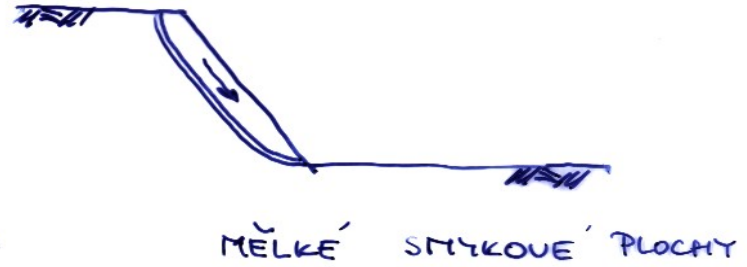

Mechanika zemin II

4 – Stabilita svahů

1. Změny napjatosti ve svahu
2. Vliv vody na stabilitu
3. Smyková plocha rovnoběžná s povrchem (∞ svah)
4. Kruhová smyková plocha (MMR – jednotlivé metody pro analýzy)
5. Tabulky, grafy pro výpočet FS
6. Parametry pro analýzy
7. Sanace svahů

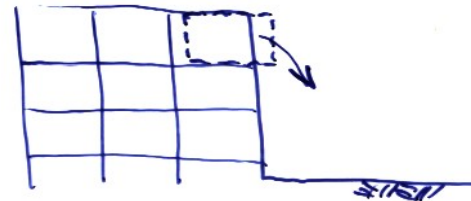
Příklady nestability svahu



ROZDÍLVA PEVNOST \Rightarrow SLYKOVÁ PLOCHA

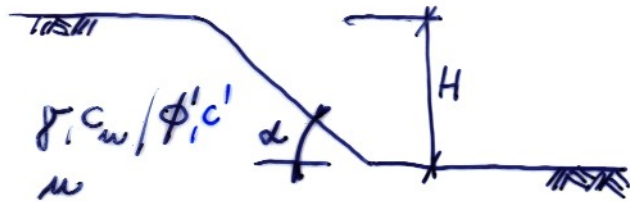


BAHEVNÍ PROUD - PLASTICKE
TEČENÍ

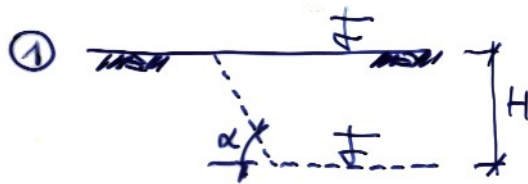


BLOKY - NEJÍ PŘÍPAD MEZNI
ROUNOVÁHY

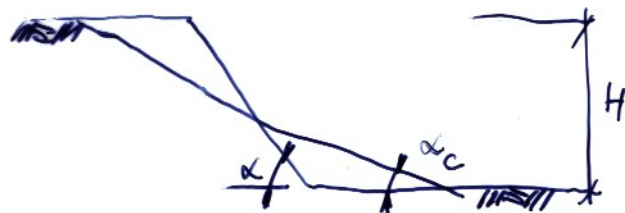
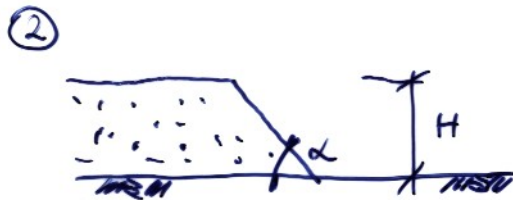
Úvodní poznámky



Odvodněné vs neodvodněné



Snížení σ (odlehčení) \rightarrow zvýšení τ tj. přetížení



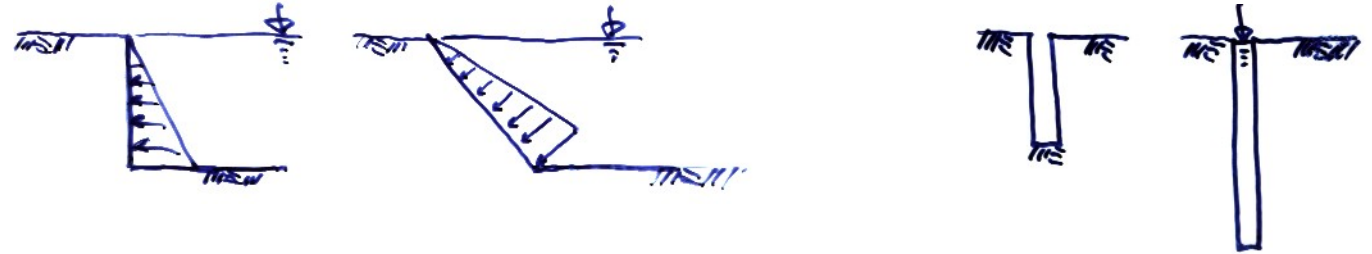
Nestabilní + dostatečný čas \rightarrow svah o sklonu

$$\alpha_c = f(\varphi_{cr}')$$

α_c je sklon svahu pro $FS = 1$

Vliv vody na stabilitu svahu

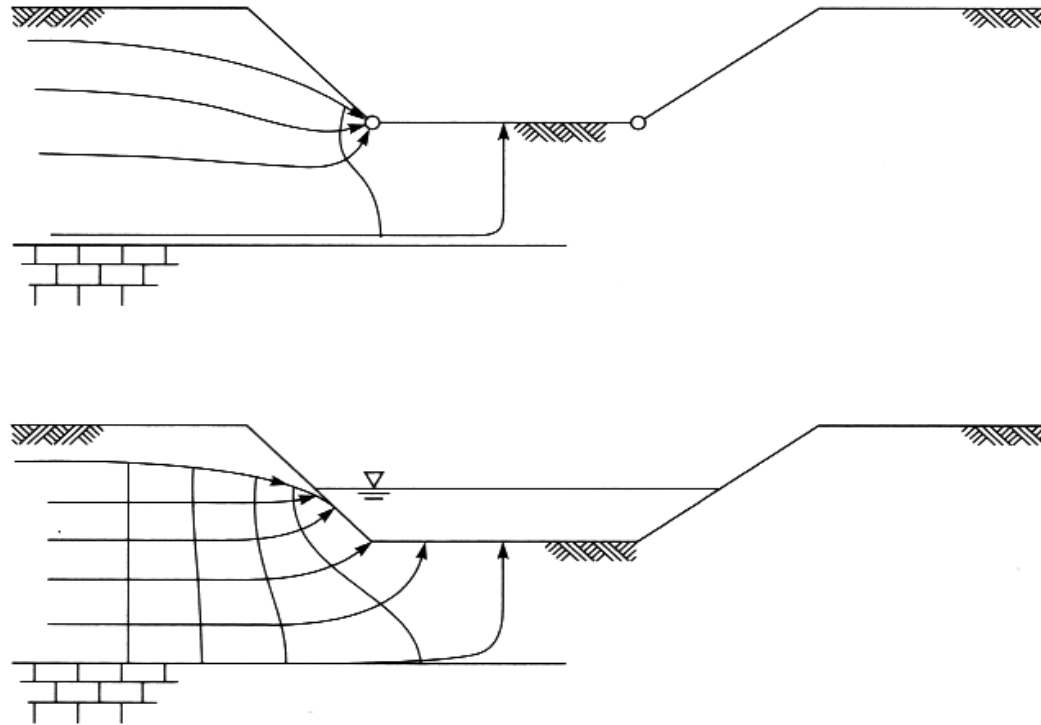
Stabilizující vliv hydrostatického tlaku ve výkopu (vně svahu)



Nedrénovaná událost - pórové tlaky v zemině nemusejí po výstavbě být v rovnováze

Vliv vody na stabilitu svahu

Vliv pórových tlaků na stabilitu svahu



Drén u paty změní proudovou síť, tj. pórové tlaky jsou nižší než v druhém případě, kde je ale stabilizující účinek vody ve výkopu.

