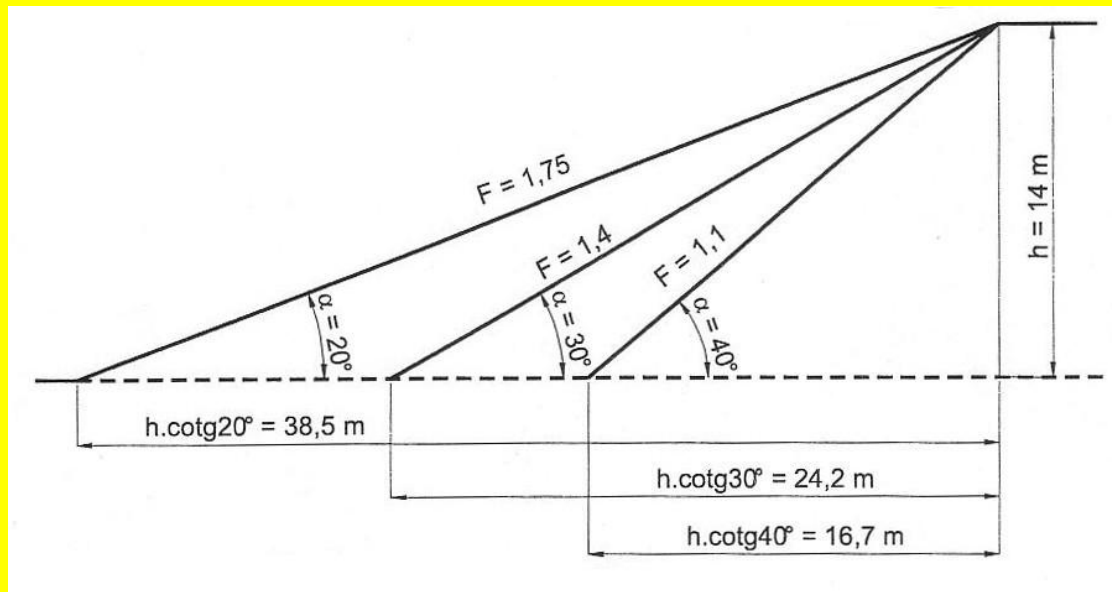


STABILITA SVAHŮ

IG - přirozené svahy - rotační, translační, creepové
staveb. inženýr - svahy vzniklé inženýrskou činností (násypy, zemní hráze, sklon stavební jámy)

Cílem stability svahů je řešit **optimální návrh sklonu** a to nejen z hlediska bezpečnosti, ale také z hlediska záboru půdy a úspor v přesunu zeminy jako stavebního materiálu.



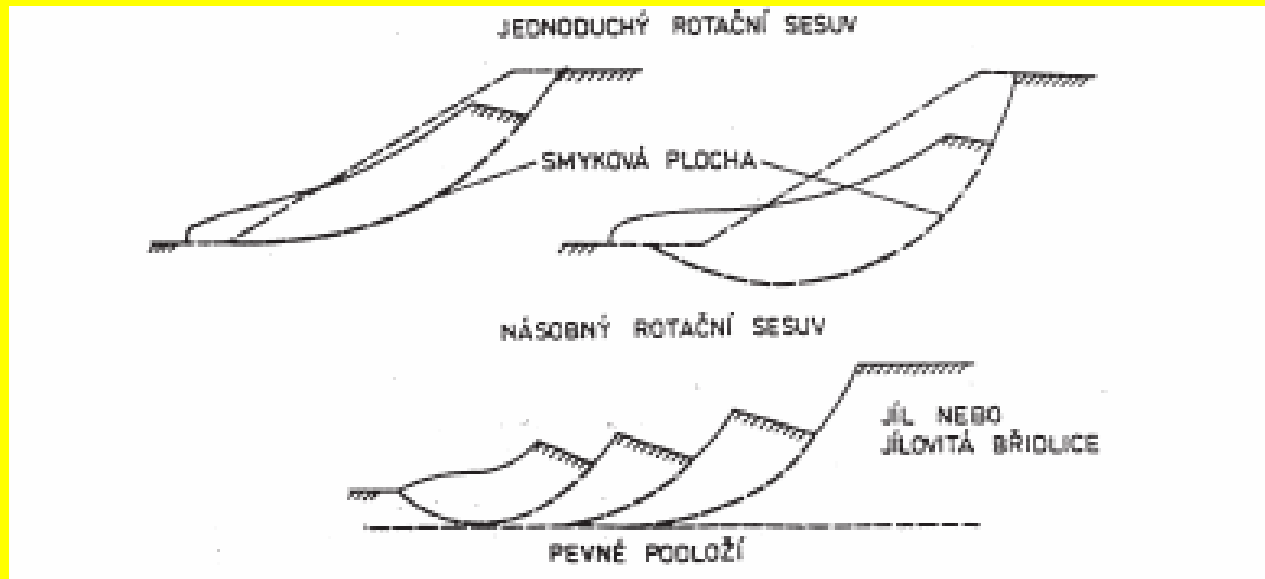
• Rozdělení sesuvů

z hlediska IG

a) rotační

b) translační (po rovin. smyk. pl. – sypké i soudržné)

