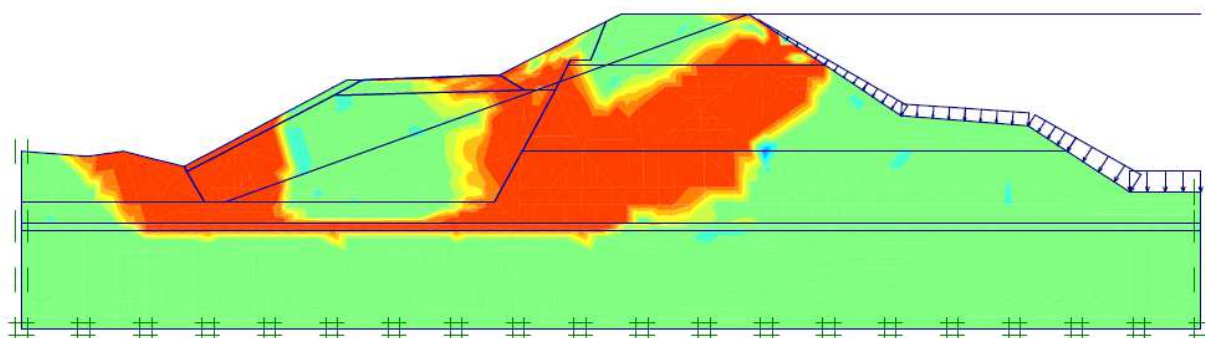
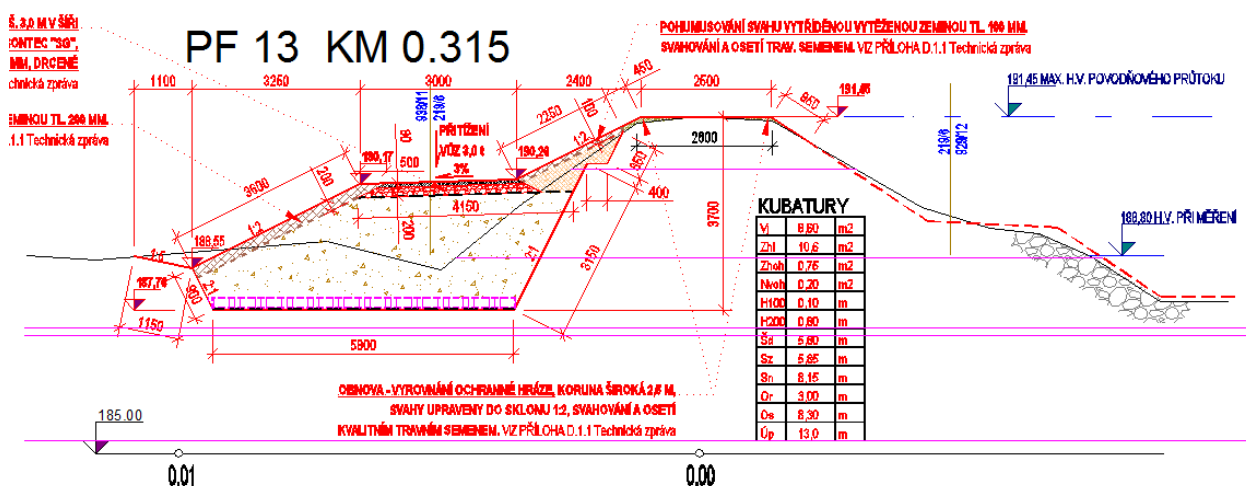


POSOUZENÍ STABILITY

č. zakázky: 2016-11-09

MRLINA – VESTEC, STABILIZACE OCHRANNÉ HRÁZE



TIŠNOV, KVĚTEN 2018

Název zakázky: **Mrlina – Vestec, stabilizace ochranné hráze**
Řešitel zakázky: **Mgr. Ing. et Ing. Ondřej Holý, ČKAIT 0012237**
724 562 173, IČO: 707 05 330
www.geotechnikaholy.cz
Číslo zakázky: **2016-11-09**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

OBSAH:

1. Základní údaje	2
2. Geotechnický model podloží.....	2
3. Posouzení stability.....	3
3.1 Stávající stav	3
3.1.1 Filtrační stabilita.....	4
3.2 Projektovaný stav	4
3.2.1 Filtrační stabilita.....	4
4. Závěr.....	5
PŘÍLOHA 01 STABILITA – stávající stav	6
PŘÍLOHA 02 STABILITA – projektovaný stav	8