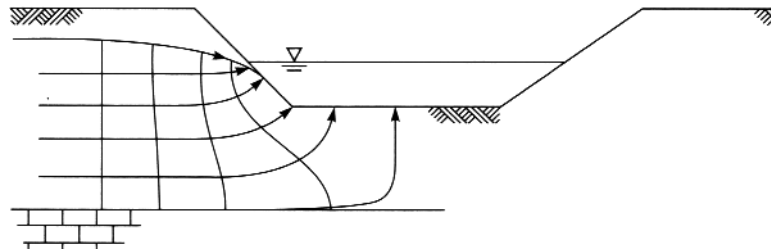
[1]

Vliv vody na stabilitu svahu

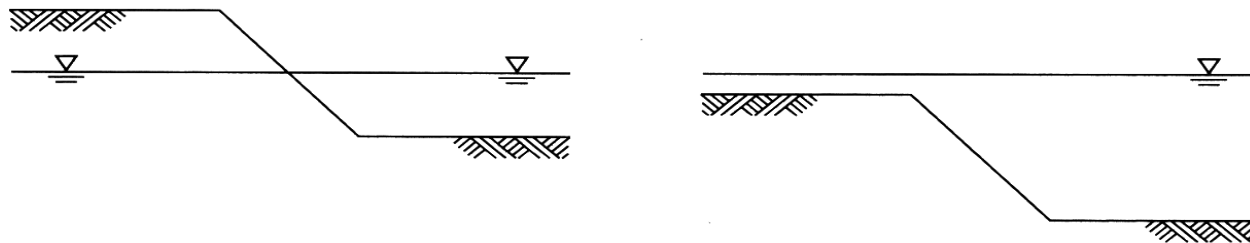
Vliv pórových tlaků na stabilitu svahu

Pórový tlak v částečně zatopeném svahu závisí na způsobu proudění:

při zatopeném svahu proudění může existovat

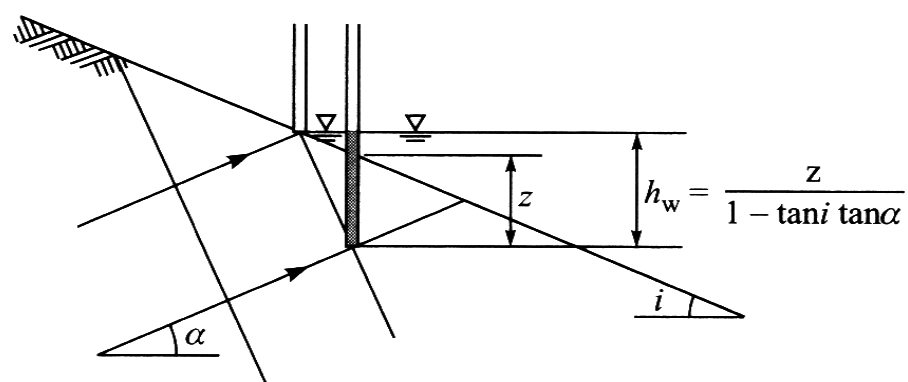
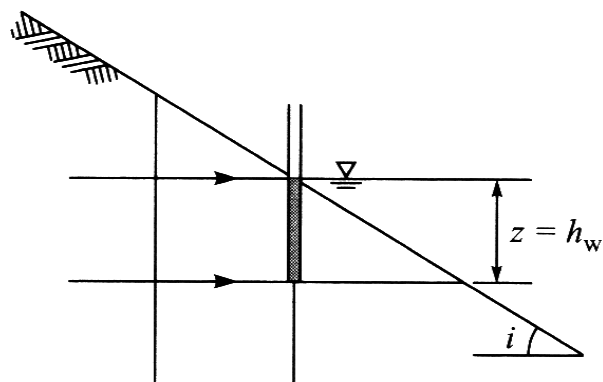
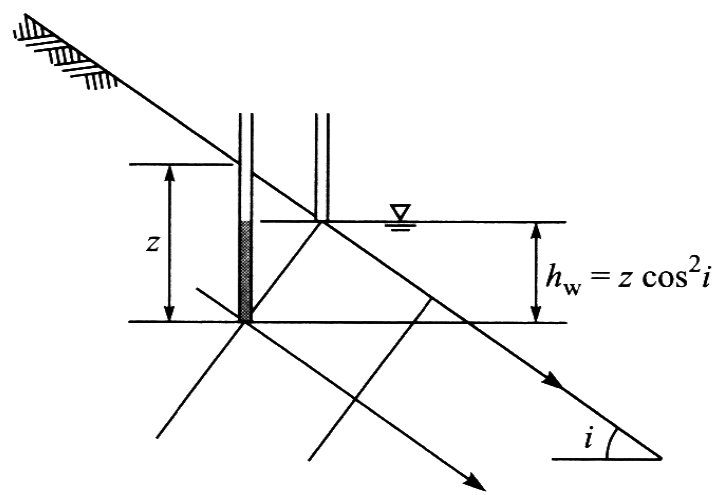
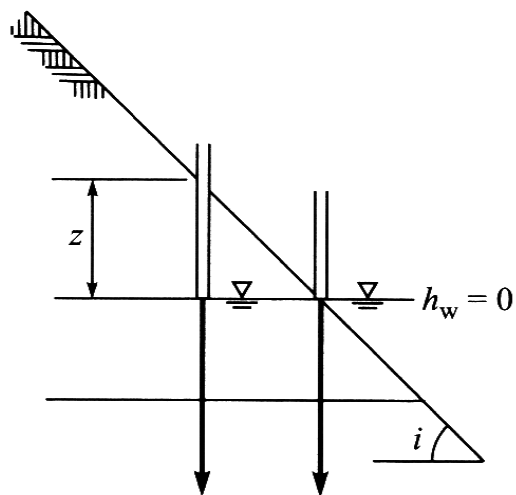


ale nemusí



Vliv vody na stabilitu svahu

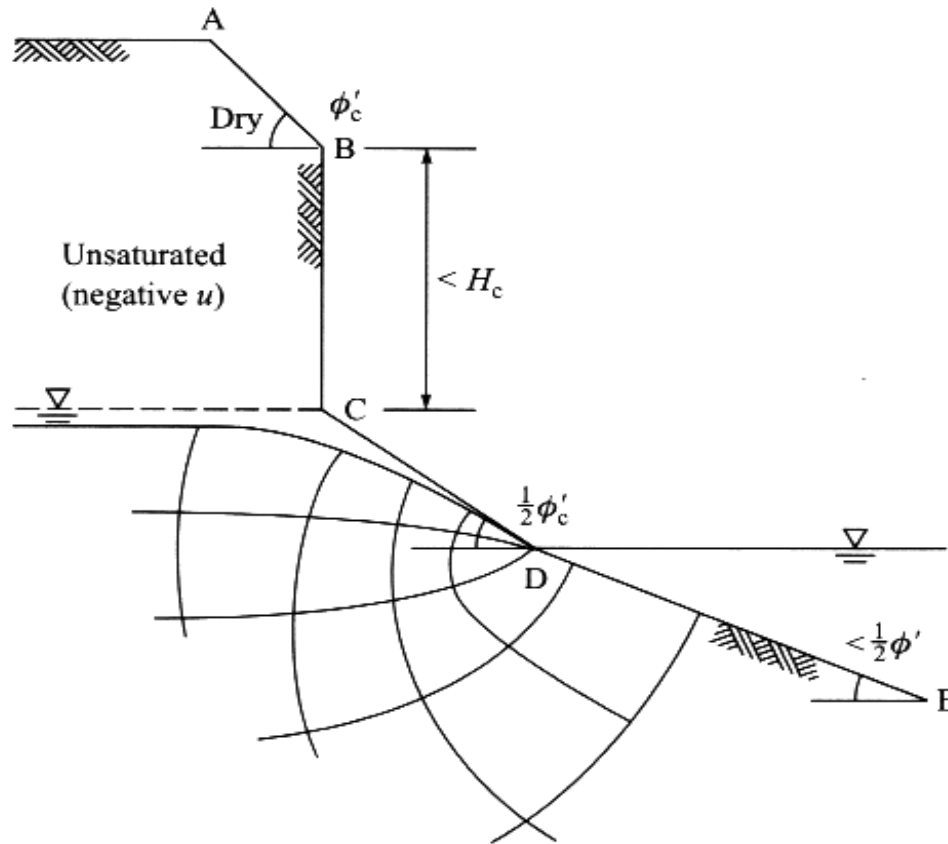
Vliv pórových tlaků na stabilitu svahu – pórový tlak v částečně zatopeném svahu v závislosti na způsobu proudění



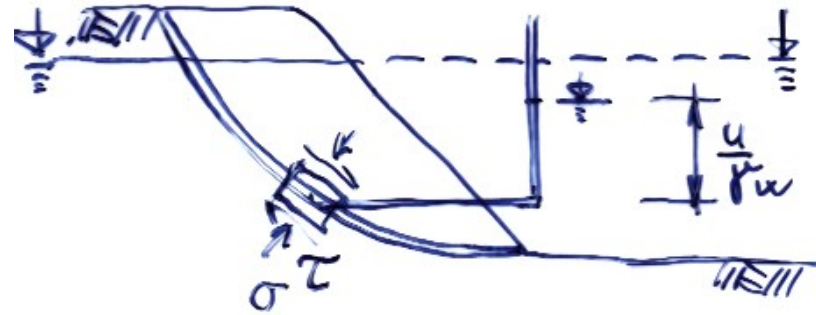
[1]

Vliv vody na stabilitu svahu

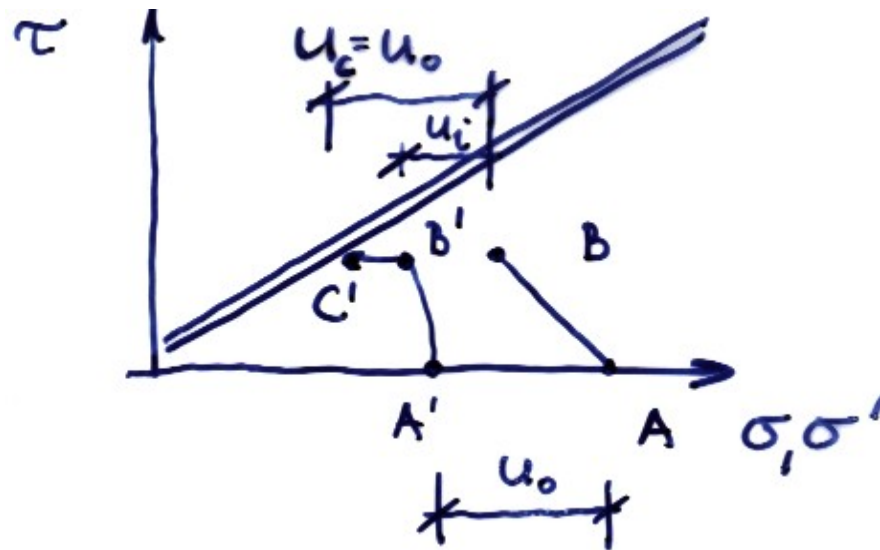
Vliv pórových tlaků na stabilitu svahu



Změny napjatosti vytvořením svahu (výkopu)



