

# STABILITA SVAHU

Cvičení GEMZ, úloha č. 9

# Švédská metoda

- Také Fellenius/Pettersonova metoda
- Předpokládá smykovou plochu kruhového tvaru
- Momentová podmínka rovnováhy aktivizujících sil (gravitace, přetížení, proudový tlak) a třecích sil na smykové ploše bránících sesuvu
- „Proužková metoda“

# Princip

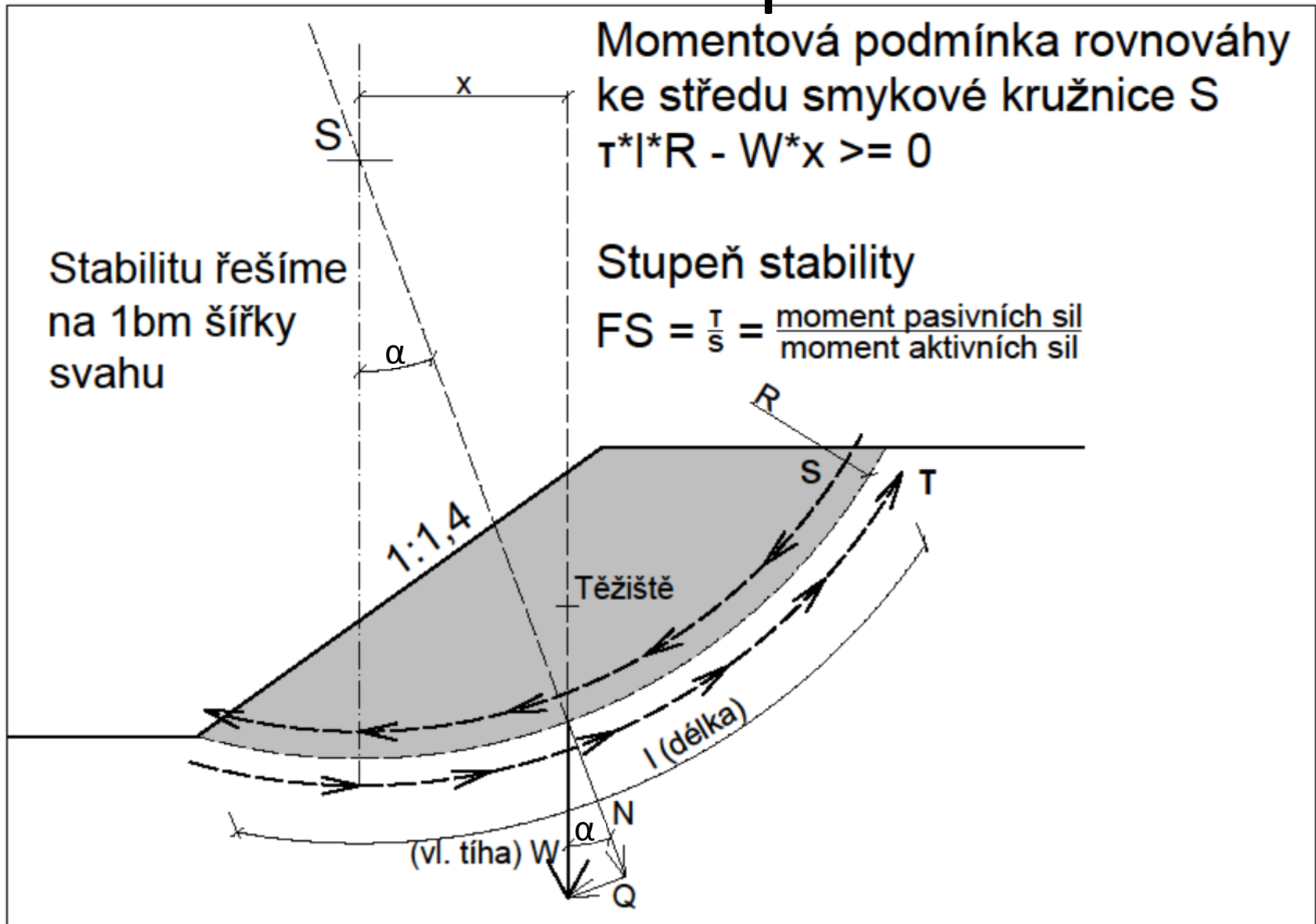
Stabilitu řešíme  
na 1bm šířky  
svahu

Momentová podmínka rovnováhy  
ke středu smykové kružnice S

$$\tau \cdot l \cdot R - W \cdot x \geq 0$$

Stupeň stability

$$FS = \frac{T}{S} = \frac{\text{moment pasivních sil}}{\text{moment aktivních sil}}$$



# Odvození

- Smykové napětí brání sesuvu, dokud  $\tau > s$

