

Urychlení konsolidace Př. 5

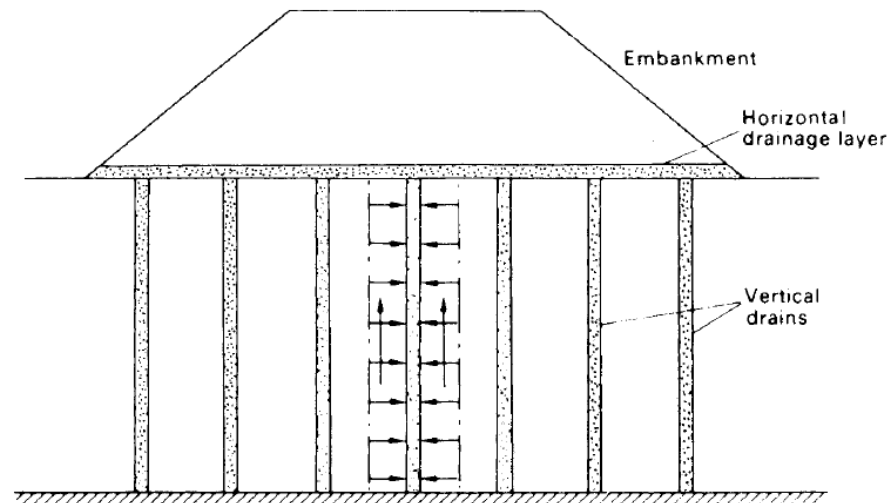
Podklady k distančnímu studiu

Předmětu ZS02 2020/2021

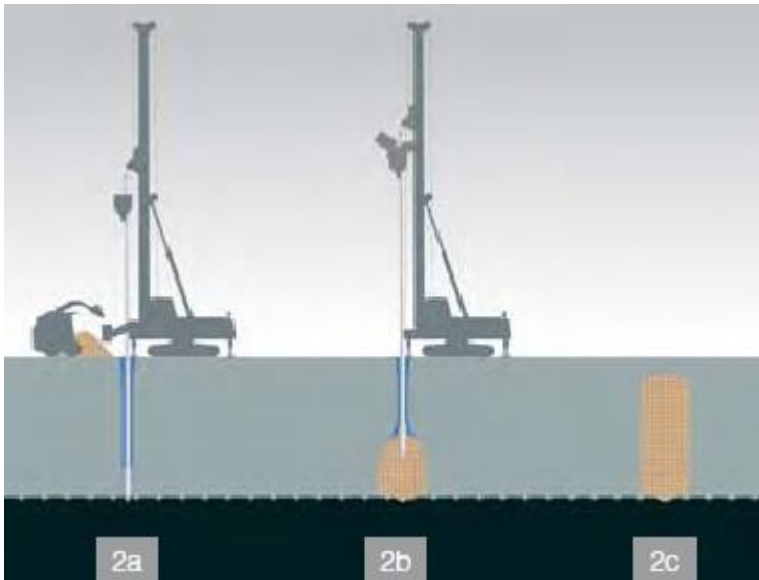
Daniel Jirásko

Urychlení konzolidace - možnosti

- **Zkrácení drenážní dráhy**
 - ŠP pilíře
 - Geodrény – prefabrikované svislé páskové drény
- **Předtížení** (zhoršuje krátkodobý ULS)
- **Kombinace výše uvedeného**
- **Podtlaková konsolidace**