Pokles pórových tlaků při smykovém zatížení
Totální a efektivní dráha pro boční odlehčení (svislé napětí konstantní)



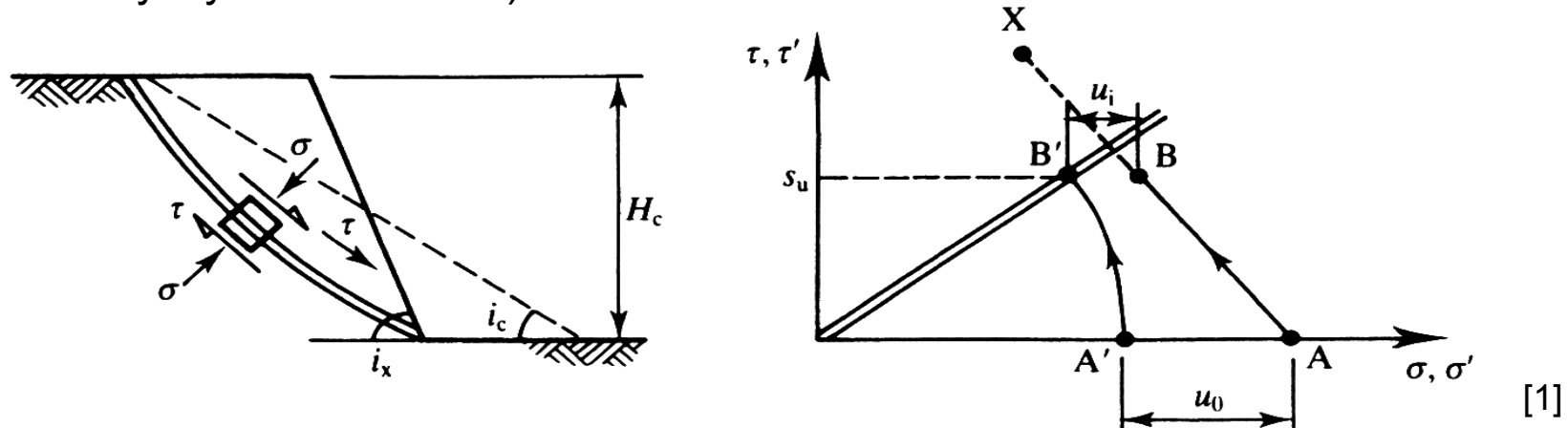
→ dlouhodobá stabilita je rozhodující

Neodvodněná (krátkodobá) stabilita je dočasná a svah může zkolabovat při disipaci $u \rightarrow u_0$

Rozhodující je rychlost zvýšení (disipace) u

Změny napjatosti vytvořením svahu (výkopu)

Porušení svahu → změna totálního normálového i smykového napětí (změna geometrie, snížení výšky/sklonu svahu)



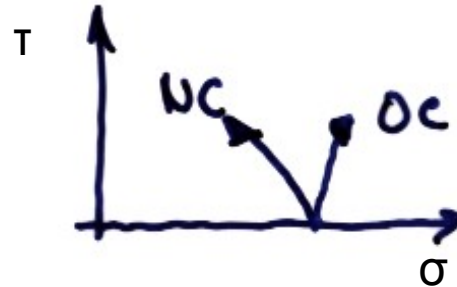
Dráha napětí pro strmý svah, jenž neodpovídá odvodněné pevnosti zeminy (stavba neodvodněně)

Totální dráha nemůže pokračovat za obálku pevnosti → svah se poruší a změní geometrii (porušení BĚHEM neodvodněného provádění stavby)

Sklon i_c a výška H_c odpovídají totálnímu napětí v bodě B, resp. efektivnímu v bodě B' na obálce porušení (geometrie je diktována pevností na obálce, resp CSL)

Změny napjatosti vytvořením svahu

OC vs NC zemina



Svah v zemině, jejíž počáteční stav je na „suché straně od CSL“, tj. je silně překonsolidovaná, je nebezpečnější pro zdánlivou (dočasnou) vysokou stabilitu:

vyšší negativní pórové tlaky na začátku konsolidace - po skončení neodvodněného zatěžování

s disipací se stav přibližuje k obálce pevnosti

Dlouhodobé svahy je třeba dimenzovat (analyzovat) pro drénovanou událost

Změny napjatosti a význam změn pórových tlaků u hutněných násypů je podobný

Parametry pro analýzy

Pevnost pro analýzu:

neodvodněná pevnost – parametr s_u - pro krátkodobou stabilitu

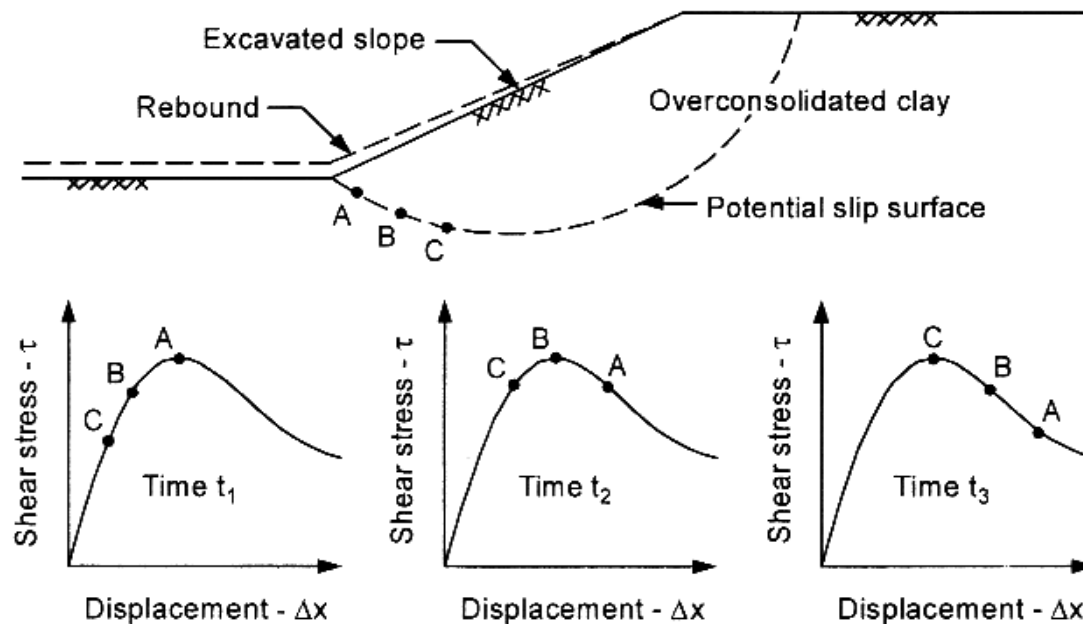
pevnost ve vrcholovém stavu – „parametry“ φ'_p c'_p

pevnost v kritickém stavu – parametr φ'_{cr}

pevnost v reziduálním stavu – parametr φ'_r – pro vyhlazenou smykovou plochu, tj pouze pro smykové plochy, na nichž jichž proběhly dostatečně velké posuny (metry)

V praxi zpravidla nejsou limitující deformace – vhodné použít φ'_{cr}

V případě použití vrcholové pevnosti – problém postupné mobilizace pevnosti – „progresivní porušování“



“..... Do výpočtů byl zaváděn i vliv podzemní vody.

Vliv vody se projevil i na vstupních parametrech smykové pevnosti - byly uvažovány jak efektivní parametry charakterizující stav pomalu prosakující vody, jejíž malá rychlost umožňuje výrazný pokles pórových tlaků prakticky až na nulovou hodnotu, tak i totální parametry při silných přítocích (zejména soustředěných), kde trvalý přítok pokles pórových tlaků znemožňuje.

Výpočty se uskutečnily programem.....”

Rozeberte výše uvedenou pasáž z nejmenované geotechnické zprávy, která se zabývá **stabilitou svahu** v jílu s w_L cca 50%, I_p cca 25%, s obsahem částic menších než 0,002 mm cca 35%. Poukažte na všechny nesprávné či nesmyslné názory, které v úryvku objevíte a **podrobně vysvětlete**, proč je za takové považujete.