a platí:  $\tau * l * R - W * x \geq 0$

- V mezním stavu je  $\tau = s$  a momentovou podmínku tedy můžeme psát ve tvaru:

$$s * l * R - W * x = 0$$

Úpravou získáme:

$$s = W * x / l * R = W * R * \sin\alpha / l * R = W * \sin\alpha / l$$

# Odvození

- Stupeň stability: **FS =  $\tau/s$**
- Dosazením do FS:

$$\tau = \sigma * \operatorname{tg} \varphi + c \quad (\text{Mohr-Coulomb})$$

$$s = W * \sin \alpha / l$$

Získáme:

$$\mathbf{FS} = \frac{\mathbf{l * \sigma * \operatorname{tg} \varphi + l * c}}{\mathbf{W * \sin \alpha}}$$

**!  $\sigma * \operatorname{tg}(\varphi)$  je v každém bodě smykové plochy různé!**

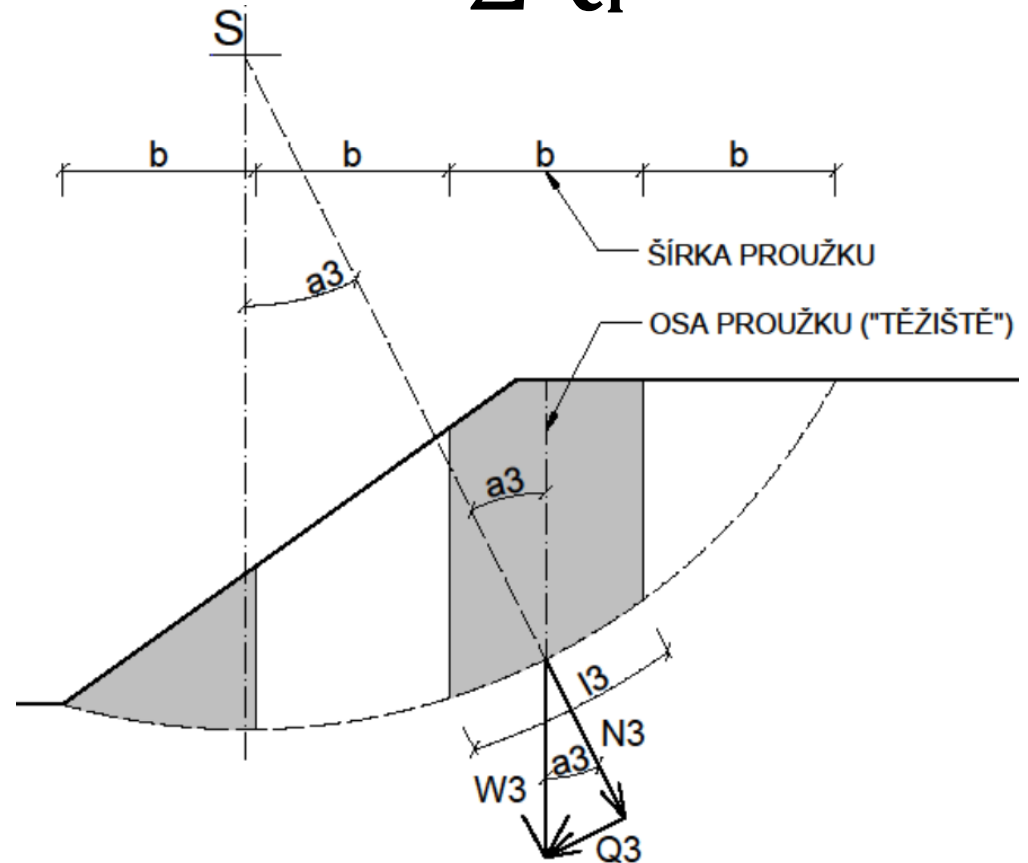
=> těleso sesuvu rozdělíme na svislé proužky