Svislé drény – štěrkové pilíře



Provádění štěrkových pilířů s plněním šterku ke špici jehly

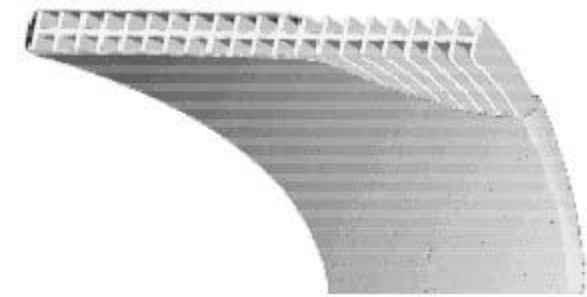
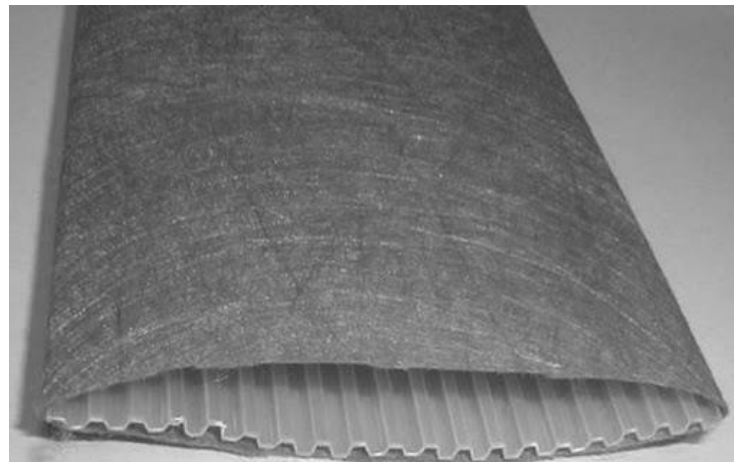
2a) penetrace vibrační jehly do zeminy; jehla je do zeminy penetrována pomocí horizontálního vibračního účinku, výplachu a přitlaku nosného stroje

2b) provádění štěrkového pilíře

2c) dokončený štěrkový pilíř



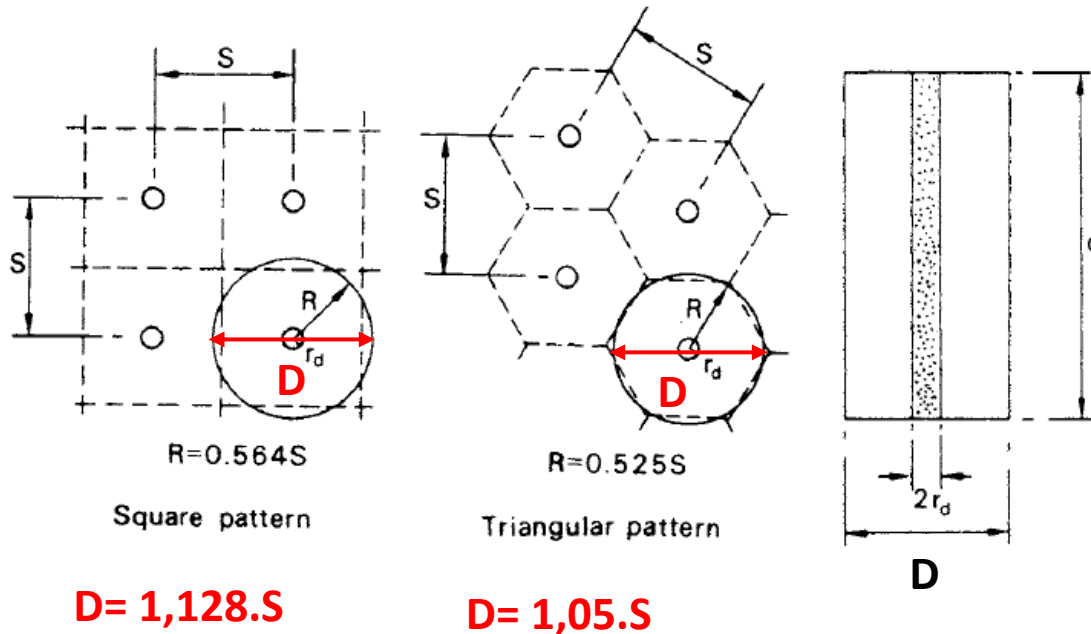
Geosyntetické svislé drény



Svislé drényy

Rovnice konzolidace podloží s drényy pro 3D podmínky

$$\frac{\partial u_e}{\partial t} = c_h \left(\frac{\partial^2 u_e}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_e}{\partial r} \right) + c_v \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2}$$