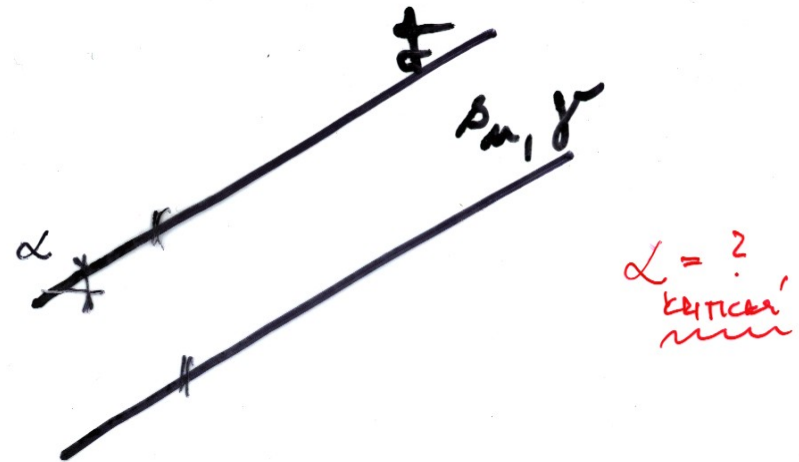
Očekává se, že se budete věnovat např.

1. tomu, co skutečně charakterizují "efektivní" a "totální" parametry,
 2. vhodnosti samotného termínu "efektivní parametry" a "totální parametry" ve srovnání s termínem "odvodněné / neodvodněné zatížení",
 3. souvislosti rychlosti průsaku s velikostí pórového tlaku,
 4. souvislosti "totálních parametrů" se silným přítokem,
 5. implicitně vyjádřené možnosti zvýšení rychlosti průsaku v dané jílovité zemině,
-patrně objevíte i další zajímavé body ke komentování.

Očekává se rozbor rozsahu alespoň 1 strany A4, obrázky na podpoření vašich úvah jsou vítány.

∞ svah (tj. plocha rovnoběžná s povrchem)

Neodvodněné zatížení (krátkodobá stabilita)



Řešení plastickými teorémy a MMR viz v části MZ2 „únosnost obecně“

Mezní („kritický“) sklon svahu, při němž $FS=1$: $\alpha_c \equiv \alpha_{\max} = \frac{1}{2} \arcsin (2s_u / (\gamma H))$

Pokud je s_u konstantní s hloubkou, klesá s hloubkou FS

→ hluboká smyková plocha pro neodvodněnou stabilitu pomáhá sesouvání

Odvodněné zatížení (dlouhodobá stabilita)

Svah bez HPV

Pevnost

$$\tau_{\max}' \equiv \tau_{\max} = c_p' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi_p'$$

$$\tau_{\max}' \equiv \tau_{\max} = \sigma' \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

Síly

$$T' \equiv T = W \sin \alpha$$

$$N' = W \cos \alpha$$

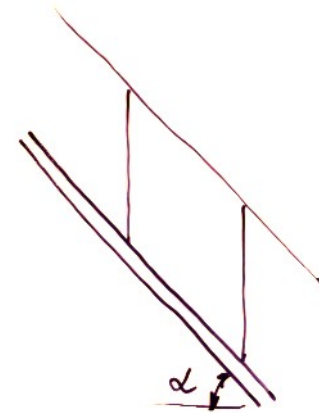
Podmínka rovnováhy

$$T / N' = W \sin \alpha / W \cos \alpha \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_{\max} = \tau_{\max} / \sigma' = \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

$$\alpha = \varphi_{cr}'$$

Platí pro suchou zeminu i nasycenou (bez proudění vody v masivu),

tj. i pro zcela zatopený svah



Odvodněné zatížení (dlouhodobá stabilita)

Svah s HPV → s prouděním

Pevnost

$$\tau_{\max} = c_p' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi_p'$$

$$\tau_{\max} = \sigma' \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

Síly

$$T' = \tau' A = \tau' l$$

$$N = \sigma A = \sigma l$$

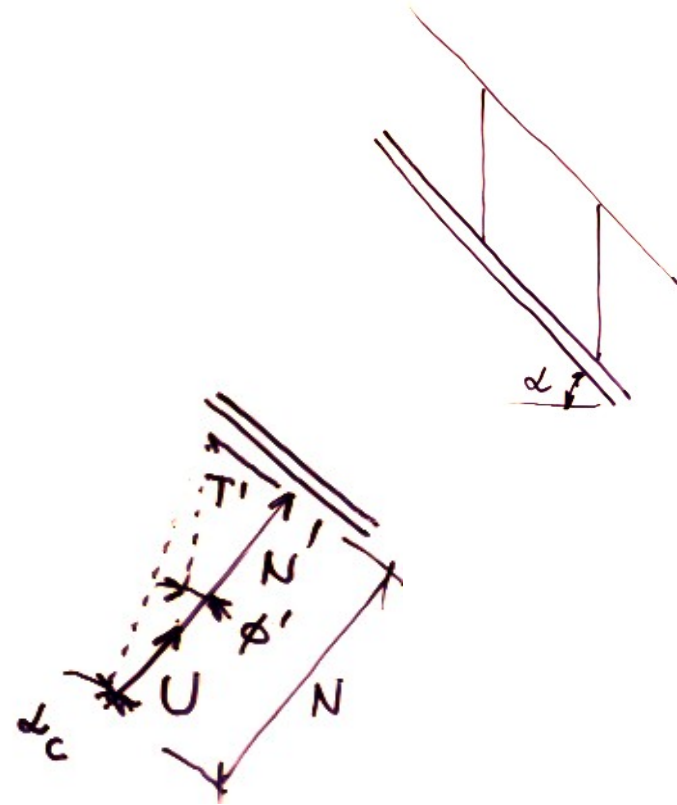
$$N' = \sigma' l$$

$$U = u l \text{ (síla od pórového tlaku)}$$

Rovnováha

$$T' = N \operatorname{tg} \alpha_c = (N - U) \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

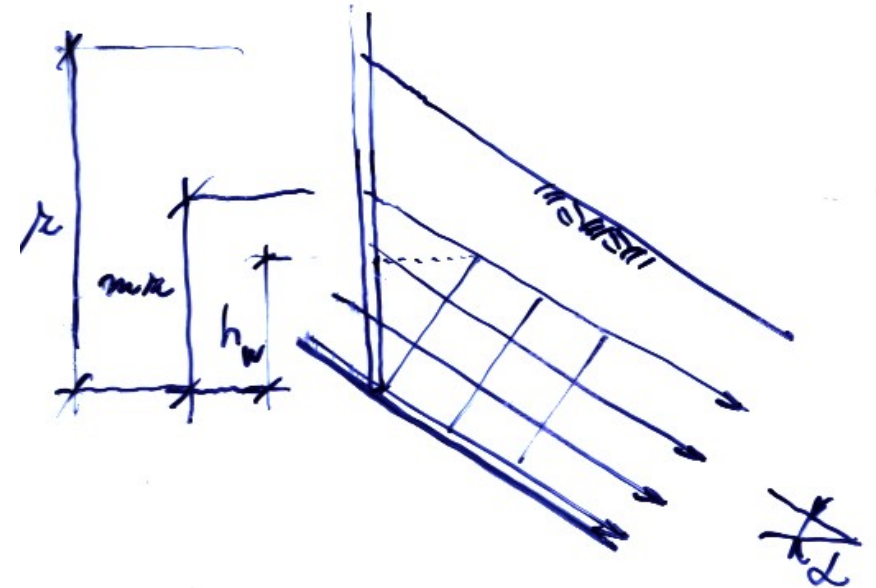
$$\operatorname{tg} \alpha_c = (1 - U / N) \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$



Odvodněné zatížení (dlouhodobá stabilita)

Svah s HPV

Voda proudí rovnoběžně s povrchem



$$\operatorname{tg} \alpha_c = (1 - U / N) \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

$$h_w = m z \cos^2 \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha_c = (1 - U / N) \operatorname{tg} \varphi_{cr}' = (1 - \gamma_w m z \cos^2 \alpha / \gamma z \cos^2 \alpha) \operatorname{tg} \varphi_{cr}' = (1 - m \gamma_w / \gamma) \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

$$\operatorname{tg} \alpha_c = (1 - m \gamma_w / \gamma) \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

HPV na povrchu svahu, tj $m=1$:

$$\operatorname{tg} \alpha_c = (1 - \gamma_w / \gamma) \operatorname{tg} \varphi_{cr}' \approx \frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi_{cr}'; \quad \alpha_c \approx \frac{1}{2} \varphi_{cr}'$$

HPV pod(na) smykovou plochou, tj $m=0$:

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \operatorname{tg} \varphi_{cr}'; \quad \alpha_c = \varphi_{cr}'$$

Odvodněné zatížení (dlouhodobá stabilita)