# Dělení sesuvu na svislé proužky

$$FS = \frac{l * \sigma * \text{tg}\varphi + l * c}{W * \sin \alpha} \Rightarrow \frac{\sum N_i * \text{tg}\varphi + \sum c * l_i}{\sum Q_i}$$

$$N_i = W_i * \cos \alpha_i$$

$$Q_i = W_i * \sin \alpha_i$$



# Vliv pórového tlaku

1) Vlastní tíha proužku včetně vody  $W_{tot}$ :

$$W_{tot,i} = A_{nad\ HPV} * \gamma + A_{pod\ HPV} * \gamma_{sat}$$

Zjednodušeně:  $W_{tot,i} = b * ((h_i - h_{wi}) * \gamma + h_{wi} * \gamma_{sat})$

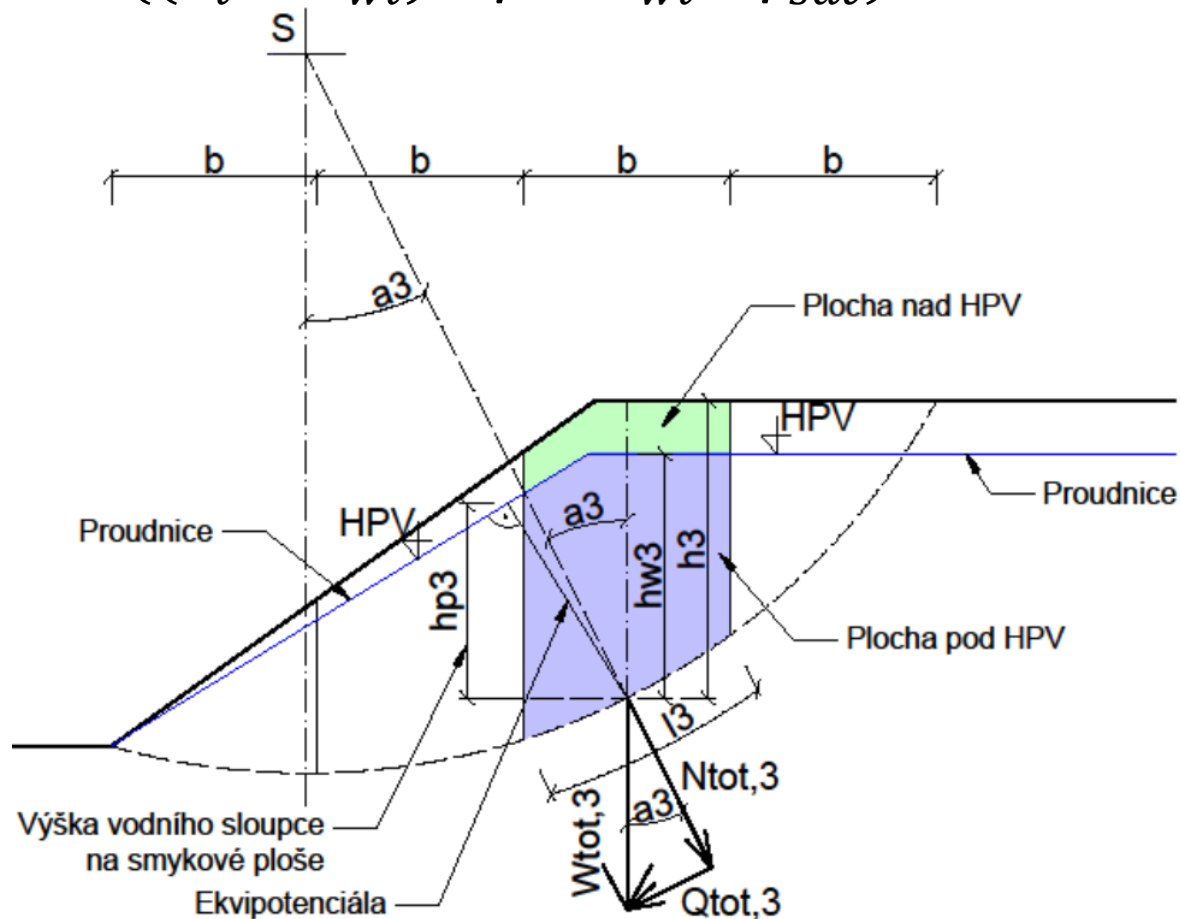
pro cvičení

$$N_{tot,i} = W_{tot,i} * \cos \alpha_i$$

$$Q_{tot,i} = W_{tot,i} * \sin \alpha_i$$

2) Pórový tlak

$$u = h_{pi} * \gamma_w$$



# Vliv pórového tlaku

## 3) Úprava základní rovnice

$$FS = \frac{\sum N_i * \operatorname{tg}\varphi + \sum c * l_i}{\sum Q_i} \Rightarrow$$

