

# Stabilita svahu

## Mechanika hornin a zemin - cvičení 05

## Silové metody (metody mezní rovnováhy)

Řeší rovnováhu sil podél zvolené smykové plochy (kruhová, rovinná, křivková)

Základem je předpoklad silové nebo momentové rovnováhy nad uvažovanou smykovou plochou.

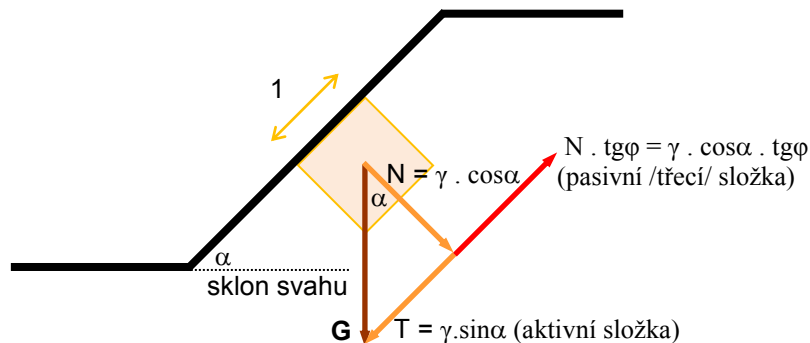
**součinitel stability  $F$** 

$$F = \frac{\text{pasivní síly}}{\text{aktivní síly}}$$
 $F > 1 \dots$  Stabilní svah  
 $F < 1 \dots$  Nestabilní svah

- nutno zadat předpokládanou smykovou plochu – **hledáme kritickou**
- výpočet nezahrnuje vliv přetvárných parametru
- + jednoduchost

## NESOUDRŽNÉ ZEMINY

### 1. Svahem neprosakuje voda



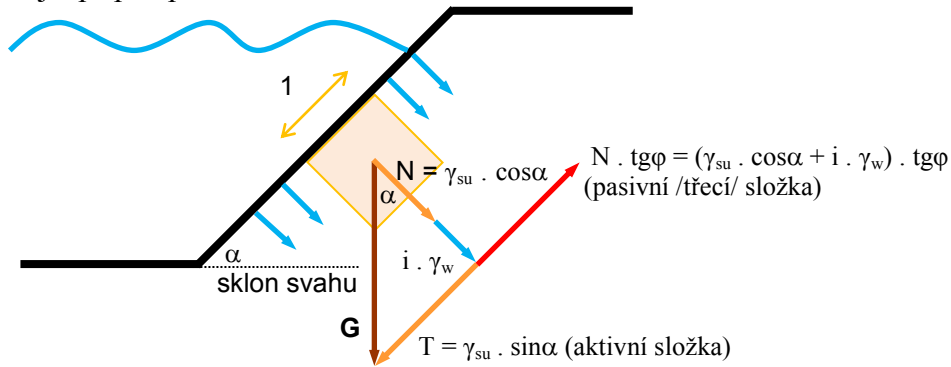
podmínka rovnováhy:  $\gamma \cdot \sin \alpha = \gamma \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi$$

součinitel stability:  $\gamma_n = F = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \alpha} = (1,2 \div 1,5)$

## 2. Voda prosakuje kolmo do svahu

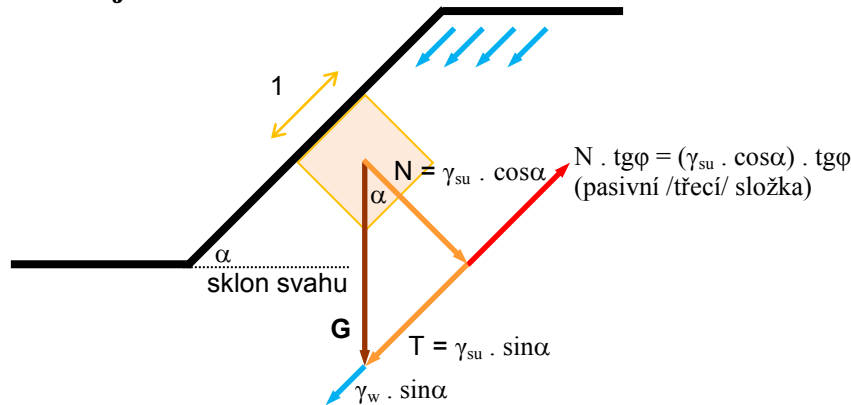
Nejstabilnější případ pro situaci s vodou



$$\gamma_{su} \cdot \sin \alpha = (\gamma_{su} \cdot \cos \alpha + i \cdot \gamma_w) \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$F = \frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot \left( 1 + \frac{i \cdot \gamma_w}{\gamma_{su} \cdot \cos \alpha} \right)}{\operatorname{tg} \alpha}$$