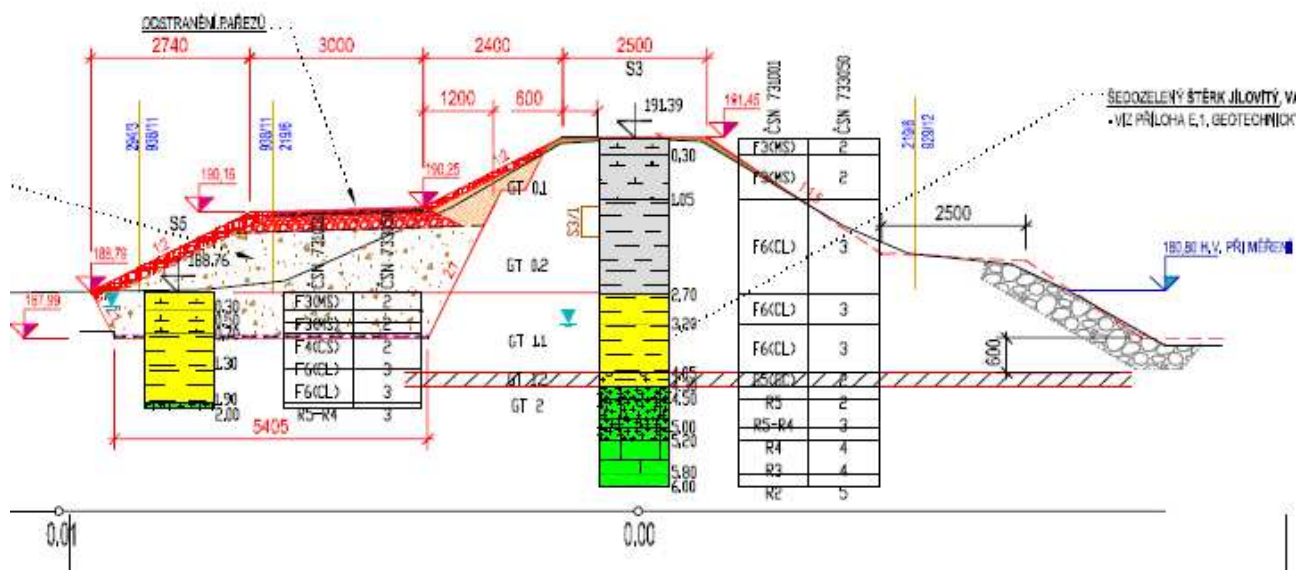
TIŠNOV, KVĚTEN 2018

1. Základní údaje

Naše společnost byla vyzvána společností Povodí Labe, s.p. na základě SoD s č. stavby 219160002 k provedení posouzení stability stávajícího a nového (projektovaného) stavu a průsaku ochranné hráze Mrliny ve Vestci, ř. km 10,950 – 11,280. Jako podklad poskytl objednatel projektovou dokumentaci nového stavu tělesa hráze a provedený IG průzkum.

2. Geotechnický model podloží

Z objednatelem předané projektové dokumentace byl sestaven geotechnice model hráze a jejího podloží (obr.1). Dojde ke stabilizaci stávajícího stavu přýsypem a reprofilací hráze.



Obr. 1 GT model stávajícího a projektovaného stavu

Vlastní těleso hráze je tvořeno geotechnickým typem GT 0. Ve svrchní části jde o GT 0.1 tvořený HLÍNOU PÍŠČITOU a JÍLEM PÍŠČITÝM. Ve spodní části tělesa hráze je geotechnický typ GT 0.2, který je tvořen JÍLEM s nízkou plasticitou, který lze zatřídit jako F6(CL). Konzistence zemin v tělese hráze je většinou pevná, což svědčí o dobré konstrukci vlastního tělesa hráze. Ve vlastním tělese hráze nebyly nalezeny žádné písčité polohy, které by byly preferenčními cestami průsaků. Dobrou konstrukci hráze potvrzují rovněž provedené dynamické penetrace, kde nebyly zachyceny žádné měkké proplástky. Kvartérní podloží hráze je tvořeno geotechnickým typem GT 1. V nejsvrchnější části je většinou geotechnický typ GT 1.1, který je tvořen JÍLEM se střední plasticitou, který lze zatřídit jako F6(CI) s koeficientem filtrace 1.10^{-9} až 1.10^{-10} m.s⁻¹. Geotechnický typ GT 1.2 je tvořen ŠTĚRKEM jílovitým, který lze zatřídit jako G5(GC) s koeficientem filtrace 1.10^{-8} až 5.10^{-8} m.s⁻¹. Jedná se o polohu s relativně vyšší propustností kterou dochází k podtékání ochranné hráze. Tato poloha byla nalezena ve vrtech S2 a S3. Ve vrtu S1 byla tato poloha rovněž nalezena v úrovni 4,05 m až 4,20 m pod terénem. Laboratorní rozbor odebraného vzorku z této polohy ale vykázal zatřídění jako JÍL s nízkou plasticitou - F6(CL). Makroskopicky byly ale jasně patrné štěrkové proplástky v této poloze. Skalní podklad je na lokalitě tvořen svrchnokřídovými prachovci s vložkami jílovitých vápenců. Jedná se o horniny turonského stáří.

