

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

1.1 Identifikačné údaje o zámeru

Názov zámeru:	Váh – zvýšenie úrovne protipovodňovej ochrany územia v rkm 122,674 – 161,905; I. etapa: Dotesnenie PSOH Váhu, rkm 151,800 – 158,400
Kraj:	Trenčiansky
Okres:	Trenčín
Katastrálne územie:	Ivanovce, Melčice, Zemianské Lieskové, Rozvadze, Veľké Bierovce
Účel zámeru:	Zaistenie bezpečnosti protipovodňovej hrádze na pravom brehu Váhu medzi Váhom a Biskupickým derivačným kanálom a zvýšenie úrovne protipovodňovej ochrany.
Charakter zámeru:	rekonštrukcia
Dátum spracovania:	február 2026
Vlastník vodného diela:	Slovenská republika
Správca vodného diela:	SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, š. p. Karloveská 2 841 04 Bratislava
Výškový systém:	Balt po vyrovnaní / B.p.v. /
Súradnicový systém:	S–JTSK

1.2 Identifikačné údaje o objednávateľovi:

Názov investora:	SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, š. p.
Sídlo investora:	Karloveská 2, 841 04 Bratislava
Telefón:	ústredňa: +421
IČ:	36022047

1.3 Identifikačné údaje o spracovateľovi dokumentácie

Názov spracovateľa:	AQUATIS a.s.
Sídlo spracovateľa:	Botanická 834/56, 602 00 Brno, okres Brno – mesto
Telefón:	ústredňa: +420 541 554 111, +420 241 440 414
IČ:	46347526

DIČ: CZ 46347526

Kontakt: Ing. Michael Trnka, CSc. – HIP

2 POUŽITÉ PODKLADY

- [1] NÁVRH LOKALIZÁCIE A PARAMETROV PTS OCHRANNEJ HRÁDZE VÁHU V ÚSEKU TRENČÍN-PIEŠŤANY V KM 122,374 AŽ 161,905 Podrobné posúdenie s následným návrhom lokalizácie a parametrov PTS pre OH v km 4,1-10,7 Biskupského kanála — pod VE Kostolná, CABEXs.r.o., 12/2022
- [2] Hydrologické údaje, SHMÚ, 02/2026
- [3] doplnkový geologický prieskum, Sarik MV s.r.o., 01/2026
- [4] geodetické zameranie, Ing. Skovajsík, 02/2026
- [5] podklady z archívu zadávateľa
- [6] prehliadka miesta zámeru
- [7] vlastná fotodokumentácia

3 SÚČASNÝ STAV

3.1 Hydrologické údaje

dopsat

3.2 Stav územia zámeru

3.2.1 Technický popis

Informácie sú prevzaté z [1]. Celková dĺžka kanálov od hate Trenčianske Biskupice (km 161,905) až po sútok odpadného kanála Horná Streda s riekou Váh je 38 km. Súčasťou predmetného úseku sú nasledovné úseky odpadných kanálov, realizovaných v súbehu s POH Váhu:

- odpadový kanál (ďalej OK) VE Kostolná (úsek Váhu od rkm151,800 po 158,400)
- OK VE Nové mesto nad Váhom (úsek Váhu od 134,400 - 143,380)
- OK VE Horná Streda (úsek Váhu od rkm 122,674 po 128,724)

Odpadný kanál Kostolná medzi km 4,8 — 11,6, v dĺžke 6,8 km, ktorý je predmetom zámeru, má priemerný pozdĺžny sklon 0,02 %. VE Kostolná sa nachádza v km 4,8 odpadného kanála. Na VE sú inštalované dve kaplánove turbíny s hľtnosťou $2 \times 90 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. VE je riadená z hydroenergetického dispečingu v Trenčíne. Odpadný kanál je vyhlíbený pod úrovňou terénu a svahy sú opevnené betónovou dlažbou v rozsahu rozkvyu hladín počas prevádzky na VE.

