



## **VD Letovice – studie návrhu opatření k bezpečnému převedení KPV<sub>10000</sub>**

Studie

E SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY

E.4 Stabilitní posouzení hráze

Objednatel: Povodí Moravy, státní podnik

## VD Letovice

### Studie návrhu opatření k bezpečnému převedení KPV 10000

## E.4 STABILITNÍ POSOUZENÍ HRÁZE

### Obsah

1	ÚVOD .....	2
1.1	Účel objektu .....	2
1.2	Zpracovatel dokumentace .....	2
2	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....	2
2.1	Výchozí podklady .....	2
2.2	Popis technického řešení objektu .....	2
2.3	Použité normy .....	2
2.4	Použité programy .....	3
2.5	Rozsah stabilitního posouzení hráze VD Letovice.....	3
3	VÝPOČET .....	5
3.1	Řez č. 6.....	6
3.2	Řez č. 4.....	14
3.3	Řez č. 7.....	19
4	POŽADAVEK NA ZVÝŠENÍ MBH NA KÓTU 362,80 M N.M. ....	25
4.1	Výsledky .....	25
4.2	Závěr .....	31

# 1 ÚVOD

## 1.1 Účel objektu

VD Letovice se nachází v Jihomoravském kraji, západním směrem od města Letovice. Sypaná hráz je postavena na toku Křetínka v km 2,923. Výstavba díla trvala zhruba 4 roky a dokončení včetně jejího prvního napuštění po kótu 360,1 m n.m. se datuje k červenci roku 1977, do provozu pak byla uvedena v roce 1979. Nádrž má širší využití – od nalepšení průtoků ve Svitavě po rekreační účely.

Hráz je navržena dle norem platných v době výstavby (70. léta 20. století), avšak současné trendy využívající poznatky z nedávné historie průchodu povodní danými oblastmi směřují ke zvýšení bezpečnosti vodních děl návrhem na kontrolní desetitisíciletou povodeň (dle TNV 75 2935, rok 2003). S ohledem na tuto skutečnost je zapotřebí provést kontrolní výpočet stability hráze pro zvýšenou maximální bezpečnou hladinu.

## 1.2 Zpracovatel dokumentace

Pöyry Environment a.s., Botanická 834/56, 602 00 Brno, IČ 46347526 je oprávněn k projektové činnosti ve výstavbě na základě živnostenského listu č. ev. 370200-55903-04 vydaného pod č.j. 5014/02 živnostenským úřadem města Brna dne 31.1.2002.

# 2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

## 2.1 Výchozí podklady

- Dokumentace zapůjčená z archivu VD Letovice
- Předběžný IG průzkum pro VD Letovice, zpracoval Pöyry Environment a.s. Brno, 11/2012

## 2.2 Popis technického řešení objektu

Těleso hráze je navrženo jako zonální, lichoběžníkového průřezu se dvěma lavičkami na vzdušném svahu a kamennou patkou (tvořící lavičku) na návodním svahu. Délka hráze je cca 138m, se šířkou koruny zhruba 5m (po vnitřní stěnu vlnolamu). Zemina pro stavbu hráze byla těžena ze dvou zemníků: Lazinov – těsnící hlíny jako materiál jádra, Cihelna – hlinitokamenité sutě jako materiál stabilizační části.

Návrh konstrukce hráze vychází z materiálových možností okolní oblasti. Sklon návodního líce je 1:3, patka je potom ve sklonu 1:2,5 a 1:3. Vzdušný líc má mezi lavičkami jednotný sklon 1:2,1.

Vstupní geotechnické parametry jsou převzaty z archivní dokumentace (průvodní zpráva výpočtu stability hráze), popřípadě upraveny dle platných směrných normových materiálových charakteristik.

•

## 2.3 Použité normy

ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy, 1987

ČSN 75 2310 - Sypané hráze, z 09/2006

TNV 75 2935 – Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních, 08/2003

## 2.4 Použité programy

- Plaxis 2D Version 2010.01, finite element program for geotechnical applications, © 1997-2010 Plaxis bv, přídatný modul Plax 2D 2010 – Flow

## 2.5 Rozsah stabilitního posouzení hráze VD Letovice

Sypaná hráz bude **posouzena ve třech vybraných řezech**. Pro každý řez bude ve výpočtu použita projektanty stanovená úroveň mezní bezpečné hladiny. K posouzení stability budou následující stavy:

1. současný stav – úroveň 360,10 m n.m.
2. zvednutí hladiny v nádrži z hladiny zásobního prostoru – 360,10 m n.m. – po výšku hladiny při mezní bezpečné hladině (MBH) – 362,20 m n.m. s pozdějším dopřesněním  
- předpokládáme, že nástup na maximální hladinu bude trvat přibližně 1,3 dne
3. pokles z MBH zpět na kótu hladiny zásobního prostoru (360,10 m n.m.)  
- předpokládáme, že hladina poklesne na původní úroveň zhruba za 1 den
4. náhlý pokles z 360,10 m n.m. na úroveň 346,90 m n.m., což je hladina stálého nadržení  
- předpokládáme, že k vyprázdnění na tuto kótu dojde během necelých 10 dnů

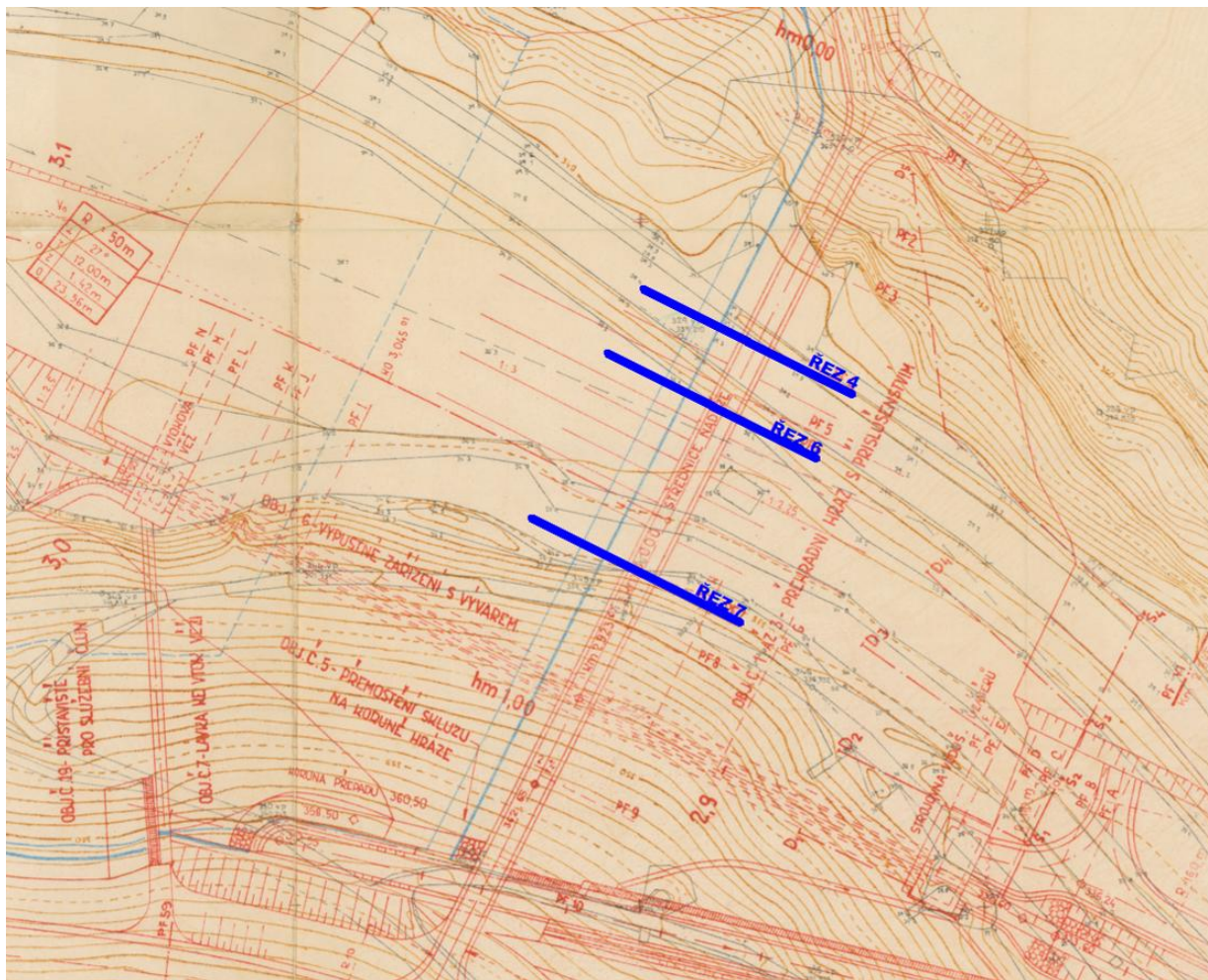
Stav č. 4 bude zaveden pouze do řezu č. 6 (není předmětem smlouvy).

Pro každý tento stav bude určena hodnota globálního stupně stability vzdušného popřípadě návodního líce se zachycením „mělkých“ smykových ploch (procházejících pouze stabilizačními vrstvami násypu hráze), pokud se tyto ukáží jako smykové plochy s nejnižším stupněm stability, aniž by došlo k ovlivnění těsnící části hráze.

Snižování hladiny (náhlý pokles) bude provedeno ve třech krocích po cca 4 m /3dny až na hladinu stálého nadržení. Dle manipulačního řádu (bez uvažování přítoku) lze celou nádrž vypustit během 18 dnů (včetně 12 hod neřízeného vypouštění retenčního prostoru přelivem). Jednotlivé kroky snižování hladiny jsou na tuto dobu rozpočítány.

**V kapitole č. 4 bude hráz posouzena při zvýšené MBH na kótu 362,80 m n.m., opět pro všechny 3 řezy.**

## Situace s vyznačením rozmístění vyšetřovaných řezů





### 3 VÝPOČET

**Materiál použitý pro všechny 3 řezy:**

*Tabulka charakteristických vlastností materiálu hráze*

Parameter	Název	jádro	stabilizační část	kamenné patky	nenamrzavá zem. VL	návodní opevnění	Jednotky
Material model	Model	MC	MC	MC	MC	MC	
Drainage type	Type	UnD	Dr	Dr	Dr	Dr	
Soil unit	$\gamma_{\text{unsat}}$	20,58	20,00	21,00	20,00	19,50	kN/m3
	$\gamma_{\text{sat}}$	20,73	20,50	22,7	21,00	22,00	kN/m3
Young's modulus	$E'$	7000	85000	300000	140000	170000	kN/m2
Stiffness increment	$E'_{\text{inc}}$	500	500				kN/m2/m
Poisson's ratio	$\nu'$	0.35	0.25	0.2	0.23	0.21	
Cohesion	$c_{\text{ref}}'$	10	1	1	1	1	kN/m2
Friction angle	$\phi'$	23	30	40	36	38	°
Dilatancy angle	$\psi$	-	-	10	6	8	°
Horizontal perm.	$k_x$	0.0285	0.389	864	8.64	864	m/day
Vertical perm.	$k_y$	0.0285	0.389	864	8.64	864	m/day
Permeability	$k$	$3.3 \times 10^{-7}$	$4.5 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-4}$	$1.0 \times 10^{-2}$	m/s
Gravity loading	$K_0$	0.538	0.333	0.25	0.316	0.25	

