

OBJEDNATEL



POVODÍ MORAVY, s. p.
Dřevařská 11, 602 00, Brno
ZÁVOD HORNÍ MORAVA
U Dětského domova 263, 772 11, Olomouc

ZHOTOVITEL



SDRUŽENÍ DPB + VALBEK
DOPRAVOPROJEKT BRNO a.s.
Kounicova 271/13, 602 00 BRNO


VALBEK, spol. s r.o.
Vaňurova 505/17, 460 07 LIBEREC



AUTORIZACE:

G

VÝŠKOVÝ SYSTÉM : Bpv
SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM : S-JTSK

ŘEDITEL ATELIÉRU	ING. VLADIMÍR NAVRÁTIL	<div><p>Kounicova 271/13, 602 00 BRNO tel. +420 549 123 111</p></div>	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. PETR HUSÁK		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. PETR HUSÁK		
VYPRACOVAL			
KONTROLOVAL	ING. VLADIMÍR NAVRÁTIL		
NÁZEV AKCE BEČVA, HRANICE - PPO MĚSTA		DATUM	4/2018
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	
		Č. ZAKÁZKY	14-041-A1-DSP
		ÚČEL	DSP
NÁZEV ČÁSTI VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRŮZKUMŮ			
NÁZEV OBJEKTU POSOUZENÍ PROUDĚNÍ PODZ.VODY POD NAVR.LINIO.PPO		Č. SOUPRAVY	Č. PŘÍLOHY G.4.1

Posouzení proudění podzemní vody pod navrhovaným liniovým PPO

Bečva, Hranice – PPO města

Zhotovitel: doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur
Brozany nad Ohří 115, 411 81

Objednatel: Dopravoprojekt Brno a.s.
Kounicova 271/13, 602 00 Brno

Obsah:

1. ÚVOD	2
2. POUŽITÉ PODKLADY	2
2.1 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODKLADY	3
2.2 HYDROLOGICKÉ PODKLADY	5
3. METODIKA ŘEŠENÍ PRŮSAKU PPO A PODLOŽÍM	6
4. VÝSLEDKY ŘEŠENÍ.....	6
4.1 LEVÝ BŘEH - PŘÍČNÝ PROFIL 6 V KM 0,233	6
4.1.1 NEUSTÁLENÝ VÝPOČET	6
4.1.2 USTÁLENÝ VÝPOČET	7
4.2 PRAVÝ BŘEH - PŘÍČNÝ PROFIL 6 V KM 0,233.....	8
4.2.1 NEUSTÁLENÝ VÝPOČET	8
4.2.2 USTÁLENÝ VÝPOČET	8
5. ZÁVĚR.....	9

1. Úvod

Cílem analýzy je posouzení průsaků u nově navrženého PPO na toku Bečva ve městě Hranice. Posouzení je provedeno na základě objednávky č. objednatele **14-041-A1-DSP** ze dne 13.02.2018. Posouzení se dle objednávky zaměřilo na výpočet průsaků v jednom zadaném řezu v rámci akce „Bečva, Hranice – PPO města“, na kterou je v současnosti připravována dokumentace pro stavební povolení (Dopravoprojekt Brno a.s.). Cílem posouzení je analýza průsakových poměrů pro navržené PPO na obou březích koryta Bečvy. PPO je tvořeno nábrežními zdmi.

Výpočet určí:

- Zda dojde za dobu povodně k průsaku na terén chráněného území a jakým průtočným množstvím na 1 m délky PPO (neustálený výpočet).
- Jaký by byl průsak při ustáleném stavu nasycení materiálu na začátku povodně (povodeň po dlouhotrvajících deštích),
- Posouzení filtrační stability PPO (sufoze).

Pro posouzení byl využit dvourozměrný neustálený model proudění podzemní vody SEEP/W kanadské společnosti GEOSLOPE (číslo licence #100375, Pavel Fosumpaur), který umožňuje simulaci průsakových poměrů jako funkci času během návrhové povodňové vlny.