Prevádzkové údaje

- max prevádzková hladina 191,94 m.n.m.
- min prevádzková hladina 189,44 m.n.m.
- max odtok na VE Kostolná — $190 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$
- min zostatkový prietok vo Váhu je $10 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

Objekty na odpadnom kanáli

- Oceľový most nosnosť 13 t v km 5,254 + vodovodné potrubie DN 600+ súbeh poľrubia s POH Váhu
- Oceľový most + plynovod (DN 300, PN=2,514 MPa) v km 9,041 + súbeh s POH Váhu

Ochranné hrádze Váhu sú vybudované zo štrkopiesčitých materiálov zo zahumusovaným a zatravneným povrchom. Inundačné územie (medzihrádzový priestor medzi hrádzou a starým korytom Váhu) je silne zarastený vegetáciou, čo výrazne ovplyvňuje výšku hladiny pri povodňových prietokoch.

3.2.2 Stručná charakteristika geologických pomerov

Informácie sú prevzaté z [1]. Inžiniersko—geologické môžeme hodnotiť na základe dokumentácie realizovaných a archívnych vrtov, laboratórnych a poľných (penetračných) skúšok čerpaných z podkladov [1] a [2].

Povrchovú vrstvu tvorí humusová vrstva do 0,2 m a štrková navážka (konštrukcia poľnej cesty) mocnosti do 1m. Navážky prechádzajú do fluviálnych sedimentov, ktoré sú zastúpené fáciou povodňových holocénných náplavov, ktoré sú väčšinou zastúpené jemnozrnnými zeminami hrúbky do 1,5 m.

Od hĺbky 0,5-2,5 m začína poloha fluviálnych štrkov korytovej fácie, štrky sú strednozrnné s veľkosťou dobre opracovaných valúnov do 5-7 cm, ojedinele sa vyskytujú zrná do 10-15 cm. Možno ich klasifikovať prevažne ako štrk zle zrnený so symbolom GP až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy so symbolom G-F, miestami sa vyskytujú štrky zrnené so symbolom GW. Štrky sú podľa výsledkov dynamických penetračných skúšok stredne uľahnuté až uľahnuté, pričom v polohách porušených sufóziou sú nakyprené. Báza štrkov sa nachádza v úrovni 9-14,5 m.

Predkvartérne podložia tvoria sedimenty neogénu zastúpené jemnozrnnými sedimentami, miestami charakteru ílov a siltov.

3.2.3 Stručné charakteristika hydrogeologických pomerov

Informácie sú prevzaté z [1]. Vymedzená oblasť sa nachádza v rajóne VH 10 s plochou 68,3 km² s bilančným profilom „Váh pod VN Sĺňava“.

V zmysle Nariadenia vlády SR č. 452/2019 Z z. ktorým sa mení a dopĺňa NV SR č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd je časť hydrogeologického rajónu [VH 10 a HV30] súčasťou väčšieho kvartérneho útvaru SKI 000500P „Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov“.

V útvare podzemnej vody SK1000500P sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä aluviálne a terasové štrky, piesčité štrky, piesky, glacifluviálne sedimenty, proluviálne sedimenty stratigrafického pleistocén — holocén.

V hydrogeologickom čiastkovom rajóne HV-10 je priemerný rozsah hrúbky zvodnencov <10 m.

Vymedzenie najvýznamnejšieho hydrogeologického čiastkového rajónu VH 10 je podmienené predovšetkým priestorovou kontinuitou hlavného kolektora podzemných vôd kvartérnych štrkopieskových sedimentov dnovej akumulácie Váhu, ktorú tvorí samotná niva Váhu. Kolektor podzemnej vody je tvorený riečnymi štrkopiesčitými sedimentami a priepustnosť je výlučne medzizrnová s voľnou hladinou. Valúny štrku tvoria prevažne granitoidy, vápence a pieskovce, menej kremence, kremité pieskovce a kryštalické bridlice. Valúny sú veľmi dobre opracované a vytriedené.