Skalní podklad se nachází na lokalitě v úrovni 4,30 až 6,50 pod úrovní koruny hráze a je v různém stupni zvětrání.

Na základě provedených zkoušek a popisů vrtů byly stanoveny charakteristické hodnoty jednotlivých geotypů, které jsou uvedeny v tabulce 1.

Označení	Popis	Zatřídění dle ČSN 731001	Zatřídění dle ČSN EN 14688-1	Objemová tíha [kNm ⁻³]	Modul deformační pro napětí 0 až 200 kPa [MPa]	Soudržnost efektivní [kPa]	Efektivní úhel vnitřního tření [st.]
GT 0.1	HLÍNA a JÍL písčité	F4(CS)	sasiCl	18,5	5 - 8	5-8	29
GT 0.2	JÍL s nízkou plasticitou	F6 (CL)	siCl	21	7 - 9	6-12	22
GT 1.1	JÍL s nízkou plasticitou	F6 (CL)	siCl	21	7 - 9	12-16	22
GT 1.2	ŠTĚRK JÍLOVITY	G5 (GC)	clGr	19,5	40-60	0	30-32

Tab. 1 Charakteristické hodnoty vstupních veličin

3. Posouzení stability

Pro účely stabilitní analýzy byla použita metoda konečných prvků a to pomocí programu Plaxis 8.2. Modelován byl 1) stávající stav; 2) nový projektovaný stav s přísypem a přitížením; 3) filtrační stabilita. Zjištěná smyková plocha byla následně optimalizována s cílem dosáhnout nejnižšího stupně stability. Výpočet byl proveden v efektivních výpočtových parametrech (Tab. 2).

Pro geometrické určení modelu byl zvolen vzorový řez č.13 v provozním staničení km 0,3465. Grafické výstupy výpočetních fází jsou uvedeny v příloze 01 a 02.

ID	Name	Type	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	k_x [m/s]	k_y [m/s]	ν [-]	E_{ref} [kN/m ²]	c_{ref} [kN/m ²]	ϕ [°]	ψ [°]
1	GT 01	Drained	13.5	19.2	1.0000E-8	1.0000E-8	0.35	2000.0	4.0	23.2	0.0
2	GT 02	Drained	13.5	19.2	1.0000E-8	1.0000E-8	0.35	2000.0	4.8	17.6	0.0
3	GT 11	Drained	16.0	22.0	1.0000E-9	1.0000E-9	0.40	9000.0	9.6	17.6	0.0
4	GT 1.2	Drained	17.0	20.0	5.0000E-6	5.0000E-6	0.30	40000.0	0.8	24.0	0.0
5	GT2	Drained	24.0	24.0	1.0000E-7	1.0000E-7	0.25	1E5	0.8	44.0	0.0
6	Přísyp	Drained	17.0	18.0	3.0000E-6	3.0000E-6	0.35	10000.0	4.8	27.2	0.0
7	Kamenivo	Drained	19.0	19.5	1.0000E-4	1.0000E-4	0.20	3E5	0.8	32.0	0.0

Tab. 2 Výpočtové hodnoty vstupních veličin

3.1 Stávající stav

Konkrétní účinky zatížení při zjišťování stávající stability byly stanoveny výpočtem – silovou metodou. To umožňuje norma ČSN 73 0037, čl. 23 b) a 25. Při takovém postupu nemusí být (v souladu s čl. 27 normy ČSN 73 0037) v plném rozsahu dodrženo ustanovení norem ČSN 73 0031 a ČSN 73 0033 a výsledky řešení je možné vyhodnotit individuálně. Není tedy vhodné použít redukci

vstupních parametrů zemin. Individuálním vyhodnocením je pak myšleno, že metodika mezních stavů musí být zavedena alternativním způsobem nebo musí být použit jiný systém posouzení spolehlivosti konzistentní s výsledky výpočtu (např. dovolená namáhání nebo stupně bezpečnosti).