2. Použité podklady

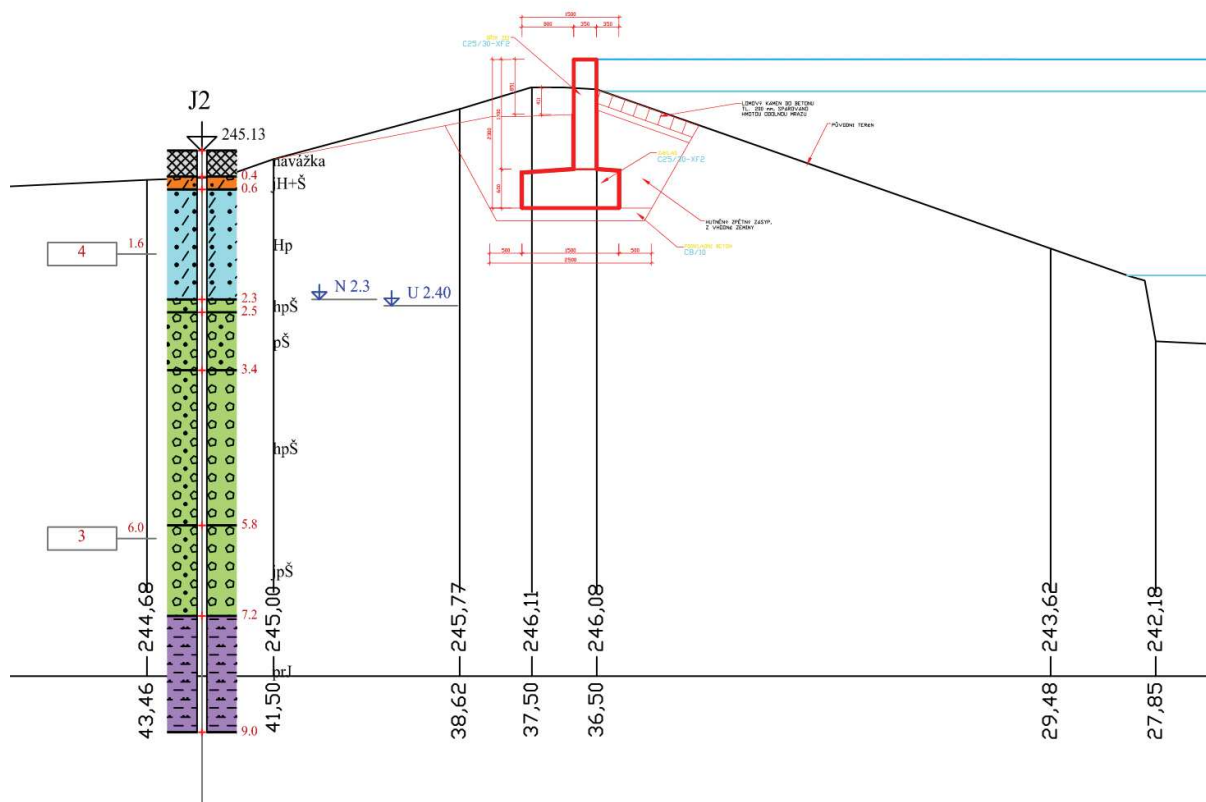
Pro zpracování matematického modelu průsaku podloží PPO byly využity zejména tyto základní podklady:

- Bečva, Hranice – PPO města. Dokumentace ke stavebnímu povolení. Zadaný příčný řez č. 6 v linii PPO. Dopravoprojekt Brno a.s., v přípravě,
- PPO Bečva, Podrobný inženýrsko-geologický a geofyzikální průzkum. Závěrečná zpráva. GEOTest, a.s., Brno, prosinec 2012.
- Bečva, Teplice – suchá nádrž. VH řešení suché nádrže Teplice. Poyry Environment a.s., Brno březen 2012.

2.1 Geologické a hydrogeologické podklady

Výchozím podkladem pro simulaci průsaků byly závěry inženýrsko-geologického a geofyzikálního průzkumu (GEOtest a.s., 2012). Průzkum zmapoval podloží prostřednictvím sedmi jádrových vrtů a geofyzikálního průzkumu. Pro posouzení režimu podzemních vod během návrhové povodně byl objednatelem vybrán profil č. 6 v km 0,233. Předmětem posouzení je PPO na levém a pravém břehu.