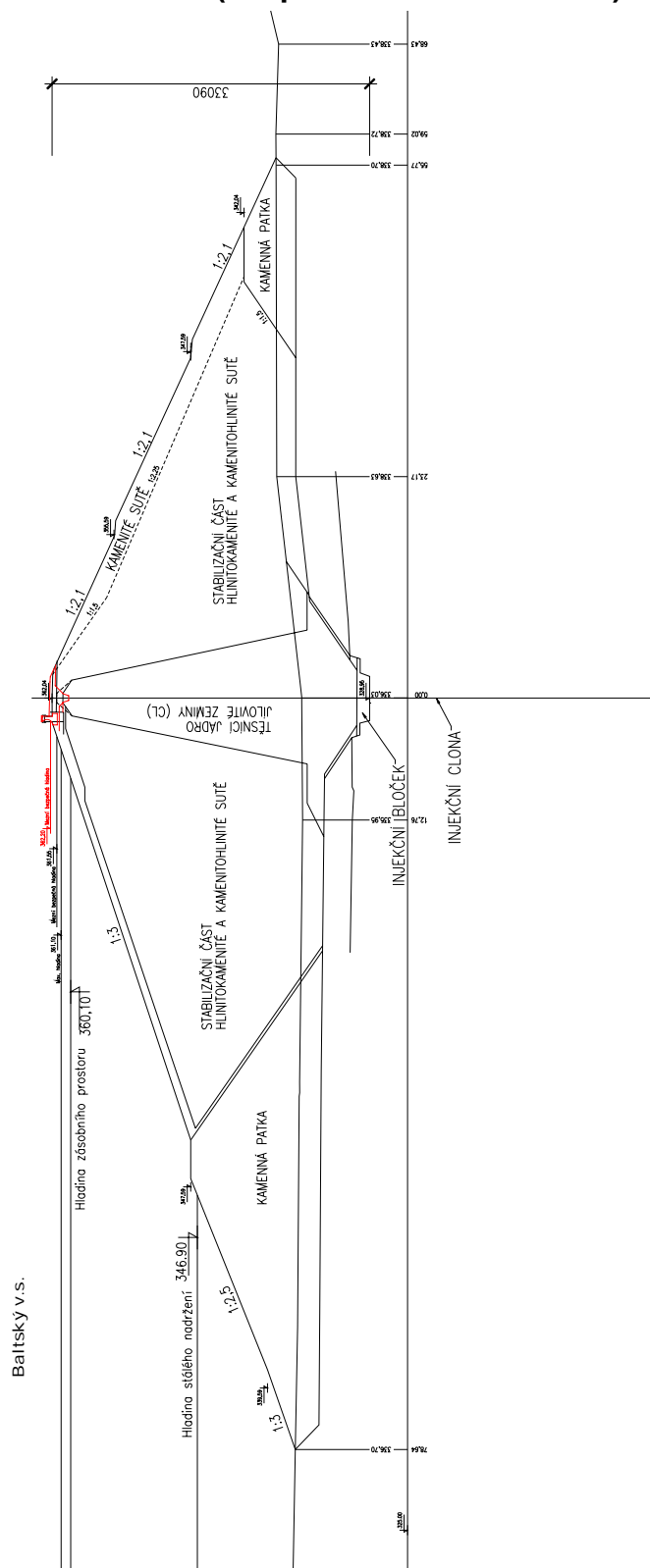
*Tabulka charakteristických vlastností zemín (hornin) podloží zájmové oblasti*

Parameter	Název	písek, štěrk	hor. mas. 0-5m	hor. mas. 5-15m	Hor. mas. 15m a více	Jednotky
Material model	Model	MC	MC	MC	MC	
Drainage type	Type	Dr	Dr	Dr	UnD	
Soil unit	$\gamma_{\text{unsat}}$	20,00	22,00	23,50	26,00	kN/m3
	$\gamma_{\text{sat}}$	20,50	22,50	24,00	26,50	kN/m3
Young's modulus	$E'$	80000	100000 - 120000	150000	300000	kN/m2
Stiffness increment	$E'_{\text{inc}}$					kN/m2/m
Poisson's ratio	$\nu'$	0.25	0.25	0.24	0.2	
Cohesion	$c_{\text{ref}}'$	1	1	20	100	kN/m2
Friction angle	$\phi'$	32	32	37	45	°
Dilatancy angle	$\psi$	2	2	7	15	°
Horizontal perm.	$k_x$	8.64	0.691	0.0432	0.00605	m/day
Vertical perm.	$k_y$	8.64	0.691	0.0432	0.00605	m/day
Permeability	$k$	$1.0 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-7}$	$7.0 \times 10^{-8}$	m/s
Gravity loading	$K_0$	0.333	0.333	0.316	0.25	

Z důvodu sklonitosti terénu bude geostatické napětí (1. fáze výpočtu) počítáno pomocí funkce Gravity loading (přepočítané hodnoty  $k_0$  pomocí Poissonovy konstanty) a v další fázi výpočtu už pomocí  $K_0$  – procedure s hodnotami automaticky generovanými programem. Proto byly vytvořeny 2 sady materiálů -1 sada se změněnou hodnotou  $k_0$  (viz „Tabulka materiálových vlastností“, poslední řádek).

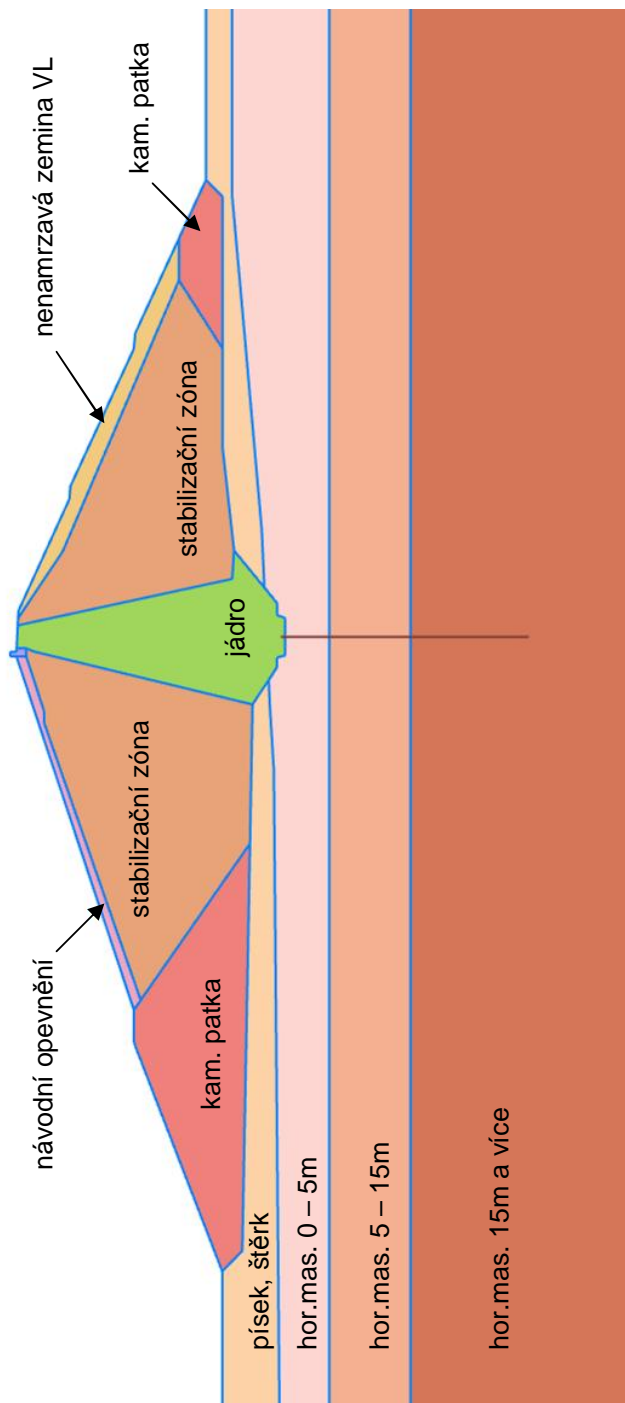
### 3.1 Řez č. 6

#### 3.1.1 Příčný řez hrází– řez č. 6 (dle původní dokumentace)



### 3.1.2 Výpočetní model

Minimální potřebný stupeň stability je  $F_p = 1,5$  pro smykové plochy procházející těsnicí částí hráze, pro smykové plochy procházející nesoudržnými štěrkovými zónami je minimální potřebný stupeň stability  $F_p = 1,2$ . Při náhlém poklesu vody v nádrži je potřebný stupeň stability  $F_p = 1,1$ .

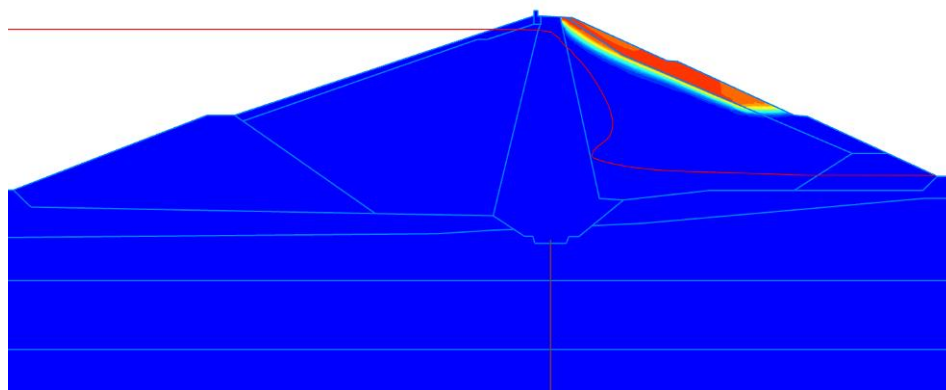




### 3.1.3 Výsledky

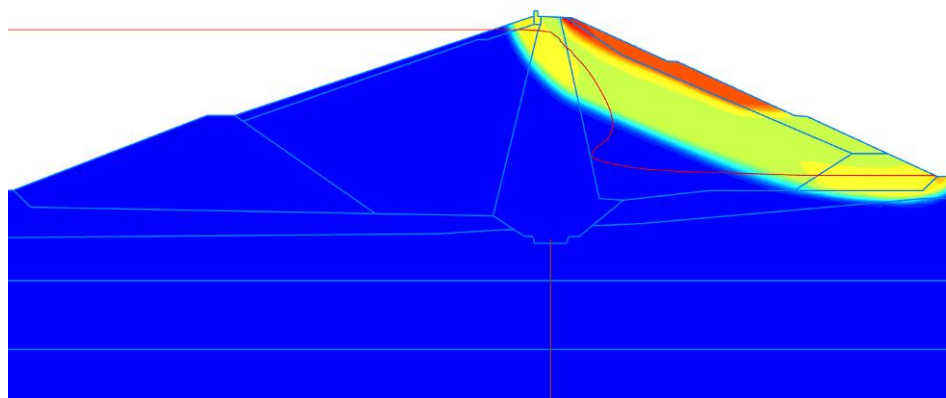
#### 3.1.3.1 Zatěžovací stav č. 1 : Současný stav – hladina na úrovni 360,10 m n.m.

$F = 1,438 > F_p = 1,2 \Rightarrow$  splňuje (mělká smyková plocha)