Prevládajúca je frakcia s valunami Ø 2 - 5 cm, miestami na báze s Ø 10 - 25 cm, ojedinelé aj balvany Ø 25 - 50 cm. Piesčitú výplň tvorí piesok stredne až hrubozrnný s obsahom 30-60 %, miestami sú tenšie polohy strednozrnného piesku s prímесou štrku. Hrúbka štrkopiesčitej dnovej akumulácie je 2 - 16 m, ojedinelé až 27 m. Priemerná hrúbka kolektora na základe štatistického spracovania údajov z hydrogeologických vrtov je 7,3 m. Podloží štrkopieskov v prevažnej časti územia čiastkového rajónu VH 10 tvoria neogénne íly, ílovce a ílovité bridlice, ktoré z hydrogeologického hľadiska považujeme za izolátor (Mlynarčík, 1998). Charakteristickým profilom aluviálnej nivy sú povodňové hliny malých mocností, nasledujú piesky zahlinené s prechodom do štrkopiesčitých sedimentov ktoré tvoria hlavný kolektor podzemnej vody.

Kolektor je trvalo zvodnený a je v hydraulickej spojitosti so starým korytom Váhu. Významným hydrologickým i hydrogeologickým prvkom je umelý prírodný i odpadový kanál. Úroveň hladiny povrchovej vody v kanáloch sa nachádza vyššie alebo nižšie ako úroveň hladiny vo Váhu. Koryto Váhu i kanálov je zakolmatované, preto sa tu prejavujú hladinové

skoky. Ohraničenie kolektorských štrkopieskov zhora považujeme za polopriepustné, ohraničenie voči podložiu v prevažnej čaš' územia za nepriepustné, len v miestach, kde podložie štrkov tvoria priamo karbonáty mezozoika za polopriepustné. Vsakovanie povrchových vôd bočných prítokov Váhu do štrkového kolektora je lokálne preukázané a môže tvoriť podmienku $Q = \text{konšt.}$ (Mlynarčík, 1998).

Generálny smer prúdenia podzemných vôd v aluviálnej nive je viac-menej paralelný s priebehom hlavného toku, pričom rieka Váh podzemné vody vo vymedzenej oblasti drénuje. Kvartérne fluvialne štrky dnovej akumulácie Váhu v úseku od hate Biskupice po Beckov majú priemernú hrúbku 9,7 m a priemerná hrúbka zvodne je 7 m. Zo 78 archívnych dokumentačných bodov bola zistená špecifická výdatnosť vrtu od 0,04 do 68 $\text{ls}^{-1}\text{m}^{-1}$. Priemerná merná výdatnosť vrtu v danom území je 10,7 $\text{ls}^{-1}\text{m}^{-1}$. Bodové hodnoty koeficientu filtrácie sa pohybovali v rozmedzí od $1,1 \cdot 10^{-4}$ po $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$ s priemernou hodnotou $k_f = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$. Hodnota koeficientu prietochnosti bola stanovená len na 16 dokumentačných bodoch - v rozpätí $2,0\text{--}7,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$. V areáli Agrochemického podniku Trenčianske Bohuslavice bola stanovená hodnota účinnej pórovitosti 0,18 a rýchlosť prúdenia podzemnej vody na 0,8 - 1,3 m/deň. Priepustnosť štrkov v uvedenom kolektore je silná.

3.2.4 Dotknuté ochranné pásma a chránené územia

Informácie sú prevzaté z [1]. Záujmové územie nie je súčasťou ani nehraničí s chráneným územím, v súčasnosti platí na plochách v zmysle zákona NR SR č. 543/2002 o ochrane prírody a krajiny 1. stupeň ochrany. Navrhované opatrenia sa zároveň dotýkajú nasledovných ochranných pásiem (v rámci súbehu resp. križovania s tokom):

- Plyn VTL — OP — 4m od kraja poľrubia
- Miestnej komunikácie — 15 m od osi miestnej komunikácie (v správe obce)
- Cesta I. triedy 50m od osi komunikácie
- Káblové vedenia (ozn. káble) — 1,5 m od krajného kábla
- Ochranné hrádze — 10 m od vzdušnej päty hrádze
- Vzdušné vedenia VN 22 kV — 10 m od krajného vodiča
- Vzdušné vedenia NN 1 m od krajného vodiča
- Vodovod DN 600 - 2,5 m od osi potrubia

3.3 Výsledky posúdení a zhodnotení jestvujúceho stavu

publikované v podkladu [1]

3.3.1 Pravostranná ochranná hrádza

Pre zhodnotenie hladinového režimu pri povodňovom prietoku Q₁₀₀ pre súčasný stav bol vykonaný hydrotechnický výpočet hladinového režimu. Výpočet bol vykonaný s ohľadom na bezpečnosť hrádze pri jestvujúcom bezpečnostnom prevýšení a zároveň ako východiskový stav pre stanovenie max hydrodynamického.

