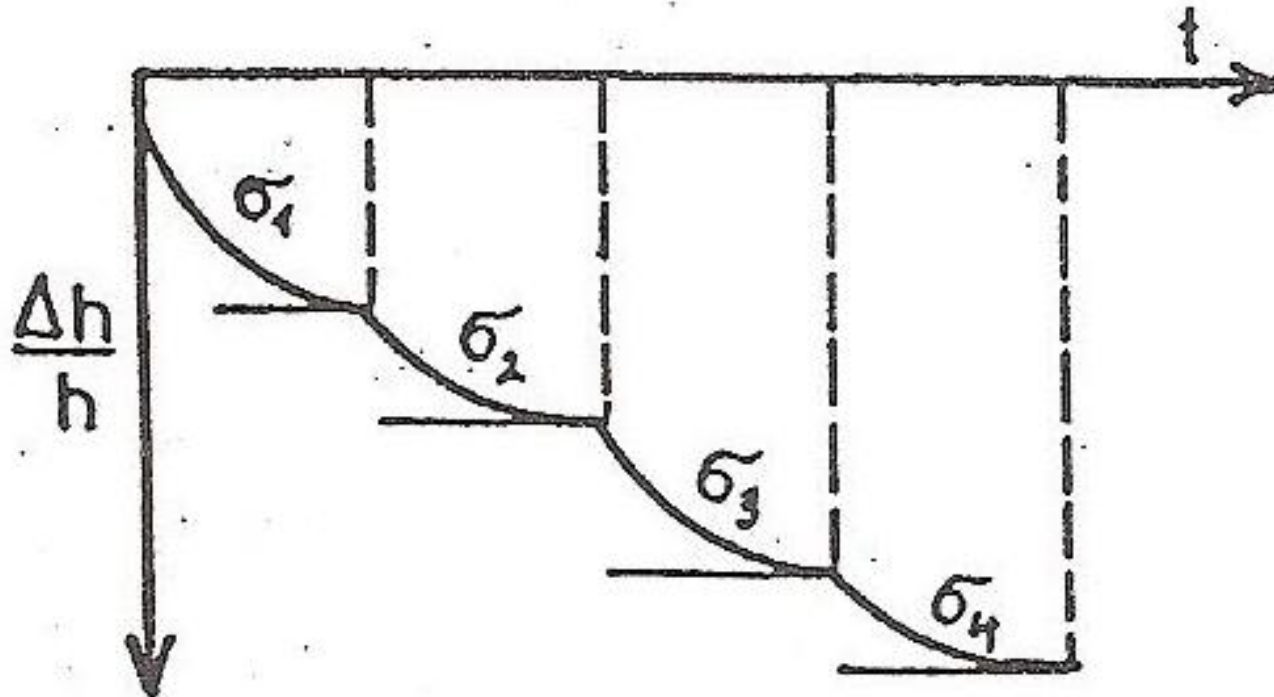
- Laboratorní zkouška
- Vzorek výšky h se stlačuje v pevném válci za vyloučení vodorovné deformace

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = 0$$

- Plynulé nebo krokové zatěžování
- Zatížení na každém zatěžovacím stupni (kroku) se nechá působit až do skončení primární konsolidace



E_{oed} – průběh zkoušky



- odvodněná zkouška -> $u=0$ Pa, $\sigma_i = \sigma_{\text{ef}}$
- ustálení primární konsolidace

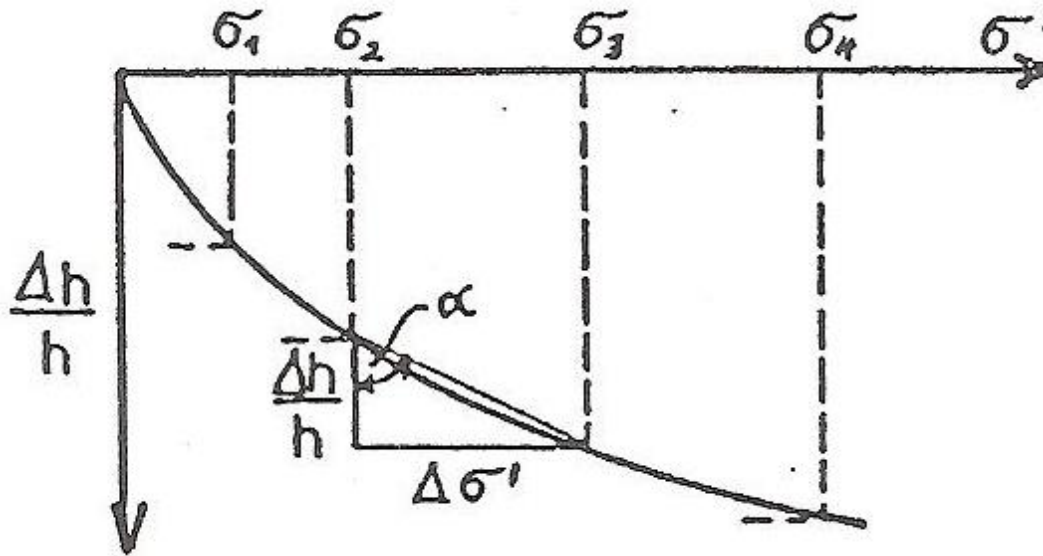


Příklad 4

Vyneste výsledky měření stlačitelnosti zeminy v edometru v normálním a semilogaritmickém měřítku. Určete edometrický modul přetvárnosti **E_{oed}** a výškový součinitel stlačitelnosti **C**. Původní výška vzorku **h** ve standardním edometru je 30 mm.