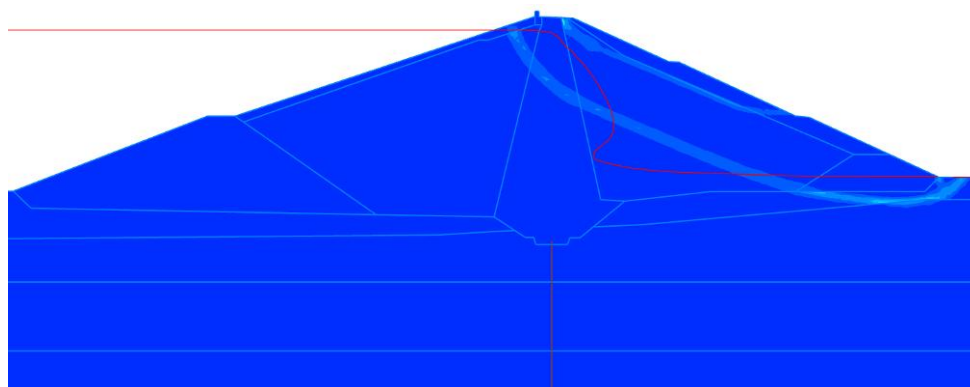


Znázornění poruchové oblasti

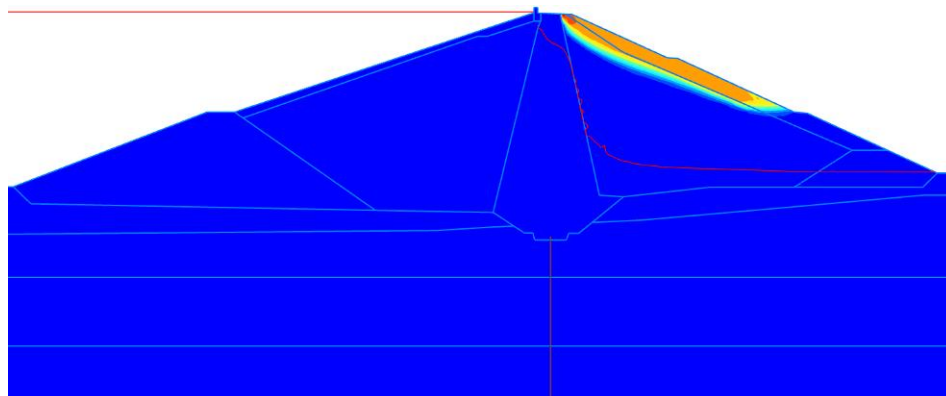
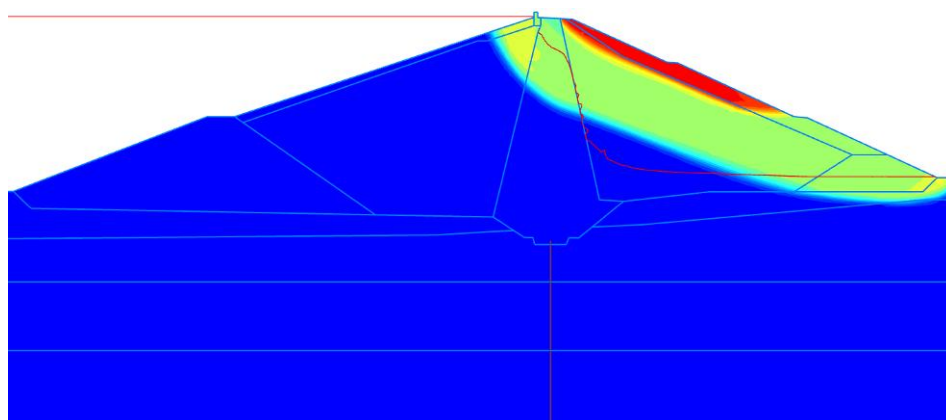
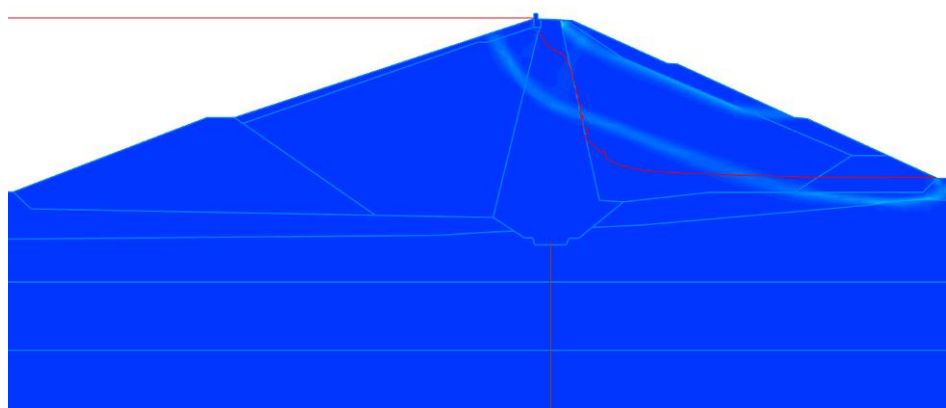
$F = 1,629 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

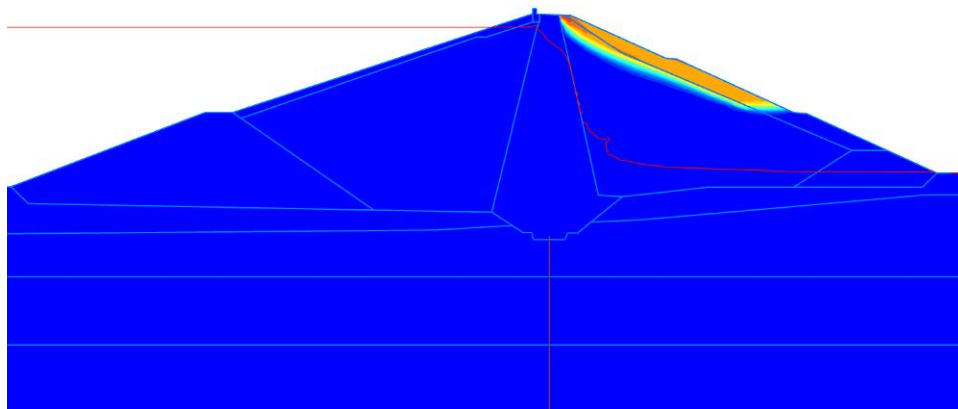


Znázornění poruchové oblasti

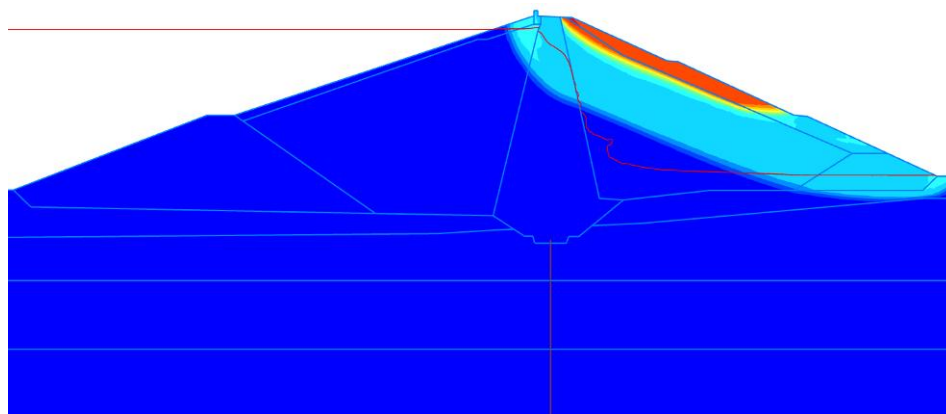


Znázornění pomocí smykového přetvoření (obě plochy zvýrazněny)

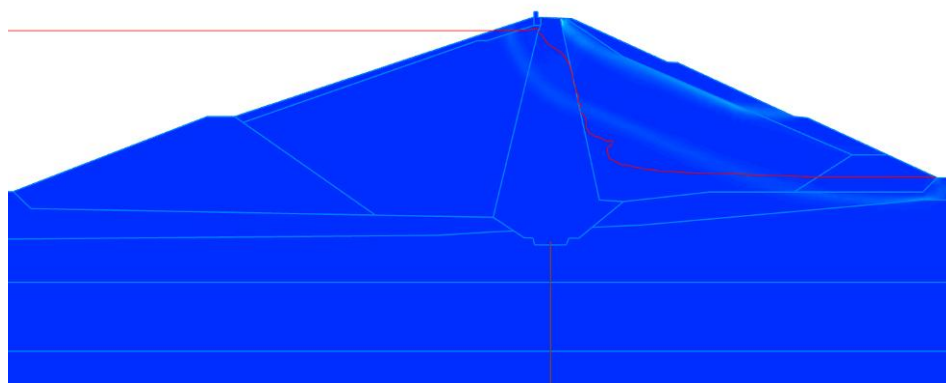
**3.1.3.2 Zatěžovací stav č. 2: Hladina se zvedla na úroveň MBH tj. 362,20 m n.m.** $F = 1,447 > F_p = 1,2 \Rightarrow$  splňuje (mělká smyková plocha)*Znázornění poruchové oblasti* $F = 1,624 > F_p = 1,5(1,05) \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)*Znázornění poruchové oblasti**Znázornění pomocí smykového přetvoření (obě plochy zvýrazněny)*

**3.1.3.3 Zatěžovací stav č. 3: Hladina klesla zpět na úroveň hladiny zásobního prostoru – 360,10 m n.m.** $F = 1,446 > F_p = 1,2 \Rightarrow$  splňuje (mělká smyková plocha)

Znázornění poruchové oblasti

 $F = 1,672 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

Znázornění poruchové oblasti



Znázornění pomocí smykového přetvoření (obě plochy zvýrazněny)

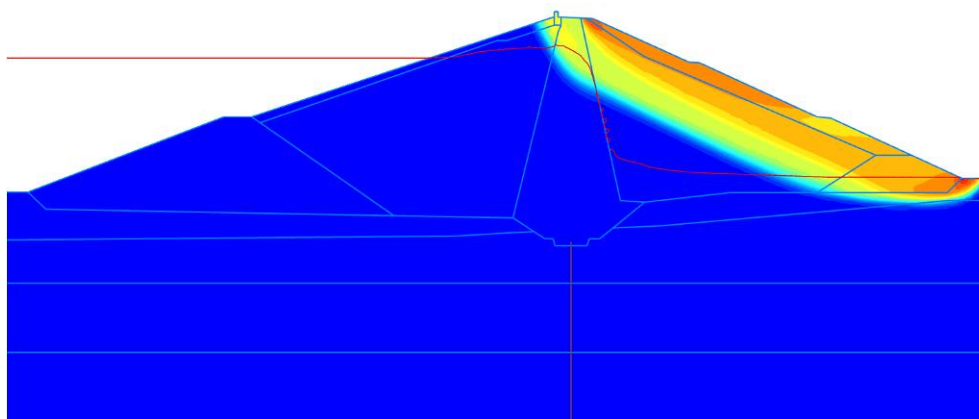
**3.1.3.4 Zatěžovací stav č. 4: Náhlý pokles hladiny z 360,10 m n.m. na kótu 346,90 m n.m., což je hladina stálého nadržení**

Prázdnění ve třech fázích:

- |         |               |                    |
|---------|---------------|--------------------|
| 1. fáze | 360.1 – 356.1 | v době 3 dnů       |
| 2. fáze | 356.1 – 352.1 | v době 3 dnů       |
| 3. fáze | 352.1 – 346.9 | v době cca 3.9 dne |

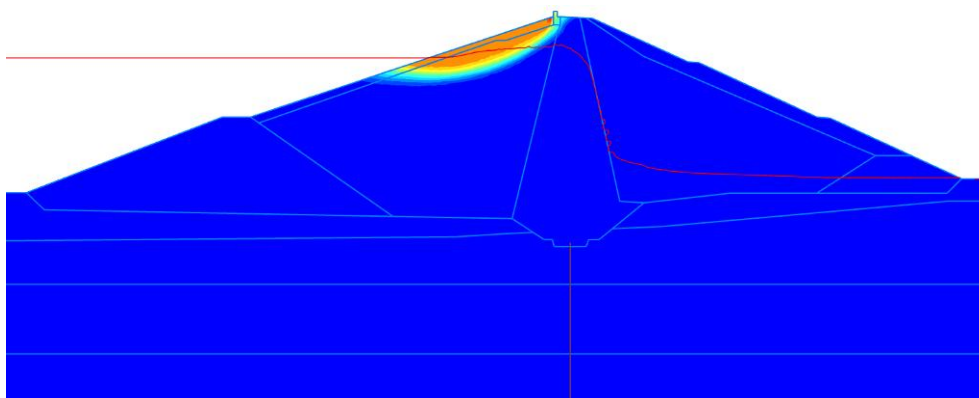
**1. fáze**

$F = 1,732 > F_p = 1,1 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

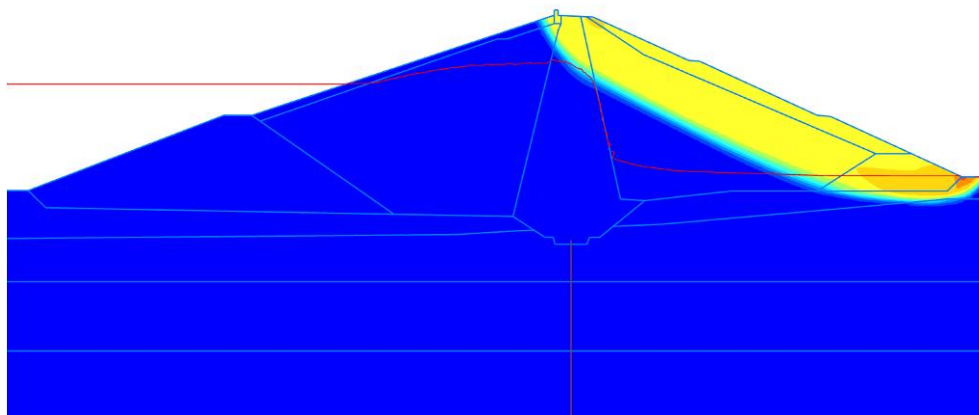


*Znázornění poruchové oblasti*

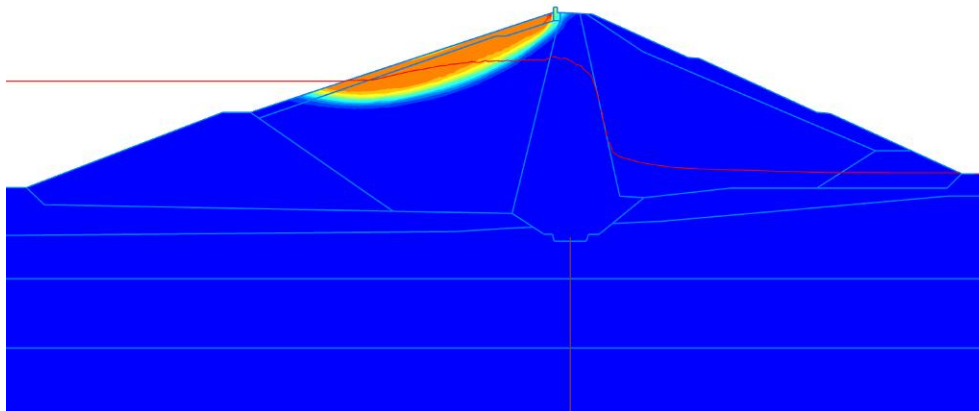
$F = 1,635 > F_p = 1,1 \Rightarrow$  splňuje