Svah s HPV

Voda proudí rovnoběžně s povrchem

Řešení pomocí „proudového tlaku“ $p = i \gamma_w$

$$i = H = \sin \alpha$$

$$p = i \gamma_w = \gamma_w \sin \alpha$$

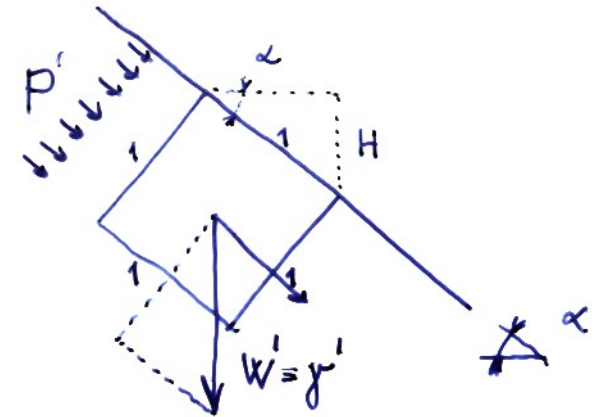
Podmínka rovnováhy ve směru proudění:

$$\gamma' \sin \alpha + \gamma_w \sin \alpha = \gamma \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

$$(\gamma' + \gamma_w) / \gamma' \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

$$2 \operatorname{tg} \alpha_c \approx \operatorname{tg} \varphi_{cr}'$$

$$\alpha_c \approx \frac{1}{2} \varphi_{cr}'$$

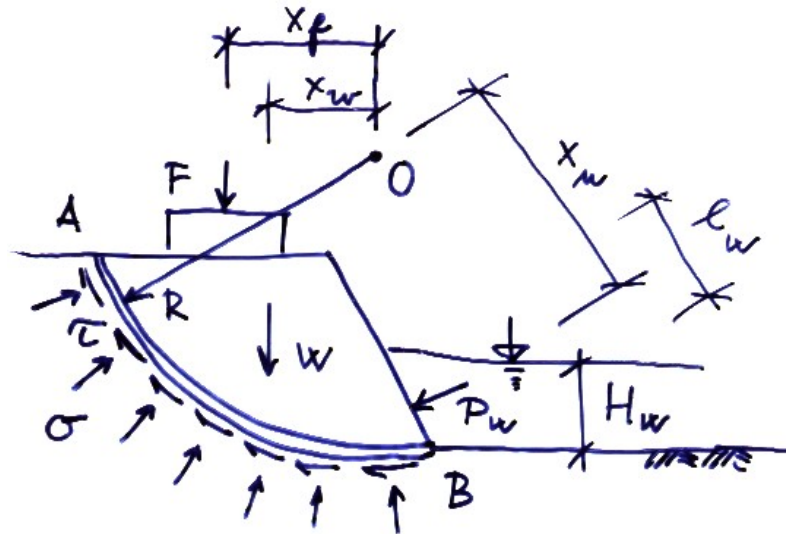


2D - kruhová smyková plocha - MMR

Terminologie: 2D + kruhová („rotační“) smyková plocha; = válcová (rotační válcová plocha)

Neodvodněné zatížení

Parametry: γ , s_u



$$W(x_w)$$

$$F(x_f)$$

$$P_w(l_w, x_u)$$

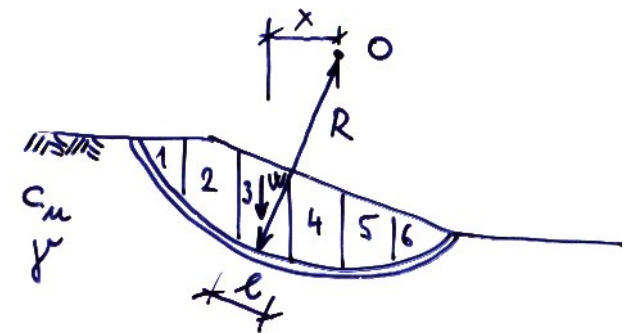
$$T = c_u \widehat{AB}$$

Kruhová plocha → momentová podmínka → vypadne σ

$$W x_w + F x_f - P x_u = s_u I_{AB} R$$

FS = $(s_u \times \text{plocha} \times \text{rameno}) / (\text{moment od smykového napětí mobilizovaného na smykové ploše})$

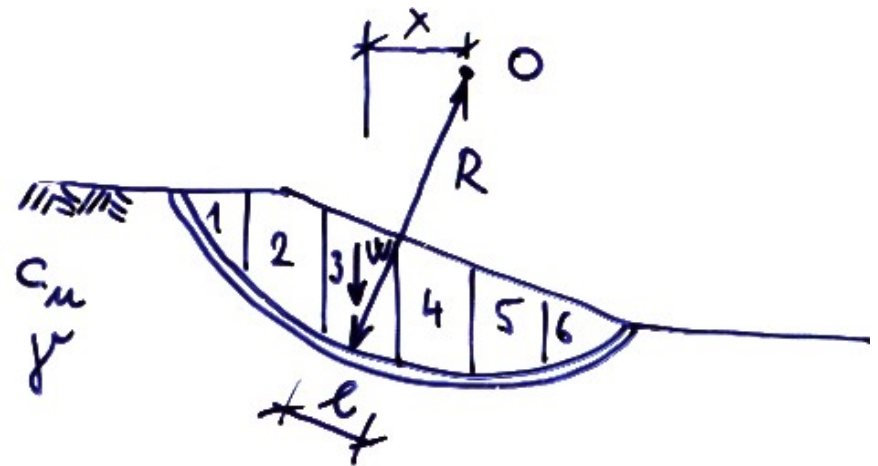
Pro zjednodušení výpočtu rozdělení svahu na proužky



.....neodvodněné zatížení.....

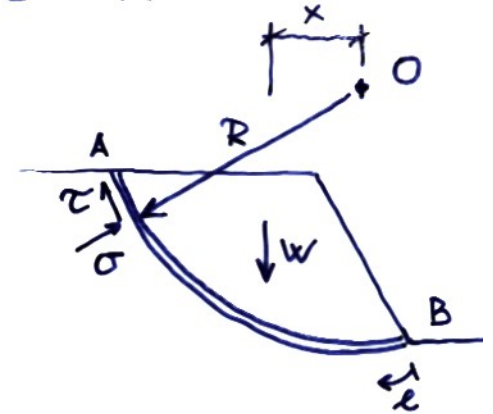
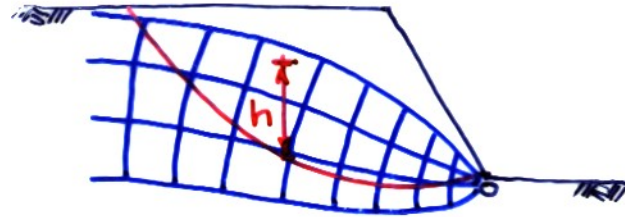
Rozdělení na proužky – pro zjednodušení výpočtu - integrace po smykové ploše nahrazena sumací přes proužky, tabulka pro ruční výpočet (spreadsheet)

$$FS = (\sum s_{u,i} R l_i) / (\sum W_i x_i)$$



Odvodněné zatížení

Parametry: φ_p' , c_p'



$FS = (\text{moment od } (c_p' + (\sigma - u) \operatorname{tg}\varphi_p')) / (\text{moment od mobilizovaného smykového napětí})$

Pro výpočet momentu od pevnosti na smykové ploše je třeba uvažovat totální normálové napětí (spočítat efektivní) – σ nelze vyloučit z výpočtu, přesto, že se přímo neuplatňuje v momentové podmínce rovnováhy

Pro integraci normálového napětí (výpočet pevnosti na smykové ploše) bude nutné rozdělit svah na proužky

Pokud nejsou jiné vnější síly než tíha zeminy:

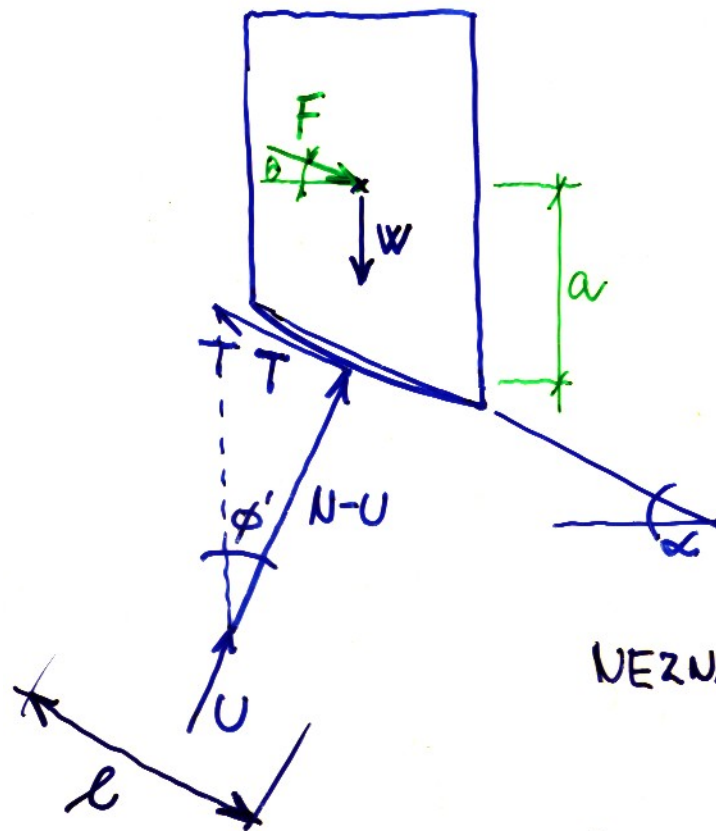
$$FS = (\sum c' l_i R + \sum (\sigma - u) l_i \operatorname{tg}\varphi' R) / (\sum W_i x_i)$$

$$FS = (\sum c' l_i + \sum (W_i \cos\alpha_i - u l_i) \operatorname{tg}\varphi') / (\sum W_i \sin\alpha_i)$$