c) creepové - reologické pohyby - velice pomalé



Z geomechanického hlediska

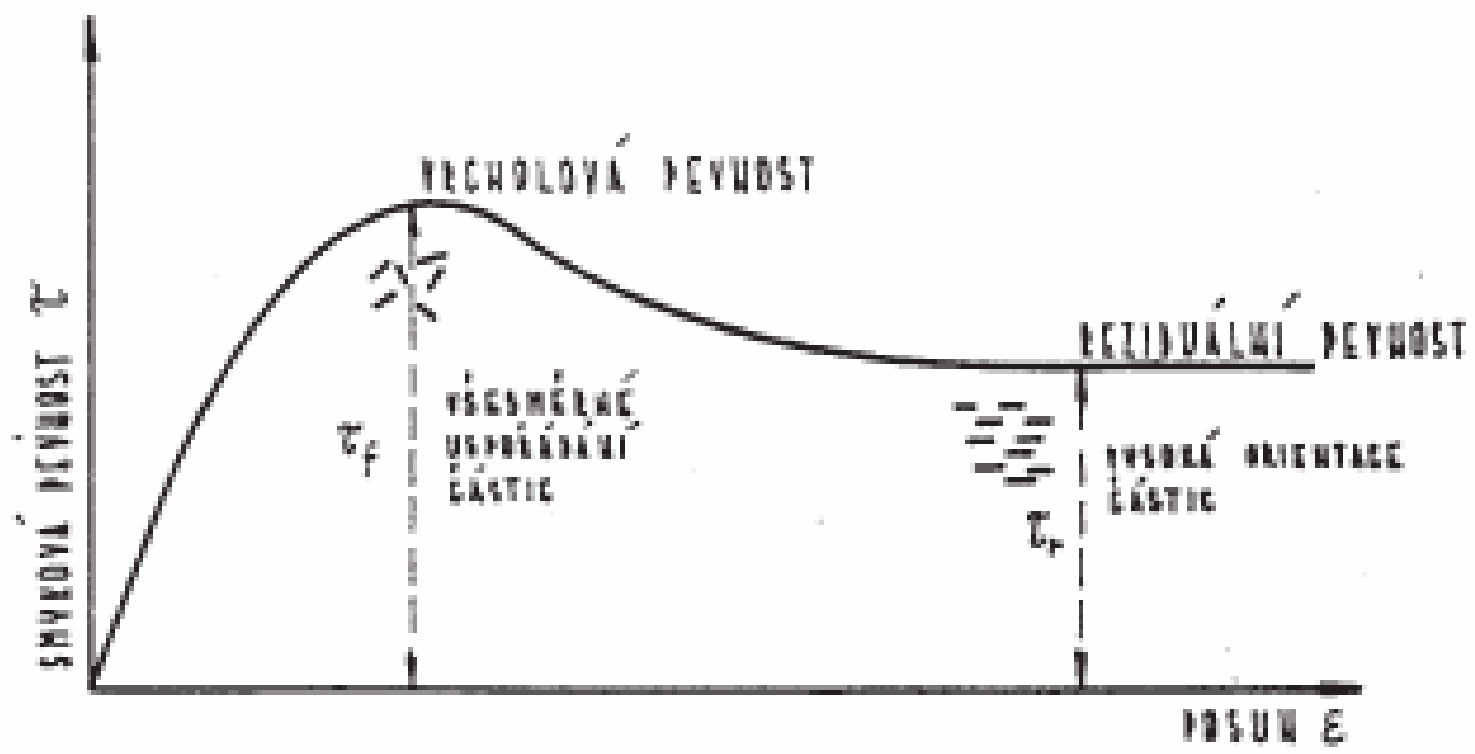
V případě sesuvu dochází k usmyknutí po smykové ploše, na které působí smyková pevnost jako složka bránící sesuvu. **Stabilita svahu bude především funkcí smykové pevnosti podél smykové plochy.**

- Důležité jsou dvě podmínky:

$$\tau = \underbrace{(\sigma - u)}_{\text{podmínky pórového tlaku}} \underbrace{\text{tg}\varphi_{\text{ef}} + c_{\text{ef}}}_{\text{podmínky struktury zemin (ovlivň. } c, \varphi)}$$

podmínky
pórového
tlaku

podmínky struktury zemin
(ovlivň. c, φ)



Dělení sesuvů z hlediska podmínek pórového tlaku

- A. **Krátkodobé** (neodvodněné) - není vyrovnána změna pórového tlaku u vody vyvolaná změnou totálních napětí.
- B. **Mezilehlé** - pro částečné vyrovnání změn u
- C. **Dlouhodobé** (odvodněné) - pro úplné vyrovnání pórových tlaků odpovídající hodnotám ustáleného proudění.