Ve výpočtu byly všechny vstupní veličiny uvažovány svými normovými hodnotami ve smyslu ČSN 73 0035 a ČSN 73 0037, respektive charakteristickými hodnotami ve smyslu ČSN EN 1990 a ČSN EN 1997-1. Výsledné účinky zatížení pak byly individuálním způsobem posouzeny následovně:

- pro posouzení stability hráze byly získané účinky zatížení převedeny na výpočtové účinky (ve smyslu ČSN EN 1990) pomocí koeficientů z normy ČSN EN 1997-1, návrhový přístup 2, poznámka 1.

Ochranná hráz má pro dané smykové parametry minimální stupeň stability $F_s = 2,11$. Tento stupeň stability **vyhovuje** požadavkům normy ČSN 75 2310, kde je požadován minimální stupeň bezpečnosti z hlediska dlouhodobé stability hráze v soudržné zemině při užití efektivních parametrů ve výpočtu $F_{min} > 1,50$.

3.1.1 Filtrační stabilita

Výpočet byl proveden pomocí ustáleného proudění ve 2D při normální hladině řeky na kótě 180,80 H.V. Filtrační rychlost činila max. $v = 2,30 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$ v geotypu GT 1.2, což odpovídá průsaku $4,90 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (. Kritická rychlost činí např. podle Sichardta $v_{max} = 0,067k^{0,5} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$; podle Cambeforta $v_{max} = 0,25k\pi = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$; podle Castanyho $v_{max} = 65k^{0,33} = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$. Filtrační rychlost **nepřekročila** kritické hodnoty.

3.2 Projektovaný stav

Konkrétní účinky zatížení při zjišťování projektovaného stavu byly stanoveny výpočtem – silovou metodou s redukcí vstupních veličin převodem na výpočtové hodnoty se stupněm bezpečnosti. Do výpočtu bylo zahrnuto provozní zatížení od nákladního vozu a maximální vzdutá hladina řeky v úrovni koruny hráze.

- pro posouzení stability hráze byly získané účinky zatížení převedeny na výpočtové účinky (ve smyslu ČSN EN 1990) pomocí koeficientů z normy ČSN EN 1997-1, návrhový přístup 3, poznámka 1.

Ochranná hráz má pro dané smykové parametry minimální stupeň stability $F_s = 1,94$. Tento stupeň stability **vyhovuje** požadavkům normy ČSN 75 2310, kde je požadován minimální stupeň bezpečnosti z hlediska dlouhodobé stability hráze v soudržné zemině při užití efektivních parametrů ve výpočtu $F_{min} > 1,50$.

Z hlediska deformací dojde k maximálnímu posunu tělesa hráze o cca **9 mm** vlivem přetížení od vzdutí hladiny řeky.

3.2.1 Filtrační stabilita

Výpočet byl proveden pomocí ustáleného proudění ve 2D při normální hladině řeky na kótě 191,46 H.V. Filtrační rychlost činila max. $v = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ v geotypu GT 1.2, což odpovídá průsaku $1,84 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Kritická rychlost činí např. podle Sichardta $v_{max} = 0,067k^{0,5} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$; podle Cambeforta $v_{max} = 0,25k\pi = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$; podle Castanyho $v_{max} = 65k^{0,33} = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$.

m.s⁻¹. Filtrační rychlost **nepřekročila** kritické hodnoty ve **2 ze 3** kritických ukazatelů a zvýšila se **43,5.10³ krát** proti stávajícímu stavu. Tento jev by měl být eliminován v projektové dokumentaci např. vhodným dotěsněním pomocí tryskové injektáže apod. Hodnoty celkového průsaku se lehce snížily vzhledem k saturaci tlakové vody do pórů.

4. Závěr

Posuzovaná ochranná hráz je v současné době stabilní podle ČSN 75 2310 a průsak pod hrází nepřekračuje kritické rychlosti proudění. V případě projektovaného stavu s přýsypem, provozním zatížením od dopravy a extrémním stavem toku se stabilita hráze sníží o 8%, ale vyhoví ČSN 75 2310. Dojde ovšem k rapidnímu zvýšení filtrační rychlosti proudění a tím ke snížení filtrační stability s ohledem na procesy sufoze a možnému porušení hráze.