*Znázornění poruchové oblasti*

**2. fáze** $F = 1,725 > F_p = 1,1 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

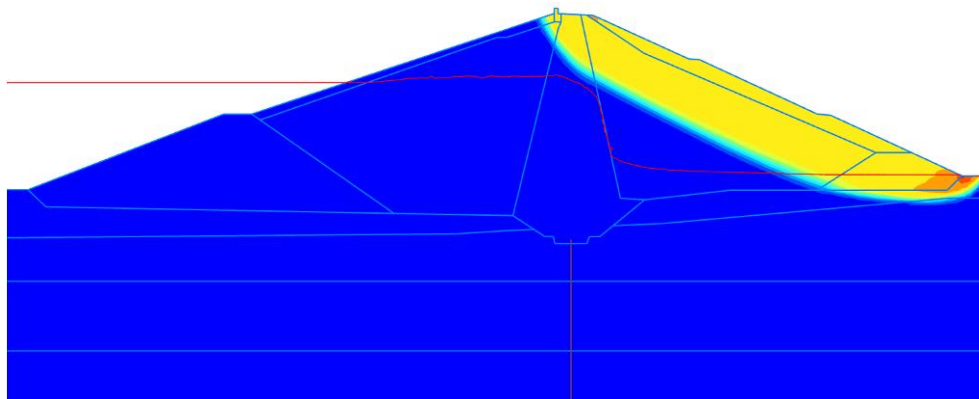
Znázornění poruchové oblasti

 $F = 1,565 > F_p = 1,1 \Rightarrow$  splňuje

Znázornění poruchové oblasti

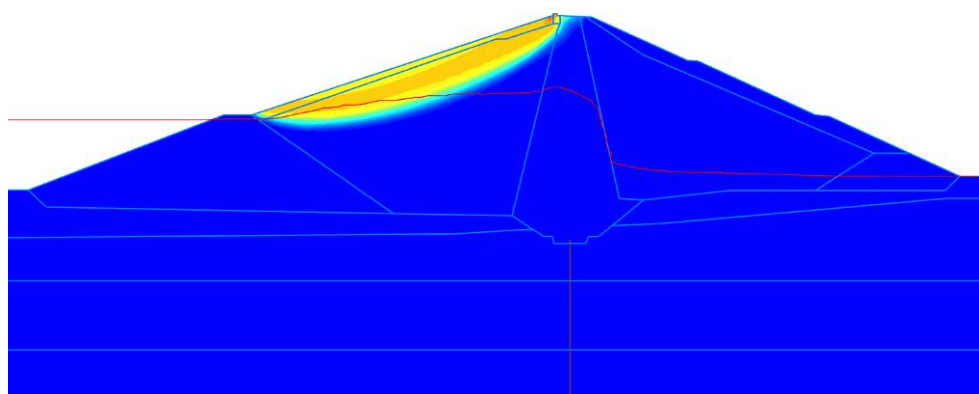
**3. fáze**

$F = 1,723 > F_p = 1,1 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



Znázornění poruchové oblasti

$F = 1,814 > F_p = 1,1 \Rightarrow$  splňuje



Znázornění poruchové oblasti

Pro všechny zatěžovací stavy (včetně tří fází zatěžovacího stavu č. 4) platí, že hodnoty stupně bezpečnosti na vzniklých smykových plochách **splňují** stabilitní podmínku a návodní líc hráze je při rychlém vypouštění stabilní.

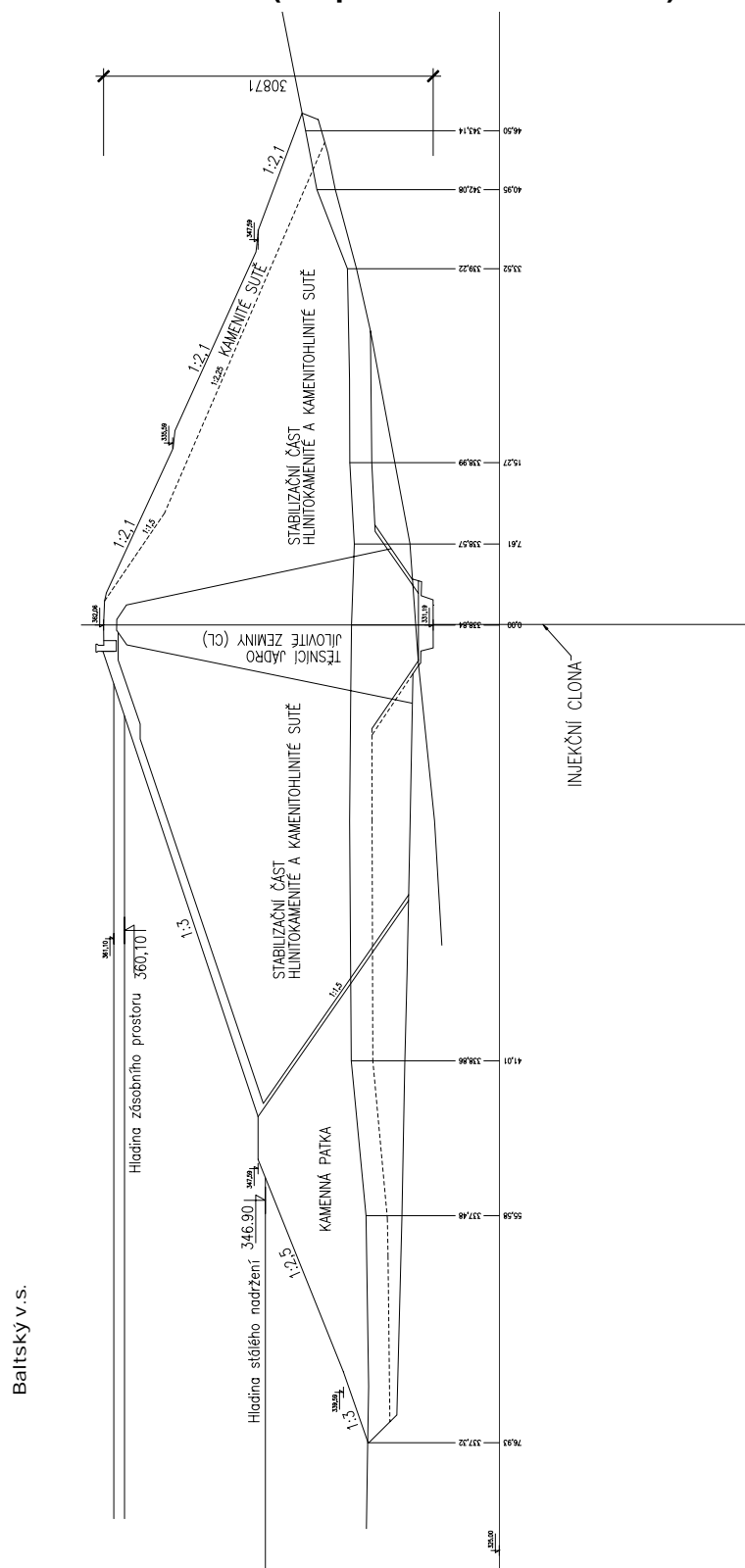
Souhrnná tabulka stupně stability pro řez č. 6

fáze	VZDUŠNÝ LÍC		NÁVODNÍ LÍC
	stupeň stability F		stupeň stability F
	mělká SP	SP prochází jádrem	SP
současný stav	1.438	1.629	
zdvih – hladina na 362.20	1.447	1.624	
pokles - hladina na 360.10	1.446	1.672	
pokles - hladina na 356.10		1.732	1.635
pokles - hladina na 352.10		1.725	1.565
pokles - hladina na 346.90		1.723	1.814



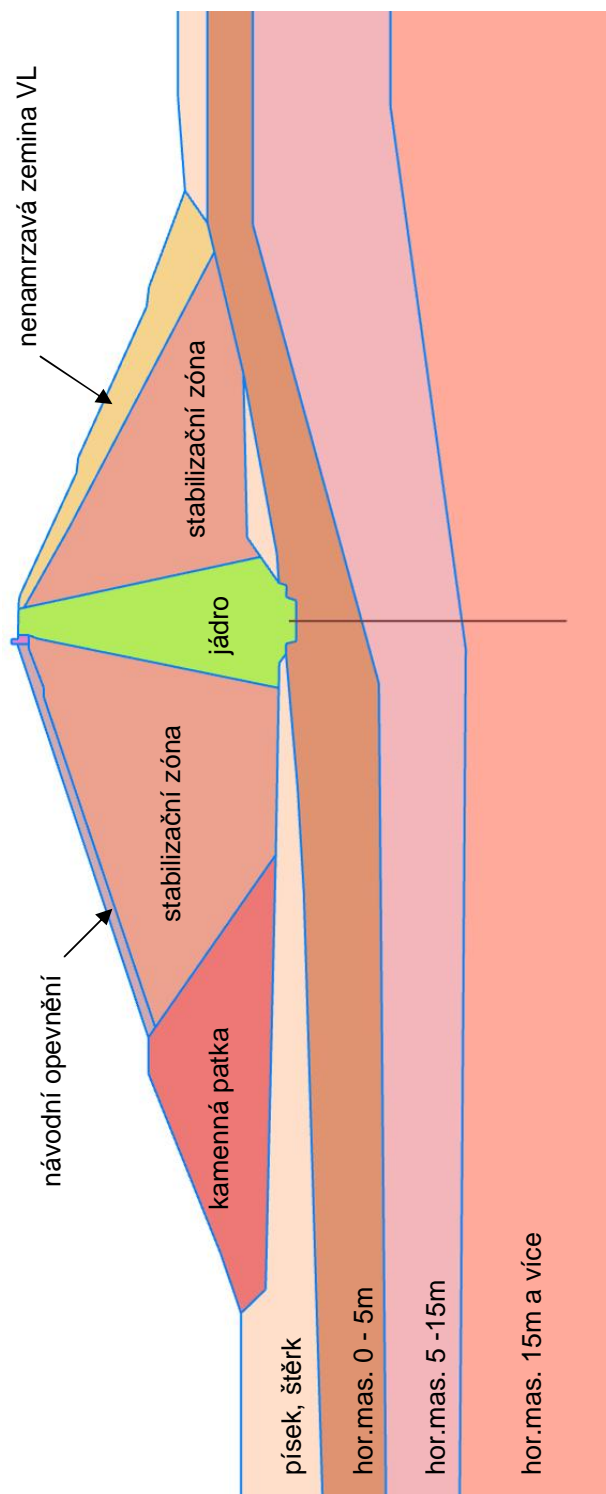
## 3.2 Řez č. 4

### 3.2.1 Příčný řez hrází – řez č. 4 (dle původní dokumentace)



### 3.2.2 Výpočetní model

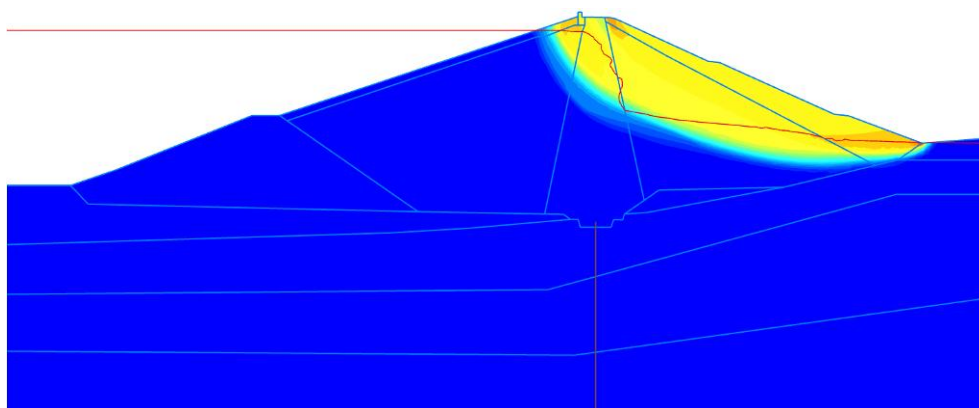
Minimální potřebný stupeň stability je  $F_p = 1,5$  pro smykové plochy procházející těsnicí částí hráze, pro smykové plochy procházející nesoudržnými štěrkovými zónami je minimální potřebný stupeň stability  $F_p = 1,2$ . Při náhlém poklesu vody v nádrži je potřebný stupeň stability  $F_p = 1,1$ .