Odvodněné zatížení

Parametry: ϕ_p' , c_p'

Rovnováha proužku:



$$T = (N - U) \tan \phi'$$

$$T = \tau l$$

$$N = \sigma l$$

$$U = u l$$

VEZNÁMÉ: T, N, F, a, θ

⑤

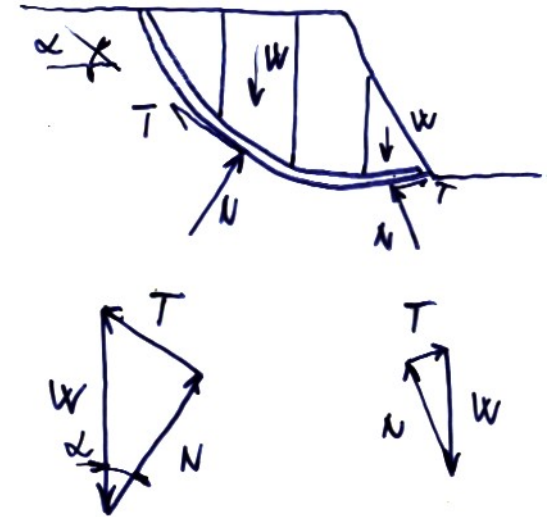
ROVNICE: ④: $\rightarrow \uparrow \curvearrowright T = (N - U) \tan \phi'$

\Rightarrow STATICKY NEURČITĚ

Odvodněné zatížení

Parametry: φ_p' , c_p'

Zjednodušení: zanedbání sil mezi proužky
→ staticky určité



„Konvenční proužková metoda“

(“ordinary method of slices“; švédská metoda; Felleniova, v ČR a SR se užívá název Pettersonova, jenž je zcela neznámý jinde)

FS = (moment od $(c' + (\sigma - u) \operatorname{tg}\varphi')$) / (moment od mobilizovaného smykového napětí na smykové ploše)

Pokud nejsou další vnější síly než tíha zeminy:

$$FS = (\sum (c' l_i + (W_i \cos\alpha_i - u l_i) \operatorname{tg}\varphi') / (\sum W_i \sin\alpha_i)$$

Výhoda: přímý výpočet FS; u všech ostatních proužkových metod nutná iterace

Odvozené zatížení

Parametry: φ'_p , c'_p

Zjednodušení: zanedbání svislých sil mezi proužky (staticky neurčité, řešení iterací)
→ Bishopova metoda

(„zjednodušená“) Bishopova metoda, pokud nejsou další vnější síly než tíha zeminy:

$$FS = \frac{\sum ((c'_i l_i \cos\alpha + (W_i - ul_i \cos\alpha) \operatorname{tg}\varphi'_i) / (\cos\alpha + (\sin\alpha \operatorname{tg}\varphi'_i)/FS))}{\sum W_i \sin\alpha_i}$$

Odvozené zatížení

Parametry: φ_p' , c_p'

Uvažování obecných sil mezi proužky

Janbu – smyková plocha obecná - z kružnic a přímek

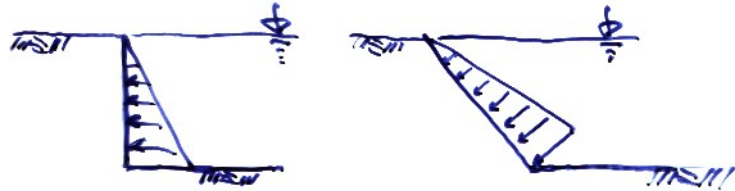


Spencer (všechny meziproužkové síly jsou navzájem rovnoběžné)

Morgenstern – Price (smykové meziproužkové síly f_c normálových)

Sarma (vyvinuta pro seismické zatížení svahů, smykové meziproužkové síly f_c pevnosti zeminy)

Zatopený svah - analýza proužkovými metodami



Alternativy

Rozklad síly od vody na povrch zatopené proužku a uplatnění v podmínce rovnováhy švédská metoda (bez meziproužkových sil) nebude spolehlivá

Zcela zatopený svah – lze uvažovat „efektivní“ objemovou tíhu zemin γ' a neproudící vodu (uvažovat pórový tlak 0 , resp. proudový tlak 0)

Proužky uvažovat až na hladinu vody ve vodoteči, parametry (γ , pevnost) brát jako vážený průměr voda – zemina

Praxe – využití komerčně dostupných sw

Většina dostupných sw využívá MMR – proužkové metody

Rozhodující pro kvalitu analýzy jsou vstupní data a znalost mechanismu (krátkodobá vs dlouhodobá stabilita atd)

Pro kontrolu výsledků je třeba vždy provést odhad, rychlý výpočet „ručně“

Možno použít také zjednodušené tabulky nebo grafy pro výpočet FS (např podle Taylora, Bishopa & Morgensterna)

Součinitele stability

Neodvodněné zatížení

$$\alpha_c (\equiv \alpha_{\max}) = \frac{1}{2} \arcsin (2s_u / (\gamma H))$$

$$H_c = 2s_u / (\gamma \sin 2\alpha)$$

$$H_c = N s_u / \gamma,$$

kde N je součinitel stability, závislý na geometrii (sklonu svahu α)

→ FS = $s_u / (N\gamma)$, kde N lze nalézt v grafech/tabulkách

Tabulky, grafy pro výpočet FS

Součinitele stability

Neodvodněné zatížení

Taylor (1948)

Grafy/tabulky součinitelů stability

Pro $\phi_d = 0$ lze hodnoty součinitelů stability $N = s_d / \gamma H$ použít pro neodvodněnou stabilitu ($s_u = s_d$):

$$FS = s_u / (N\gamma)$$

Předpoklady: voda neproudí a s_u konst. s hloubkou

TABLE 16-1 STABILITY NUMBERS FOR HOMOGENEOUS SIMPLE SLOPES WITHOUT SEEPAGE—BY SEVERAL METHODS

(1) i	(2) ϕ_d	(3) Culmann (Plane)	(4) Slices	(5) ϕ Circle	(6) Logarithmic Spiral
90	0	0.250	0.261	0.261	0.261
	5	0.229	0.239	0.239	0.239
	15	0.192	0.199	0.199	0.199
	25	0.159	0.165	0.166	0.165
75	0	0.192	0.219	0.219	0.219
	5	0.171	0.196	0.195	0.195
	15	0.134	0.154	0.152	0.152
	25	0.102	0.118	0.117	0.117
60	0	0.144	0.191	0.191	0.191
	5	0.124	0.165	0.162	0.162
	15	0.088	0.120	0.116	0.116
	25	0.058	0.082	0.079	0.078
45	0	0.104	(0.170) ¹	(0.170)	(0.170)
	5	0.083	0.141	0.136	0.136
	15	0.049	0.085	0.083	0.083
	25	0.023	0.048	0.044	0.044
30	0	0.067	(0.156)	(0.156)	(0.156)
	5	0.047	(0.114)	(0.110)	(0.110)
	15	0.018	0.048	0.046	0.046
	25	0.002	0.012	0.009	0.008
15	0	0.033	(0.145)	(0.145)	(0.145)
	5	0.015	(0.072)	(0.068)	(0.068)
	10	0.004		(0.023)	

[3]

¹ All values given are for the critical circle through the toe of the slope. When there is a more dangerous circle which passes below the toe, values are shown in parentheses. For data on circles below the toe see Table 16-2.

Tabulky, grafy pro výpočet FS

Součinitele stability

Neodvodněné zatížení

Taylor (1948)