Na základe výpočtu môžeme konštatovať, že v pozdĺžnom profile hrádzi sa nachádzajú zníženiny s nedostatočnou úrovňou ochrany a lokálne hrozí preliatie hrádzí, na ľavej strane. V čase realizácie ochranných hrádzí bol medzihrádzový priestor bez výraznejšej vegetácie, z veľkej časti bol tvorený len trávnatým porastom. Na uvedený stav bola navrhovaná aj výšková úroveň ochrany. Postupne sa rozširoval podiel vegetácie (väčšinou tvorenej náletovými drevinami). Nárast drsnosť v medzihrádzovom priestore viedol k zvyšovaniu hladiny pri zvýšených prietokoch na úkor bezpečnostného prevýšenia a pri prietoku Q₁₀₀ by už v jestvujúcom stave dochádzalo k lokálnemu preliatiu ochranných hrádzí. Prelievanie hrádze by pri dlhšom pôsobení počas povodňovej situácie viedlo k deštrukcii ochrannej hrádze a zaplaveniu okolitého územia. Pre zaručenie bezpečnej funkcie ochrannej hrádze (ďalej OH) odporúčame čiastočnú reguláciu vegetácie, aby nedochádzalo k prekročeniu prípustnej drsnosti. Pri prípadnom odstraňovaní vegetácia je potrebné ponechať povrchové hlinité nepriepustné vrstvy, ktoré čiastočne plnia funkciu prirodzeného tesniaceho koberca.

3.3.2 Odpadný kanál VE Kostolná

Geologická stavba záujmového územia je charakteristická vysokou náchylnosťou na vnútornú sufóziu. Pri opakovanom hydrodynamickom namáhaní prevádzkou VE Kostolná, najmä vplyvom kolísania max a min hladiny je pravdepodobné, že dochádzalo k vyplavovaniu jemnozrnných častíc z bezprostredného okolia podložia opevnenia svahov OK. Riziko sa zvyšuje pri zvýšení hydrodynamického namáhania vplyvom zvyšovania hladiny v starom Váhu počas povodňových prietokoch.

Následne v roku 2017 v dôsledku kombinácie zníženia hladiny v Biskupickom kanáli cca 1,0 - 1,5 m pod min prevádzkovú hladinu (v dôsledku odstávky na VE) za súčasného prepúšťania povodňového prietoku do starého koryta cca 900 m³s⁻¹ (podľa meraní na hati — zodpovedá prietoku Q₁), došlo pravdepodobne k prekročeniu kritických gradientov a následne k lokálnym poruchám (zosuvom). Predpokladáme že poruchám na svahu OK predchádzalo porušenie filtračnej stability vplyvom prekročenia kritických hydraulických gradientov.

Copyright © AQUATIS a.s.

Rozdiel hladín v starom koryte Váhu a hladiny v Biskupskom kanáli predstavoval 5,7-7,5 m. Najvýraznejšie prekročenie prípustných gradientov sa prejavilo v úsekoch kde je najmenšia vzdialenosť medzi korytom Váhu a OK medzi km 4,850-8,500. V týchto úsekoch sa vypropagovali aj jednotlivé poruchy (zosuvy) na ľavostrannom svahu odpadného kanála. Nestabilita svahov OK pri danom stave potvrdili aj geotechnické výpočty.

Nakoľko úroveň hladiny v medzihrádzovom priestore bola len v úrovni terénu, neprejavili sa priesaky cez hrádzu, príp. zamokrenie pri päte hrádzce.

3.3.3 Posúdenie súčasného a navrhovaného stavu

Okrem situácie z roku 2017 sa posudzoval stav pri povodňovom prietoku Q_{100} v starom koryte Váhu a min a max prevádzkovej hladine v odpadnom kanáli.