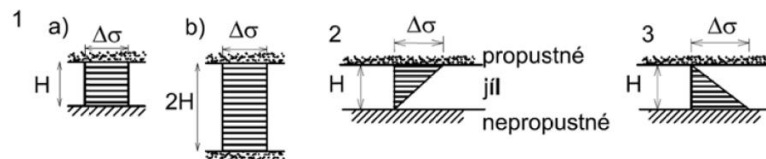
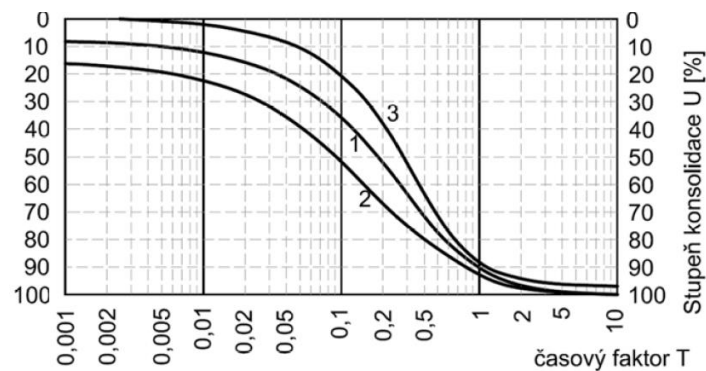


Urychlení konzolidace - svislé drény

1) Svislá konzolidace

$$U_v = f(T_v)$$

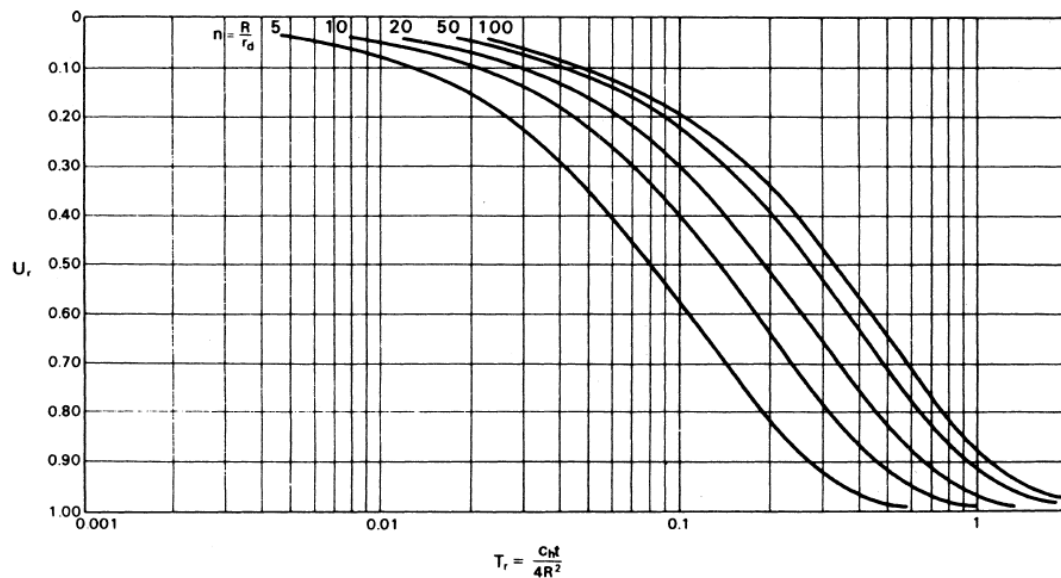
$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{H^2};$$