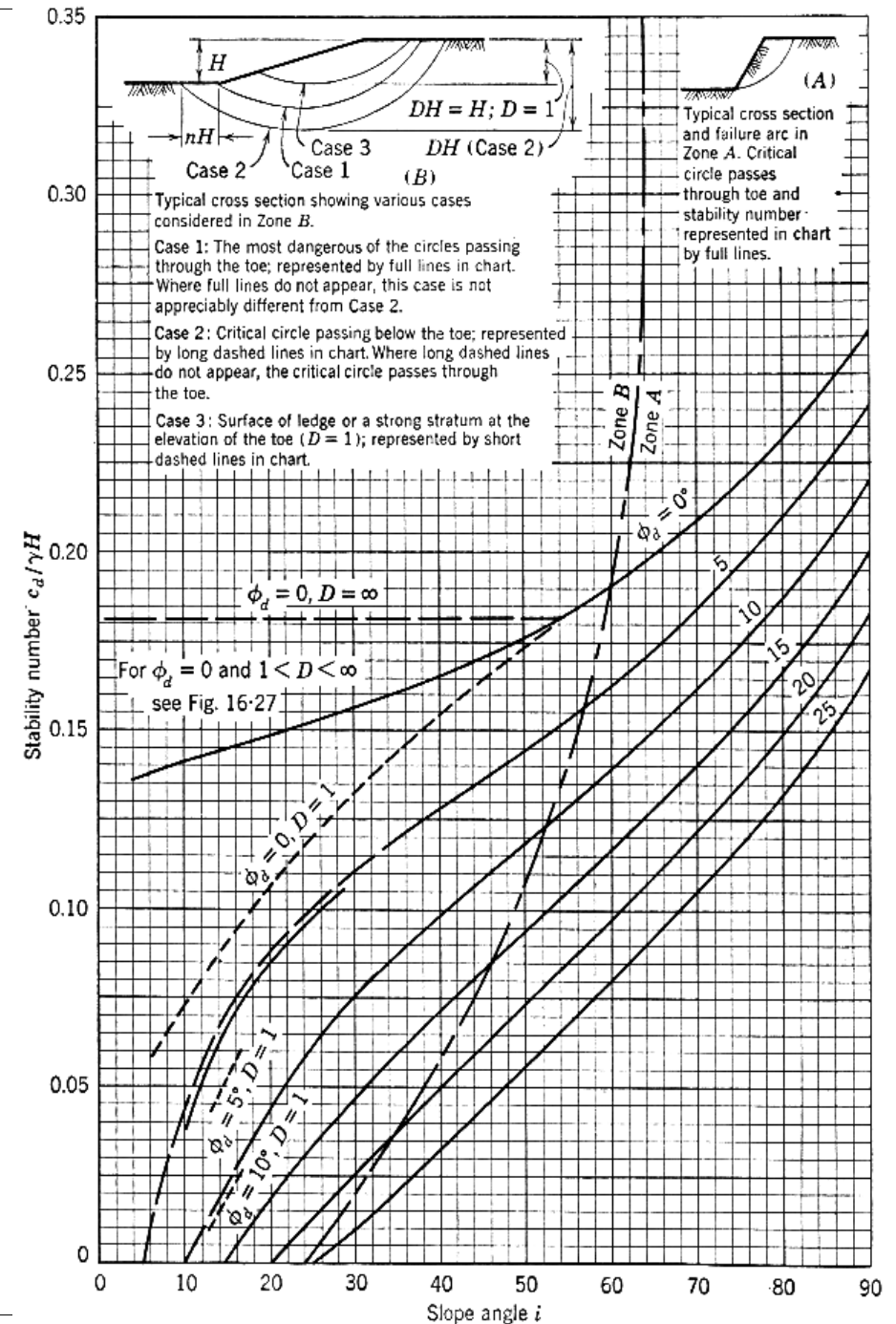
Grafy/tabulky součinitelů stability

Pro $\phi_d = 0$ lze hodnoty součinitelů stability $N = s_d / \gamma H$ použít pro neodvodněnou stabilitu ($s_u = s_d$):

$$FS = s_u / (N\gamma)$$

Předpoklady: voda neproudí a s_u konst. s hloubkou

[3]



Součinitele stability

Odvodněné zatížení, ∞ svah

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} (\equiv \operatorname{tg} \alpha_c) = (1 - U / N) \operatorname{tg} \varphi'$$

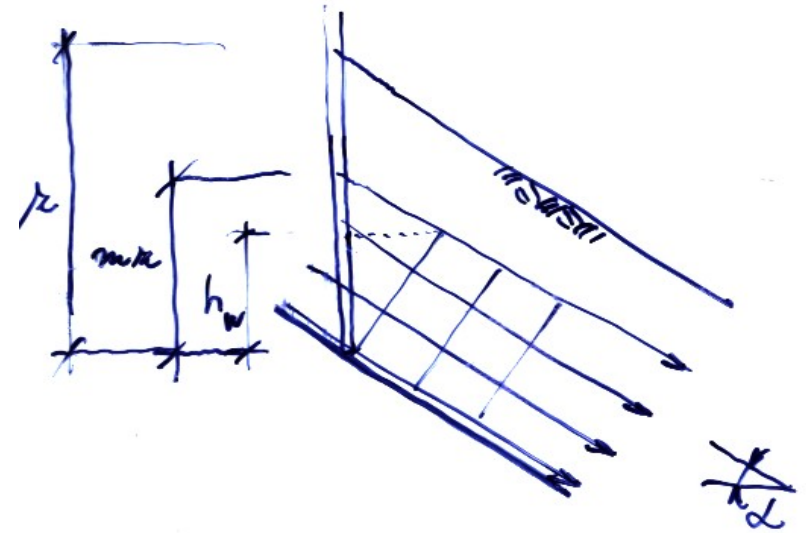
$$FS = \operatorname{tg} \varphi' (1 - U / N) / \operatorname{tg} \alpha$$

$$FS = \operatorname{tg} \varphi' / \operatorname{tg} \alpha (1 - \gamma_w m z \cos^2 \alpha / \gamma z \cos^2 \alpha) = \operatorname{tg} \varphi' / \operatorname{tg} \alpha (1 - u / (\sigma_z \cos^2 \alpha))$$

$$FS = m - n r_u, \text{ kde}$$

$r_u = u / \sigma_z$ je součinitel pórového tlaku a

m a n jsou součinitele stability



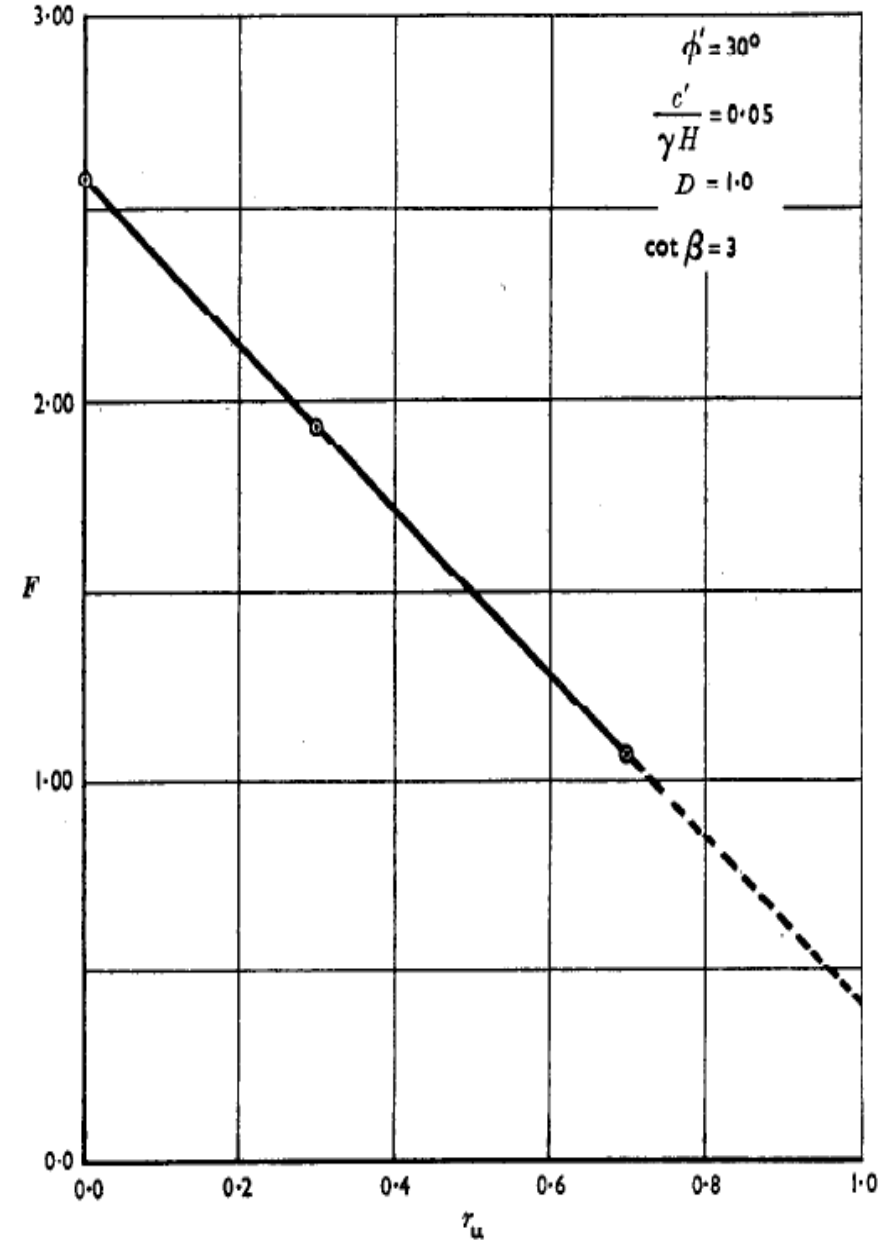
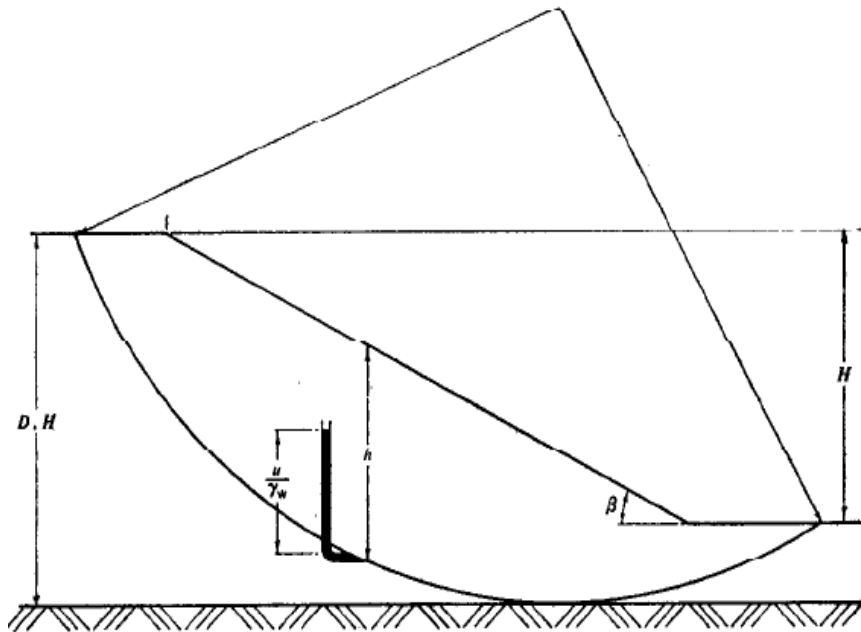
Tabulky, grafy pro výpočet FS