Na posúdenie filtračnej stability telesa a podložia hrádzce bol použitý program Geo-Studio, modul Geo-Flow. Použitá výpočtová metóda umožnila podrobne analyzovať parametre nestacionárneho filtračného prúdenia v riešenej oblasti.

Súčasný stav prakticky v celom úseku nespĺňa požiadavky na prípustné parametre filtračnej stability počas povodňového prietoku Q_{100} a súčasne pri min prevádzkovej hladine a v niektorých úsekoch ani pri kombinácii prietoku Q_{100} a max prevádzkovej hladiny v OK. V súčasnom okrem stave možnosti ďalších porúch na PK vplyvom porušenia filtračnej stability hrozí aj porušenie vplyvom priesakov resp. preliatie povodňovej ochrannnej hrádzce (ďalej POH) v lokálnych zníženinách. Preliatie resp. porušenie hrádzí by malo následok zaplavenie pomerne veľkého územia vrátane veľkých aglomerácií.

Na zhoršenie situácie oproti minulosti vplýva aj fakt, že vplyvom výrazného zvýšenia drsnosti došlo k navýšeniu hladiny pri prietoku Q_{100} a tým aj k zvýšeniu max hydrodynamického namáhania.

Predmetom posúdenia bol vplyv hydrodynamického namáhania na filtračnú stabilitu v podloží hrádzce a pri odpadnom kanáli. Pri tomto stave sa pri niektorých prípadoch na rozdiel od roku 2017 prejavuje aj priesak cez hrádzu ako aj zamokrenie päty hrádzce. Počítalo sa z dĺžkou trvania povodne do 24 hod. Rozdiel hladín v starom koryte Váhu a hladiny v Biskupickom kanáli v úseku najviac dotknutého poruchami na OK predstavoval 8,6 - 9,1 m. Počas priesakov hrozí vyplavovanie materiálu z telesa hrádzce, čo bude mať za následok zvyšovanie rýchlosti. Pri dlhšom trvaní hrozí pretrhnutie samotnej hrádzce, vplyvom porušenia filtračnej stability ochrannnej hrádzce.

Na posúdenie filtračnej stability telesa a podložia hrádze bol použitý program Geo-Studio, modul Geo-F10w. Použitá výpočtová metóda umožnila podrobne analyzovať parametre nestacionárneho filtračného prúdenia v riešenej oblasti.

Z analýzy výpočtov vyplýva, že v súčasnom stave bez opatrení dochádza pri posudzovaných stavoch k prekročeniu kritických gradientov pre filtračnú stabilitu pri OK. Ďalšími rizikovými faktormi okrem filtračnej stability v dôsledku vzniku vnútornej sufózie, je riziko podmáčania vzdušného svahu a výronové plochy na vzdušnom svahu POH. Pri všetkých stavoch pri posudzovaní vychádzame z predpokladu, že teleso hrádze je priamo prepojené s priepustným podložím (nenachádza sa na kontakte hrádze s podložím sa nenachádza nepriepustná vrstva).

Primárne bolo predmetom posúdenia návrh lokalizácie a parametrov PTS vzdialenosti koryta Váhu a OK mali vplyv na gradienty aj vzájomná výšková úroveň dna kanála a Váhu a z toho vyplývajúci rozdiel hladín ako aj geologické a hydrogeologické pomery v predmetnom úseku.

Na modelovanie prúdenia podzemných vôd bol použitý program MODFLOW a PEST v trojrozmernom modelovom prostredí. Účelom modelu prúdenia podzemných vôd bolo posúdenie existujúceho prúdenia podzemných vôd počas rôznych stavov hladín v starom koryte Váhu a v OK. Pri bežnej prevádzke sa preukázalo výrazné drénovanie územia korytom Váhu.

Samostatne sa posudzoval vplyv navrhovaných opatrení na vývoj hydraulických gradientov pri OK, pod POH resp. pri päte svahu OH pre posúdenie filtračnej stability (príloha: »Posúdenie bezpečnosti svahu a dna OK pod Kostolná pri extrémnom hydrodynamickom namáhaní a návrh opatrení«), a vplyv na prúdenie a vývoj hladín podzemných vôd v záujmovom území »Posúdenie a lokalizácia parametrov PTS pre ochrannú hrádzu v km 4,1-10,7 Biskupického kanála- pod VE Kostolná«).