2) Radiální vodorovná konzolidace

$$U_r = f(T_r)$$

$$T_r = \frac{c_{hr} t}{4R^2}$$



Urychlení konzolidace - svislé drény

Kjellmanovo řešení (1948)

$$t = \frac{D^2}{8c_h} \left[\ln\left(\frac{D}{d}\right) - \frac{3}{4} \right] \cdot \ln \frac{1}{1-U_h} \quad (4.18)$$

kde:

t ... doba konzolidace

D ... průměr drénovaného válce zeminy –

pro trojúhelníkovou síť = 1,05 × délka hrany (rozteč) trojúhelníka (S) – Obr. 4.51

c_h ... součinitel konzolidace zeminy ve vodorovném směru

d ... ekvivalentní průměr geodrénu

U_h ... požadovaný stupeň konzolidace ve vodorovném směru

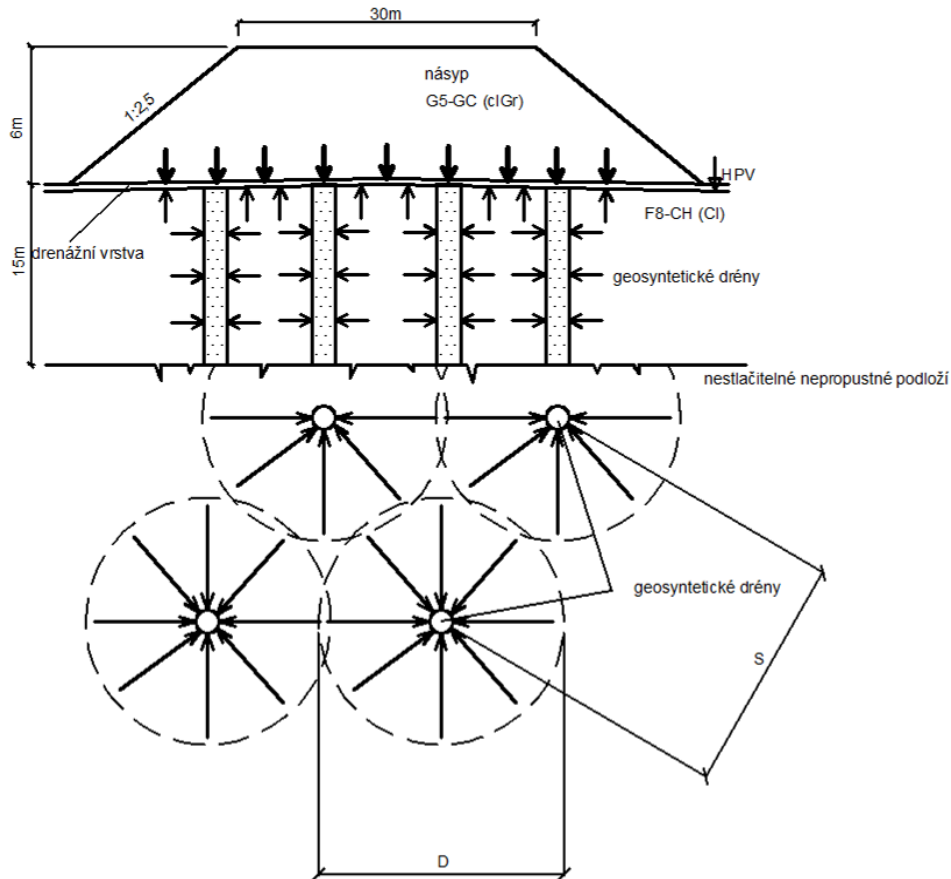
3) Kombinace svislé a radiální konzolidace

$$(1 - U) = (1 - U_v)(1 - U_r)$$

Vzorový příklad: Urychlení konzolidace - svislé drény

Zadání:

Pro podmínky příkladu 4 navrhnete urychlení konzolidace svislými geosyntetickými drény tak, aby bylo zaručeno, že po 3 měsících od vybudování násypu dojde k dosednutí podloží o méně než $S_{lim} = 20$ mm. Součinitel konzolidace ve vodorovném směru $c_h = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.



