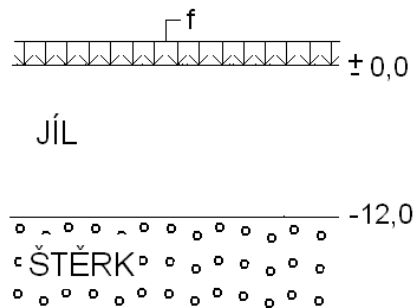


## ČASOVÝ PRŮBĚH SEDÁNÍ

### PŘÍKLAD VÝPOČTU

Stanovte konečné stlačení vrstvy normálně konsolidovaného jílu o mocnosti 12 m, které vyvolá vybudování rozsáhlého násypu (odpovídající přetížení  $f = 150 \text{ kPa}$ ). Pod násypem je provedena konsolidační písčité vrstvy. Pod vrstvou jílu se nachází ulehlý štěrk. Dále určete, za jak dlouho proběhne 90 % konečného stlačení a jaké bude stlačení po 30 letech od vybudování násypu.

Vlastnosti jílu:  $\gamma_{sat} = 21 \text{ kN/m}^3$ ,  $S_r = 1$ , parametry stlačitelnosti a konsolidace byly stanoveny edometrickou zkouškou (viz vzorový příklad pro 5. cvičení).



Obr. 1 Schéma k zadání

### Řešení

Jelikož se jedná o rozsáhlý násyp, předpokládáme, že přírůstek svislého napětí  $\Delta\sigma_v$  vyvolaný přetížením povrchu bude po výšce vrstvy jílu konstantní

$$\Delta\sigma = f \quad (1)$$

Konečné stlačení (po ukončení primární konsolidace, tj.  $\Delta\sigma'_v = \Delta\sigma_v$  a  $\Delta u = 0$ ) vrstvy jílu vypočteme z rovnice

$$s_f = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_{v0}}\right) \quad (2)$$

V rov. (2) je  $C_c$  číslo (index) stlačitelnosti jílu,  $H$  výška vrstvy jílu,  $\sigma'_{v0}$  původní svislé efektivní napětí ve středu vrstvy jílu,  $e_0$  číslo pórovitosti jílu při napětí  $\sigma'_{v0}$  a  $\Delta\sigma'_v$  přírůstek svislého efektivního napětí ve středu vrstvy jílu vyvolaný přetížením na povrchu  $f$ .

Pro řešený příklad:

$$\Delta\sigma' = 150 \text{ kPa}$$

$$H = 12 \text{ m}$$

$$\sigma'_{v0} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \frac{H}{2} = (21 - 10) \frac{12}{2} = 66 \text{ kPa}$$