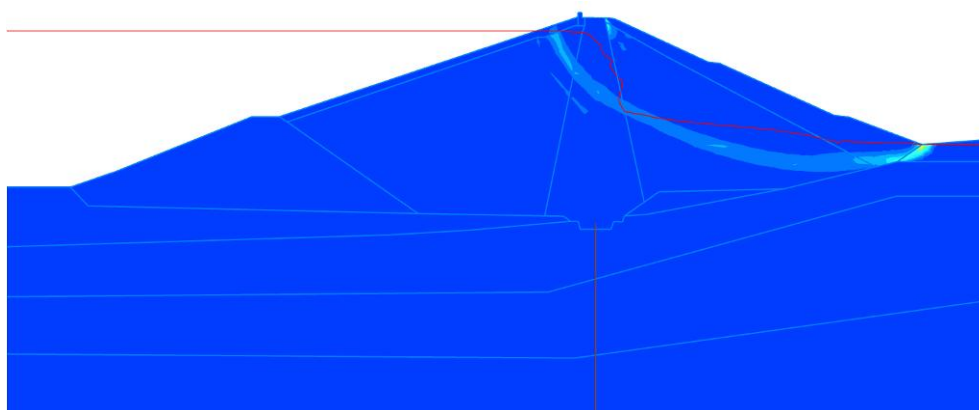
### 3.2.3 Výsledky

#### 3.2.3.1 Zatěžovací stav č. 1 : Současný stav – hladina na úrovni 360,10 m n.m.

$F = 1,544 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



Znázornění poruchové oblasti

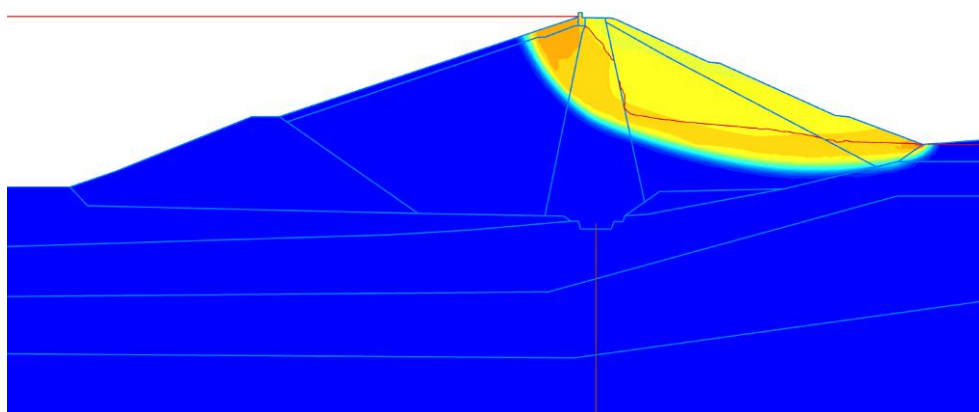


Znázornění pomocí smykového přetvoření

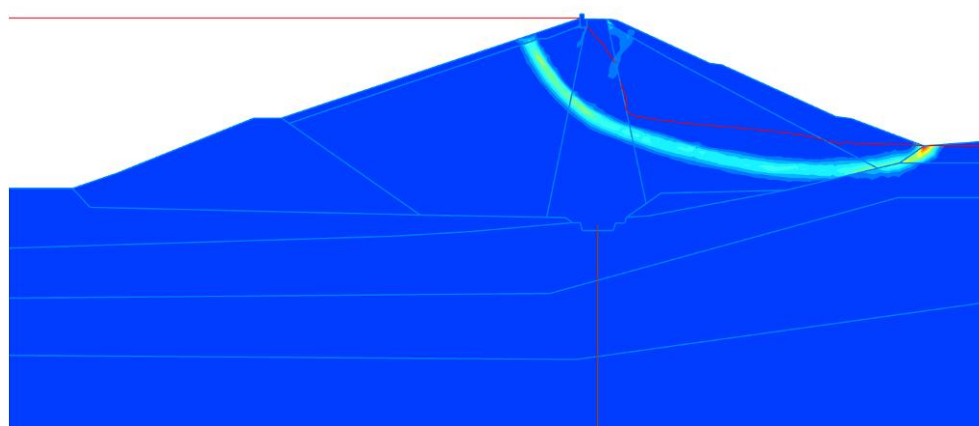
**3.2.3.2 Zatěžovací stav č. 2: Hladina se zvedla na úroveň MBH tj. 362,20 m n.m.**

$$F = 1,490 > F_p = 1,05 \Rightarrow \text{splňuje (smyková plocha procházející jádrem)}$$

**Pro krátkodobé mimořádné zatížení** (což zahrnuje i naplnění nádrže v době povodně na úroveň MBH) je dle TNV 75 2935 v odstavci 8.8 minimální hodnota stupně bezpečnosti **snížena na F=1,05**.



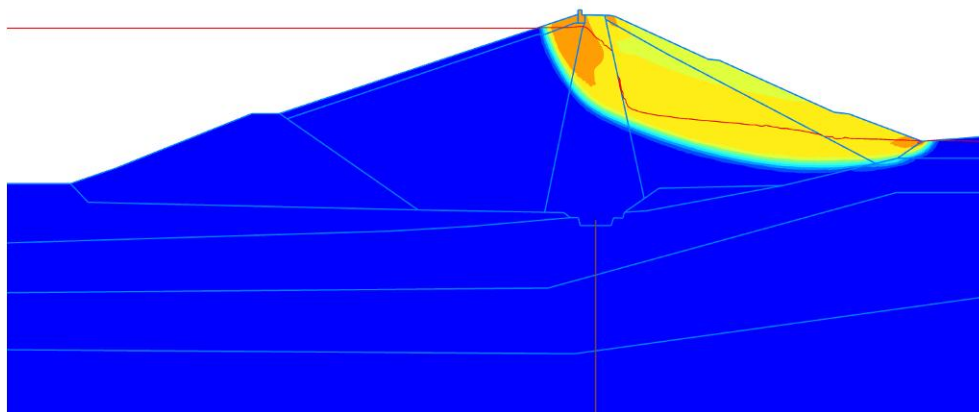
*Znázornění poruchové oblasti*



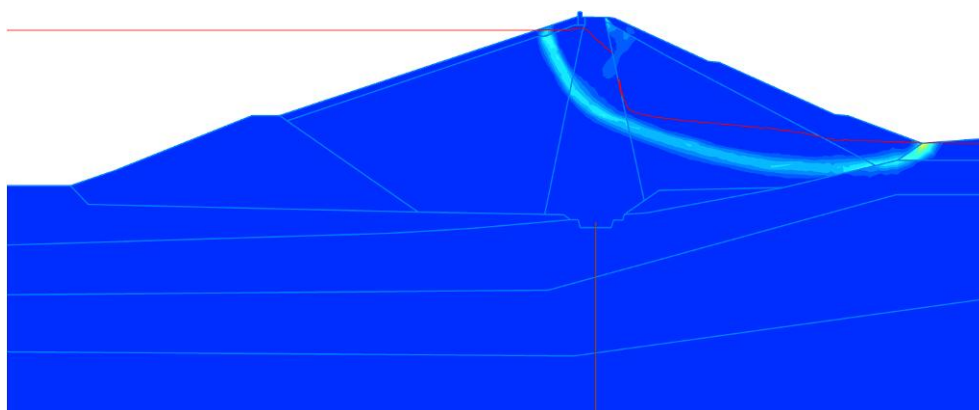
*Znázornění pomocí smykového přetvoření*

### 3.2.3.3 Zatěžovací stav č. 3: Hladina klesla zpět na úroveň hladiny zásobního prostoru – 360,10 m n.m.

$F = 1,528 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



Znázornění poruchové oblasti



Znázornění pomocí smykového přetvoření

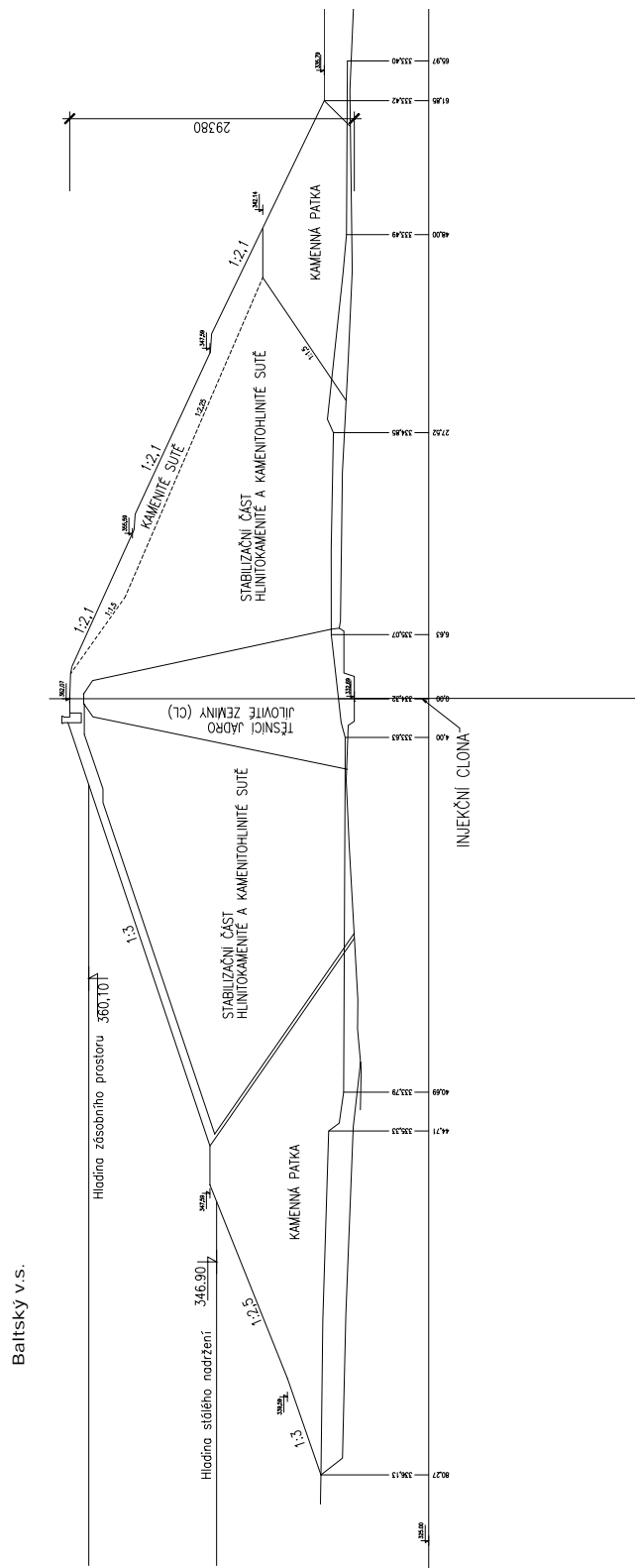
Souhrnná tabulka stupně stability pro řez č. 4

fáze	VZDUŠNÝ LÍČ
	stupeň stability F
	SP prochází jádrem
současný stav	1.544
zdvih - hladina 362.20	1.490
pokles - hladina 360.10	1.528