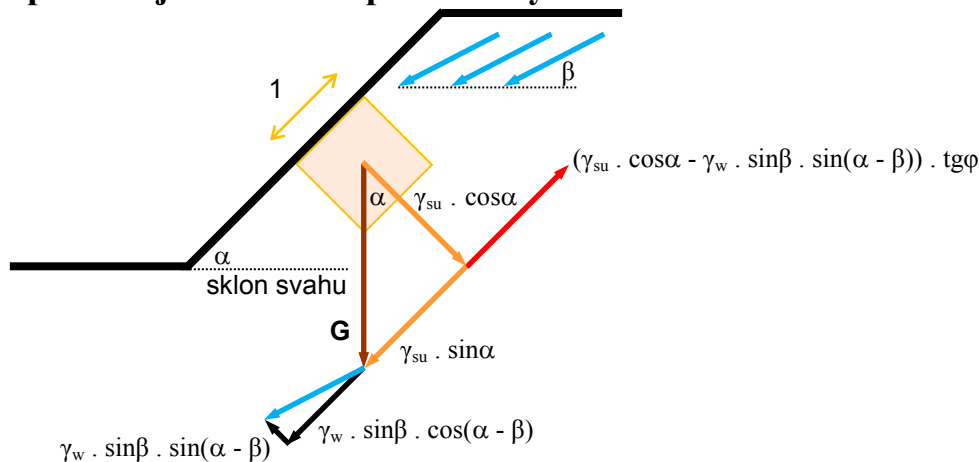
## 3. Voda prosakuje rovnoběžně se svahem



$$\gamma_{su} \cdot \sin \alpha + \gamma_w \cdot \sin \alpha = \gamma_{su} \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$F = \frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot \left( \frac{\gamma_{su}}{\gamma_{su} + \gamma_w} \right)}{\operatorname{tg} \alpha}$$

## 4. Voda prosakuje se svahem pod obecným úhlem



$$\gamma_{su} \cdot \sin \alpha + \gamma_w \cdot \sin \beta \cdot \cos(\alpha - \beta) = [\gamma_{su} \cdot \cos \alpha - \gamma_w \cdot \sin \beta \cdot \sin(\alpha - \beta)] \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

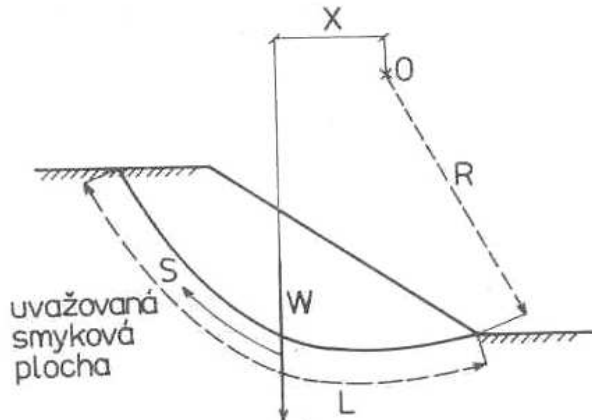
## SOUDRŽNÉ ZEMINY

Petterson, Bishop..., zobecněné atd.

Metody vycházejí z rovnováhy sil odpovídající krátkým úsekům smykové plochy (proužkům)

Obecně:

Pro kruhovou smykovou plochu o poloměru  $R$  a středu  $O$  se posuzuje nebezpečí ujetí kruhové výseče o tíze  $W$ . (řešení se zpravidla provádí na délku svahu  $1\text{ m}$  → rovinná úloha)



### PETTERSONOVA metoda

Nejjednodušší metoda – neuvažuje síly vyvolané sousedními proužky a vychází pouze z momentové podmínky (nezahrnuje vliv sousedních proužků).

### BISHOPOVA metoda

Metoda uvažuje vliv sousedních proužků a kromě momentové podmínky zavádí rovnováhu sil pro jednotlivý proužek

### KOMPLEXNEJŠÍ metoda

Metoda uvažuje další vlivy jako např. proudění podzemní vody, různá přitížení spodní a horní části svahu atd.