Na levém břehu v km 0,233 (profil č. 6) je PPO tvořeno opěrnou nábrežní zdí podle obr. 1. Opěrná zeď je vybudována jako navýšení stávající ochranné hráze. Koruna opěrné zdi je na úrovni 246,54 m n. m., která odpovídá úrovni hladiny při průtoku Q_{50} po transformaci plánovaným poldrem Teplice.



Obr. 1 Levý břeh Bečvy v km 0,233.

Na pravém břehu v km 0,233 (profil č. 6) je PPO tvořeno také opěrnou nábrežní zdí podle obr. 2. Opěrná zeď má korunu v úrovni 247,04 m n. m. a poskytuje ochranu na průtok Q_{50} s bezpečnostním převýšením 0,5 m.

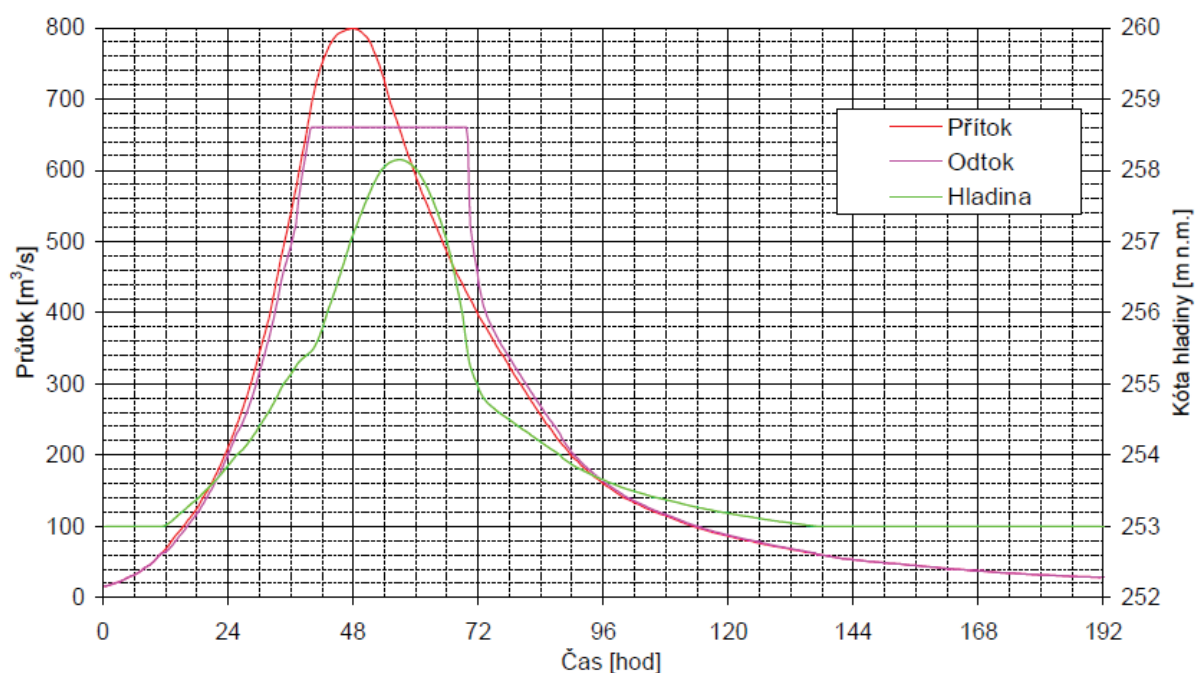
Podloží na levém a pravém břehu bylo zmapováno prostřednictvím jádrových vrtů J2, resp. J5.

Poznámka:

- součinitel propustnosti pro svrchní vrstvu navážky je volen na stranu bezpečnosti vyšší, než by odpovídalo zatřídění zeminy.
- Nepropustné jílovité podloží neogénu bylo zastiženo na levém břehu v hloubce 7,2 m a na pravém břehu v hloubce 7,5 m pod terénem.

2.2 Hydrologické podklady

Pro posouzení průsaku podloží PPO byl využit neustálený matematický model proudění podzemní vody SEEP W. Nutným vstupem je znalost průběhů hladiny návrhové povodně v Bečvě. Návrhová povodeň byla převzata z vodohospodářského řešení plánované suché nádrže Teplice (Poyry Environment a.s., 03/2012). Z uvedeného podkladu byla převzata transformace povodňové vlny PV50, která je transformována na odtok $Q=660 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Celková doba povodně v Hranicích je potom cca 7 dnů. Doba zatížení PPO návrhovým průtokem je cca 30 hodin.