1.490 – hodnota pro krátkodobé mimořádné zatížení ( $F \geq 1.05$ )

### 3.3 Řez č. 7

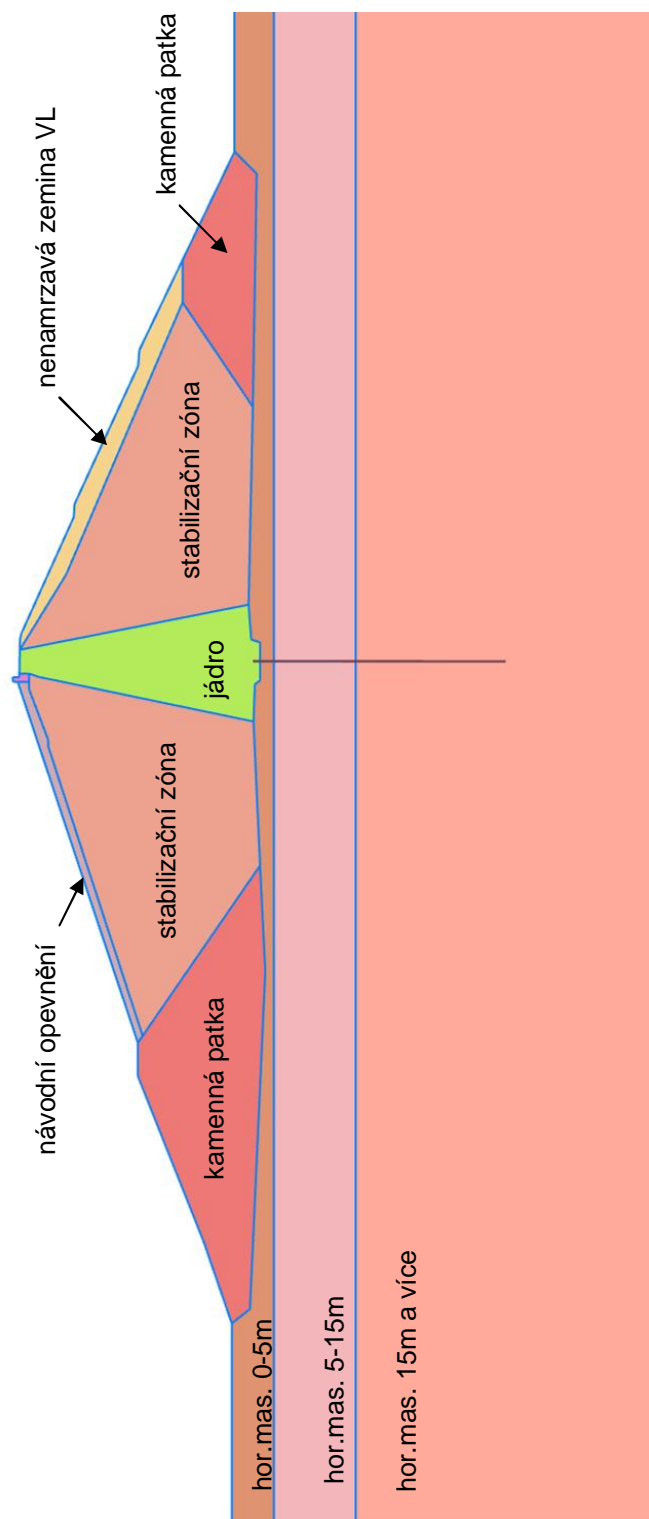
#### 3.3.1 Příčný řez hrází – řez č. 7 (dle původní dokumentace)





### 3.3.2 Výpočetní model

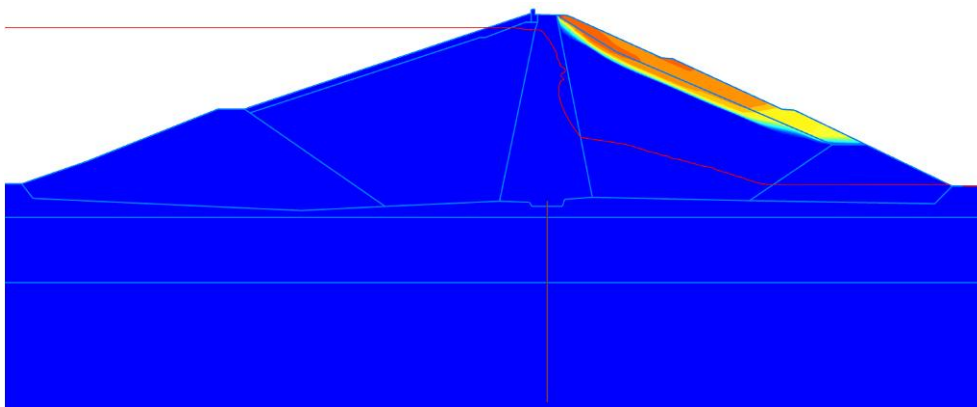
Minimální potřebný stupeň stability je  $F_p = 1,5$  pro smykové plochy procházející těsnící částí hráze, pro smykové plochy procházející nesoudržnými šterkovými zónami je minimální potřebný stupeň stability  $F_p = 1,2$ .



### 3.3.3 Výsledky

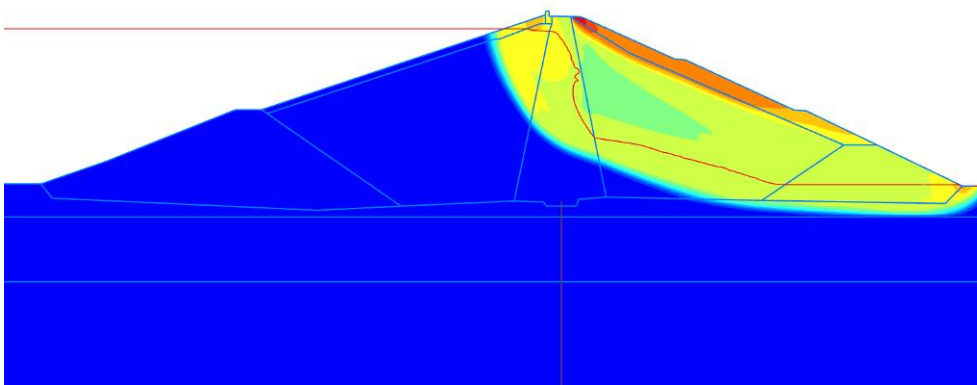
#### 3.3.3.1 Zatěžovací stav č. 1 : Současný stav – hladina na úrovni 360,10 m n.m.

$F = 1,408 > F_p = 1,2 \Rightarrow$  splňuje (mělká smyková plocha)

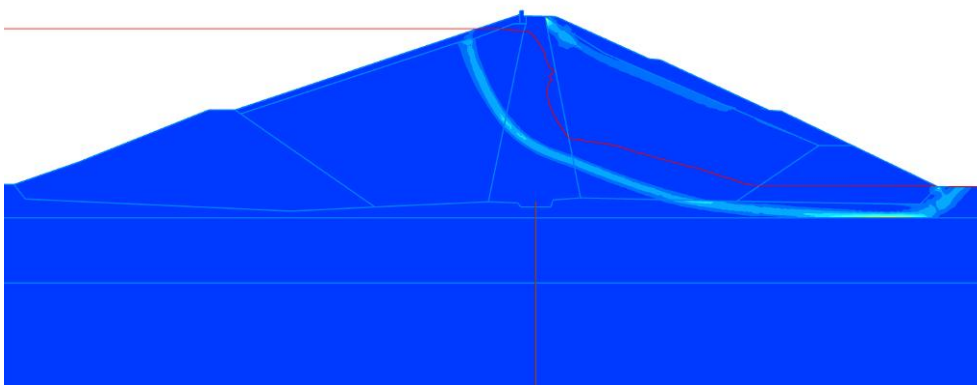


Znázornění poruchové oblasti

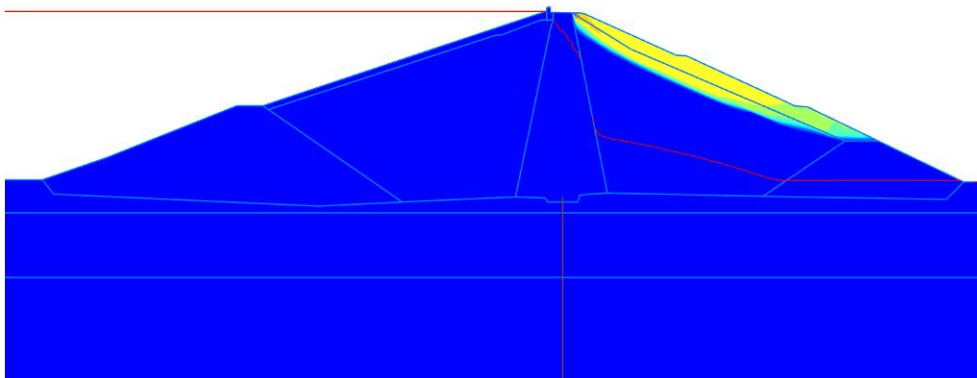
$F = 1,727 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



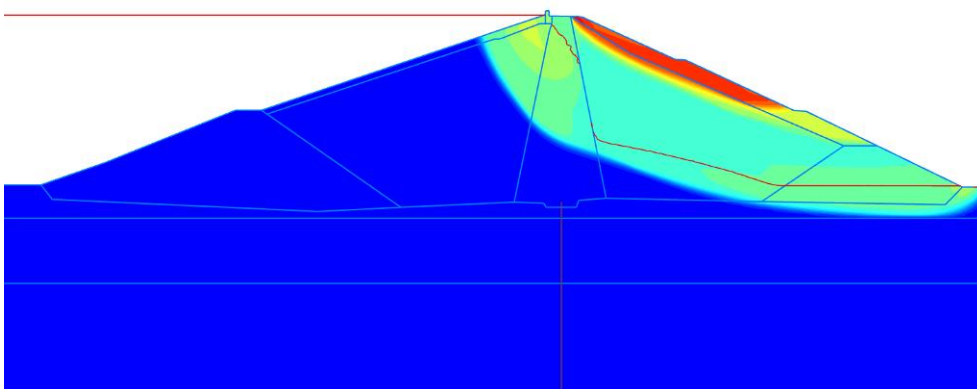
Znázornění poruchové oblasti



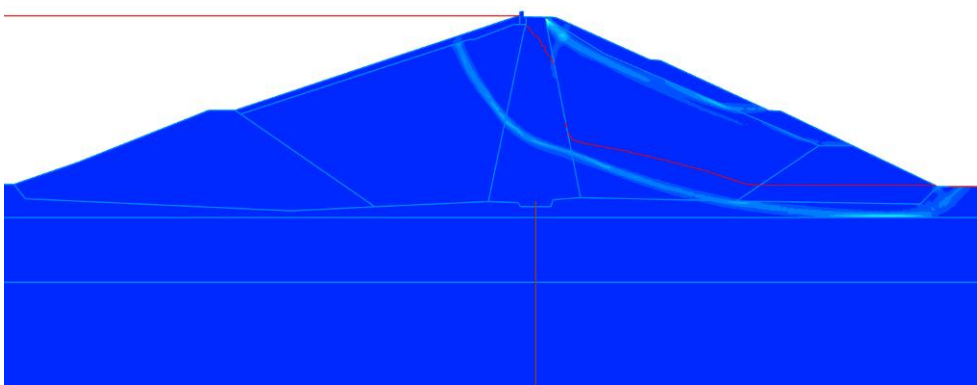
Znázornění pomocí smykového přetvoření

**3.3.3.2 Zatěžovací stav č. 2: Hladina se zvedla na úroveň MBH tj. 362,20 m n.m.** $F = 1,418 > F_p = 1,2 \Rightarrow$  splňuje (mělká smyková plocha)