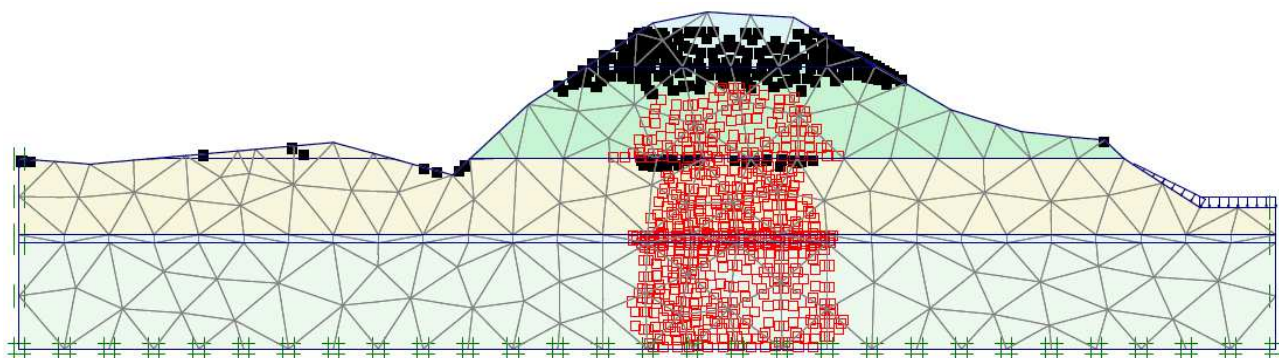
Doporučujeme zohlednit v projektové dokumentaci dotěsnění zvodněné vrstvy projílovaných štěrků např. injektáží.

V Tišnově dne 25.5. 2018

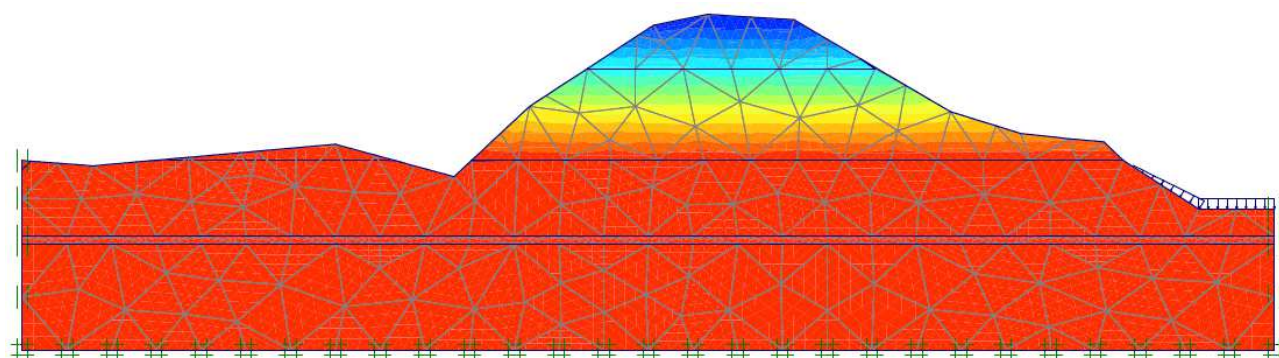
Zpracoval:

MGR. ING. et ING. ONDŘEJ HOLÝ
Autorizovaný inženýr pro geotechniku

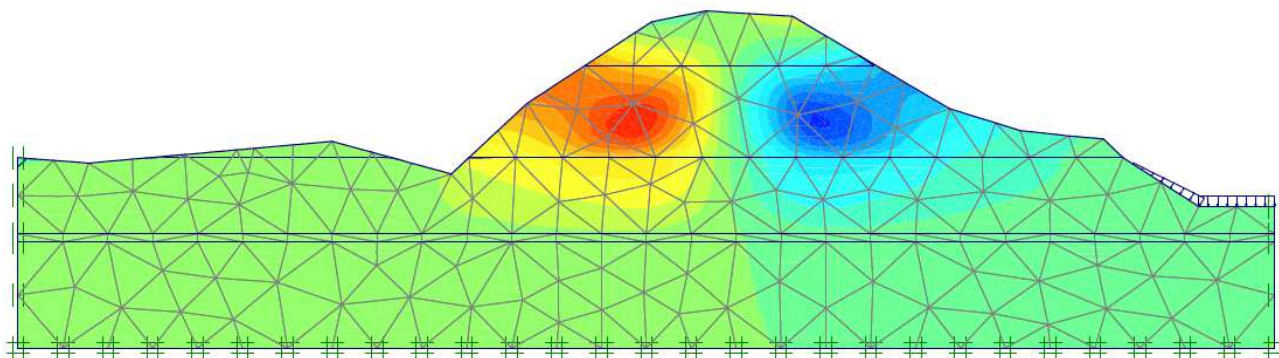
PŘÍLOHA 01 STABILITA – stávající stav



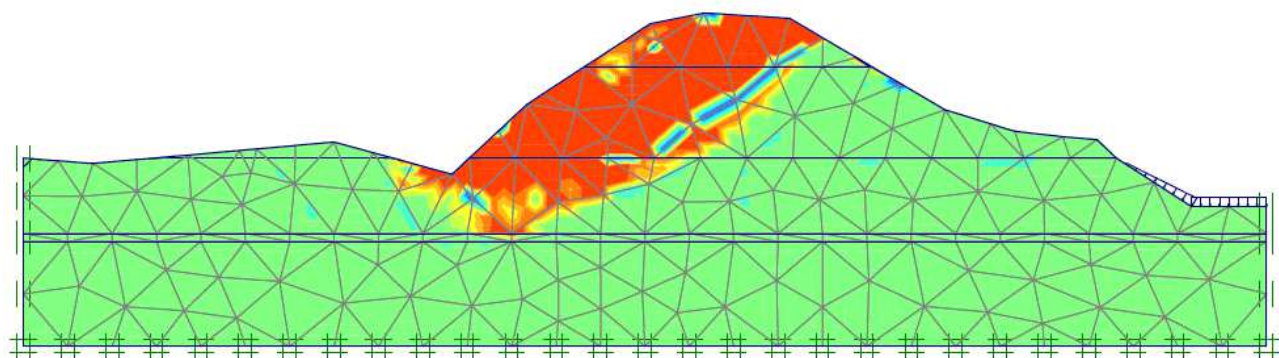
Body splastizování



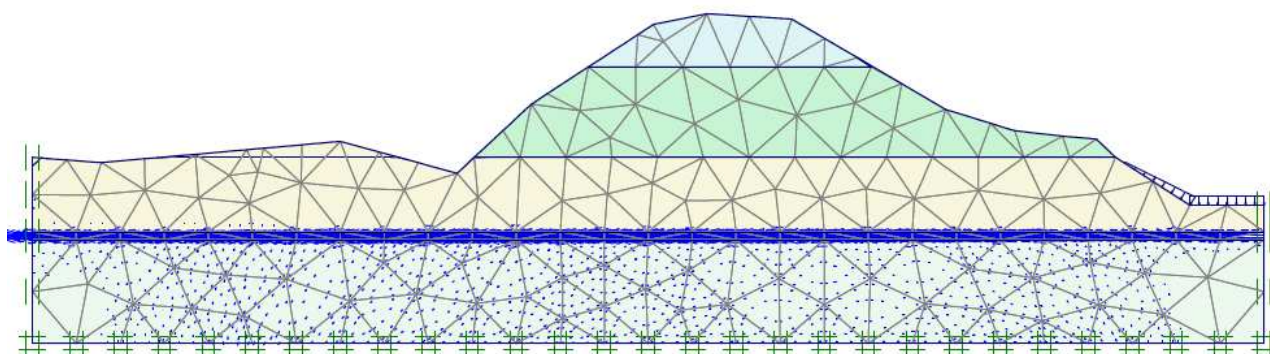
Stupeň saturace (červená 100 %)