Tlak zeminy kolmý na smykovou plochu  
Nadlehčený pórovým tlakem

Třecí síla na smykové ploše

Soudržnost na smykové ploše

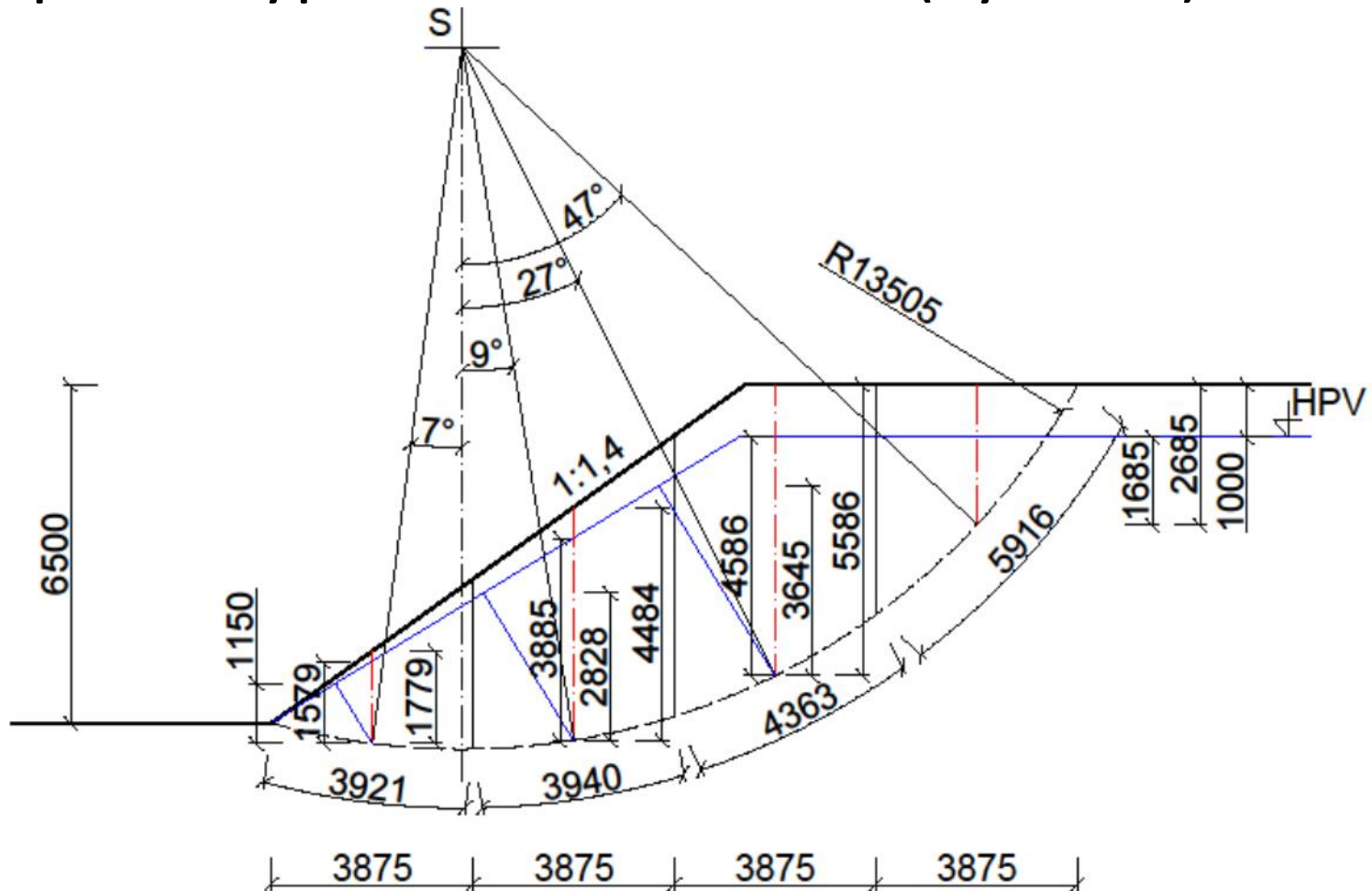
$$FS = \frac{\sum (N_{tot,i} - u * l_i) * \operatorname{tg}\varphi_{ef} + \sum c_{ef} * l_i}{\sum Q_{tot,i}}$$