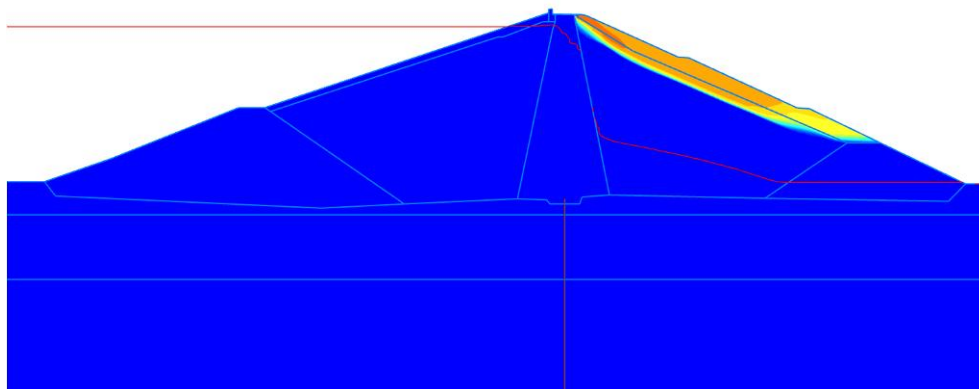
Znázornění poruchové oblasti

 $F = 1,611 > F_p = 1,5(1,05) \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

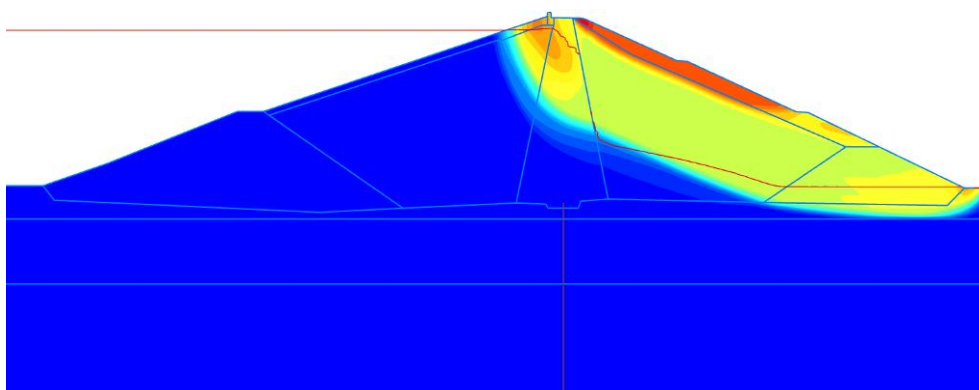
Znázornění poruchové oblasti



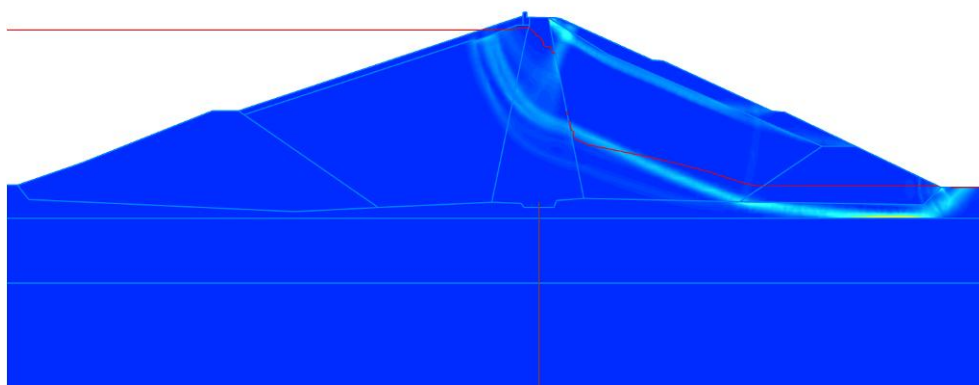
Znázornění pomocí smykového přetvoření

**3.3.3.3     Zatěžovací stav č. 3: Hladina klesla zpět na úroveň hladiny zásobního prostoru – 360,10 m n.m.** $F = 1,404 > F_p = 1,2 \Rightarrow$  splňuje (mělká smyková plocha)

Znázornění poruchové oblasti

 $F = 1,705 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

Znázornění poruchové oblasti



Znázornění pomocí smykového přetvoření

Souhrnná tabulka stupně stability pro řez č. 7

fáze	VZDUŠNÝ LÍC	
	stupeň stability F	
	mělká SP	SP prochází jádrem
současný stav	1.408	1.727
zdvih – hladina na 362.20	1.418	1.611
pokles - hladina na 360.10	1.404	1.705

**Shrnutí:**

Pro původní návrh zvýšení hladiny vody v nádrži při průchodu povodně na kótu 362.20 m n.m. jsme dospěli k závěru, že hráz nevykazuje známky ohrožení stability. Nejnížší globální stupeň bezpečnosti byl stanoven v řezu č. 4 a to v hodnotě  $F=1.490$  při dosažení výše zmíněné úrovně vody v nádrži. Tato hodnota je dána tím, že v řezu č. 4 není víceméně přítomna kamenná patka na vzdušné líci a v podloží by se mohla vyskytovat ještě mezivrstva štěrku, písku. Z hlediska normy však tento příčný řez bezpečnostní podmínky pro krátkodobá mimořádná zatížení **splňuje** (hodnota minimálního stupně stability pro takový typ zatěžovacího stavu je  $F=1,05$ ).

## 4 POŽADAVEK NA ZVÝŠENÍ MBH NA KÓTU 362,80 M N.M.

Posouzení globálních stabilitních podmínek hráze ve všech třech předchozích řezech.

Projekt navrhuje navýšení koruny hráze o cca 40-60 cm a současně s tím vytvoření nového vlnolamu. Výpočet předpokládá, že hladina vody v nádrži bude v době úpravy koruny hráze (budování vlnolamu a navýšení) o několik metrů snížena. Výpočet se nezabývá zatížením koruny hráze od hutnících strojů či jiné těžké techniky během její úpravy. Zabývá se pouze změnou hladiny vody v nádrži při průchodu povodně ve 3 fázích, přičemž však zahrnuje změnu – celkové navýšení profilu.

Fáze:

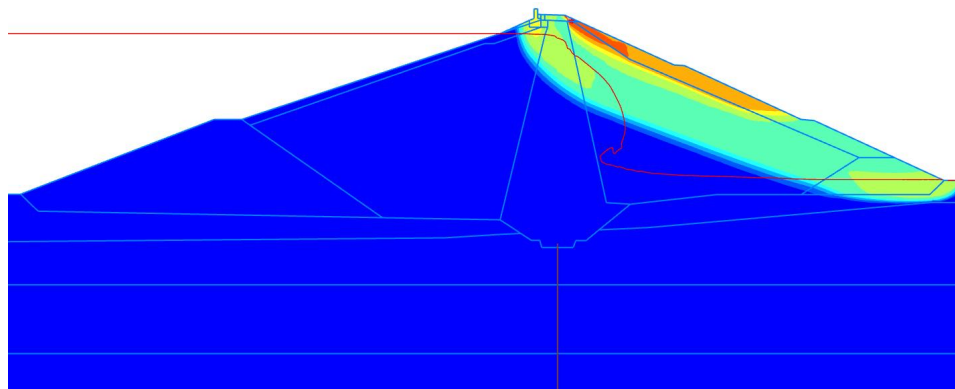
1. stabilita při hladině 360.10 m n.m.
2. poté rychlý nárůst na kótu 328.80 m n.m. (počítáme s původní dobou zdvihu cca 1,3 dne)
3. následný pokles zpět na hladinu 360.10 m n.m. (počítáme s původní dobou poklesu cca 1 den)

### 4.1 Výsledky

#### Řez č. 6

Fáze č. 1

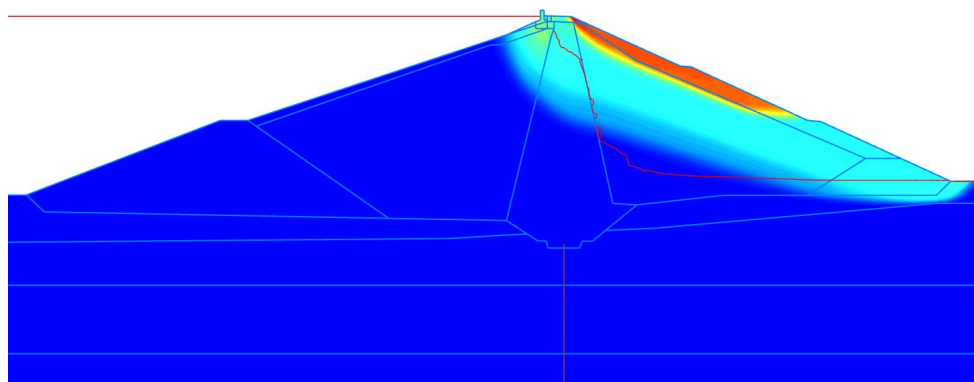
$F = 1,589 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



Znázornění poruchové oblasti

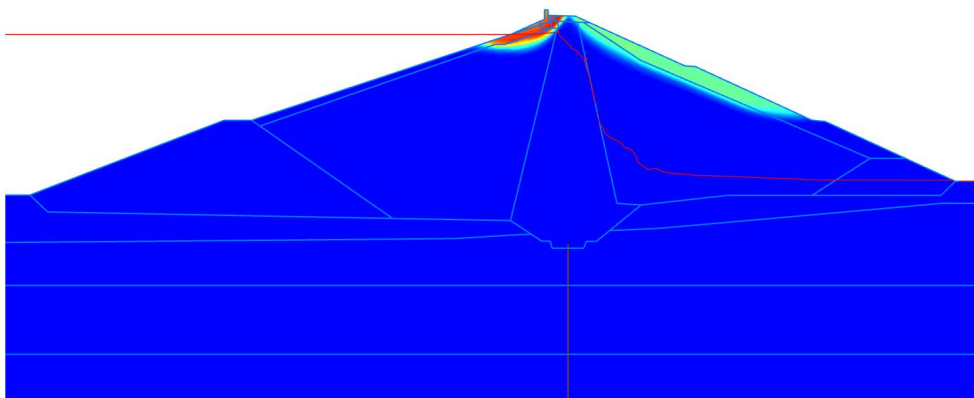


Fáze č. 2

 $F = 1,575 > F_p = 1,5(1,05) \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

Znázornění poruchové oblasti

Fáze č. 3

 $F = 1,662 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje

Znázornění poruchové oblasti

Souhrnná tabulka stupně stability pro řez č. 6

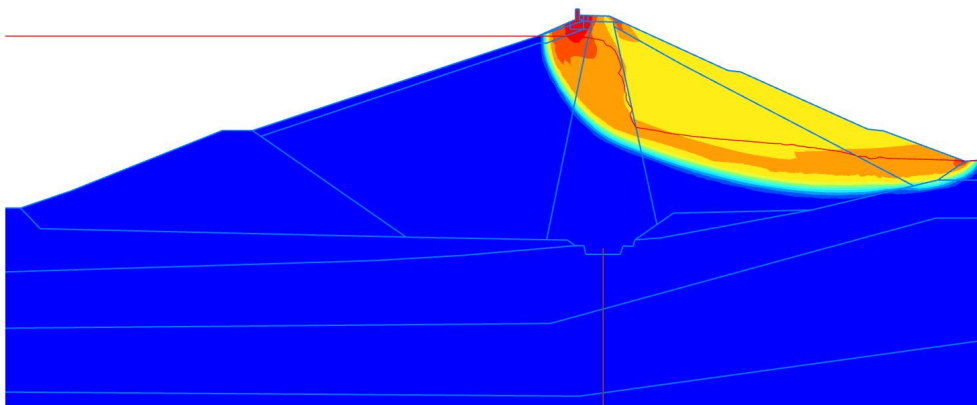
fáze	VZDUŠNÝ LÍC	NÁVODNÍ LÍC
	stupeň stability F	stupeň stability F
	SP prochází jádrem	SP
současný stav (360.10)	1.589	
zdvih - hladina 362.80	1.575	
pokles - hladina 360.10		1.662

Řez **splňuje** bezpečnostní podmínky pro všechny zatěžovací stavy.