4 NAVRHOVANÉ ÚPRAVY

Z urobených výpočtov a analýz je zrejmé, že základnou potrebou pre splnení zadání a účelu zámeru je predĺženie priesakovej dráhy v profile ochrannej hrádze a tým zníženie gradientov filtračnej rýchlosti a zabezpečenie filtračnej stability. Ďalej pri priechodu veľkej vody vo Váhu je potrebné zabrániť výronu vody na vzdušnej päte hrádze. Okrem týchto opatrení je nutné vyrovnanie koruny hrádze na kolaudovaný stav. Uvedené zadanie je možno spĺňať dvomi spôsobmi, ktoré sú popísané ďalej.

4.1 Tesniace steny tvorené baranenými štetovými stenami

Tento návrh riešenia vychádza z podkladu [1]. Na základe uvedených požiadaviek sú navrhované nasledovné opatrenia:

- úprava, resp. navýšenie koruny ochranných hrádzí pre realizáciu
- podzemná tesniaca stena (ďalej iba PTS) (rozsah podľa podrobného zamerania)
 - votknutá PTS realizovaná z koruny hrádze
 - zavesená PTS realizovaná z koruny hrádze
- Vonkajšia drenáž s filtrom a ochranným prísypom
- Sanácia svahov odpadného kanálu v rozsahu porúch realizáciou filtra na zamedzení vyplavovania so stabilizačnou vrstvou z lomového kameňa

Nakoľko nebolo preukázané riziko vzniku vnútornej sufózie vplyvom priesakov podloží hrádze nie je potrebné z uvedeného dôvodu zníženie gradientov predĺžením priesakovej dráhy resp. úplným utesnením podložia PTS. Sú navrhované dve alternatívy utesnenia.

4.1.1 Podzemná tesniaca stena

Pri podzemnej tesniacej stene budovanej z koruny hrádze sa eliminujú všetky negatívne vplyvy, ktoré boli preukázané v kritických úsekoch. Jedná sa o kombináciu votknutej a zavesenej PTS. Votknutá PTS je zapustená min 1 m do neogénu. Pri zavesenej sa jedná o úroveň spodného okraja cca 3,0 m nad úrovňou neogénu. PTS je navrhovaná v úsekoch kde sa koryto Váhu približuje k OK.

Za najkritickejšie považujeme úseku medzi km 6,7 - 8,5 OK a km 4,85 - 5,85 OK (pod VE Kostolná). V km 6,7 - 8,5 bola celková dĺžka optimalizovaná s ohľadom na kritickú vzdialenosť pre neprekročenie kritického gradientu. V strednej časti v km 7,4 - 7,75 sa navrhuje zavesená PTS, nakoľko pri súvislej votknutej stene by došlo pri bežnej prevádzke k vzdutiu hladiny podzemnej vody (ďalej HPV) medzi POH a OK až o 1,3 m. Pri navrhovanej kombinácii sa vzdutie obmedzí na 0,4 m, čo považujeme za prípustné.

V km 4,85 - 5,85 je časť medzi km 4,85-5,35 v dĺžke 500 (v mieste výskytu porúch) viazaná na výskyt materiálových jám, ktoré sa nachádzajú v blízkosti POH a plnia funkciu koryta Váhu.

V predmetnom úseku nemá votknutá PTS vplyv na hladinu podzemnej vody počas prevádzky.

Pri úseku v 9,5 - 10,4 navrhujeme zavesenú PTS. Uvedený úsek považujeme za menej kritický nakoľko kritické gradienty sú dosahované až pri prietoku Q_{100} a len pri min prevádzkovej hladine resp. pod min hladinou v odpadovom kanáli.

Celková výmera PTS:

- votknutá PTS (1 000 m x 14 m) + (1 450 m x 18) = 40 100 m²
- zavesená PTS (350 m x 14 m) + (900 m x 14 m) = 17 500 m²

Podzemnú tesniacu stenu navrhujeme v osi hrádze realizovanou z koruny technológiou usmernenej tryskovej injektáže v min hrúbke 0,3 m so vzdialenosťou jednotlivých vrtov 1 m. Pred zahájením prác bude na mieste urobený pokus, podľa ktorého budú stanovené injekčné tlaky, aby bolo zaistené prepojenie jednotlivých lamiel tryskovej injektáže.