Součinitele stability

Odvodněné zatížení

I pro kruhovou smykovou plochu lze použít
 $FS (\cong F) = m - n r_u$

(Bishop a Morgenstern)



Tabulky, grafy pro výpočet FS

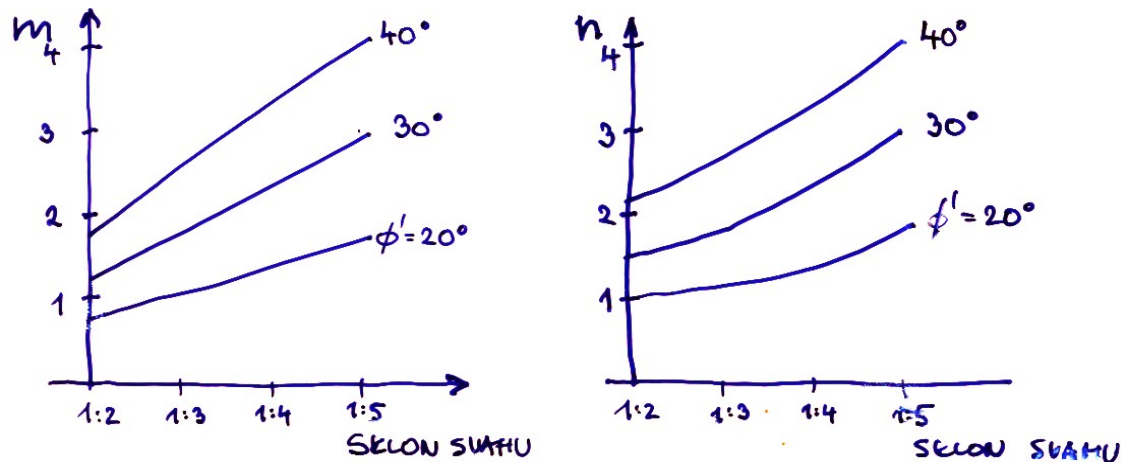
Součinitele stability

Odvodněné zatížení

$$FS = m - n r_u,$$

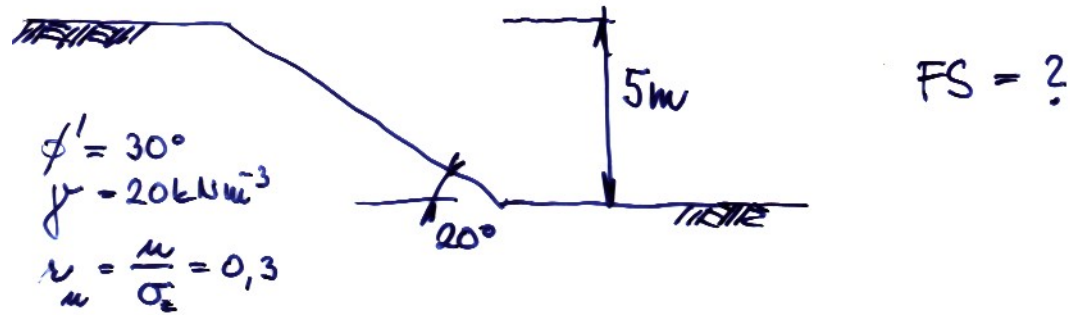
kde $r_u = u / \sigma_z$ je součinitel pórového tlaku, m a n jsou součinitele stability

Bishop a Morgenstern - m a n pomocí Bishopovy proužkové metody:



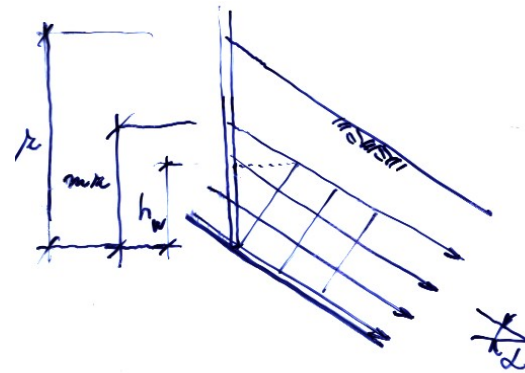
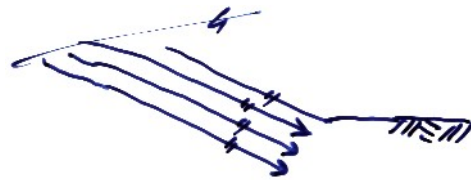
Tabulky, grafy pro výpočet FS

Příklad – určete stupeň bezpečnosti FS svahu pro odvodněné zatížení (dlouhodobou stabilitu)



$$FS = m - n \times r_u \approx 1,6 - 1,8 \times 0,3 = 1,06$$

Ale u paty svahu může být proudění rovnoběžně s povrchem a hladina při povrchu:



$$FS = \frac{\text{tg}\phi'}{\text{tg}\alpha} (1 - m \gamma_w / \gamma)$$

$$FS = 0,58 / 0,36 (1 - 1 \times 10 / 20) = 0,8 \quad !!!$$

Snížení „aktivních“ sil

snížení hladiny podzemní vody – drény, horizontální vrty...

úpravou sklonů

zřízení lavic

Nedopustit vyplnění „tahových trhlin“ vodou (zeminy nepřenášejí tahy → „tahové trhliny“ za korunou svahu; volná voda v trhlíně zatěžuje svah)

Zvýšení „pasivních“ sil

zvýšení pevnosti

snížením pórových tlaků

odvodnění

snížení infiltrace – těsnění

náhradou zeminy – žebra

zatěžovací násep

opěrné konstrukce

stěny (gravitační, pilotové atd)

gabiony

kotvy, hřebíky

vyztužené zemní konstrukce (geosyntetika)

vegetace – snížení vlhkosti zemin (i do hloubky několika metrů); ochrana svahů před erozí; ± přímý vliv kořenů na pevnost (vyztužení zeminy)

Poznámky k sanaci svahu

před sanací vždy správně analyzovat příčiny sesuvu; co nejlépe stanovit/odhadnout průběh smykové plochy.

zpětná analýza sesuvu pro stanovení pevnosti a pro výpočet FS po sanaci

vždy provést odvodnění (snížení aktivních sil a zvýšení efektivního napětí, tj pevnosti, tj pasivních sil

správně provedené odvodnění je vždy účinné, ale potřebuje údržbu (funkce v čase)

změnu geometrie – snížení sklonu – rovněž vždy uvážit jako řešení

gravitační stěny, stabilizovaná zemina, hřebíky etc vyžadují (další) deformaci k mobilizaci svého účinku

pilotové stěny musejí zasahovat pod smykovou plochu aby byly účinné

obnovení původní geometrie a nosné funkce masivu (např obnovení provozu komunikace či únosnosti staveb nad svahem) je podstatně obtížnější než zastavení sesouvání – může vyžadovat i kompletní výměnu zeminy

zvláštní metody sanace:

odvodnění elektroosmózou

termické zpevnění

injektáže, chemické zpevňování

využití vegetace

- [1] Atkinson, J.H. (2007) The mechanics of soils and foundations. 2nd ed. Taylor & Francis.
- [2] Simons, N., Menzies, B. and Matthews, M. (2001) A short course in soil and rock slope engineering. Thomas Telford.
- [3] Taylor, D.W. (1948) Fundamentals of soil mechanics. J. Wiley & Sons.

Základní – povinná

Atkinson, J. H. (2007) The mechanics of soils and foundations. 2nd ed. Taylor & Francis.
(několik výtisků je v knihovně geologické sekce; první vydání (1993) lze najít na i-netu)

Odkaz na prezentace přednášek je na <http://natur.cuni.cz/~bohac/>

Rozšiřující (omezeně dostupná na oddělení IG)

Terzaghi, K, Peck, R.B. and Mesri, G. (1996) Soil mechanics in engineering practice. J. Wiley & Sons.

Tomlinson, M.J. (1995) Foundation design and construction. 6th ed, Longman/J. Wiley & Sons.

Fleming W.G.K., Weltman A.J., Randolph, M.F. and Elson, W.K. (1994) Piling engineering. 2nd ed. Blackie A&P.

Rozšiřující ke stabilitě svahů

Záruba, Q. a Mencl, V. (1969) Sesuvy a zabezpečování svahů. Academia, Praha.