**Řez č. 4**

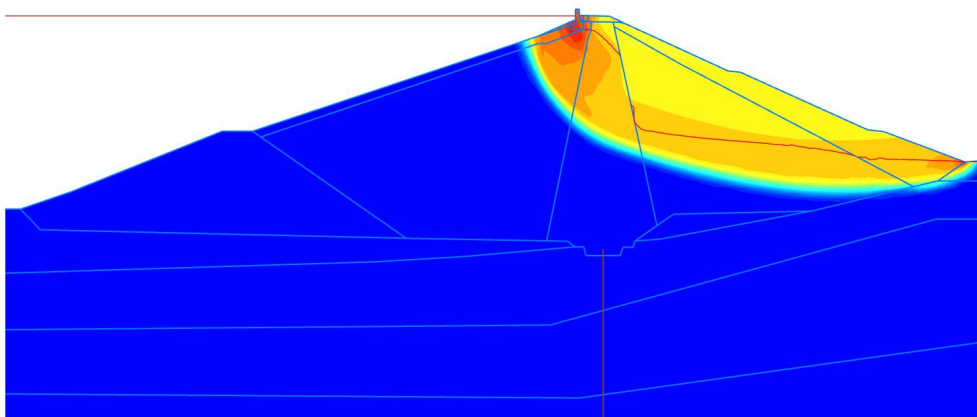
- řez bez přítomnosti kamenné patky na vzdušné straně hráze

## Fáze č. 1

 $F = 1,525 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

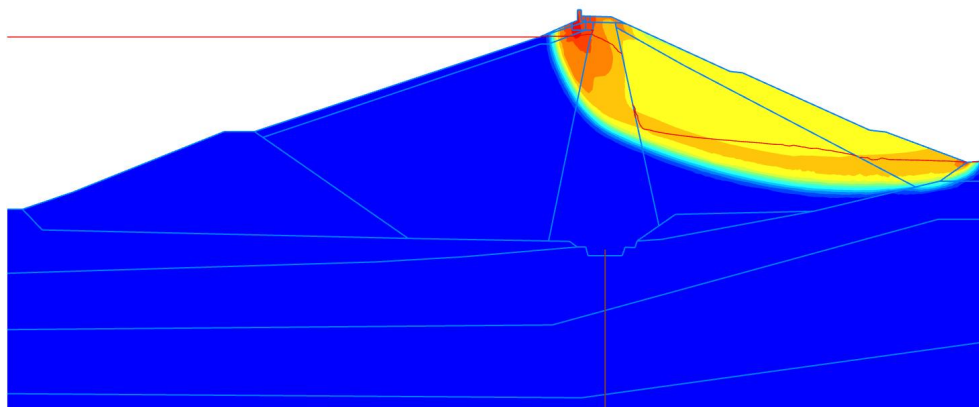
Znázornění poruchové oblasti

## Fáze č. 2

 $F = 1,453 > F_p = 1,5(1,05) \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

Znázornění poruchové oblasti

Fáze č. 3

 $F = 1,503 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

Znázornění poruchové oblasti

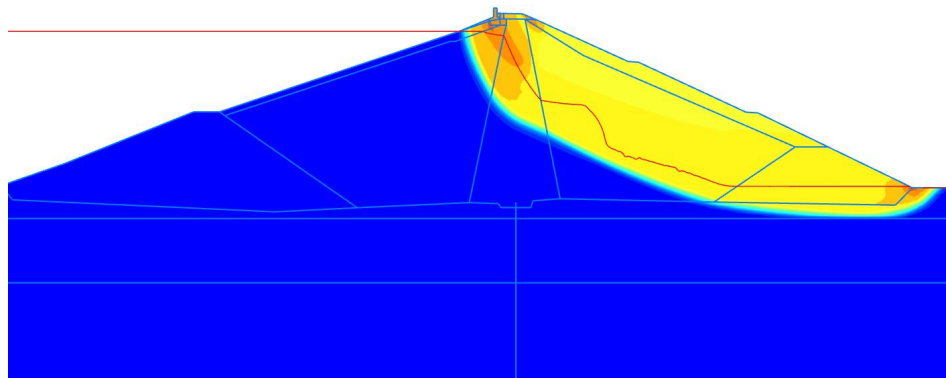
Souhrnná tabulka stupně stability pro řez č. 4

fáze	VZDUŠNÝ LÍČ
	stupeň stability F
	SP prochází jádrem
současný stav (360.10)	1.525
zdvih - hladina 362.80	1.453
pokles - hladina 360.10	1.503

**1.453** – hodnota pro krátkodobé mimořádné zatížení ( $F \geq 1.05$ )Řez **splňuje** bezpečnostní podmínky pro všechny zatěžovací stavy.

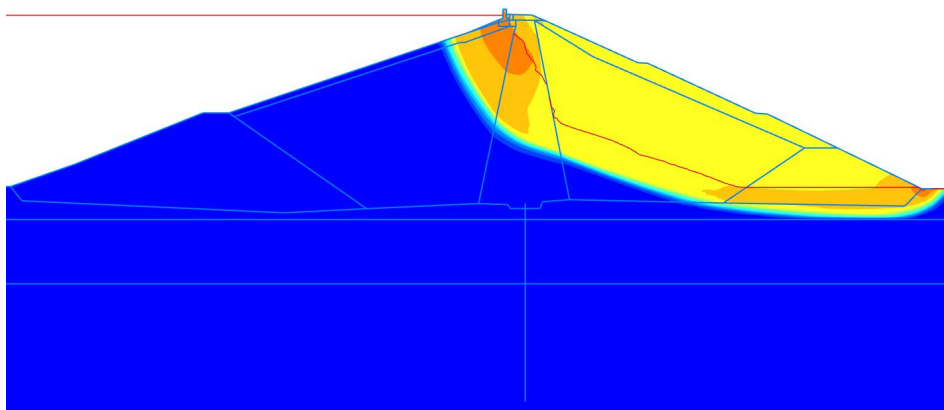
Řez č. 7

Fáze č. 1

 $F = 1,653 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

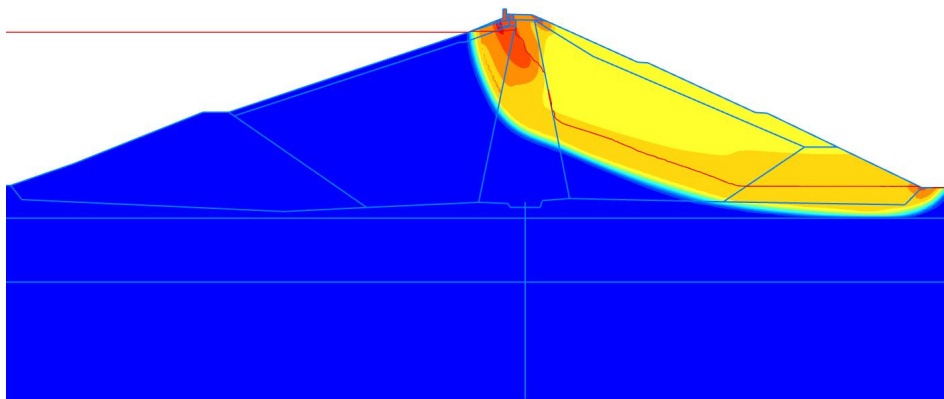
## Znázornění poruchové oblasti

Fáze č. 2

 $F = 1,607 > F_p = 1,5(1,05) \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)

## Znázornění poruchové oblasti

Fáze č. 3

 $F = 1,657 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje

## Znázornění poruchové oblasti

Souhrnná tabulka stupně stability pro řez č. 7

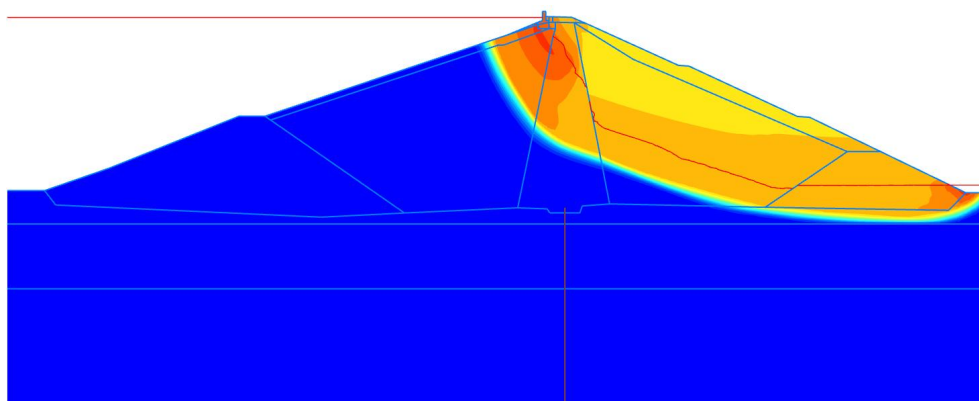
fáze	VZDUŠNÝ LÍČ
	stupeň stability F
	SP prochází jádrem
současný stav (360.10)	1.653
zdvih - hladina 362.80	1.607
pokles - hladina 360.10	1.657

Řez **splňuje** bezpečnostní podmínky pro všechny zatěžovací stavy.

Nejnižší položená vzdušná pata hráze ve vybraných řezech je v řezu č. 7. Výpočty předpokládají, že při povodni bude v podhráží na kótě 337,0 m n.m. Ve stabilitním výpočtu je pata hráze zadána zhruba o 1,2 m níže. Z tohoto důvodu byl proveden kontrolní přepočít profilu se zadáním hladiny na vzdušné patě na výše zmíněné výškové úrovni.

Hladina vody v nádrži – 362,80 m n.m., hladina vody za tělesem hráze – 337,00 m n.m.

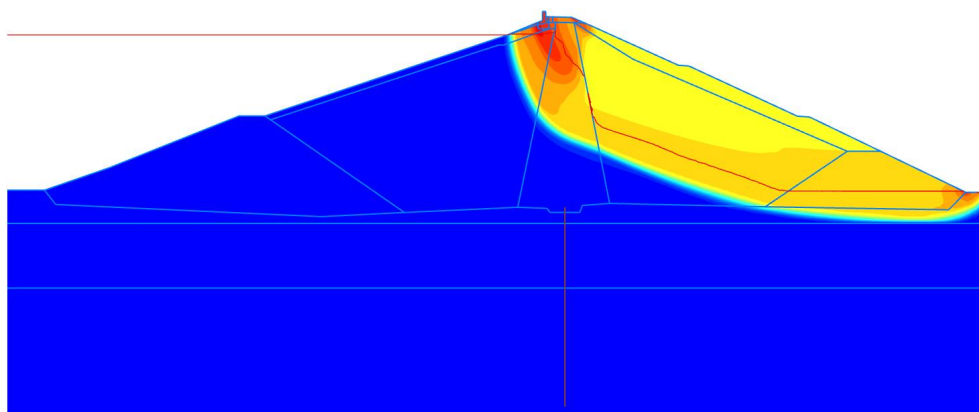
$F = 1,594 > F_p = 1,5(1,05) \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



Znázornění poruchové oblasti

Hladina vody po opadnutí (opět 360,10 m n.m.)

$F = 1,659 > F_p = 1,5 \Rightarrow$  splňuje (smyková plocha procházející jádrem)



Znázornění poruchové oblasti

Stupeň stability se o něco snížil. Bezpečnostní podmínky **splňuje**.

## 4.2 Závěr

Jelikož nejsou známy všechny parametry charakterizující materiál podloží (i hráze) potřebné jako vstupní zadávající údaje, chybějící hodnoty byly přibližně stanoveny na základě platné normy tak, aby nedošlo k nadlepšení skutečných poměrů v místě objektu.

Řezu č. 6 a 7 mají kamenné patky na návodní i vzdušné straně, stabilita hráze je tedy zlepšena. V řezu č. 4 se kamenná patka nevyskytuje a hráz se tedy přímo opírá o podloží. Předpokládáme, že vzdušnou patu hráze může tvořit v přípovrchové části podloží, které bude mít nižší hodnoty parametrů, než má materiál kamenných patek. Celkově tedy dojde v tomto řezu k lehkému snížení globálního stupně stability. Základové poměry se výraznějším způsobem projeví za průchodu povodně při zvýšení hladiny z úrovně zásobní hladiny na MBH. Výsledná hodnota stupně bezpečnosti ale dostatečně převyšuje normou požadovanou minimální hodnotu pro krátkodobé mimořádné zatížení.

Při uvažování hladiny v podhrází při průchodu kontrolní povodně nad terénem – tj. na výškové úrovni 337,00 m n.m., se pod úroveň hladiny vody nachází pouze pata řezu č. 7. Pro tuto situaci byla vytvořena výpočtová varianta a posouzena. Výsledky ukazují opět lehké snížení stupně bezpečnosti, který však stále s rezervou splňuje podmínky pro krátkodobé mimořádné zatížení.

**Zemní hráz splňuje stabilitní podmínky vzdušného/návodního líce dle normy ČSN 75 2310 pro dané zatěžovací stavy ve všech třech řezech.**

V Brně, únor 2013

Ing. Eva Kocábová