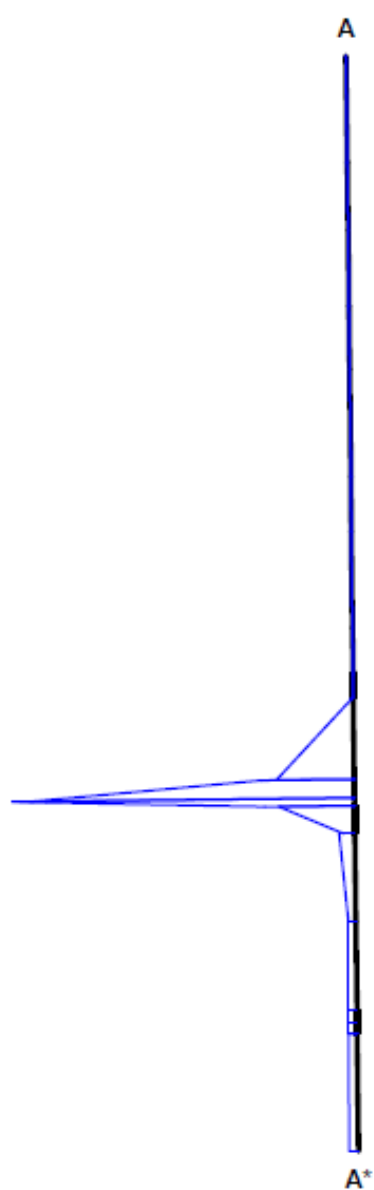
Horizontální posuny max 1,8 mm



Stupeň stability 2,11

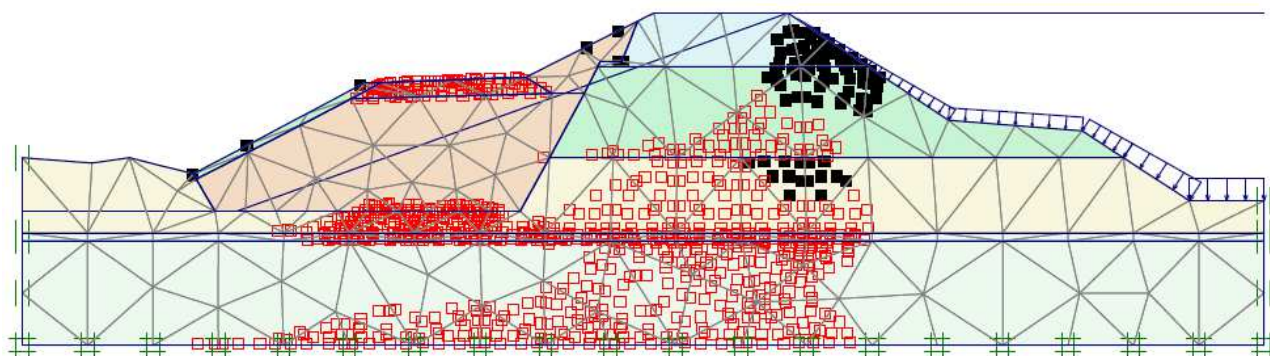


Směrové vektory proudnic

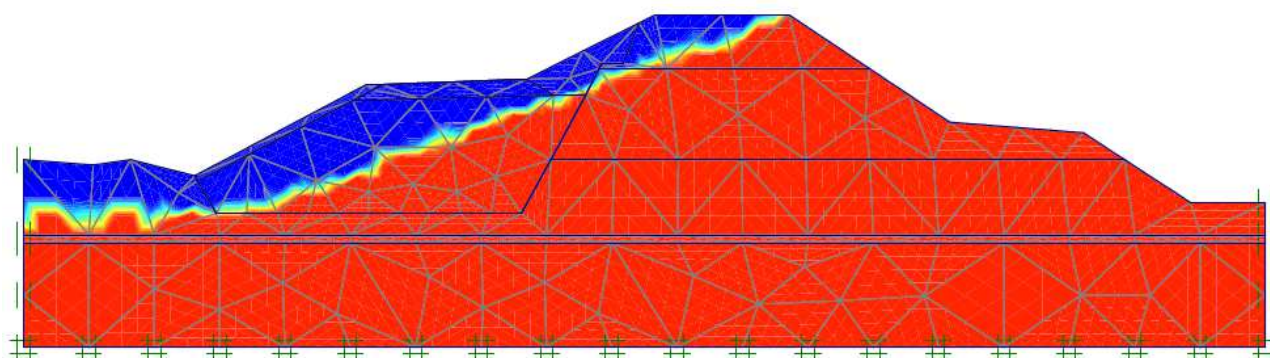


Groundwater flow
Extreme velocity $-229.15 \cdot 10^{-9}$ m/s
Total discharge is $-49.04 \cdot 10^{-9}$ m³/s/m

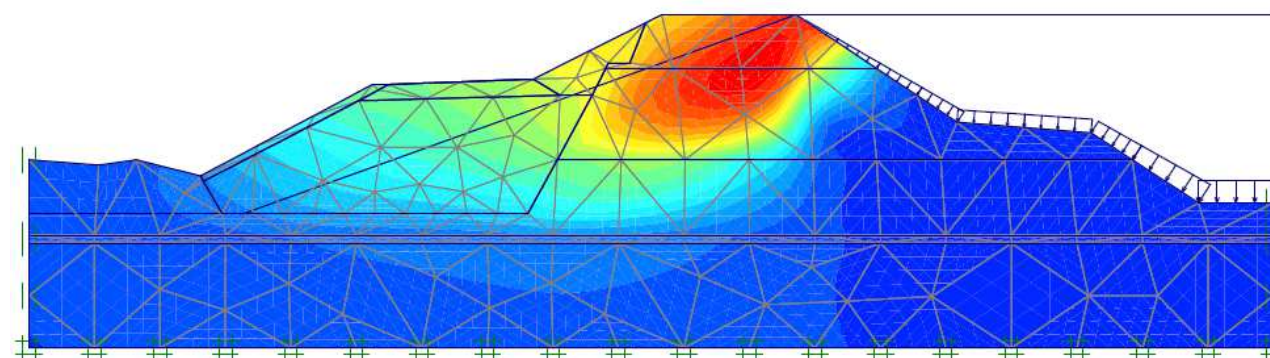
PŘÍLOHA 02 STABILITA – projektovaný stav