Obr. 3 Hydrogram návrhové povodně PV50 – pro zatížení PPO je převzat průběh odtoku ze suché nádrže Teplice (fialovou barvou).

3. Metodika řešení průsaku PPO a podloží

Pro analýzu proudění v podloží PPO byl využit 2D matematický model SEEP W kanadské společnosti GEO-SLOPE International Ltd. Produkt patří k celosvětově nejpoužívanějším a vyznačuje se dobrou stabilitou a robustností.

Program SEEP W řeší proudění podzemní vody metodou konečných prvků a umožňuje výpočet jak v ustáleném, tak v neustáleném režimu. Dále umožňuje výpočet nasyceným a nenasyčeným půdním prostředím. Pro analýzu průsaku v rámci akce PPO Bečva, Hranice byl využit přístup nenasyčeného neustáleného proudění, kdy neustálená okrajová podmínka byla dána právě průběhem návrhové povodně. Tento přístup umožňuje plně vystihnout propagaci povodňové vlny zemním prostředím v závislosti na čase. Výsledky jsou pak spolehlivější a odpovídají lépe realitě, než při využití ustáleného nasyceného modelování.

Řešené varianty:

Pro oba břehy v km 0,233 byl průsak vyřešen pro následující stavy:

1. Neustálený výpočet – zatížení návrhovou povodní dle odtoku ze suché nádrže Teplice s kulminací hladiny na úrovni koruny navrženého PPO.
2. Ustálený výpočet – plné nasycení podloží a zatížení hladinou na koruně PPO.

Počáteční hladina podzemní vody při neustáleném výpočtu byla zvolena na kótě 243,20 m n. m. Tomuto stavu odpovídá ustálená hladina podzemní vody v průzkumných vrtech.

4. Výsledky řešení

4.1 Levý břeh - příčný profil 6 v km 0,233

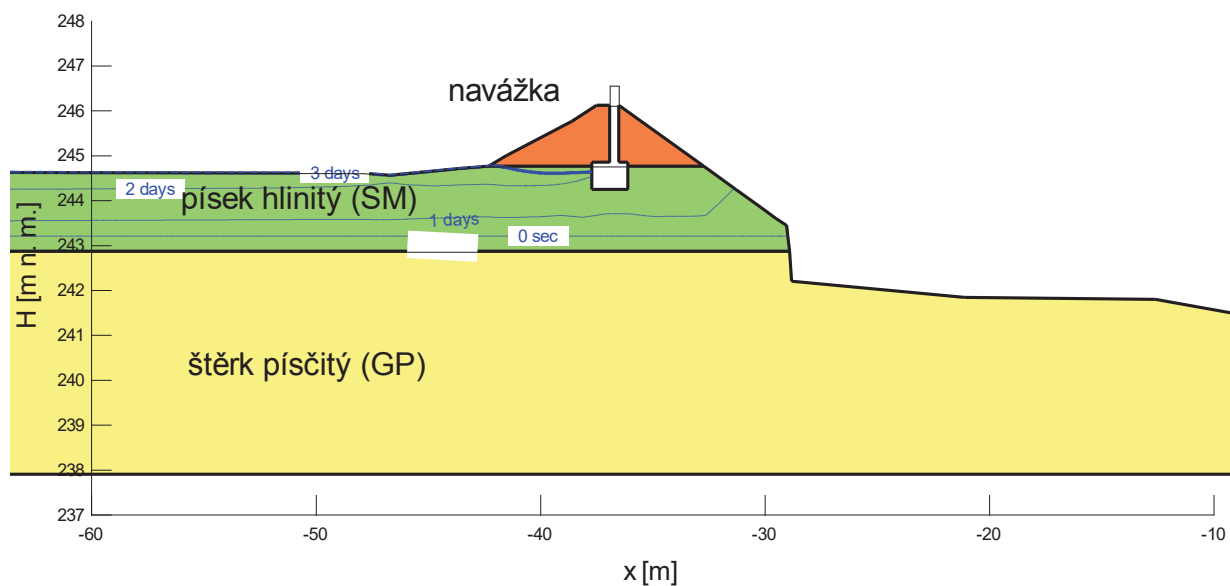
4.1.1 Neustálený výpočet

Podloží pro výpočet bylo převzato z vrtu J2.