Složka výslednice vlastní tíhy zeminy  
ve směru smykové plochy



# Postup výpočtu

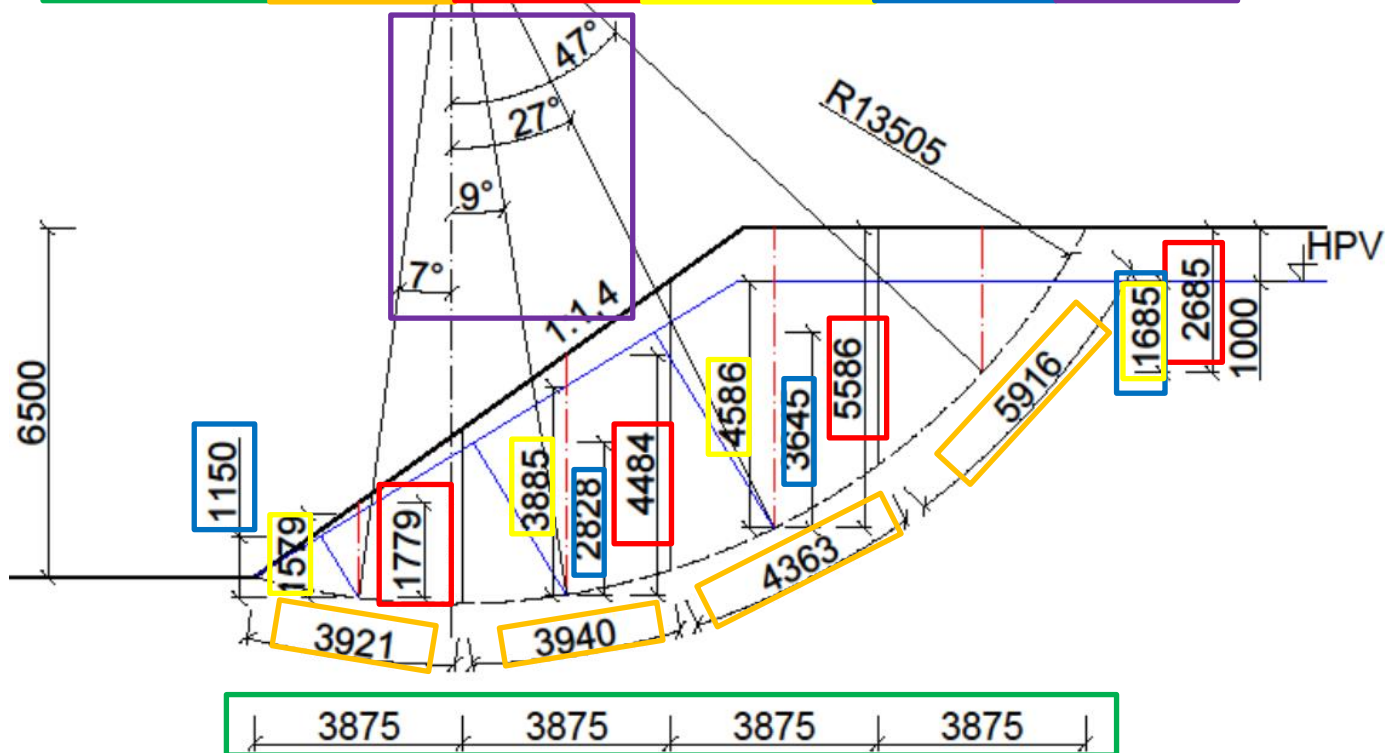
## 1) Příprava výpočtového modelu (výkresu)



# Postup výpočtu

## 2) Vstupní data – odměřit z výkresu

č. proužku	$b_i$	$l_i$	$h_i$	$h_{wi}$	$h_{pi}$	$\alpha_i [^\circ]$
1	3,875	3,921	1,77893	1,579	1,15	-7
2	3,875	3,94	4,4844	3,885	2,828	9
3	3,875	4,363	5,58637	4,586	3,645	27
4	3,875	5,916	2,68513	1,685	1,685	47



# Postup výpočtu

3) Ze vstupních dat dopočítat hodnoty do sumačního vzorce pro Pettersonovu metodu

Č. proužku	$\cos\alpha$	$\sin\alpha$	$W_i$	$N_i$	$Q_i$	$u_i$
1	0,992546	-0,12187	150,1043	148,9855	-18,2931	11,5
2	0,987688	0,156434	377,6498	373,0003	59,07744	28,28
3	0,891007	0,45399	468,4852	417,4233	212,6878	36,45
4	0,681998	0,731354	221,1563	150,8283	161,7435	16,85

4) Spočítat FS

$$FS = \frac{\sum (N_{tot,i} - u * l_i) * \operatorname{tg}\varphi_{ef} + \sum c_{ef} * l_i}{\sum Q_{tot,i}}$$

# Bishopova metoda

- Uvažuje síly mezi jednotlivými proužky => udává přesnější stupeň stability nežli Pettersonova metoda
- Iterační výpočet – opakovat dokud se výsledky neustálí

• Vzorec: 
$$FS_{(n)} = \frac{1}{\sum_i W_{tot,i} \sin \alpha_i} \cdot \sum_i \frac{(W_{tot,i} - u_i b_i) \tan \varphi_{ef} + c_{ef} b_i}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_{ef} \sin \alpha_i}{FS_{(n-1)}}$$

Pro první výpočet  
dosadit výsledek  
Pettersonovy metody