Koruna hrádze bude zrovnaná (vrátane odstránení humóznej vrstvy v hrúbke 0,15 - 0,35m), na požadovanú niveletu kolaudovaného stavu hrádze. Koruna bude spevnená pre pohyb mechanizmov a pri následnej realizácii PTS.

Pred realizáciou sa v trase PTS vyhlíbi pozdĺžna ryha hĺbky 0,6 m a šírky 0,5 m, na zachytávanie spätnej zvyškov suspenzie z jednotlivých vrtov tryskovej injektáže. Spätná suspenzia sa následne bude odčerpávať do rýh šírky 2,0 m a hĺbky 2,0 m vykovaných pozdĺž návodného svahu hrádze pre definitívne uloženie zvyškov suspenzie.

Zemina z rýh sa rozdelí na odstránenie ornice, ktorá sa uloží vedľa ryhy a zeminu ktorá sa využije na presypanie rýhy na korune hrádze, resp. opravu komunikačných trás so spevneným povrchom, v rámci uvedenia dočasne využívaných plôch v obode staveniska do pôvodného stavu. Prebytok výkopu sa uloží na trvalú skládku mimo staveniska. Spätná suspenzia obsahuje cca 20 % vody zo svojho objemu. Spätná suspenzia sa skladá z cementu, bentonitu, mletého vápenca, vody a prímiesou vyplaveného piesku, štrku, hlíny, ílu, všeobecne brané ako materiálu nachádzajúceho sa vo vrte tryskovej injektáže, v tomto prípade hrádze a jej podložia. Po odseparovaní (vstrebaní) vody z uloženej spätnej suspenzie sa ryha na návodnej strane zahumusuje a zatrávni.

V mieste križovania podzemnej steny s podzemnými sieťami sa trysková injektáž ukončí pod úrovňou podzemného vedenia, potom sa prehĺbi ryha po úroveň horného konca tryskovej injektáže a takto vytvorená ryha sa vyplní suspenziou.

4.1.2 Úprava koruny hrádze

Po ukončení realizácie PTS sa spätne zasype ryha pre zachytávanie spätnej suspenzie na korune hrádze. Po ukončení prác na PTS sa odporúča úprava výškovej úrovne koruny hrádze podľa kolaudovaného stavu.

Koruna hrádze bude spevnená štrkodrtvou v šírka m a hrúbke 0,15 m. Okraje hrádze pozdĺž štrkodrtvy budú ohumusované.

V prípade potreby zeminy nebude tato odoberaná z povrchovej tesniacej vrstvy v medzihrádzovom priestore, ale bude dovezená z inej lokality.

4.1.3 Ochrana päty hrádze

Jedná sa o úsek pri profile č.2, kde sa koryto Váhu nachádza v dostatočnej vzdialenosti od OK VB Kostolná. V úseku dochádza k prekročeniu kritických gradientom len pod POH a povodňové stavy sa môžu prejavovať priesakmi cez hrádzu príp. zamokrením päty hrádze. Na priebeh hydraulického gradientu má vplyv aj vyššia úroveň neogénu. Môže sa prejaviť pri povodňovom prietoku a pri min resp. aj max prevádzkovej hladine v OK.

Ako opatrenie proti výronom na vzdušnej päte hrádze a zamokreniu päty svahu sa navrhuje vonkajší drén s filtrom a ochranným prísypom. Navrhuje sa filter tvorený geotextíliou a nej uložený štrk v hrúbke 1 m a výške 1,5 m. Geotextília bude položená aj na tento filter a prísyp bude zatrávnený.

Ochrana päty hrádze sa navrhuje v km 5,83 - 6,72. Celková dĺžka opatrenia je 890 m.