Během návrhové povodně dojde pouze k vyvzlínání průsaku na terén podloží hlinito-písčitou vrstvou. Velikost průsaku je zanedbatelná: $0,037 \text{ l.s}^{-1}$ na 1m linie PPO.

Sufoze vzhledem k charakteru hlinitého písku nehrozí.

Prolomení svrchní krycí vrstvy nenastane, protože maximální vztlak, který se aktivuje na její bázi je 3,4 m vodního sloupce a mocnost krycí vrstvy je 1,9 m zeminy.



Obr. 4 LB - Propagace podzemní vody do chráněného území podloží při průchodu povodně PV50 v čase.

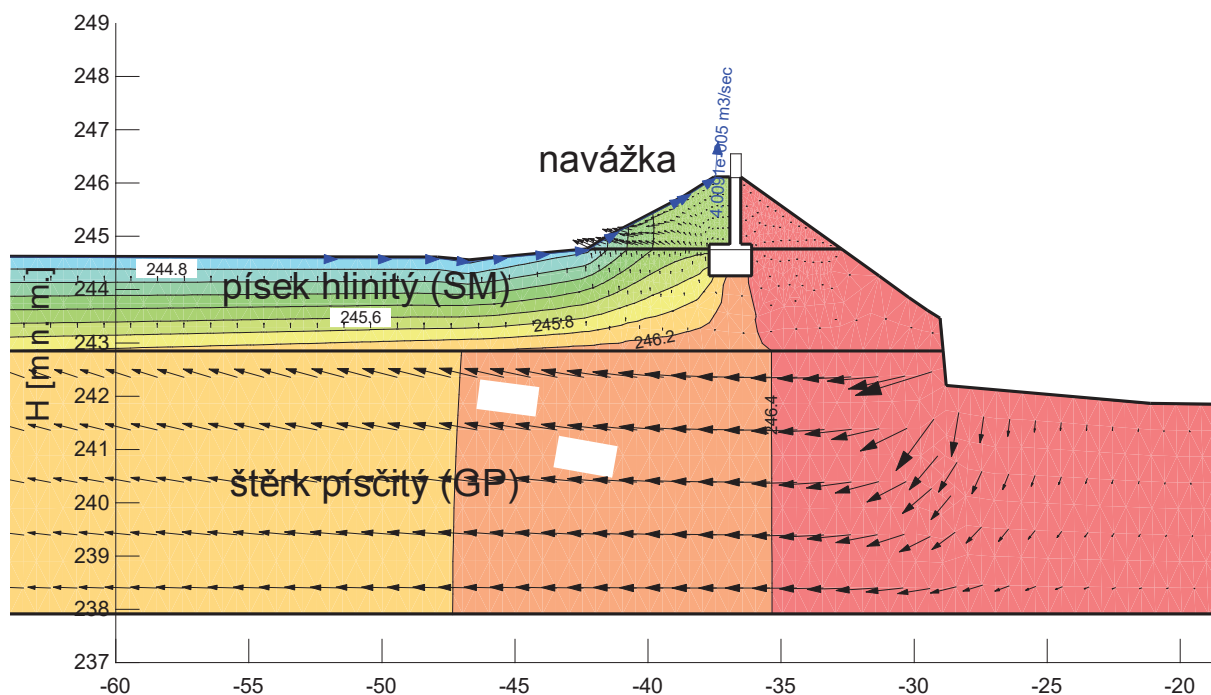
4.1.2 Ustálený výpočet

Podloží pro výpočet bylo převzato z vrtu J2.

Výpočet je proveden pro plné nasycení podloží.

Průsak při hladině na koruně PPO (246,54 m n. m.) je $0,040 \text{ l.s}^{-1}$ (obr. 5).

Průsaky jsou tedy zanedbatelné.



Obr. 5 Levý břeh, ustálený stav pro hladinu na koruně PPO. Izolinie distribuce piezometrické výšky.