Dělení sesuvů z hlediska podmínek struktury

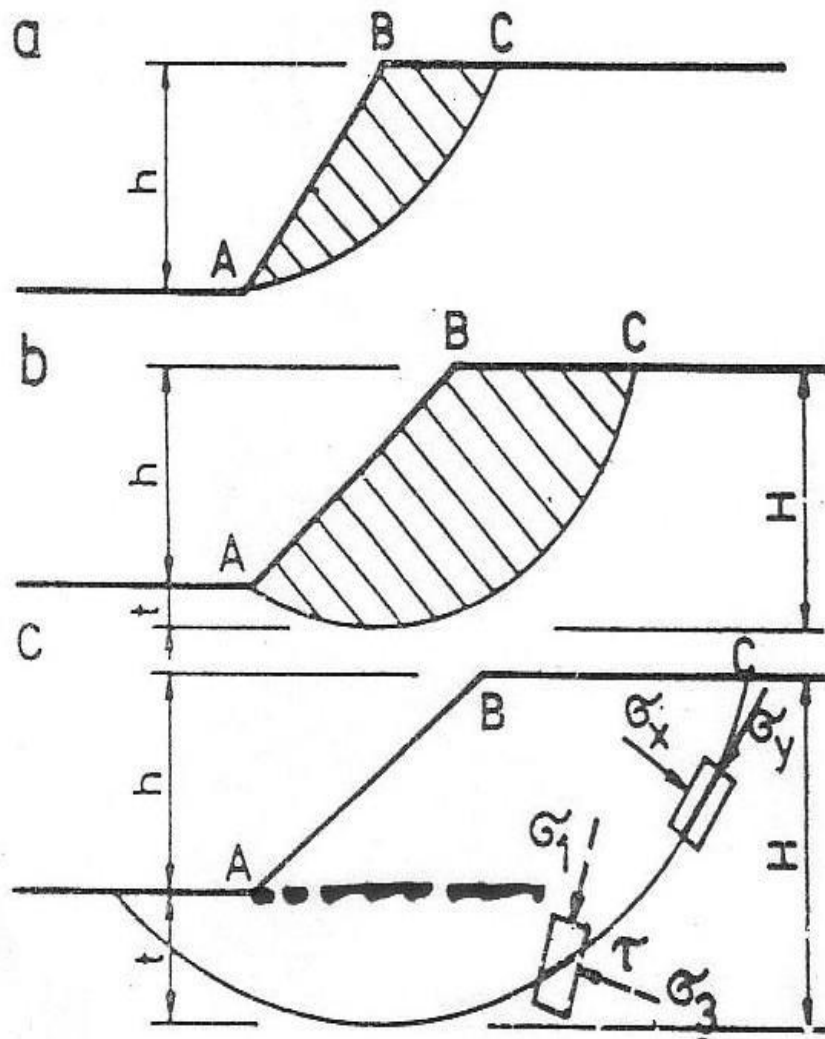
- prvotní sesuvy
- sesuvy po předchozích plochách pohybu

ZÁSADY ŘEŠENÍ STABILITY SVAHŮ

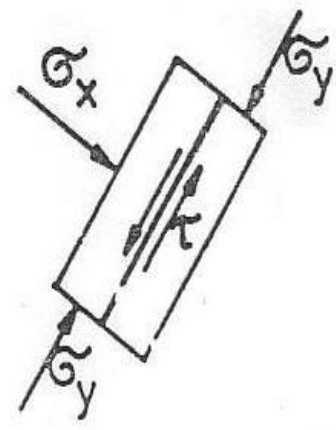
- Pro řešení stabilitních úloh musí být splněny tyto předpoklady:
 - 1) musíme znát geometrický **tvar** předpokládané **smykové plochy**
 - a) **sypké zeminy** - smykové plochy rovinné
 - b) **soudržené zeminy** - tvar smykové plochy zakřivený. Křivost je největší u koruny, nejmenší u paty svahu.

V homogenních soudržných zeminách sesuvy rotační.

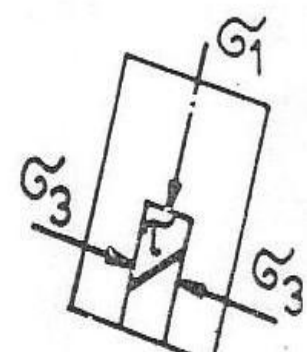
- nejčastěji uvažujeme **válcovou smykovou plochu**, tzn. že příčný řez uvažujeme jako kruhový oblouk
- metody, které používají křivky s proměnlivou křivostí (nejčastěji logaritmické spirály)

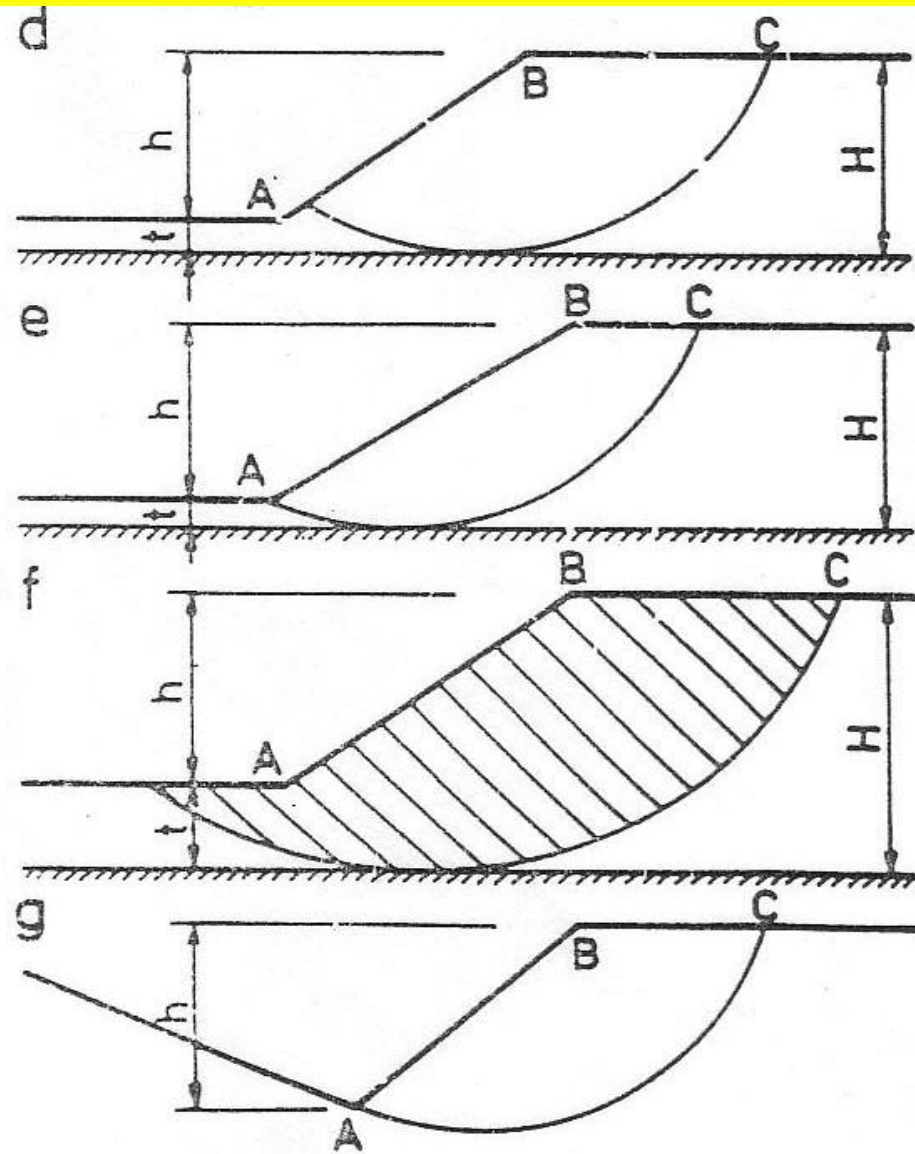


SMYKOVÁ KRABICOVÁ ZKOUŠKA



TRIAXIÁLNÍ ZKOUŠKA





ÚNOSNÉ PODLOŽÍ

2) musíme znát smykovou pevnost na smykových plochách -
smyková pevnost působí jako složka bránící sesuvu

- a) řešení v totálních parametrech φ_u, c_u
stabilita krátkodobých výkopů a násypů (časem se zemina zkonsoliduje, dojde ke zlepšení pevnosti zemin)
- b) řešení v efektivních parametrech φ_{ef}, c_{ef}

$$\tau = (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi_{ef} + c_{ef}$$

řešení dlouhodobé stability, sesuvy přirozených svahů,
stabilita svahů hrází z nesoudržných zemin při náhlém poklesu hladiny v nádrži apod.

zde jsou rozhodující **podmínky dlouhodobé**, kdy pórové tlaky nejsou ovlivněny změnou napjatosti.

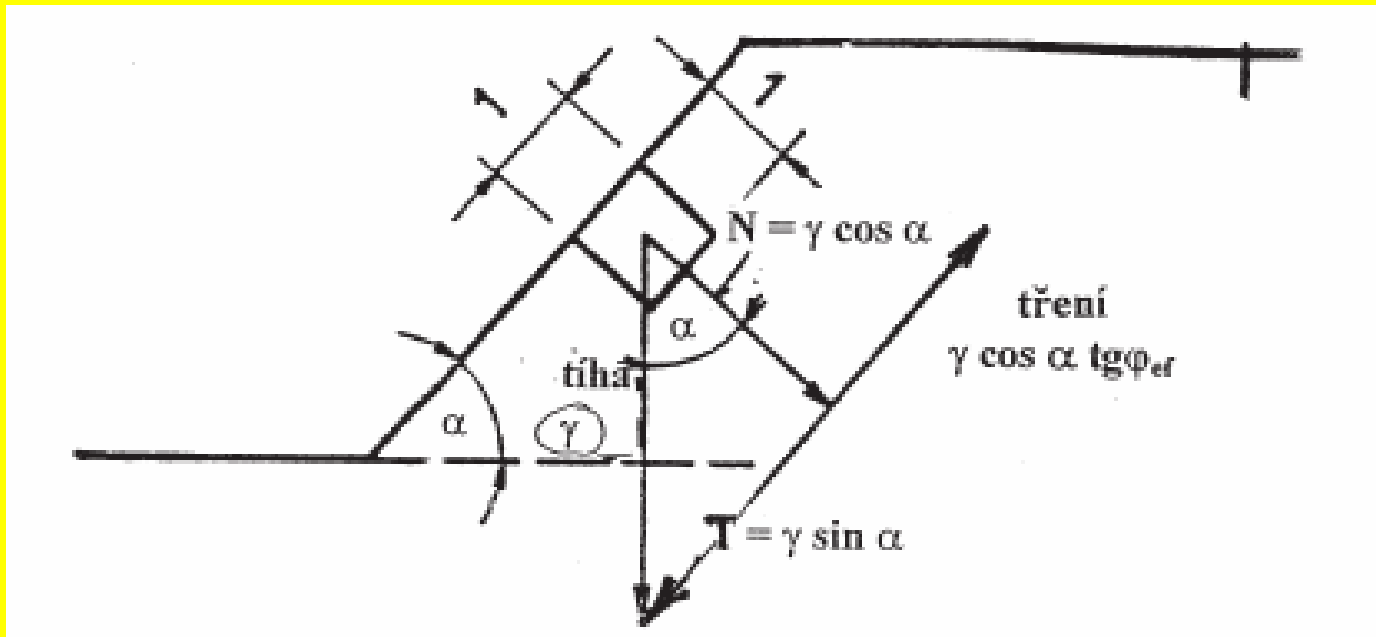
Metody řešení stability svahu

- **Metody mezní rovnováhy** – nejčastěji
- **Metody řešení napjatosti a deformace zemního tělesa** - výstižné, ale náročné
- **Pomocí nomogramů** - pro jednoduché úlohy, pro předběžný návrh

Metoda mezní rovnováhy

a) Stabilita svahu v nesoudržné zemině – bez vody HPV

rovinná smyková plocha - třídírny štěrkopísku, haldování uhlí, rudy



Řešení pro nesoudržné zeminy neprosakuje-li svahem voda

Tíha jednotkového elementu je rovna γ .
Maximální smyková pevnost, která se může
aktivizovat $\gamma \cdot \cos\alpha \cdot \text{tg}\varphi_{\text{ef}}$

$$\gamma \cdot \sin\alpha = \gamma \cdot \cos\alpha \cdot \text{tg}\varphi_{\text{ef}}$$

Rovnováha bude zachována, když tangenciální
složka tíhy bude menší nebo rovna tření

$$T \leq N \cdot \text{tg}\varphi_{\text{ef}}$$

anebo pro jednotkový objem prvku

$$\gamma \cdot \sin\alpha \leq \gamma \cdot \cos\alpha \cdot \text{tg}\varphi_{\text{ef}}$$

$$\text{tg}\alpha \leq \text{tg}\varphi_{\text{ef}}$$

$$\alpha \leq \varphi$$

- Podíl pasivních sil k silám aktivním definujeme jako **stupeň stability svahu**

$$F = \frac{N \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ef}}{T}$$

Je-li $F > 1$

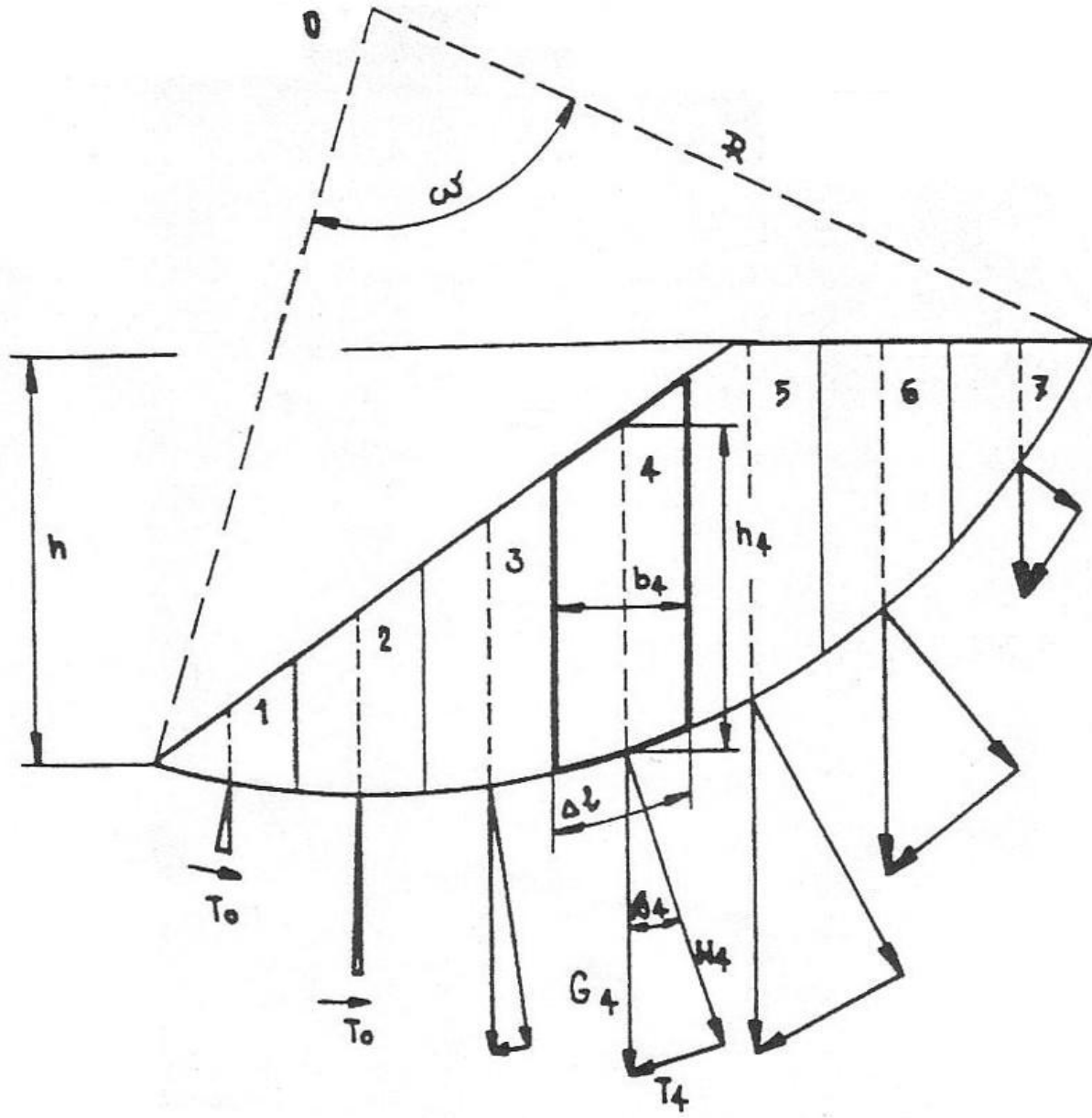
svah stabilní

min. $F = 1,2$

b) Stabilita svahu-soudržné zeminy

Pettersonova metoda - proužková - švédská metoda - vhodná pro vrstevnatý svah a podloží

- Metoda neuvažuje síly od sousedních proužků zeminy
- Úlohu řešíme jako rovinnou (na 1 m délky svahu)
- Vyšetříme síly na příslušném úseku smykové plochy a určíme výsledný moment pasivních a aktivních sil ke středu otáčení



$$F = \frac{M_P}{M_A}$$

$$F = \frac{\sum N_i \operatorname{tg} \varphi + 0,8 \sum c \cdot \Delta l}{\sum T_i - \sum T_o}$$

Stanovení nebezpečné (kritické) smykové plochy

Je to kružnice, pro kterou je poměr sil pasivních k silám aktivním minimální, **pro kterou dostaneme nejnižší stupeň stability**

- a) Petterson
- b) Fellenius
- c) pomocí nomogramů a tabulek, např. Rodriguez

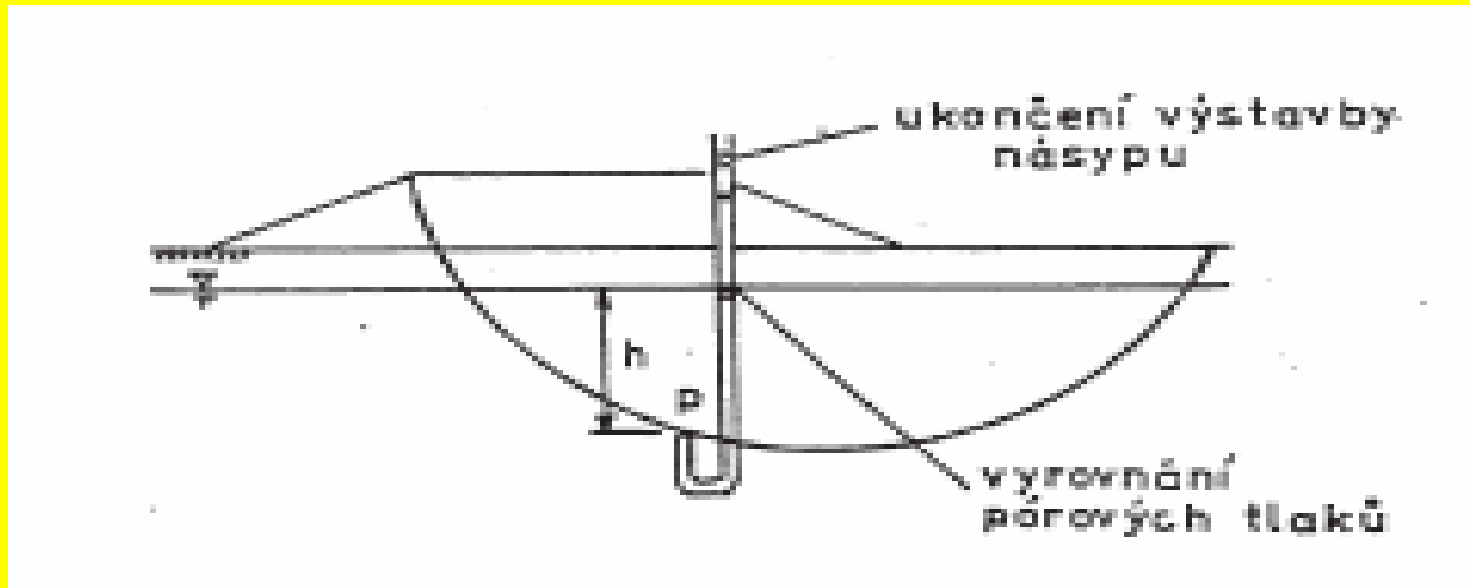
Vyžadovaný **stupeň stability svahu** podle
nutné bezpečnosti