4.1.4 Sanácia svahu odpadného kanála VE Kostolná

Sanácia svahu odpadného kanála v úsekoch postihnutých zosuvmi je potrebné pri hladine v rámci sanácie použiť geokompozit (s drenážnou a filtračnou funkciou) s ochrannou a zároveň priťažovacou vrstvou z lomového kameňa, resp dlažbou z kameňa

Filtračná vrstva je nevyhnutná na zamedzenie vyplavovania, ku ktorému môže lokálne dochádzať aj pri kolísaní hladiny v OK.

4.2 Tesniace steny tvorené štetovnicovou stenou

Tento návrh riešenia vychádza z podkladu [1]. Na základe uvedených požiadaviek sú navrhované nasledovné opatrenia:

- úprava, resp. navýšenie koruny ochranných hrádzí pre realizáciu
- zavesená podzemná tesniaca stena (ďalej iba PTS) (rozsah podľa podrobného zamerania)
- Vonkajšia drenáž s filtrom a ochranným prísypem
- Sanácia svahov odpadného kanálu v rozsahu porúch realizáciou filtra na zamedzení vyplavovania so stabilizačnou vrstvou z lomového kameňa

Nakoľko nebolo preukázané riziko vzniku vnútornej sufózie vplyvom priesakov podloží hrádze nie je potrebné z uvedeného dôvodu zníženie gradientov predĺžením priesakovej dráhy resp. úplným utesnením podložia PTS.

4.2.1 Podzemná tesniaca stena

Pri podzemnej tesniacej stene budovanej z koruny hrádze sa eliminujú všetky negatívne vplyvy, ktoré boli preukázané v kritických úsekoch. Jedná sa o zavesenú PTS kde spodný okraj steny je cca 3,0 m nad úrovňou neogénu. PTS je navrhovaná v úsekoch kde sa koryto Váhu približuje k OK.

Za najkritickejšie považujeme úseky medzi km 5,83 - 8,5 OK, km 7,4 - 7,75 OK a km 4,85 - 5,85 OK (pod VE Kostolná). V km 6,7 - 8,5 bola celková dĺžka optimalizovaná s ohľadom na kritickú vzdialenosť pre neprekročenie kritického gradientu.

V predmetnom úseku nemá votknutá PTS vplyv na hladinu podzemnej vody počas prevádzky.

Celková výmera PTS:

- zavesená PTS 4 020 m x 14 m = 56 280 m²

Podzemnú tesniacu stenu navrhujeme v korune hrádze na pri návodnom okraji. Pred zahájením prác bude na mieste urobený pokus, podľa ktorého budú overené možnosti a technológie baranení.

Koruna hrádze bude zrovnaná (vrátane odstránení humóznej vrstvy v hrúbke 0,15 - 0,35m), na požadovanú niveletu kolaudovaného stavu hrádze. Koruna bude spevnená pre pohyb mechanizmov pri následnej realizácii PTS. Spevnenie nebude v trase baranenej steny.

Pred realizáciou sa v trase PTS vyhlíbi pozdĺžna ryha hĺbky 0,3 m a šírky 0,5 m, na dostatočné zabaranenie štetovnic.

4.2.2 Úprava koruny hrádze

Po ukončení realizácie PTS sa späťne zasype ryha pre budovanie PTS. Po ukončení prác na PTS sa odporúča úprava výškovej úrovne koruny hrádze podľa kolaudovaného stavu.

Koruna hrádze bude spevnená štrkodrtvou v šírke m a hrúbke 0,15 m. Okraje hrádze pozdĺž štrkodrtvy budú ohumusované.

V prípade potreby zeminy nebude tato odoberaná z povrchovej tesniacej vrstvy v medzihrádzovom priestore, ale bude dovezená z inej lokality.

4.2.3 Sanácia svahu odpadného kanála VE Kostolná

Sanácia svahu odpadného kanála v úsekoch postihnutých zosuvmi je potrebné pri hladine v rámci sanácie použiť geokompozit (s drenážnou a filtračnou funkciou) s ochrannou a zároveň priťažovacou vrstvou z lomového kameňa, resp dlažbou z kameňa

Filtračná vrstva je nevyhnutná na zamedzenie vyplavovania, ku ktorému môže lokálne dochádzať aj pri kolísaní hladiny v OK.