4.2 Pravý břeh - příčný profil 6 v km 0,233

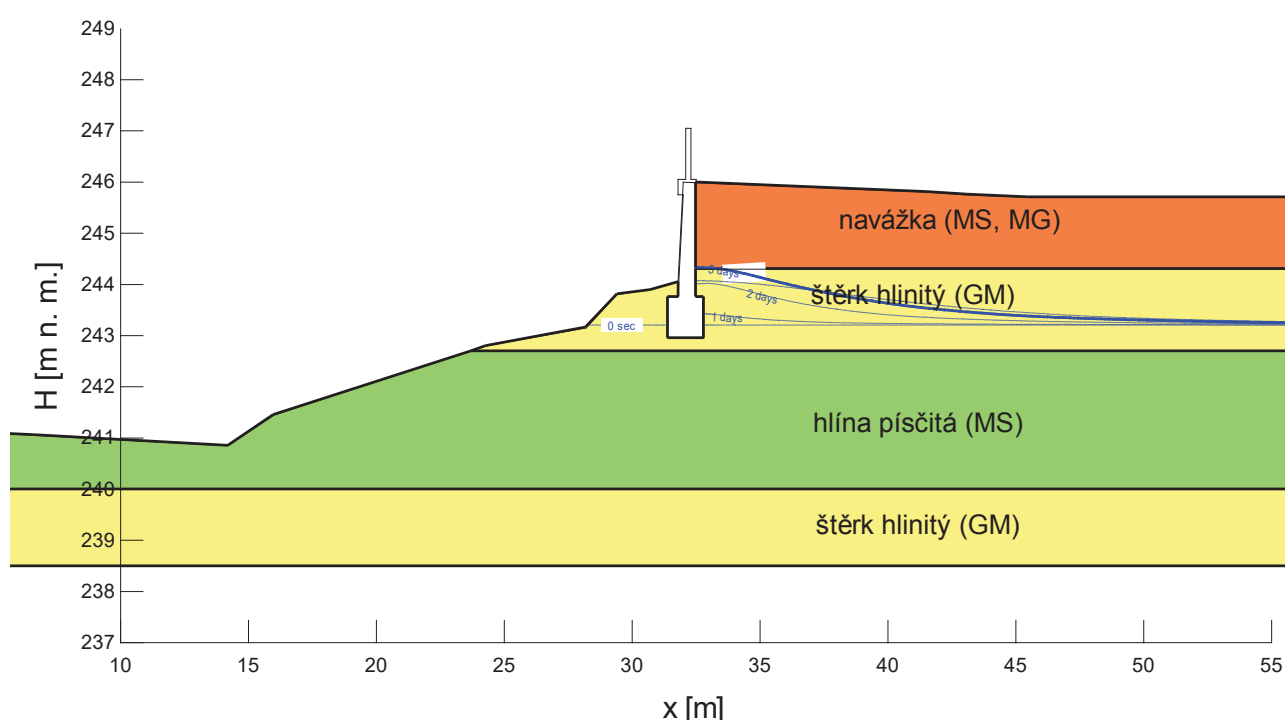
4.2.1 Neustálený výpočet

Podloží pro výpočet bylo převzato z vrtu J5.

Během návrhové povodně nedojde k průsaku na terén. Důvodem je poměrně malá propustnost podložních vrstev, protože podložní písky a šterky jsou zahliněné.

Sufoze vzhledem k absenci průsaku nehrozí.

Prolomení svrchní krycí vrstvy nenastane, protože přetížení svrchních vrstev je výrazně vyšší než vztlak.



Obr. 6 PB - Propagace podzemní vody do chráněného území podložím při průchodu povodně PV50 v čase.