Svislé napětí σ_{ef} [kPa]	50	100	200	400
Celk. stlač. s [mm]				

E_{oed} – vyhodnocení zkoušky



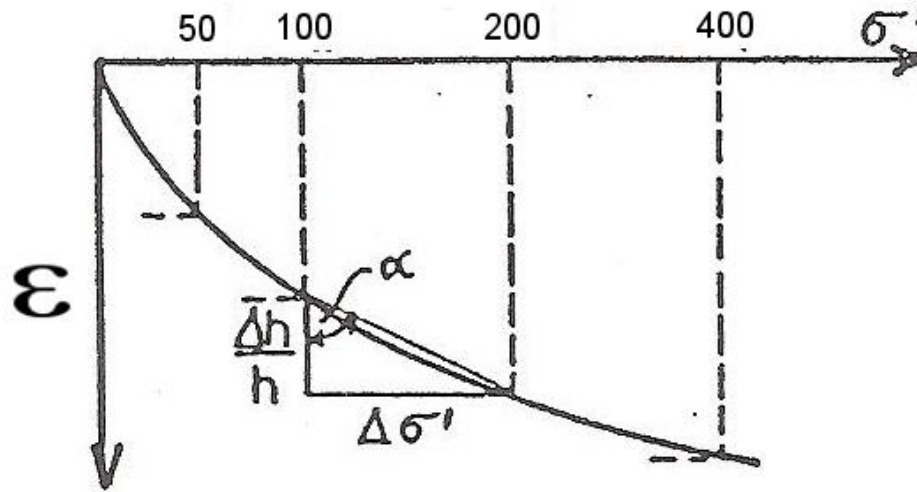
Edometrická křivka – poměrné stlačení zeminy v závislosti na napětí

E_{oed} – edometrický modul přetvárnosti

pro určitý rozsah napětí dán sklonem sečny křivky v uvažovaném intervalu

$$E_{eod} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta \sigma_{ef}}{\Delta \varepsilon_z} \quad \varepsilon = \frac{\Delta h}{h}$$

E_{oed} – vyhodnocení zkoušky



Např.

$$\varepsilon_1 = \frac{s_1}{h}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{s_2}{h}$$

$$E_{oed}^{50-100} = \frac{\sigma_{100} - \sigma_{50}}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad [\text{Pa}]$$

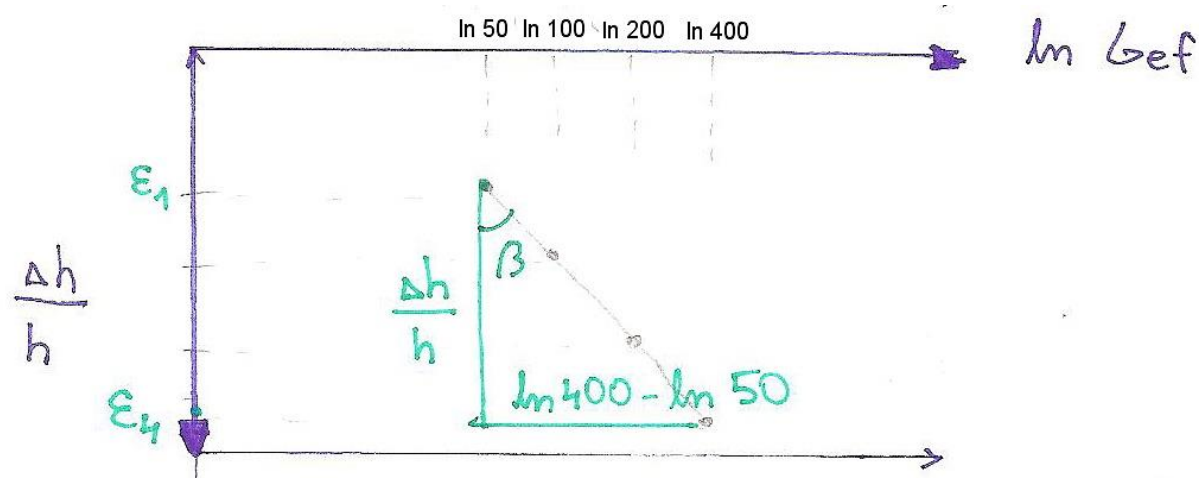
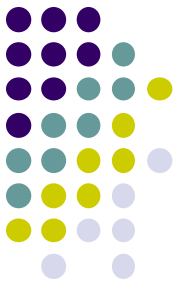
h...Původní výška vzorku

Spočítat E_{oed} pro všechny intervaly

$$E_{oed}^{0-50}, E_{oed}^{50-100}, E_{oed}^{100-200}, E_{oed}^{200-400}$$

C – vyhodnocení zkoušky

Semilogaritmické měřítko



Deformační charakteristikou je **součinitel stlačitelnosti – C** (intervaly...)

$$C = \operatorname{tg} \beta = \frac{h}{\Delta h} \cdot (\ln \sigma_{ef,2} - \ln \sigma_{ef,1}) = \frac{h}{\Delta h} \cdot \ln \frac{\sigma_{ef,2}}{\sigma_{ef,1}}$$

$$C_{50-100} = \frac{\ln 100 - \ln 50}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

$$C = \frac{\ln 400 - \ln 50}{\varepsilon_4 - \varepsilon_1}$$