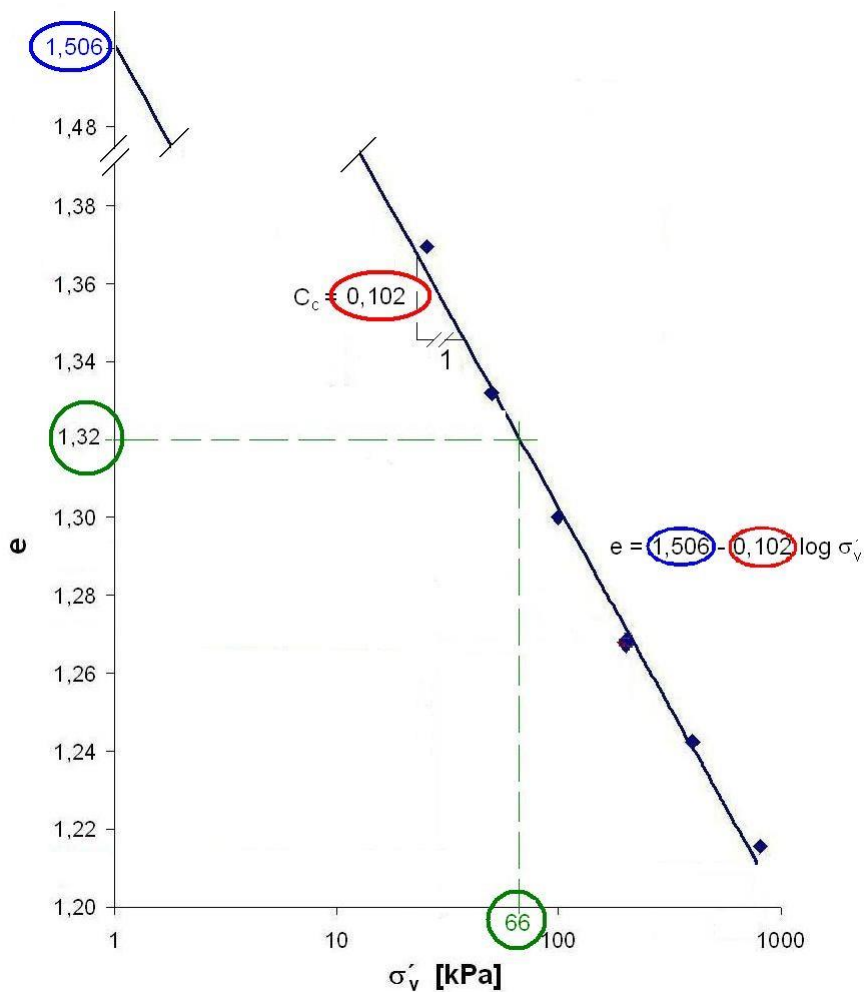
rovnice čáry prvotního přetížení (viz vzorový příklad pro 5. cvičení a obr. 2) je

$$e = 1,506 - 0,102 \log \sigma'_v$$

číslo pórovitosti jílu při napětí  $\sigma'_{v0} = 66 \text{ kPa}$

$$e_0 = 1,506 - 0,102 \cdot \log 66 = 1,320$$

konečné stlačení podle rov. (2)  $s_f = \frac{0,102 \cdot 12}{1 + 1,320} \log \left( \frac{66 + 150}{66} \right) = 0,272 \text{ m} = 272 \text{ mm}$



Obr. 2 Graf  $e : \log \sigma'_v$  (vzorový příklad z 5. cvičení)

Při stanovení času, ve kterém bude dosaženo určité části konečného stlačení, nebo při stanovení velikosti stlačení v určitém čase vyjdeme z příslušné hodnoty stupně konsolidace  $U$  a odpovídajícího časového faktoru  $T$ . Vztah těchto dvou veličin je v grafické formě uveden na obr. 3.