Vzorový příklad: Urychlení konzolidace - svislé drény

Potřebný celkový stupeň konsolidace pro čas $t = 3$ měsíce:

$$U = (s_c - s_{lim}) / s_c = (191,8 - 20) / 191,8 = 0,8957$$

Ekvivalentní průměr geosyntetického drénu vychází přepočtem z obdélníkového tvaru geodrénu (nejčastěji vyráběný profil 100 x 4 mm) na kruhový tvar při stejném obvodu $d = 208 / \pi = 66,2$ mm.

$$\text{Drenážní průměr } D = n \cdot d = n \cdot 0,0662$$

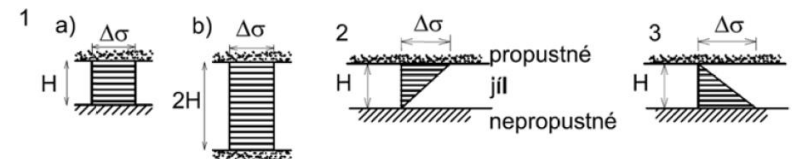
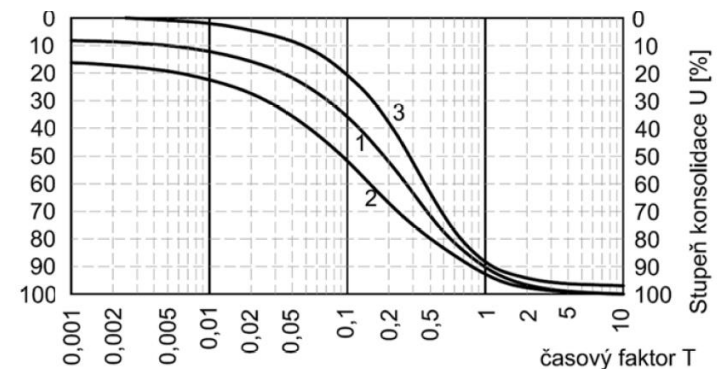
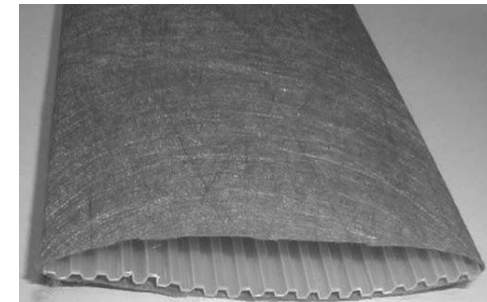
Časový faktor pro svislou konsolidaci při drénování podloží pouze vzhůru

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{H^2} = \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{15^2} = 0,003456$$

Stupeň svislé konsolidace (křivka 1) $U_v = 0,0664$

Nebo přibližný vztah Cytovič

$$U_v = 1 - \frac{8}{\pi^2} \left(e^{-N} + \frac{1}{9} e^{-9N} + \frac{1}{25} e^{-25N} + \dots \right), \text{ kde } N = \frac{\pi^2 \cdot c_v \cdot t}{4H^2}$$



Vzorový příklad: Urychlení konzolidace - svislé drény

Z rovnice: $(1-U) = (1-U_v) \cdot (1-U_h)$

dostáváme potřebný stupeň konzolidace ve vodorovném směru

$$0,1043 = 0,9336(1-U_h)$$

$$U_h = 0,8883$$

Ekvivalentní drenážní průměr a rozteče geodrénu je možné stanovit dvěma způsoby:

a) Přímým řešením Kjellman – Barronovy rovnice (Barron (1948) nebo Kjellman (1948)),

$$t = \frac{D^2}{8c_h} \left[\ln\left(\frac{D}{d}\right) - \frac{3}{4} \right] \cdot \ln \frac{1}{1-U_h}$$

Výpočet je proveden v tabulkovém programu pomocí funkce řešitele. Ekvivalentní drenážní průměr $D=1,365\text{m}$, tj. rozteče svislých drénů v trojúhelníkovém rastru

$$S = D/1,05 = 1,3\text{m}.$$

Vzorový příklad: Urychlení konzolidace - svislé drény

b) Grafickým řešením Kjellman – Baronovy rovnice. Rozteč svislých geodrénu lze stanovit z praktických nomogramů. Ukázka nomogramu pro geodrén Colbondrain CX1000 a trojúhelníkový rastr.

