

Stanovení mezné výšky a mezného sklonu svahu pro polosoudržné zeminy

Pro stanovení mezné výšky, případně mezného sklonu nezátíženého svahu se používá řady vzorců.

Pro výpočet mezné výšky odvodil Culmann za předpokladu rovinné skluzné plochy vztah

$$h_{m_1} = \frac{4 c \sin \alpha \cos \varphi}{\delta [1 - \cos (\alpha - \varphi)]}$$

kde h_{m_1} je mezná výška [m]

c	soudržnost [t/m^2]
δ	objemová váha [t/m^3]
α	úhel sklonu svahu ($^\circ$)
φ	úhel vnitřního tření ($^\circ$)

nebo při vyloučeném tahu v horní části svahu, kdy dostáváme meznou výšku poloviční, vztah

$$h_{m_2} = \frac{2 c \sin \alpha \cos \varphi}{\delta [1 - \cos (\alpha - \varphi)]}$$

Tyto vztahy vyhovují jen pro strmější svahy. Pro plošší svahy udávají vzorce značně větší hodnoty mezných výšek.

Pro výpočet mezných výšek a sklonů skrývkových svahů povrchových dolů SHR se používá často přesnějších vztahů, odvozených

$$h_m = \frac{2 c \sin^2 \alpha \cos \varphi}{\delta \sin (\alpha - \varphi)} \left[\frac{\cos \varphi}{(1 - \sin \varphi) \sin \alpha} + \frac{\arccos \frac{\sin^2 \alpha - \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi) \sin \alpha}}{\sqrt{\sin (\alpha - \varphi) \sin (\alpha + \varphi)}} \right]$$

Numerický výpočet mezné výšky je již zdoluhavý a vyjádření vztahu pro mezný úhel z dané výšky, soudržnosti, úhlu vnitřního tření a objemové váhy je vzhledem k současnému výskytu trigonometrické i cyklometrické funkce prakticky nemožné.

Teoreticky se zde naskýtá možnost rozvedení cyklometrické funkce v řadu o malém počtu členů, v níž však by již druhý člen obsahoval $\sin^4 \alpha$, takže stanovení úhlu α_m by pak bylo opět velmi složité a navíc nepřesné.

Zobrazením vztahu nomogramem lze obě nevýhody odstranit. Pro jednoduchost zobrazení a vzhledem k přehlednosti, dobré čitelnosti a rozměrům stránky časopisu „Uhlí“ byl nomogram značně zjednodušen volbou stále objemové váhy $\delta = 2 t/m^3$ (s touto hodnotou se také u nadložních zemín v SHR nejčastěji setkáváme); z těchto důvodů je i maximální hodnota mezné výšky h_m , kterou lze přímo v nomogramu odečíst, omezena na $h_m = 35$ m. Jak bude dále popsáno, obě omezení neubírají nijak na obecnosti nomogramu.

Způsob odečítání mezné výšky (mezného sklonu) pro objemovou váhu $\delta \neq 2 t/m^3$: Jeli-kož ve Verdeyenově vztahu je mezná výška h_m závislá nepřímo na objemové váze, stačí, ozna-

inž. Z. Sobotkou. Pro sklony větší než určuje podmínka $\tan \alpha \approx 2,54 \tan \varphi$ se používá vztahu

$$h_{m_1} = \frac{2 c \tan (45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{\delta (1 - 2 \tan \varphi \cotg \alpha_1)}$$

z něhož je také možno určit pro danou výšku h_1 mezný úhel sklonu svahu

$$\cotg \alpha_{m_1} = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{2c}{\delta h_1} \tan (45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \right] \cotg \varphi$$

a pro svahy plošší pak vztah

$$h_{m_2} = \frac{5,14 c \tan (45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{\delta (1 - \tan \varphi \cotg \alpha_2)}$$

případně

$$\cotg \alpha_{m_2} = \left[1 - \frac{5,14 c \tan (45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{\delta h_2} \right] \cotg \varphi$$

Dalším přesnějším vztahem určujícím meznou výšku nezátíženého svahu z polosoudržných zemín je za předpokladu skluzných čar ve tvaru cykloid vztah J. Verdeyena

číme-li si objemovou váhu $\delta = 2 t/m^3$ jako δ' a objemovou váhu, s níž chceme počítat jako δ , určit poměr $k = \frac{\delta'}{\delta}$ a touto hodnotou znásobit hodnotu skutečné soudržnosti c , čili určovat meznou výšku pro $c' = k c$, objemovou váhu $\delta' = 2 t/m^3$ a nezměněné dané hodnoty φ a α .

Máme-li naopak určit z dané výšky mezný úhel α_m pro objemovou váhu $\delta \neq 2 t/m^3$, provedeme opět totéž: určujeme mezný úhel α_m z dané výšky pro opravenou soudržnost $c' = k c$, kde $k = \frac{\delta'}{\delta}$, při nezměněném φ a $\delta' = 2 t/m^3$.

Způsob odečítání mezného úhlu pro danou výšku $h > 35$ m:

a) pro $\delta = 2 t/m^3$

V tomto případě vydělíme danou výšku $h > 35$ m určitou hodnotou m , aby opravená výška $h' = \frac{h}{m} < 35$ m a určujeme mezný úhel sklonu svahu α_m pro opravenou výšku h' , opravenou soudržnost $c' = \frac{c}{m}$, nezměněné φ a $\delta' = 2 t/m^3$.

b) pro $\delta \neq 2 \text{ t/m}^3$

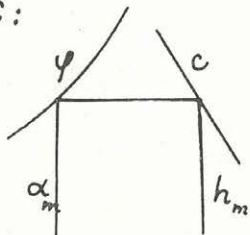
Pro případ, že $h > 35 \text{ m}$ a $\delta \neq 2 \text{ t/m}^3$, určíme mezní sklon z nomogramu pro opravenou soudržnost $c' = \frac{k \cdot c}{m}$ (kde c je skutečná soudržnost, $k = \frac{\delta'}{\delta}$ a $m = \frac{h}{h'} > 1$)

a opravenou výšku h' při nezměněném φ a $\delta' = 2 \text{ t/m}^3$.

Takto lze použitím popsaných úprav určovat hodnoty h_m a hlavně α_m pro všechny prakticky možné hodnoty proměnných c , δ a φ , i když nenáleží do číselných oborů vyznačených v nomogramu.

NOMOGRAM VZTAHU:

KLÍČ:



$$h_m = \frac{2c \sin^2 \alpha \cos \varphi}{\delta \sin(\alpha - \varphi)} \left[\frac{\cos \varphi}{(1 - \sin \varphi) \sin \alpha} + \frac{\arccos \frac{\sin^2 \alpha - \sin \varphi}{(1 - \sin \varphi) \sin \alpha}}{\sqrt{\sin(\alpha - \varphi) \sin(\alpha + \varphi)}} \right]$$