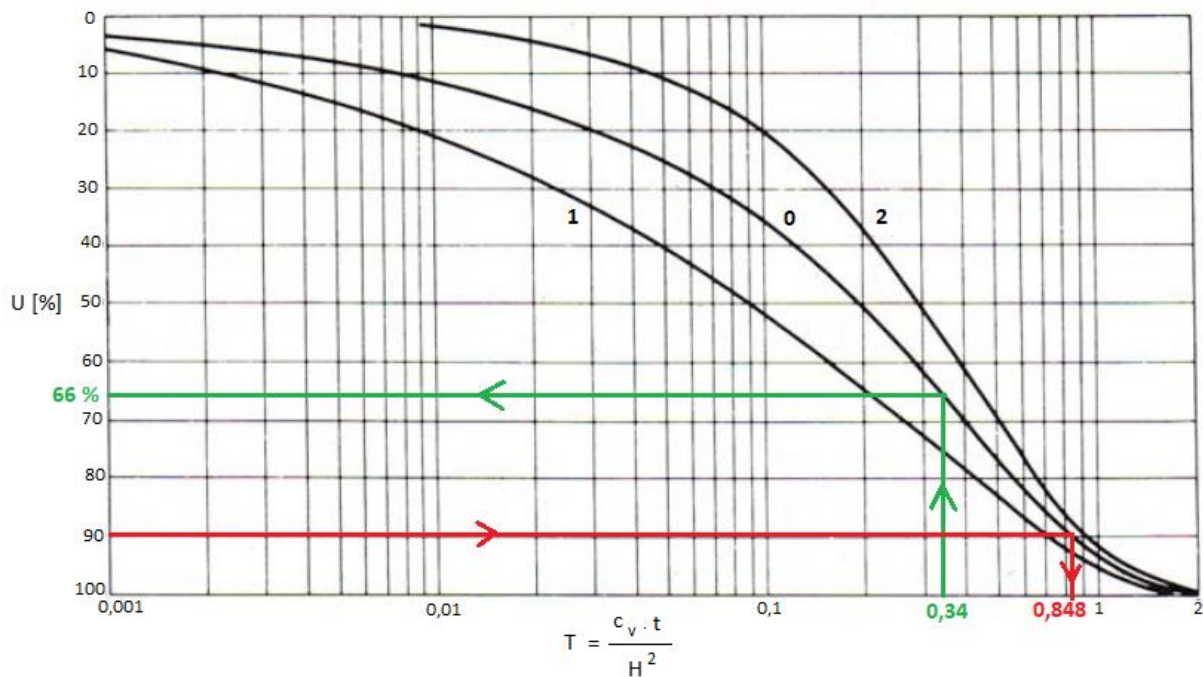
Časový faktor  $T$  se stanoví z rovnice

$$T = \frac{c_v \cdot t}{H^2} \quad (3)$$

V rov. (3) je  $H$  výška vrstvy jílu drénovaná při jejím horním povrchu, resp. při jednom z jejích povrchů (v případě, že je vrstva jílu drénovaná při horním i dolním povrchu, značí  $H$  polovinu výšky vrstvy);  $c_v$  součinitel konsolidace a  $t$  čas.

Stlačení vrstvy jílu v čase  $t$

$$s_t = \frac{U}{100} s_f \quad (4)$$



Obr. 3 Graf  $U : T$

(Legenda: křivka 0 = konstantní efektivní napětí s hloubkou, křivka 1 = pokles efektivního napětí s hloubkou, křivka 2 = nárůst efektivního napětí s hloubkou)

#### Pro řešený příklad:

a) Výpočet času  $t_{90}$ , ve kterém bude dosaženo 90 % konečného stlačení:

- odpovídající stupeň konsolidace  $U_{90} = 90 \%$

- časový faktor  $T_{90} = 0,848$

(Odečtený z grafu na obr. 3. V řešeném příkladu  $\Delta\sigma' = konst.$  po výšce vrstvy jílu  $\rightarrow$  křivka 0.)

- z rov. (3) vyjádříme čas a pro  $T_{90} = 0,848$  obdržíme

$$t_{90} = \frac{T_{90} \cdot H^2}{c_v} = \frac{0,848 \cdot 6^2}{1,28 \cdot 10^{-8}} = 2\,385\,000\,000s = 75,6roku$$

(V řešeném příkladu je vrstva jílu drénovaná při spodním i horním povrchu  $\rightarrow H = 6 m$ . Součinitel konsolidace  $c_v = 1,28 \cdot 10^{-8} m \cdot s^{-2}$ , viz vzorový příklad pro 5.cvičení. 1 rok = 365 dnů.)

b) Výpočet stlačení vrstvy jílu  $s_{t=30\text{roků}}$  po 30 letech:

- časový faktor pro  $t = 30$  roků vypočteme z rov. (3)

$$T = \frac{c_v \cdot t}{H^2} = \frac{1,28 \cdot 10^{-8} \cdot 30 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{6^2} = 0,34$$

- stupeň konsolidace  $U = 66 \%$   
(Odečtený z grafu na obr. 3 pro křivku 0.)

- z rov. (4) vypočteme stlačení vrstvy

$$s_{t=30\text{roků}} = \frac{U}{100} s_f = \frac{66}{100} 272 = 180\text{mm}$$