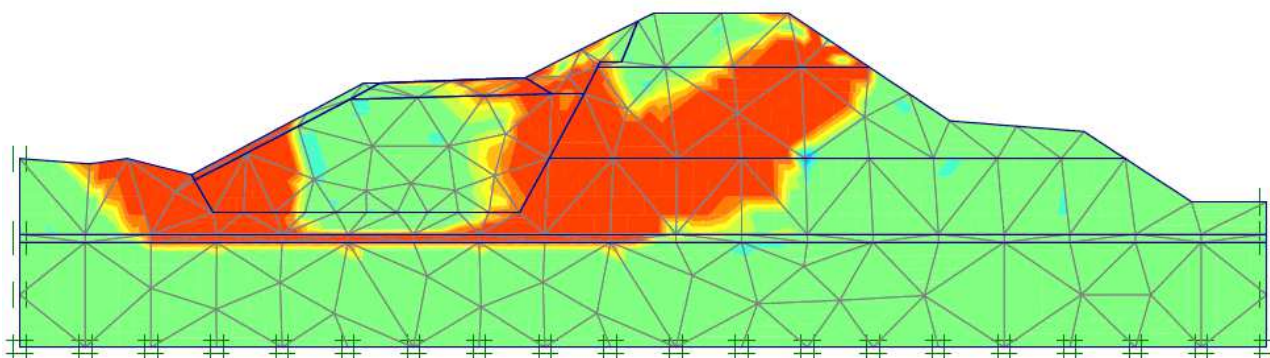
Boby splastizování



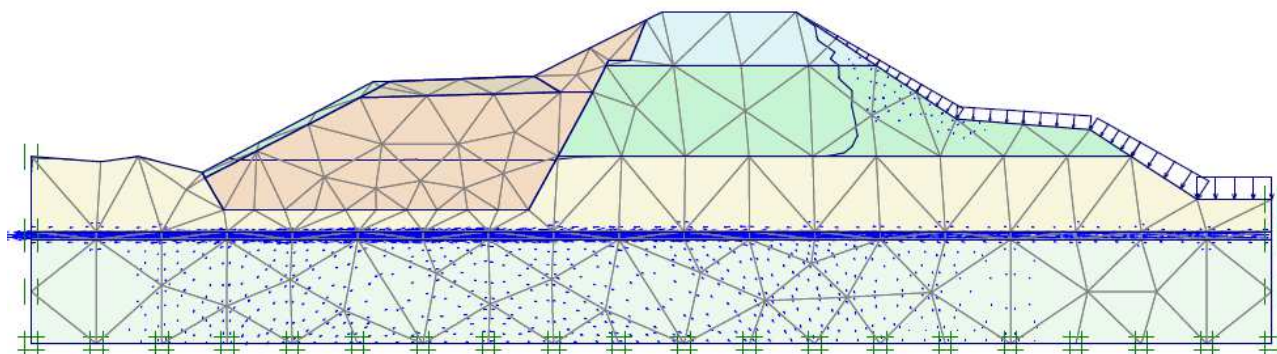
Stupeň saturace (červená 100%)



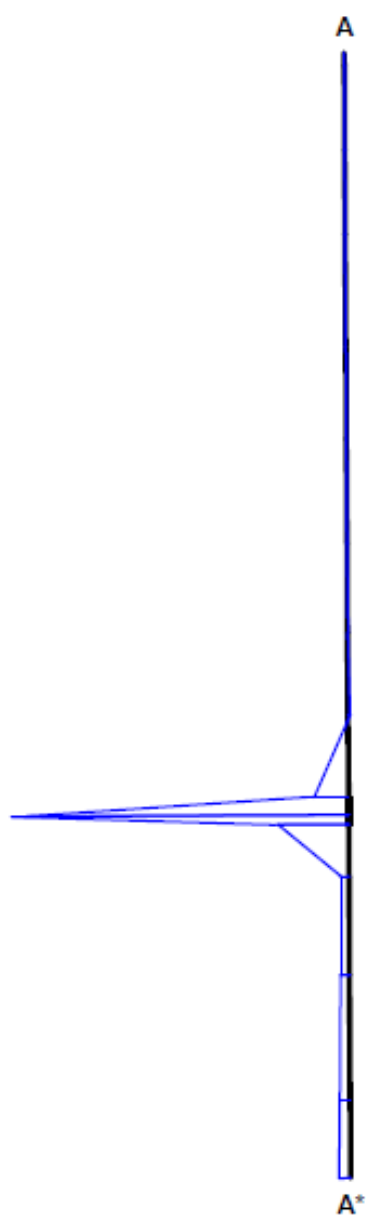
Horizontální posuny max. 8,9 mm



Stupeň stability 1,94



Směrové vektory proudnic



Groundwater flow
Extreme velocity - $1.00 \cdot 10^{-6}$ m/s
Total discharge is - $184.34 \cdot 10^{-9}$ m³/s/m