Pro jílovité zeminy $F = 1,5$

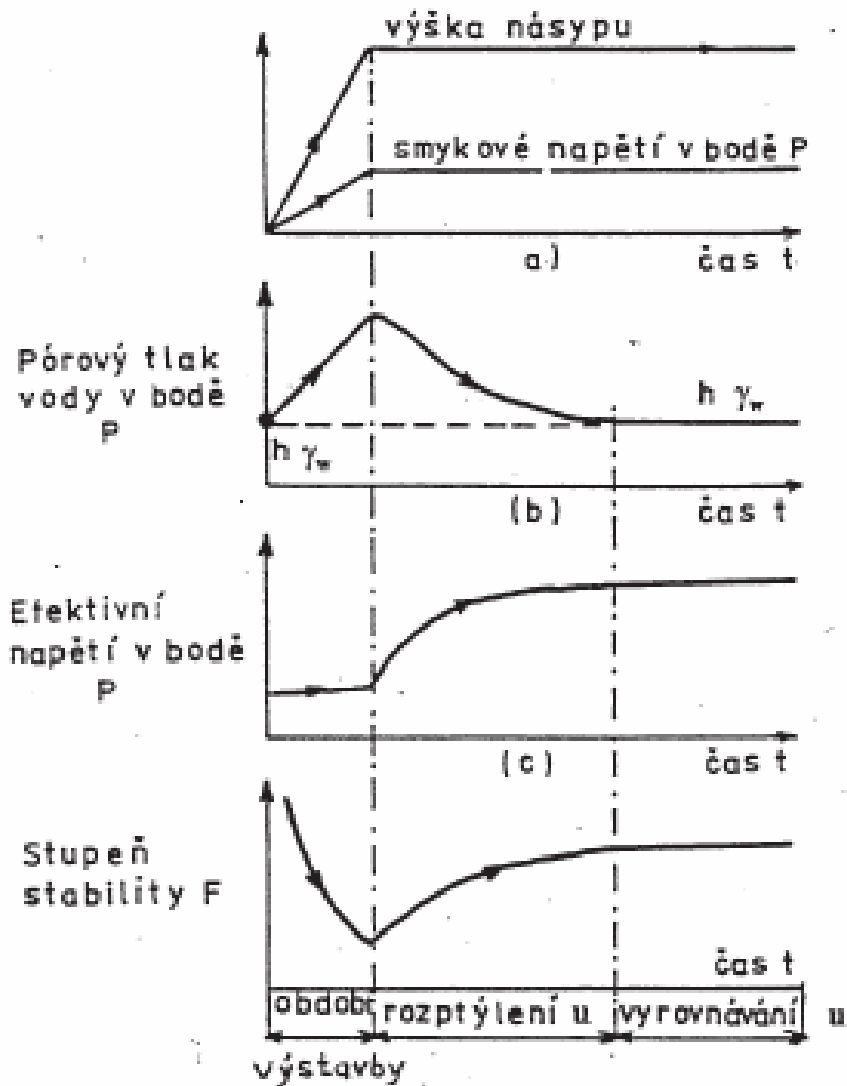
Pro písčité zeminy $F = 1,2$

Pokud je na svahu stavební objekt

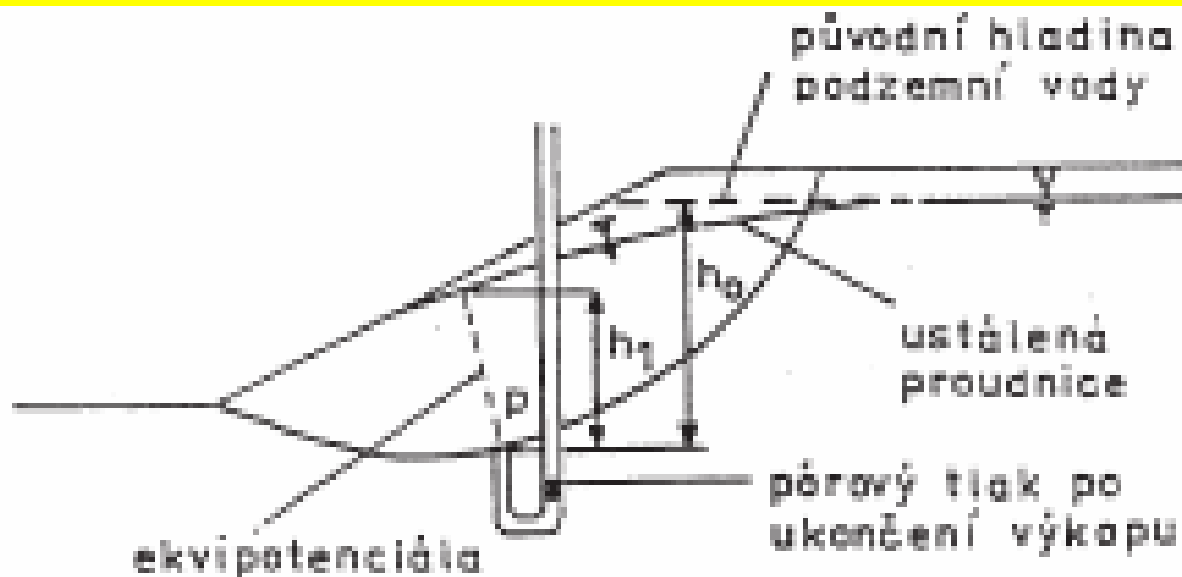
$F = 2,2$ až $3,0$



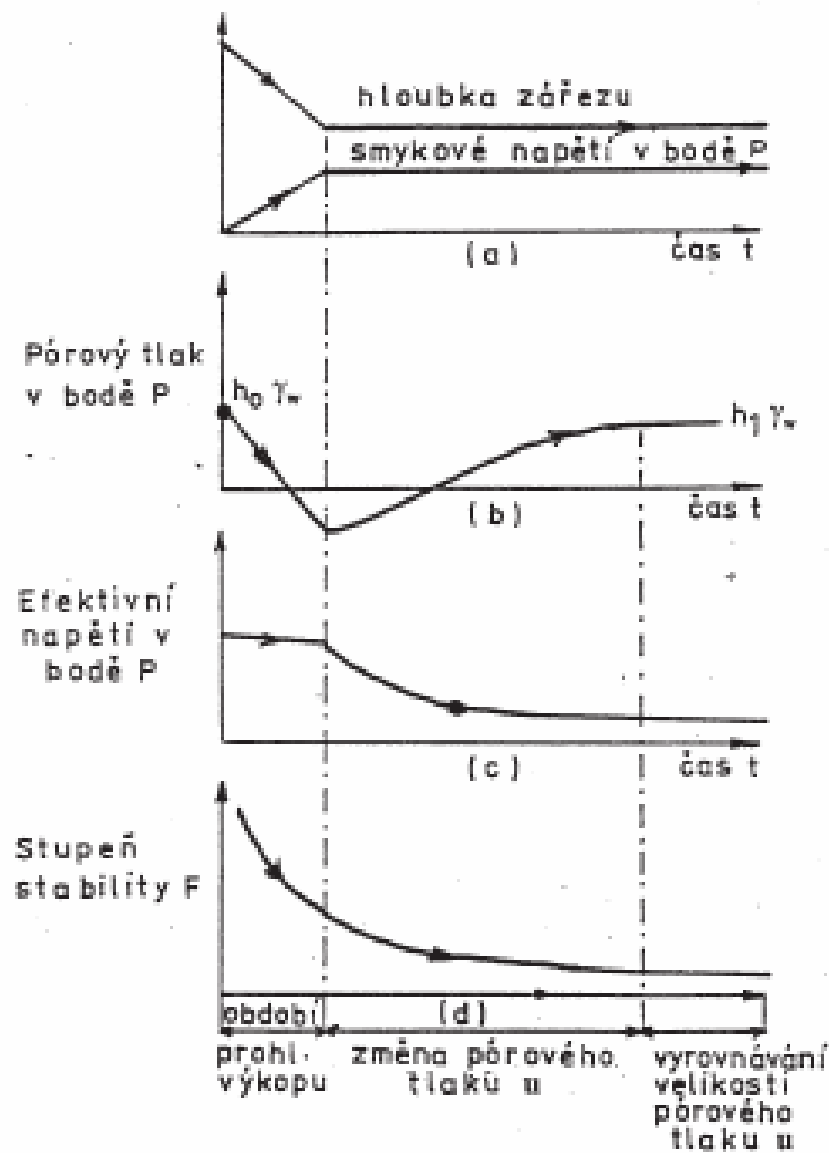
Pórový tlak vznikající na potenciální smykové ploše při zatížení násypem



Změny pórového tlaku, efektivního napětí a stupně stability při výstavbě násypu na jílovitém podloží (podle Bishopa a Bjerruma)



Pórový tlak vznikající na potenciální smykové ploše při odlehčení (zářez)



Změny pórového tlaku efektivního napětí a stupně stability pro svah výkopu (podle Bishopa a Bjerruma)

- **Dlouhodobá stabilita** – **efektivní parametry pevnosti**
- **Krátkodobá stabilita (násypy)** – **totální parametry pevnosti**
- **Překonsolidované potrhané jíly** – buď nižší parametry nebo zanedbat soudržnost
- **Sesuvné území** – **reziduální parametry**
- **Výpočet** – Petterson, Bishop, Janbu

Parametrické studie