## Deformační metody

- + umožňují stanovit přetvoření zemního tělesa jako celku nebo v jeho jednotlivých elementech
- + výpočet zahrnuje vliv přetvárných parametru
- složitost výpočtu, nutnost výkonné VT

## Ostatní metody

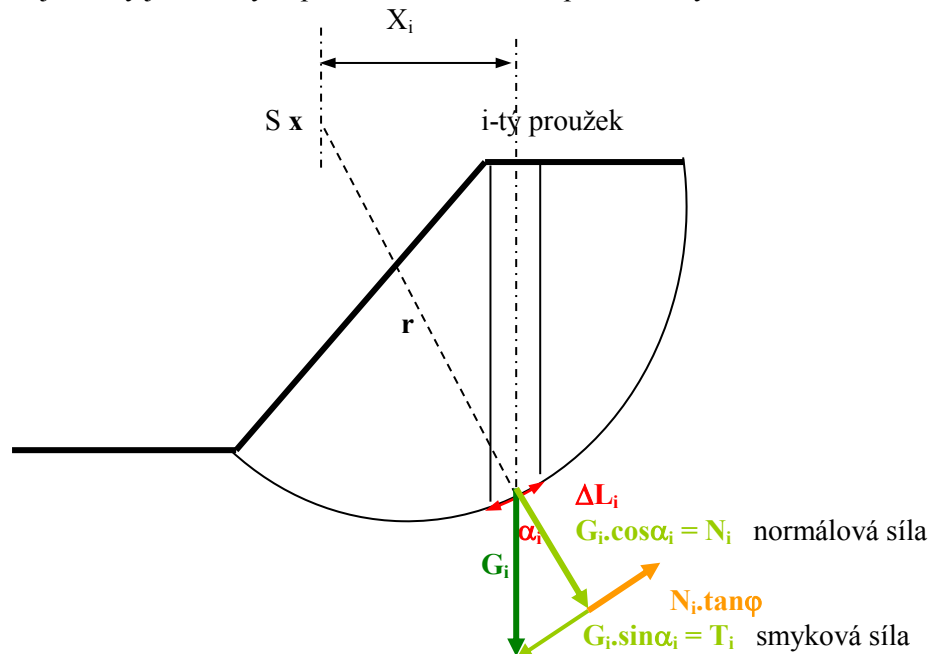
Návrhy dle směrných tabulek, grafu, CSN Zemní práce, ...

# Pettersonova proužková metoda

## Postup při ručním řešení:

- 1) Zvolte počáteční kruhovou smykovou plochu, která prochází patou svahu.
- 2) Zeminové těleso vymezené profilem svahu a smykovou plochou rozdělte na proužky o šířce  $b$
- 3) Na průřezu smykové plochy se svislou těžištní osou každého proužku vyneste tíhu příslušného proužku
  - u lichoběžníkového tvaru proužku tíha  $G = \gamma \cdot b \cdot h$  ( $h$  - velikost střednice proužku;  $b$  šířka proužku)
  - u trojúhelníkového tvaru tíha  $G = \gamma \cdot A_{\text{troj.}}$  ( $A_{\text{troj.}}$  - plocha trojúhelníka)
- 4) Tíhu všech proužků rozložte do normálové složky  $N$  a tangenciální složky  $T$  (početně i graficky) - pozor, v blízkosti paty svahu mohou vyjít hodnoty  $T$  se záporným znaménkem! Při početním řešení úhel, nutný pro příslušný rozklad tíhy, stanovíme ze vztahu, kde  $x$  je vzdálenost střednice proužku od středu otáčení (hodnotu  $x$  graficky odměřte)  
Tzn.:  $\sin \alpha = x / R$
- 5) Určete délku oblouku kružnice, která přísluší jednotlivému proužku
- 6) Superponujte vlivy jednotlivých proužků a stanovte stupeň stability

## Schéma:



Aktivní síly (tj. tangenciální):

Ke středu otáčení působí moment  $M_o = T \cdot r$

Pasivní síly (vliv tření a soudržnosti):  $M_o = (N \cdot \tan \varphi + c \cdot \Delta L) \cdot r$

Stupeň stability:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^n c_i \cdot \Delta L_i}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

## Tabulka

$i$	$h_i$	$b_i$	$G_i$	$x_i$	$\alpha_i$	$N_i = G_i \cdot \cos \alpha_i$	$T_i = G_i \cdot \sin \alpha_i$	$N_i \cdot \tan \varphi$	$\Delta L_i$	$c \cdot \Delta L_i$	$c =$
1											$\varphi =$
2											$\gamma =$
3											$F =$
...											
suma											