4.2.2 Ustálený výpočet

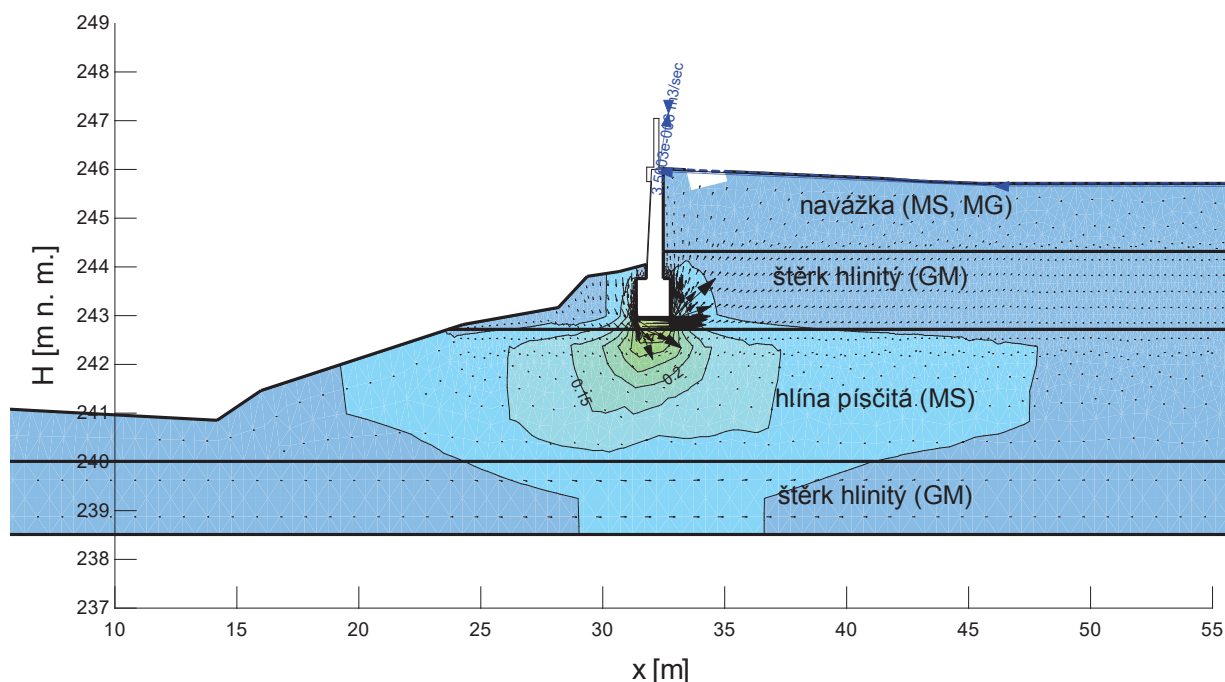
Podloží pro výpočet bylo převzato z vrtu J5.

Výpočet je proveden pro plné nasycení podloží.

Průsak při hladině na koruně PPO (247,04 m n. m.) je $0,004 \text{ l.s}^{-1}$ (obr. 5).

Průsaky jsou tedy zanedbatelné.

Hydraulický gradient v prostoru základové spáry opěrné zdi je maximálně 0,4. Vzhledem ke skutečnosti že průsaky jsou zanedbatelné, nehrozí při daném hydraulickém gradientu vznik sufoze.



Obr. 5 Levý břeh, ustálený stav pro hladinu na koruně PPO. Izolinie hydraulického gradientu.

5. Závěr

Cílem analýzy bylo posouzení průsaku linií nově navrženého PPO na toku Bečva v Hranicích. Provedená analýza dospěla k těmto závěrům:

- 1) Na levém břehu Bečvy v zadaném řezu v km 0,233 je nábrežní zeď založena v linii stávající ochranné hráze sypané z písčité hlíny s příměsí štěrku. V podloží se nachází 1,9 m mocná vrstva hlinitého písku s velmi malou propustností. Během návrhové povodně dojde k vyvzlínání průsaku k terénu chráněného území. Hodnota průsaku je však zanedbatelná a činí pouze $0,040 \text{ l.s}^{-1}$ na 1 m linie PPO. Sufozní jevy s ohledem na hydrogeologické vlastnosti podloží nenastanou.
- 2) Na pravém břehu Bečvy v zadaném řezu v km 0,233 je PPO tvořeno také nábrežní zdí, která je založena ve vrstvě hlinitého štěrku. Nadloží je tvořeno navážkou charakteru písčité hlíny s příměsí štěrku. Analýza dospěla k poznatku, že během návrhové povodně nedojde k průsaku podzemní vody k terénu chráněného území. Při předpokladu plně nasyceného podloží po dlouhodobých deštích je průsak zanedbatelný ($0,004 \text{ l.s}^{-1}$ na 1 m linie PPO). V úrovni základové spáry opěrné zdi se aktivuje hydraulický gradient 0,4, který s ohledem na zanedbatelný průsak neznámá nebezpečí sufoze.

V Brozanech nad Ohří, dne 11. března 2018

doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur