

**JUGeo-GVP**

**OPATŘENÍ NA HORNÍ OPAVĚ**

**HRÁZ VD NOVÉ HEŘMINOVY- SO101**

**Podrobný inženýrskogeologický profil – I. fáze**

Dílčí zpráva

**Březen  
2016**

**JUGeo-geologické a vrtné práce, s.r.o., IČO: 25871510, DIČ: CZ25871510**  
**Na Lúčky 495, 747 57 Slavkov**  
**Tel.: 602739500, E - mail: vratislav.bradac@gmail.com**

**Objednatel:** Povodí Odry, státní podnik  
Varenská 49  
701 26 Ostrava

IČO: 70890021  
DIČ: CZ70890021

**Zhotovitel:** JUGeo-geologické a vrtné práce, s.r.o.  
Na Lúčky 495,  
747 57 Slavkov

IČO: 25871510  
DIČ: CZ25871510

**Dílčí zpráva o průběhu a výsledcích I. fáze podrobného inženýrskogeologického  
průzkumu základových podmínek přehradního profilu VD Nové Heřminovy.**

**Zpracoval:** Ing. Vratislav Bradáč  
RNDr. Peter Beňák

## **Rozdělovník**

Výtisk č. 1-3: Objednatel (Povodí Odry, s. p.)  
Výtisk č. 4 : Zhotovitel (JUGeo-geologické a vrtné práce)

Slavkov, březen 2016

<b>Obsah</b>	<b>strana</b>
1 Úvod	3
2 Výchozí podklady, dosavadní prozkoumanost	3
2.1. Výchozí podklady	3
2.2. Dosavadní prozkoumanost	3
2.3. Syntéza a shrnutí výsledků předchozích etap průzkumných prací	4
3 Situování, technické parametry objektu	5
4 Přírodní podmínky zkoumané lokality	5
4.1. Geomorfologické, klimatické a hydrologické podmínky	5
4.2. Morfologické podmínky	6
4.3. Geologické podmínky	6
5 Cíle průzkumných prací	7
6 Koncepce geologicko-průzkumných prací	7
7 Metodika a rozsah geologicko-průzkumných prací I. fáze IGP	8
7.1. Analýza a zpracování archívních podkladů	8
7.2. Vrtné práce – jádrové vrtý	8
7.3. Vrtné práce – rozšíření a vystrojení vrtů	9
7.4. Seismická tomografie, inklinometrická měření	10
7.5. Karotáž vrtů	10
7.6. Presiometrické zkoušky ve vrtech	10
7.7. Laboratorní zkoušky hornin	11
8 Vyhodnocení I. fáze inženýrskogeologického průzkumu	12
8.1. Litologické podmínky	12
8.2. Úložné podmínky	13
8.3. Tektonické podmínky	14
8.4. Navětrání hornin	16
8.5. Fyzikálně-mechanické vlastnosti horninového masívu	18
8.6. Hydrogeologické podmínky	21
9 Závěry a doporučení	22

## Seznam příloh

Příloha č. 1: Celková situace	1 : 25 000
Příloha č. 2: Situace přehradního profilu	1 : 1 000
Příloha č. 3: Inženýrskogeologické profily	
Příloha č. 4: Dokumentace jádrových vrtů	
Příloha č. 5: Laboratorní zkoušky hornin	
Příloha č. 6: Presiometrická měření	
Příloha č. 7: Karotáž vrtů	
Příloha č. 8: Měřičská zpráva	
Příloha č. 9: Fotodokumentace	

## 1. Úvod

V souvislosti s přípravou projektové dokumentace výstavby vodního díla Nové Heřminovy provádí společnost JUGeo-geologické a vrtné práce, s.r.o. ve sdružení se společnostmi AQUATIS a.s., resp. GEOTest Brno, a.s. inženýrskogeologický průzkum prostoru přehradního profilu VD Nové Heřminovy na řece Opavě. V předkládané zprávě jsou prezentovány výsledky první fáze podrobného průzkumu.

## 2. VÝCHOZÍ PODKLADY, DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST

### 2.1 Výchozí podklady

Geologicko-průzkumné práce jsou realizovány podle projektu inženýrskogeologického průzkumu zpracovaného společností Algoman-ZH, s.r.o. (1). Objednatelem nám byly poskytnuty podklady obsahující návrh technického řešení hráze (8) a archivní podklady v podobě větší části geologicko-průzkumných prací, realizovaných v prostoru přehradního profilu do roku 2015 (3, 4, 5, 6, 7).

- 1) Bradáč V.: *Projekt podrobného inženýrskogeologického průzkumu základových podmínek přehradního profilu VD Nové Heřminovy. Algoman-ZH, Otice, 2013.*
- 2) Kukal Z.: *Základy sedimentologie, Academia Praha, 1986.*
- 3) Levý O.: *Předběžný IGP pro SSO 01 – Přehradní hráz, doplněk 2. Závěrečná zpráva z geofyzikálního průzkumu. INSET s.r.o., Praha. Červenec 2010.*
- 4) Novosad S.: *Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu přehradního profilu na řece Opavě u Nových Heřminovů. GP Brno. 1960.*
- 5) Novosad S.: *Zpráva o II. etapě předběžného inženýrskogeologického průzkumu pro přehradu na Opavě u Nových Heřminovů – 1. část. Geologický průzkum, n.p. Brno, Závod stavební geologie, prosinec 1963.*
- 6) Novosad S.: *Zpráva o II. etapě předběžného inženýrskogeologického průzkumu pro přehradu na Opavě u Nových Heřminovů – 2. část. Geologický průzkum, n.p. Brno, Závod stavební geologie, leden 1964.*
- 7) Novosad S.: *Nové Heřminovy II. Geologické poměry v přehradním profilu na základě poznatků z 2. etapy inženýrsko-geologického průzkumu. Geologický průzkum, n.p. Brno, Závod stavební geologie, 1963.*
- 8) *Opatření na horní Opavě, příprava akce v období 2008-2010. Investiční záměr, technická koncepce souboru objektů přehradní části. Pöyry Environment a.s., 2009.*

### 2.2 Dosavadní prozkoumanost

Úvahy směřující k vybudování přehradní nádrže mezi Novými Heřminovými a Zátorem jsou datovány již do počátků minulého století – především z důvodu výhodných morfologických podmínek území přehradního profilu a zátopy.

Základním geologickým výzkumem zájmového území údolí ř. Opavy mezi Krnovem a Novými Heřminovými se zabýval K. Mann (1948). Výsledkem těchto prací byla odkrytá geologická mapa 1 : 25000 a stanovení základní hypotézy o strukturně-tektonické stavbě předkvartérního podkladu oblasti.

Technické práce spojené s vlastním geologickým průzkumem oblasti stávajícího přehradního profilu byly zahájeny v roce 1959 a ukončeny v roce 1964. V rámci předběžného průzkumu byla provedena terénní rekognoskace zátopy a přehradního profilu s dokumentací skalních

výchozů. Realizována byla řada jádrových vrtů hloubky až 80 m a kopaných sond (příl. č. 2). V části vrtů byly provedeny vodní tlakové zkoušky za účelem ověření propustnosti horninového prostředí. Dále byly prováděny laboratorní zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností zemin (pokryvné útvary), resp. hornin (skalní podloží) jako potencionálních zdrojů materiálů pro výstavbu zemní, resp. betonové hráze. Na vzorcích podzemní i říční vody byla posuzována jejich agresivita na stavební materiály. Výsledky průzkumných prací jsou shrnuty a prezentovány v jednotlivých zprávách (4,5,6,7).

V roce 2010 byl ve dvou fázích proveden předběžný inženýrskogeologický průzkum (3), spočívající v aplikaci povrchových geofyzikálních měření – mělké refrakční seismiky a geoelektrických (odporových) měření. Geofyzikální měření v poměrně husté síti podélných a příčných řezů byla soustředěna do prostoru přehradního profilu, zkoumaného v letech 1959-1964. Dále byl geofyzikálními metodami změřen referenční profil vedený v oblasti Křížového vrchu Z-V směrem přes archívni vrty J101 až J107. Účelem referenčního profilu bylo ověřit existenci směrné tektonické dislokace (vrásového přesmyku), procházející S-J směrem souběžně s návodní patou hráze. Hloubkový dosah měření činil 15-20 m. Kromě podélných a příčných seismických, resp. odporových řezů, je hlavním výstupem předběžného geofyzikálního průzkumu „strukturně tektonické schéma“ s naznačeným předpokládaným průběhem významnějších diskontinuit v horninovém masívu (příloha č. 2).

### 2.3 Syntéza a shrnutí výsledků předchozích etap geologicko-průzkumných prací

Podrobný IG průzkum je realizován podle projektu geologicko-průzkumných prací (1). Projekt podrobného IGP reflektoval záměr investora vybudovat v přehradním profilu betonovou hráz výšky cca 32 m a zčásti vycházel z výsledků a doporučení předchozích etap průzkumu (6,7).

Základním zdrojem informací pro hodnocení inženýrskogeologických (dále IG) podmínek byla v etapě předběžného průzkumu přímá průzkumná díla – kopané šachty a jádrové vrty.

- a) Kopané šachty umožňují vizuálně a objektivně posoudit stav horninového prostředí, zejména jeho litologickou stavbu, úložné podmínky, intenzitu navětrání atd. Hloubka šachtic vyhloubených v rámci předběžného průzkumu činila 1,5 – 9,0 m.
- b) V prostoru přehradního profilu byly v etapě předběžného průzkumu realizovány jádrové vrty hloubky až 80 m. Vrty byly geologicky (popis) a technicky (RQD) zdokumentovány, v části z nich byly provedeny vodní tlakové zkoušky, na jejichž základě lze rovněž usuzovat o stupni porušení horninového masívu. Podle sdělení řešitele ing. Novosada byly sondy konečného průměru 93 mm hloubeny technologií „šrotového“ vrtání V podmínkách skalního masívu budovaného pevnými horninami (droby) lze touto technologií vytěžit jádro relativně dobré kvality, nicméně v případě zastižení porušených hornin (tektonicky, navětrání) nebo hornin nižší pevnosti (jílovité břidlice) se jádro rozpadá na drobné úlomky nebo vrtání probíhá zcela bez výnosu.

V etapě předběžného průzkumu byla v prostoru přehradního profilu ověřena litologická stavba horninového masívu a vyčleněny jednotlivé litologické typy skalních hornin. Dále byly vcelku detailně popsány úložné (strukturní) podmínky, zejména směr a velikost sklonu vrstevního sledu a charakter odlučnosti horninového masívu. Na základě dokumentace stěn šachtic a skalních odkryvů byla popsána prostorová orientace jednotlivých puklinových systémů.

Spíše naznačen byl možný průběh tektonických struktur vyššího řádu. Na základě dokumentace vrtu J105 provedeného v oblasti Křížového vrchu a analýzy změn velikosti sklonu vrstevních ploch v kopaných šachticích a jádrových vrtech byl interpretován (7) výskyt směrné tektonické dislokace charakteru vrásového přesmyku S-J směru, probíhajícího subparalelně s návodní patou hráze (příl. č. 2). Otázkou zůstal výskyt příčných tektonických

dislokací, jejichž existence je v posuzovaném prostoru nanejvýš pravděpodobná. V dostupných mapových podkladech je průběh takové dislokace naznačen v patě levého údolního svahu. V (7) je naopak uvažováno s tektonickou dislokací probíhající patní částí pravého svahu, s níž (spolu s dalšími faktory) pravděpodobně souvisí vývoj říčního údolí.

Základním výstupem předběžného průzkumu z let 1959-1964, kromě psaného komentáře a vyhodnocení, je geologická mapa přehradního profilu s naznačeným průběhem rozhraní jednotlivých litologických typů hornin, resp. předpokládaným průběhem hlavních tektonických struktur (dislokací), a také podélný profil - opět s naznačeným průběhem hlavních litologických celků.

Tektonickou stavbu zkoumaného prostoru se, v podrobnosti umožňující přijmout konečné rozhodnutí o umístění přehradní hráze, nepodařilo jednoznačně vyjasnit ani geofyzikálním průzkumem z roku 2010 (3), založeným především na aplikaci geoelektrických metod a mělké refrakční seismiky. Zejména v seismických řezech jsou naznačeny liniové prvky s celkem nevýrazně sníženými rychlostmi šíření seismických vln, indikujícími průběh tektonických diskontinuit, resp. široce rozevřených trhlin. Nelze samozřejmě vyloučit ani skutečnost, že povaha tektonických prvků neumožňuje jejich jednoznačnou lokalizaci při použití nepřímých průzkumných metod. V tektonickém schématu, představujícím spolu se seismickými a odporovými řezy základní výstup provedeného geofyzikálního průzkumu, je naznačen průběh interpretovaných diskontinuit (příloha č. 2).

### 3. SITUOVÁNÍ, TECHNICKÉ PARAMETRY OBJEKTU

Zájmový prostor se nachází v katastrálních územích obcí Loučky u Zátoru (791199) a Zátor (791202), okres Bruntál, kraj Moravskoslezský (CZ0802), mapový list 15-312 Horní Benešov (příloha č. 1). Přehradní profil je situován v místě zúžení údolí řeky Opavy nad obcí Loučky u Zátoru.

Podle studie zpracované společností Pöyry Environment a.s. (nyní AQUATIS, a.s.) se v přehradním profilu předpokládá výstavba betonové gravitační hráze o celkovém objemu 90,5 tis. m<sup>3</sup>, maximální výšky 26 m nad úrovní terénu, resp. 32 m nad základovou spárou. Délka hráze v koruně je 335 m, při šířce 8 m. V základové spáře dosahuje hráz šířky 20 m, v profilu přepadu a spodních výpustí až 55 m. Koruna hráze probíhá v úrovni 396,50 m. Osa hráze je vedena v kruhovém oblouku o poloměru 500 m. Příčný profil hráze je navržen se sklonem návodního líce 20 : 1 a sklonem vzdušního líce 4 : 3. Vlastní těleso hráze sestává z jednotlivých dilatačních bloků šířky 15 m, založených do skalního podloží v zářezu hloubky až 9 m. Z hlediska posuzování inženýrskogeologických podmínek tvoří důležitou součást díla také malá vodní elektrárna, spodní výpusti a vývařiště a injekční clona.

Technické charakteristiky (typ a výška hráze) řadí hráz do III. kategorie složitosti.

### 4. PŘÍRODNÍ PODMÍNKY ZKOUMANÉ LOKALITY

#### 4.1 Geomorfologické, klimatické a hydrologické podmínky

Podle geomorfologického členění území ČR přísluší zkoumaná lokalita do soustavy Krkonoško-Jesenické, podsoustavy Jesenické, celku Nízký Jeseník, podcelku Bruntálská vrchovina, okrsku Rázovská vrchovina (IVC-8C-8, Demek).

Z hlediska klimatických podmínek spadá posuzované území do mírně teplé klimatické oblasti MT2, (Quitt, 1971), vlhké, s chladnou až studenou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu činí 6,5° C, průměrný roční úhrn srážek dosahuje cca 700 mm.

Hydrologicky přísluší lokalita do povodí řeky Opavy (č. h. p. 2-02-01-011).

## 4.2 Morfologické podmínky

Přehradní profil je umístěn v morfologicky velmi výhodných podmínkách. Řeka Opava, protékající ve VSV směru široce rozevřeným údolím, vstupuje do zúženého prostoru mezi JJV svahem Křížového vrchu (500 m n. m.) a severním svahem Zadního vrchu (560 m n. m.). Při relativně malé délce i výšce hráze lze v oblasti zátopy získat poměrně rozsáhlý retenční objem.

Tvar údolí v přehradním profilu je zhruba lichoběžníkový, mírně asymetrický, s plochým dnem šířky cca 180 m. Strmější levý údolní svah probíhá v patní části ve sklonu 32°, výše ve sklonu cca 20°. Mírnější pravý svah je v patní části ukloněn 20°, ve vyšších partiích 10°. Dno údolí se nachází v nadmořské výšce 372-373 m n. m. Řeka Opava protéká pravou částí údolní nivy.

Morfologický vývoj posuzovaného území je určován několika faktory, především litologickým složením horninového masívu, tektonickými podmínkami, a také vlivem periglaciálního podnebí v období pleistocénu:

- a) Litologické složení skalního masívu, a z něho vyplývající různá pevnost jednotlivých horninových typů, může podmiňovat různou rychlost procesů eroze a denudace. Strmý výběžek nad levobřežním zavázáním hráze je určován průběhem pásma pevných drob, erozní rýhy a drobné strže naopak indikují výskyt pelitů (jílovitých břidlic) náchylnějších k procesům zvětrávání.
- b) Tektonické podmínky jsou obecně jedním z hlavních faktorů podmiňujících utváření říčních údolí. Vcelku ostré změny směru údolí před přehradním profilem jsou, dle našeho názoru, tektonické povahy. Nelze rovněž vyloučit vliv tektoniky na utváření mírnějšího sklonu svahu v oblasti horní části pravobřežního zavázání.
- c) Nálezy reliktních glacialakustrinních sedimentů v prostoru budoucího situování provozního střediska a v zátopě svědčí o existenci ledovcového jezera na kotě až 420 m n. m. V podmínkách periglaciálního klimatu docházelo k hlubšímu promrzání horninového prostředí, zejména v prostoru mírně skloněného pravého svahu. V archívních sondách KJ6, KJ11a, KJ7, ale i v námi provedených vrtech J311, J312 a J313 byla zjištěna jílovitopískitá výplň trhlin evidentně netektonické geneze. Patrně se jedná o vplavenou výplň trhlin, rozevřených vlivem hlubokého promrzání masívu.

## 4.3 Geologické podmínky

Kvartérní pokryv Podle dokumentace kopaných sond a jádrových vrtů je kvartérní pokryv údolních svahů v prostoru přehradního profilu překryt převážně deluviálními sedimenty – hlinitopískitými kamenitými sutěmi. Mocnost deluvia na levém údolním svahu činí 1-2 m, v pravém svahu jsou vyvinuty sutě ve vrstvě mocné 3 – 4 m. V údolní nivě jsou uloženy fluviální sedimenty – náplavové hlíny překrývající vrstvu bazálních hrubozrnných až balvanitých štěrků. Celková mocnost zemin údolní terasy činí 3,5-4,5 m.

Předkvartérní podloží je budováno kulmskými horninami (paleozoikum, spodní karbon, visé), reprezentovanými zvrásněným flyšovým souvrstvím hornobenešovských vrstev. Litologicky se jedná o souvrství s dominantně převažujícími jemnozrnnými až střednězrnnými drobnými, s podřízeným podílem jílovitých břidlic a pouze ojedinělým výskytem poloh hrubozrnného pískovce až slepence.

## 5. CÍLE PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Účelem podrobného inženýrskogeologického průzkumu jako celku je komplexní ověření a zhodnocení stavu horninového prostředí v prostoru přehradního profilu. Cílem první fáze průzkumu je poskytnout zpracovateli projektové dokumentace podklady pro rozhodnutí o definitivním umístění osy hráze.

Průzkumné práce jsou prováděny za účelem:

- a) Ověření litologického složení horninového prostředí v prostoru přehradního profilu, stanovení průběhu rozhraní jednotlivých litologických typů hornin (droby, siltovce, jílovité břidlice), stanovení hloubky a intenzity navětrání horninového masívu.
- b) Ověření úložných poměrů - stanovení směru a velikosti sklonů vrstevního sledu v jednotlivých částech přehradního profilu. Posouzení charakteru vrstevních spár, jejich rozevření a výplně.
- c) Posouzení charakteru a intenzity tektonického porušení horninového masívu. Charakteristika jednotlivých puklinových systémů, vymezení průběhu a stanovení povahy tektonických dislokací v prostoru přehradního profilu.
- d) Stanovení propustnosti horninového prostředí a získání podkladů pro návrh optimálního provedení injekční clony.
- e) Stanovení geotechnických parametrů jednotlivých částí horninového masívu (kvaziisotropních celků) v rozsahu, umožňujícím získání objektivních hodnot geotechnických parametrů odpovídající statistické váhy.
- f) Ověření mocnosti a vlastností pokryvných kvartérních zemin.
- g) Zatřídění zastižených zemních, resp. horninových typů podle těžitelnosti a vrtatelnosti
- h) Ověření chemizmu podzemních vod, posouzení jejich agresivity na stavební materiály.
- i) Posouzení stability dočasných odřezů (zářezů), souvisejících se zakládáním hráze a přidružených objektů.

Výsledky podrobného inženýrskogeologického průzkumu budou použity jako podklad pro sestavení matematického modelu hráze a zpracování projektové dokumentace díla.

## 6. KONCEPCE GEOLOGICKO-PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Rozsah, metodika a organizace geologicko-průzkumných prací vychází z požadavku investora na provedení jednoetapového podrobného inženýrskogeologického průzkumu (dále IGP) pro návrh betonové gravitační hráze výšky 32 m, a také z dosavadní úrovně znalostí o inženýrskogeologických podmínkách zkoumaného prostoru. Výchozím podkladem pro realizaci průzkumných prací je projekt podrobného inženýrskogeologického průzkumu, zpracovaného firmou Algoman-ZH (1).

Práce podrobného průzkumu jsou rozděleny do dvou na sebe navazujících fází:

- a) Fáze 1: Výběr, resp. upřesnění pozice přehradního profilu – osy hráze
- b) Fáze 2: Geologicko-průzkumné práce ve vlastním přehradním profilu

**Ad a)** Doposud provedené geologicko-průzkumné práce z období 1960-1964, využívající přímé metody průzkumu (4,5,6,7), byly víceméně soustředěny do jednoho přehradního profilu, jehož primární situování vycházelo z příznivých morfolozických podmínek říčního údolí ve zkoumaném prostoru, a také z původního předpokladu vybudování sypané nebo betonové hráze vysoké 60-70 m.



Určitý prostor pro úvahy o definitivním umístění přehradní hráze vytváří výstupy a interpretace geofyzikálních měření z roku 2010 (3), provedených v pásu šířky cca 135 m (60m západně, resp. 75 m východně od přehradního stávajícího profilu). Možnosti variantního řešení umístění osy hráze podle výsledků geofyzikálního průzkumu jsou nicméně limitovány absencí přímých průzkumných metod.

V první fázi IGP byly podle projektu provedeny šikmé jádrové vrty soustředěné do tří příčných profilů PF1, PF2, PF3 (příloha č. 2). Cílem těchto prací, označených jako celek A (1) bylo především doplnění dosavadní základních poznatků o úložných poměrech horninového prostředí a lokalizace směrné tektonické dislokace avizované v (7), probíhající subparalelně s osou hráze a představující pro její stabilitu jedno z hlavních rizik.

Na základě výsledků první fáze podrobného IGP, ukončené v únoru 2016, bylo s projektantem a investorem rozhodnuto a definitivním vedení přehradního profilu.

**Ad b)** Ve druhé fázi IGP budou realizovány průzkumné práce, zaměřené na zhodnocení základových podmínek hráze vodního díla (celky B - E) v definitivně stanoveném přehradním profilu.

Rozsah prací provedených v první fázi průzkumu byl v zásadě zachován s tím, že na základě průběžně zjišťovaných skutečností, zejména v pravém údolním svahu, byly po dohodě s investorem a projektantem upravovány pozice jednotlivých průzkumných děl. S ohledem na přesunutí části geofyzikálních prací (seismické tomografie) z údolního profilu (PF2) do pravého údolního svahu s využitím jádrových vrtů spadajících do II. fáze IGP bylo s investorem dohodnuto formální přefazování metody seismické tomografie do II. fáze průzkumu.

## 7. METODIKA A ROZSAH GEOLOGICKO-PRŮZKUMNÝCH PRACÍ I. FÁZE IGP

### 7.1 Analýza a zpracování archívních podkladů

Podrobný IGP navazuje na průzkumné práce realizované v dřívějších obdobích. V rámci první fáze IGP byla provedena analýza všech dostupných archívních podkladů, zejména geologicko-průzkumných prací z období let 1959-1963 (4,5,6,7). Doporučení vycházející ze závěrečných zpráv byla reflektována při návrhu rozsahu a metodiky podrobného IGP. Použitelné archívní podklady byly využity při hodnocení inženýrskogeologických podmínek zkoumaného prostoru.

### 7.2 Vrtné práce – jádrové vrty

Průzkumné jádrové vrty jsou soustředěny do tří profilů (PF1, PF2, PF3), orientovaných zhruba kolmo proti předpokládanému směru sklonu vrstevního sledu (příloha č. 2). Cílem takového uspořádání vrtů bylo, kromě běžných informací získaných z dokumentace vrtného jádra, ověřit výskyt směrných tektonických dislokací, především průběh poruchového pásma (vrásového přesmyku) probíhajícího subparalelně s návodní patou hráze, naznačeného předběžným průzkumem (7) a doplnit poznatky o úložných podmínkách horninového masívu.

Průzkumné profily PF1 až PF3 sestávají z řady čtyř šikmých jádrových vrtů délky 35 – 52 m, ukloněných 35° proti směru sklonu vrstevního sledu a kolmo k předpokládanému průběhu rovin směrných tektonických dislokací. Navržená vzájemná rozteč jednotlivých vrtů v řadě (20-25 m) umožňuje provedení seismické tomografie mezi vrty. Vrty byly hloubeny vrtnými soupravami Diamec 250 a Wirth B01, diamantovými korunkami průměru 59 - 76 mm, s vodním výplachem.

Při hloubení průzkumných vrtů v PF3 na pravém údolním svahu byly ve vrtech J310 a J311 zastíženy silně porušené horniny, indikující průběh tektonické dislokace, pravděpodobně

souběžný s pravým údolním svahem. S ohledem na upřesnění průběhu osy hráze v pravém svahu bylo s projektantem a investorem dohodnuto, že nebude realizován údolní vrt J309 a jeho metráž bude použita pro podrobnější průzkum pravého svahu v oblasti předpokládaného intenzivnějšího tektonického porušení horninového masívu. Doplnkově byly v pravém svahu provedeny svislé vrty J401, J402, J403 (příloha č. 2). Celkově bylo v rámci I. fáze podrobného IGP provedeno 632 bm jádrových vrtů (tabulka č. 7.1).

Tabulka č. 7.1: Přehled a polohopis navržených vrtů I. fáze – celek A

Označení vrtu	Umístění vrtu	Hloubka vrtu (m)	Souřadnice vrtu (JSTK)		
			Y	X	Z (Bpv)
J301	Levý svah (PF1)	35,50	519603.68	1074614.48	381.53
J302		46,50	519585.37	1074624.70	380.99
J303		45,50	519565.81	1074627.72	379.98
J304		46,00	519545.85	1074630.53	378.94
J305	Údolí (PF2)	55,00	519625.84	1074736.14	372.86
J306		51,50	519600.98	1074736.24	372.52
J307		40,00	519581.94	1074736.75	371.73
J308		45,50	519568.16	1074721.66	372.74
J310	Pravý svah (PF3)	39,00	519600.22	1074845.18	386.75
J311		45,00	519577.72	1074846.15	388.08
J312		40,00	519560.02	1074843.28	388.11
J313		46,50	519542.08	1074841.75	387.75
J401	Pravý svah	25,50	519559.49	1074862.26	392.10
J402		30,50	519560.66	1074831.67	385.15
J403		40,00	519580.98	1074866.16	392.21

Vrtné jádro bylo ukládáno do dřevěných vzorkovnic, fotograficky, geologicky a technicky zdokumentováno. Vzorkovnice s vrtným jádrem jsou uloženy v investorem vykoupeném objektu v obci Nové Heřminovy.

Veškeré vrtné práce byly realizovány společností JUGeo-geologické a vrtné práce, s.r.o.

### 7.3 Vrtné práce – rozšíření a vystrojení vrtů

Za účelem provedení geofyzikálních měření ve vrtech (seismická tomografie, karotáž) byla část vrtů v souladu s projektem bezjádrově rozšířena na průměr 132 mm, osazena PVC pažnicemi DN75 a zalita cementovou směsí. V jádrových vrtech provedených v levobřežním profilu PF1 a v údolním profilu PF2 byl zastižen vcelku neporušený horninový masív dobře charakterizovaný plným výnosem jádra. Z tohoto důvodu bylo zúčastněnými stranami dohodnuto, že se nerozšíří údolní vrty J305, J308, J307 a náhradou za ně budou pro geofyzikální měření rozšířeny doplňkové vrty J401, J402 a J403, provedené na pravém svahu - v prostoru s komplikovanějšími tektonickými podmínkami. Přehled vrtů vystrojených PVC pažnicemi DN75 je prezentován v tabulce č. 7.2.

Tabulka č. 7.2: Přehled rozšířených vrtů vystrojených PVC pažnicemi DN75

Vrt	J301	J302	J303	J304	J308	J310	J311	J312	J313	J401	J402	J403
Hloubka (m)	35,0	46,0	46,0	46,0	55,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

Celkově bylo rozšířeno a PVC pažnicemi DN75 osazeno 508 bm vrtů. Za účelem ověření tektonických podmínek patní části pravého údolního svahu budou rozšířeny jádrové vrty J317 J318 prováděné v rámci II. fáze IGP.

#### 7.4 Seismická tomografie, inklinometrická měření

Jak již bylo konstatováno, v levobřežním (PF1) a údolním (PF2) profilech byl zastižen vcelku neporušený horninový masív. Z tohoto důvodu bude seismické prozařování mezi rozšířenými vrty provedeno pouze v levobřežním profilu (PF1). Na základě výsledků seismické tomografie (ST) v tomto profilu bude proveden pokus o reinterpetaci povrchových seismických měření z roku 2010 (3).

Jádrovými vrty, situovanými do pravobřežního profilu PF3, byly zastiženy polohy tektonicky porušených hornin naznačujících možnost výskytu širšího tektonického pásma, probíhajícího patrně souběžně s patní částí pravého údolního svahu. Vzhledem k nutnosti detailnějšího průzkumu tohoto prostoru bylo dohodnuto, že měření ST uvažovaná v údolním profilu PF2 budou přesunuta do pravého svahu a rozšířena o měření mezi doplňkovými vrty J401, J402, J403, resp. J317, J318 provedeným v II. fázi prací. Přehled měření seismickou tomografií mezi vrty je uveden v tabulce č. 7.3.

Tabulka č. 7.3: Přehled profilů a vrtů seismické tomografie

Označení profilu	Přehled vrtů v profilech			
<b>ST1</b>	J301	J302	J303	J304
<b>ST2</b>	J310	J311	J312	J313
<b>ST3</b>	J317	J318	J311	J403
<b>ST4</b>	povrch	J402	J312	J401

Dle projektu geologicko-průzkumných prací mělo být provedeno 10 ks měření mezi vrty, reálně bude provedeno 12 měření. Inklinometrická měření budou v souladu s PD provedena ve 13 vrtech. Geofyzikální měření budou provedena ve II. fázi podrobného průzkumu.

#### 7.5 Karotáž vrtů

Karotáž byla v souladu s PD provedena ve třech, resp. čtyřech jádrových vrtech. Aplikován byl komplex metod, zahrnující elektrokarotáž, gama karotáž, gama-gama (hustotní) karotáž, neutron karotáž, geoelektrické metody, kavernometrii, rezistivimetrii, vlnová akustická karotáž, akustický televizor.

Karotážní měření byla provedena ve vrtech J306, J308, J401 a částečně J402. Ve vrtu J402 docházelo k zapadávání jeho stvolu, takže nebylo možné realizovat celý komplex metod. Také z tohoto důvodu byla provedena náhradní měření ve vrtu J401. Ve vrtech J306, J307, J308 byly provedeny prohlídky stěn televizní sondou.

Je třeba konstatovat, že karotážní měření jsou z větší části cenným zdrojem informací ve vrtech, ze kterých se z nejrůznějších příčin (tektonika, intenzivní navětrání) nepodařilo vynést kompletní jádro. Přínosné jsou informace o proudění podzemní vody v hlubších partiích horninového masívu, stejně jako spíše orientační stanovení hodnot některých geotechnických parametrů a kontinuální záznam vývoje těchto hodnot ve vrtu. Z druhé strany jsou karotážní měření limitována rizikem zapadávání vrtů a z tohoto faktu vyplývající neochoty provádějících organizací riskovat ztrátu drahého zařízení. Z tohoto důvodu bude v další fázi průzkumu aplikace relativně nákladné karotáže ještě zvážena.

Karotáž vrtů prováděla firma Aquatest a.s. (příloha č. 7).

#### 7.6 Presiometrické zkoušky ve vrtech

Presiometrická měření (PM) ve vrtech se řadí mezi zkoušky „in situ“ a poskytují možnost vcelku objektivního stanovení deformačních charakteristik testovaného prostředí. V první fázi podrobného IGP bylo, v souladu s projektem, provedeno devět PM. Místa PM byla stanovena

na základě dokumentace jádrových vrtů tak, aby zkouškami byly otestovány všechny zastížené litologické horninové typy, zdravé i různého stupně navětrání. V každém z testovaných vrtů byly realizovány tři zkoušky, přičemž první měření bylo vždy provedeno v předpokládané úrovni základové spáry hráze. Základním výstupem měření je presiometrický modul přetvárnosti. Přehled a výsledky provedených PM jsou uvedeny v tabulce 7.4.

Realizace presiometrických měření je, stejně jako u karotáže, limitována průchodností testovaných vrtů. Vzhledem k tomu, že se podařilo provést PM v celém uvažovaném rozsahu, budou tato metoda aplikována i v dalších etapách prací v rozsahu stanoveném v (1).

Tabulka č. 7.4: Přehled provedených presiometrických měření

Vrt	Hloubky zkoušky (m)	Litologický typ
<b>J306</b>	10,7	Droba celkově navětralá
	14,7	Droba celkově navětralá
	17,7	Droba celkově slabě navětralá
<b>J307</b>	10,7	Droba celkově slabě navětralá
	14,7	Droba celkově slabě navětralá
	18,7	Droba zdravá
<b>J308</b>	10,7	Droba celkově navětralá, laminace JB do 30%
	17,7	Drobný flyš, zdravý, podíl JB nad 50 %.
	28,7	Droba masívní, zdravá

Presiometrická měření provedla společnost PUDIS, a.s. (příloha č. 6)

### 7.7 Laboratorní zkoušky hornin

Hlavní objem zkoušek geotechnických parametrů bude realizován ve II. fázi podrobného průzkumu. Za účelem ověření základních charakteristik jednotlivých litologických typů hornin byly provedeny laboratorní zkoušky na vzorcích připravených z vrtných jader. Zkoušky byly prováděny na nasycených a vysušených vzorcích. Testovány byly objemová hmotnost, nasákavost, zdánlivá hustota pevných částic pórovitost, pevnost v tlaku, pevnost v příčném tahu a parametry smykové pevnosti. Přehled testovaných vzorků je uveden v tabulce č. 7.5.

Tabulka č. 7.5: Přehled laboratorních zkoušek hornin

Vrt	Hloubka (m)	Litologický typ
<b>J303</b>	13,0-14,0	Droba jemnozrnná, zdravá, masívní (R2)
<b>J304</b>	13,0-15,0	Droba prachovitá, laminovaná jílovitými břidlicemi, celkově navětralá (R2-R3)
	20,0-22,0	Jílovité břidlice laminované drobami, zdravé (R2-R3)
<b>J307</b>	11,0-12,0	Droba jemnozrnná, celkově slabě navětralá až zdravá (R2)
<b>J311</b>	12,0-13,0	Droba jemnozrnná, celkově navětralá (R3-R4)
<b>J312</b>	11,0-12,0	Droba jemnozrnná, celkově navětralá (R3)
	12,0-13,0	
	13,0-14,0	Droba celkově navětralá, s laminami jílovitých břidlic (R3)
<b>J313</b>	11,0-12,0	Droba jemnozrnná, místy laminovaná, celkově navětralá (R3)

Laboratorní zkoušky byly realizovány společností GEOTest Brno, a.s. (příloha č. 5).

## 8 VYHODNOCENÍ GEOLOGICKO-PRŮZKUMNÝCH PRACÍ I. FÁZE IGP

### 8.1 Litologické podmínky

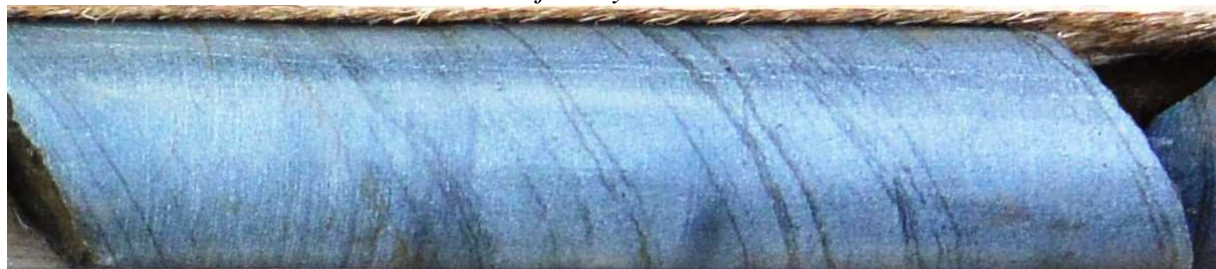
Hornobenešovské vrstvy jsou budovány kulmskými sedimentárními horninami ve flyšovém vývoji (spodní karbon, visé). V souvrství dominují jemnozrnné až střednězrnné droby nad siltovci, resp. jílovitými břidlicemi.

Na základě vyhodnocení archívních podkladů a dokumentace jádrových vrtů realizovaných v rámci I. fáze podrobného IGP lze v prostoru přehradního profilu vyčlenit tyto základní litologické typy hornin:

- a) Droby homogenní (obrázek č. 8.1), resp. droby s výrazně podřízeným podílem jílovitých břidlic (do cca 30%), šedého zabarvení, v navětralých partiích až šedohnědé nebo šedozelené, masívní struktury, převážně jemnozrnné, místy střednězrnné až hrubozrnné. Jílovité břidlice jsou v základní psamitické hmotě zastoupeny ve formě tmavošedých až černých poloh charakteru lamin tloušťky od prvních mm generelně do 2 cm. Droby jsou tvořeny polymiktním klastickým materiálem, úlomky a tmelem. Nejhojněji jsou zastoupeny úlomky křemene a živců, akcesoricky jsou přítomny především slídy, zirkon, titanit.

Charakteristická je tlustě deskovitá a hrubě lavicovitá odlučnost drob, při absenci lamin jílovitých břidlic se zastřenou vrstevnatostí. Droby v přehradním profilu výrazně převládají.

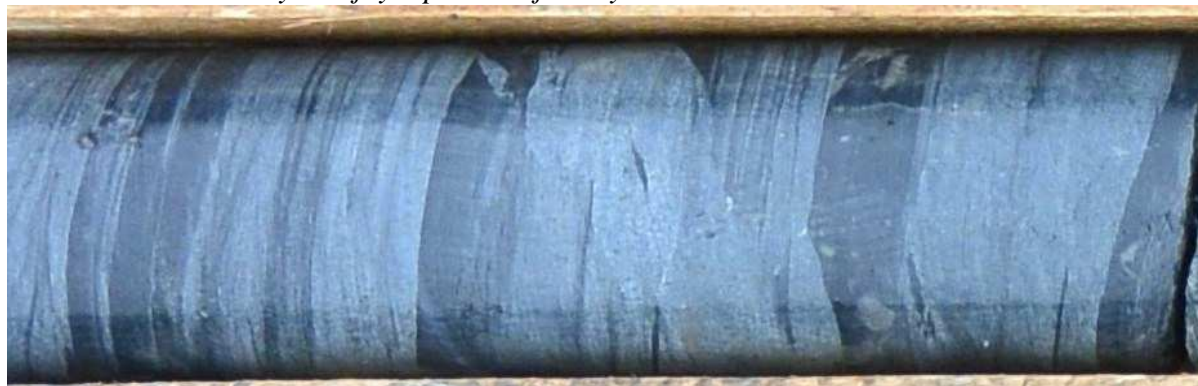
*Obrázek č. 8.1: Droba tence laminovaná jílovitými břidlicemi*



- b) Droby s mírně podřízeným nebo rovnovážným zastoupením jílovitých břidlic (30-50%). Výrazně se projevuje vrstevnatá struktura charakteristická střídáním mocnějších poloh světlešedých drob a tenčích tmavošedých až černých lamin jílovitých břidlic (obrázek č. 8.2). Laminy jsou převážně povahy lineární, místy i s náznaky turbiditní struktury.

Pro tento litologický typ je charakteristická deskovitá až tence lavicovitá odlučnost. Vrstevnatost je výrazně vyjádřena a lze z ní odvodit velikost sklonu souvrství v dokumentovaném místě.

*Obrázek č. 8.2: Droby s hojným podílem jílovitých břidlic*

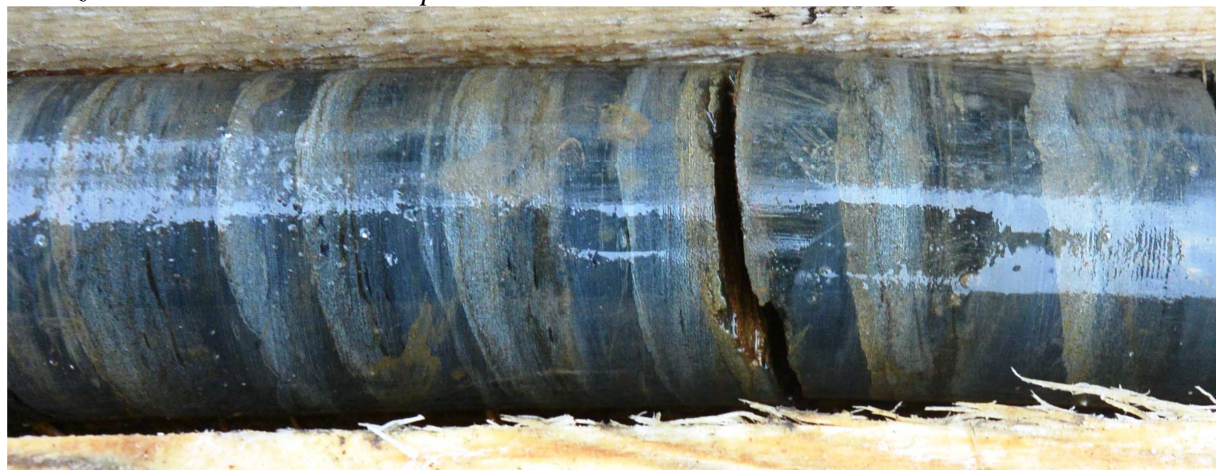




- c) Jílovité břidlice tmavošedé až černé, většinou světle šedě páskované polohami jemnozrnných drob, resp. siltovců (obrázek č. 8.3). Podíl psamitů nepřevyšuje 50%. Dle mineralogických analýz (4) se jedná o grafitické břidlice s obsahem slíd a chloritu.

Odlučnost jílovitých břidlic je deskovitá, v navětralých partiích až tence deskovitá, resp. destičkovitá.

Obrázek č. 8.3: Jílovité břidlice páskované siltovci



Pozice, resp. prostorový průběh jednotlivých horninových typů (kvazihomogenních celků) v oblasti přehradního profilu je určována úložnými podmínkami horninového masívu. Ve zkoumaném prostoru převládá výskyt jemnozrnných až střednězrnných drob různé intenzity navětrání. Jílovité břidlice jsou uloženy v relativně tenké vrstvě (pruhu) mocnosti do 5 m, procházející, spolu s pásmem jemnozrnných (břidličnatých) drob, přehradním profilem v oblasti paty pravého údolního svahu a pravobřežní částí údolní nivy (příloha č. 2).

Vliv litologických podmínek na umístění hráze úzce souvisí s podmínkami úložnými. Ve stávající pozici bude hráz založena z převážné části do skalního masívu budovaného masívními drobami. Jílovité břidlice, které vykazují, v porovnání s drobami, nižší hodnoty pevnostních a deformačních charakteristik, budou v základové spáře zastiženy v relativně úzkém pruhu protínajícím osu hráze šikmo v patní části pravého údolního svahu. Výskyt jílovitých břidlic nelze vyloučit ani v oblasti křížení hráze s levobřežní komunikací (příl. č. 2). V případě významnějšího posunutí osy směrem po vodě by se vliv pruhu jílovitých břidlic v úseku pravé části údolní nivy rozšířil i do prostoru pod vzdušní patou hráze a přiblížil by se tak oblasti nejvyšších napětí vyvolaných v horninovém masívu váhou hráze a tlakem vodního sloupce před jejím návodním lícem.

## 8.2 Úložné podmínky

Obecně jsou úložné podmínky posuzovaného území s výskytem vrstevnatých sedimentárních hornin jedním z hlavních faktorů ovlivňujících stabilitu betonové gravitační hráze. Vcelku detailně byly úložné podmínky posuzovány v etapě předběžného geologického průzkumu (7), především na základě dokumentace skalních výchozů a stěn hlubších kopaných sond. Základním výstupem předběžného průzkumu z let 1959-1964 je doplnění poznatků o průběhu vrstevního sledu a některé závěry týkající se morfologie vrásové struktury, určující charakter úložných podmínek přehradního profilu. Dále byla vyslovena hypotéza existence tektonické struktury charakteru vrásového přesmyku, probíhající subparalelně s návodní patou hráze ve vzdálenosti 30-40 m.

Uspořádání šikmých jádrových průzkumných vrtů do profilů orientovaných zhruba kolmo na směr průběhu vrstev, podpořené prakticky 100 – procentním výnosem jádra, umožnily

vytvořit základní model vývoje velikosti sklonu vrstevního sledu v prostoru založení hráze, a také interpretovat průběh jednotlivých litologických horninových typů přehradním profilem. Tento model bude v další fázi průzkumu doplněn o údaje z dokumentace stěn průzkumných šachet a dalších jádrových vrtů.

Hráz vodního díla bude založena do patrně překocené východního ramene rozsáhlé vrásové struktury. Generelní směr sklonu, odvozený z průběhu pásma jílovitých břidlic, činí 100°. Vrstvy se tedy uklánějí zhruba východním směrem, téměř kolmo k ose hráze, pod strmými úhly v rozsahu 45-75°, převážně nad 60°. Takový průběh vrstevního sledu lze z hlediska základových podmínek hráze hodnotit jako vcelku příznivý.

V tabulce č. 8.1 je prezentován vývoj hodnot velikosti sklonu vrstev v jednotlivých zkoumaných profilech. Nejnižší hodnoty velikosti sklonu byly zaznamenány v oblasti levobřežního zavázání – 42° s trendem ke zvyšování s hloubkou až na 58°. Vcelku konstantní podmínky z hlediska velikosti sklonu vrstev byly zjištěny v oblasti údolního profilu PF2. Vrstvy se zde uklánějí v pod úhlem 60°. Vývoj hodnot velikosti sklonu v ose pravobřežního zavázání hráze je značně proměnlivý - bez zjevného trendu v rozsahu hodnot 55-75°. Tato skutečnost může souviset s drobnějším provrásněním horninového masívu nebo s proměnlivou deformací vrstev v důsledku jejich tektonického namáhání.

Z nárůstů hodnot velikosti sklonu vrstevního sledu a ze změn šířky pruhů jednotlivých litologických typů hornin, měřené ve stejné výškové úrovni v PF1 a PF2, lze usuzovat, že osa vrásové struktury se „noří“ severním směrem ve sklonu cca 10°.

Tabulka č. 8.1: Hodnoty velikosti sklonu vrstevního sledu (vztaženo k ose hráze)

<b>Profil</b>	<b>Hloubka pod terénem</b>		<b>Velikost sklonu (°)</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m n. m)</b>	
Levý svah (PF1)	10	370	42-45
	15	365	48
	20	360	53
	25	355	58
	30	350	55-57
Údolí (PF2)	7	365	60
	12	360	60
	17	355	60
	22	350	60
	27	345	60
	32	340	65
Pravý svah (PF3)	7	380	70
	12	375	55-60
	17	370	65
	22	365	75
	27	360	65
	32	355	65

Z hlediska stability hráze je důležité konstatování strmého sklonu vrstev východním směrem a fakt, že vrstevní spáry jsou převážně sevřené nebo jen mírně rozevřené, bez jílovitých výplní snižujících celkovou smykovou pevnost horninového masívu (např. na VD Slezská Harta, založeném rovněž ve vrstevnatých kulmských horninách, byly zjištěny vrstevní spáry rozevřené až 10 cm, vyplněné jílovitopísčnými zeminami).

### 8.3 Tektonické podmínky

Tektonické podmínky hodnotíme z hlediska porušení horninového masívu:

- a) průběžnými tektonickými strukturami
- b) lokálními diskontinuitami soustředěnými do prostorově shodně orientovaných systémů ploch nespojitosti.

**Ad a)** Průzkumné práce I. fáze IGP vycházely, mimo jiné, z doporučení (7) ověřit existenci směrné tektonické dislokace – přesmyku vyvinutého v osní rovině vrásové struktury, probíhajícího souhlasně se směrem vrstev. Uspořádání šikmých jádrových vrtů do profilů umožnilo stanovit případný výskyt průběžných směrných dislokací v pruhu šířky cca 90 m (příloha č. 2).

V profilech PF1 a PF2 (příloha č. 3.1, 3.2) bylo ve všech vrtech zastiženo horninové prostředí bez příznaků významnějšího tektonického porušení průběžnými lineárními strukturami. Zaznamenána byla relativně tenká pásma porušených hornin – převážně jílovitých břidlic, mocná v řádu prvních dm (J301, J305) projevující se podrcením hornin, tektonickými ohlasy, rozetřenými zrny pyritu a zvýšeným výskytem křemene v sekundární výplni diskontinuit.

V oblasti PF3 (příloha č. 3.3), umístěného v pravobřežním závázání hráze, bylo zjištěno poměrně rozsáhlé porušení hornin ve vrtu J311 a zejména J310. V případě existence průběžné směrné dislokace by bylo porušení hornin obdobného charakteru zaznamenáno i v profilech PF1 a PF2. Jako pravděpodobnější se proto jeví předpoklad, že výskyt tektonicky porušených hornin ve vrtech J310 a J311 souvisí s průběhem příčné tektonické dislokace, orientované kolmo nebo šikmo k přehradnímu profilu. Na základě požadavku projektanta a investora bylo již do první fáze průzkumu zařazeno provedení doplňkových vrtů J401, J402, J403 s cílem upřesnění rozsahu tektonického porušení pravého svahu v oblasti profilu PF3. Ve vrtu J401 byly zastiženy tektonicky neporušené horniny - převážně droby lokálně laminované jílovitými břidlicemi. Nižší průměrné hodnoty parametru RQD, související s intenzivnějším rozpukáním horninového masívu, byly zaznamenány ve vrtu J403, přičemž v hloubce 34 – 40 m je porušení hornin výraznější, s hojnější přítomností křemenných výplní trhlin a tektonickými ohlasy. Tektonicky porušené horniny byly zastiženy rovněž ve vrtu J402.

Z vyhodnocení dokumentace jádrových vrtů, s přihlédnutím k interpretaci dříve provedených geofyzikálních měření (3) a morfologii zkoumaného území vyplývá, že zkoumanou částí pravého údolního svahu probíhá ve směru JZ-SV poruchové pásmo šířky nejspíše několika m. Se vši pravděpodobností se nejedná o dislokaci s jádrem tvořeným horninami alterovanými až na zeminy, mocným v řádu prvních metrů. Zjištěn byl spíše rozpad hornin na drobné kusy jádra (do 10 cm), resp. úlomky velikosti několika cm. Širší pásmo dislokace je postiženo tektonickým namožením hornin, kdy zdánlivě zdravý masív, těžený z vrtů v kusech jádra je porušen sítí mikrotrhlin, projevujících se rozpadem hornin až při jejich intenzivnějším zatížení.

Dále lze předpokládat výskyt tektonických dislokací rozevřených v řádu prvních dm, charakteristických rozpadem hornin (převážně jílovitých břidlic) na drobné úlomky až drť (J301, J305, J312, J313, J403). Pro tyto dislokace je charakteristická hojná přítomnost křemene jako sekundární výplně, výskyt pyritu (často v podrcených zrnech), tektonické rýhování a ohlasy. Je pravděpodobné, že vznik těchto dislokací predisponován polohami méně pevných jílovitých břidlic probíhajícími v základní hmotě pevných drob.

Doplnění informací o tektonické situaci zejména v prostoru patní oblasti pravého údolního svahu, ale i v ostatních částech přehradního profilu, je úkolem druhé fáze průzkumných prací, v jejichž rámci se předpokládá provedení seismické tomografie v rozšířených vrtech osazených PVC pažnicemi, kopaných šachtic a dalších jádrových vrtů.



**Ad b)** Z dokumentace vrtného jádra lze usuzovat na hustotu rozpukání horninového masívu (frekvenci diskontinuit), velikost sklonu, rozevření trhlin a charakter ploch nespojitosti (zazubené, hladké, drsné, atd.). Obtížnější je posuzovat prostorovou orientaci puklin, zejména v homogenním masívu drob bez výrazněji vyjádřené vrstevnatosti. Výskyt a povahu jednotlivých puklinových systémů v této fázi průzkumu proto hodnotíme na základě měření provedených v odkryvech na levém údolním svahu a ve starém kamenolomu za levou vzdušní patou hráze, resp. dokumentace stěn kopaných šachet provedených v rámci předběžného IGP.

Hlavní puklinový systém je orientován zhruba kolmo na směr vrstev a uklání se ve směru SSV, resp. JJZ. Plochy nespojitosti tohoto systému jsou strmě ukloněné, převážně sevřené, v zóně intenzivnějšího navětrání masívu až mírně rozevřené, generelně do 2 mm, vyplněné vplavenými jílovitými částicemi. V podmínkách navětralého až slabě navětralého horninového prostředí jsou odlučné plochy pokryty nálety až povlaky oxidů železa. Zaznamenán byl rovněž výskyt kalcitu a přítomnost pyritu ve výplni trhlin. Zejména v oblastech intenzivnějšího tektonického porušení jsou trhliny sekundárně vyhojeny křemenem. Trhliny jsou většinou planární nebo zazubené, s drsným povrchem odlučných ploch. Frekvence puklin je proměnlivá, obecně platí, že v navětralých partiích horninového masívu činí jejich četnost 10-20 cm, v podmínkách zdravých hornin se zvyšuje na cca 0,30-0,60 m.

V oblasti pravého údolního svahu byly dokumentovány plochy nespojitosti uklánějící se strmě k SSZ. Detailnější popis tohoto systému není znám.

Zvláštní systém diskontinuit tvoří vlasečnicové mikrotrhliny, vyskytující se v oblastech tektonického namáhání horninového masívu, zejména v prostoru pravého údolního svahu. Jedná se o spíše potencionální plochy nespojitosti projevující se až při zvýšeném namáhání (např. úderu kladívka) rozpadem vrtného jádra na kusy jádra do 10 cm a větší úlomky.

Podrobnou charakteristiku jednotlivých puklinových systémů umožní dokumentace stěn průzkumných šachet realizovaných ve druhé fázi podrobného inženýrskogeologického průzkumu.

Z hlediska vlivu tektonických podmínek na umístění přehradního profilu lze konstatovat, že nebylo zjištěno průběžné směrné poruchové pásmo charakteru vrásového přesmyku, indikované průzkumnými pracemi z 60-tých let (7). Tektonické porušení hornin, zejména v oblasti pravého údolního svahu, nejspíše souvisí s výskytem diskontinuit horninového masívu probíhajících souběžně s údolním svahem nebo šikmo k ose hráze. Těmto strukturám se úpravou pozice osy hráze nelze vyhnout a jejich charakter (orientace, mocnost, charakter porušení hornin) bude ověřován ve II. fázi průzkumných prací. V každém případě budou příčné tektonické dislokace spolehlivě vzkryty ve výlomu stavební jámy a nebudou proto pro stabilitu hráze představovat skrytá rizika.

#### 8.4 Navětrání hornin

Navětrání hornin ovlivňuje základové podmínky hráze zejména ve smyslu změn pevnostních charakteristik masívu v závislosti na intenzitě a dosahu procesů zvětrávání. Na základě dokumentace vrtného jádra jsme podle stupně navětrání rozdělili horninový masív na níže uvedené celky:

- |   |       |
|---|-------|
| a) Svahové a fluviální sedimenty (kvartér)                            | F3-G5 |
| b) Horninový masív zvětralý (stupeň č. 1)                             | R4-R5 |
| c) Horninový masív celkově silně navětralý (stupeň č. 2)              | R3-R4 |
| d) Horninový masív celkově slabě navětralý až navětralý (stupeň č. 3) | R2-R3 |
| e) Horninový masív slabě navětralý až zdravý (stupeň č. 4)            | R2    |

**Ad a, b)** Zvětralinový plášť (eluvium) tvoří, spolu s kvartérními (deluviálními, fluviálními) zeminami, pokryv zkoumaného území různé mocnosti. Jedná se o horniny rozložené až na malé kusy jádra a drobné úlomky s hojnými hlinitopísčitými a jílovitopísčitými příměsemi.

**Ad c)** Silně navětralé horniny se projevují intenzivním celkovým hnědošedým až zelenohnědým zabarvením a rozpadem převážně na malé kusy jádra (droby) velikosti do 10 cm, resp. na menší úlomky (jílovité břidlice). Plochy nespojitosti jsou systematicky pokryty intenzivními nálety až povlaky oxidů železa.

**Ad d)** Celkově navětralé horniny (droby) jsou charakteristické šedým zabarvením, místy s nazelenalými odstíny. Intenzivnější zelenohnědé zabarvení je patrné podél ploch nespojitosti a vrstevních spár (aureoly). Plochy nespojitosti jsou často pokryty nálety oxidů železa menší intenzity

**Ad e)** Zdravé až slabě navětralé horniny jsou šedé (droby) nebo tmavě šedé až černé (jílovité břidlice). Na odlučných plochách jsou žádné nebo pouze ojedinělé nálety oxidů železa. Charakteristické jsou spíše kalcitové nebo zdravé křemenné výplně, místy s pyritem.

*Tabulka č. 8.2: Hloubky rozhraní jednotlivých stupňů navětrání hornin v ose hráze*

<b>Profil</b>	<b>Hloubka pod terénem</b>		<b>Stupeň navětrání</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m n. m)</b>	
Levý svah (PF1)	0,6	380,5	Svahové sedimenty
	2,0	379,0	Stupeň č. 1-2
	3,5	377,5	Stupeň č. 2-3
	7,0	374,0	Stupeň č. 3-4
Údolí (PF2)	4,5	368,0	Fluviální sedimenty
	6,0	366,5	Stupeň č. 1-2
	7,5	365,0	Stupeň č. 2-3
	9,5	363,0	Stupeň č. 3-4
Pravý svah (PF3)	3,0	384,3	Svahové sedimenty
	7,3	380,0	Stupeň č. 1-2
	15,0	372,0	Stupeň č. 2-3
	19,0	368,0	Stupeň č. 3-4

Základové podmínky přehradního profilu jsou z hlediska hloubky navětrání horninového masívu rozdílné v prostoru levobřežního závazání, údolí i pravého svahu.

V oblasti strmějšího levého údolního svahu je hloubka navětrání horninového masívu vcelku malá. Pevné, celkově navětralé masívní horniny (droby) třídy R2-R3, byly zastiženy v hloubce 3,5 m pod úrovní terénu (tabulka č. 8.2). Hloubka navětrání se zvyšuje směrem po vodě, což souvisí s průběhem souvrství méně odolných jílovitých břidlic a siltovců.

V ploché údolní části, zkoumané jádrovými vrty v profilu P2, jsou podmínky z hlediska intenzity navětrání horninového masívu vcelku konstantní. Báze relativně pevných hornin byla zastižena v úrovni 7,5 m pod terénem s tím, že v oblasti návodní paty hráze byly zastiženy intenzivněji rozpukané droby (RQD 20-35%), zatímco směrem k vzdušní patě se hodnoty parametru RQD pohybují kolem 80%.

Základové podmínky z hlediska hloubky navětrání hornin jsou nejvíce komplikované v oblasti mírněji skloněného pravého údolního svahu. Hloubka navětrání je zde ovlivněna tektonickým namáháním horninového masívu, a také působením periglaciálního klimatu v období pleistocénu. Charakteristická je zvýšená mocnost kvartéru v porovnání s levým údolním svahem, vrstva svahových sedimentů tvořená hlinitopísčitými zeminami s příměsí úlomků drob zde dosahuje tloušťky cca 3 m. Navětrání masívu se, mimo jiné, projevuje

zelenošedým zabarvením drob (obr. 8.4), patrným do hloubek až 15 m v oblasti pod základovou spárou hráze (vrt J310). Směrem po vodě se hloubka navětrání snižuje, nicméně nazelenalé odstíny v pásích kolem trhlin a vrstevních spár jsou patrné i v hlubších partiích masívu. Ve vrtu J312 byla v hloubce 13 m zastižena široce rozevřená trhlina vyplněná drtí a vplavenou jílovito-písčitou zeminou. Trhliny kolmatované okrově hnědými, evidentně vplavenými zeminami byly zaznamenány i ve vrtu J313 v hloubce cca 15,5 m pod úrovní terénu.

Obrázek č. 8.4: Zelenohnědé zabarvení navětralých drob, jílovitá výplň trhlín



Z hlediska vlivu intenzity navětrání horninového masívu na umístění hráze lze konstatovat, že v oblasti levobřežního profilu PF1 je hráz podle současného návrhu založena spolehlivě do zdravého horninového masívu (stupeň navětrání 4) s možným posunem osy mírně proti i po vodě (příloha č. 3.1).

V údolním profilu PF2 probíhá základová spára v úrovni rozhraní celkově silně navětralého (stupeň 2) a celkově navětralého (stupeň 3) masívu (příloha č. 3.2). Vzhledem k výskytu pásma jílovitých břidlic za vzdušní patou hráze doporučujeme ponechat osu hráze spíše ve stávající pozici, resp. s možným mírným posunem proti vodě.

V pravém údolním svahu lze očekávat proměnlivou hloubku rozhraní jednotlivých stupňů intenzity navětrání horninového masívu, zejména s ohledem zjištěné tektonické porušení hornin, související zřejmě s průběhem příčných tektonických prvků. Podle situace znázorněné v profilu PF3 (příl. č. 3.3) se nabízí posun osy hráze směrem po vodě. Je nicméně zřejmé, že oblasti silně navětralých hornin budou v základové spáře hráze zastiženy v každém případě.

### **8.5 Fyzikálně-mechanické vlastnosti horninového masívu**

V rámci I. fáze průzkumu byla provedena série laboratorních zkoušek na vzorcích připravených z vrtného jádra (tab. č. 7.5) a presiometrická měření ve třech vrtech (tab. č. 7.4). Spíše orientační stanovení hodnot některých geotechnických parametrů horninového masívu nabízí část karotážních metod, které byly aplikovány ve vrtech J306, J308, J401, J402 (tab. č. 8.6). Cílem provedených měření a zkoušek bylo získat základní představu o fyzikálně-mechanických vlastnostech jednotlivých litologických typů hornin v různém stupni navětrání.

Výsledky laboratorních zkoušek (tabulky č. 8.3, 8.4) na vzorcích připravených z vrtných jader neposkytují úplně přesný obraz o vlastnostech horninového masívu jako celku, neboť nereflktují vlivy jako je rozpukání hornin, rozevření a výplň spár. Reálné hodnoty pevnostních charakteristik a objemové hmotnosti horninového masívu, jsou většinou nižší. Z výsledků laboratorních testů vyplývá mírně vyšší objemová zdravých grafitických jílovitých břidlic v porovnání s objemovou hmotností zdravých drob. Jílovité břidlice, resp. prostředí s převažujícím podílem jílovitých břidlic (nad 50%) vykazují nižší hodnoty pevnosti v tlaku a smykové pevnosti. Výsledky zkoušek dále naznačují, že malá přítomnost lamin jílovitých břidlic v základní hmotě drob v množství cca do 30% zásadně pevnostní charakteristiky drob neovlivňuje.

Tabulka č. 8.3: Přehled laboratorně stanovených fyzikálních vlastností hornin

Vrt	Hloubka (m)	Litologický typ	Nasákavost	Obj. hmotnost ( $\text{kg.m}^{-3}$ )		Pórovitost (%)
				Suchá	Nasyčená	
J303	13,0-14,0	D zdravá (R2)	0,19	2688	2693	1,28
J304	13,0-15,0	D laminovaná JB, navětralá (R2-R3)	0,37 0,27	2690 2689	2700 2696	1,34
	20,0-22,0	JB laminované D, zdravé, (R2-R3)	0,78	2700	2721	2,89
J307	11,0-12,0	D slabě navětralá až zdravá (R2)	0,29	2680	2688	1,87
J311	12,0-13,0	D celkově navětralá (R3-R4)	1,42	2657	2695	2,96
J312	11,0-12,0	D celkově navětralá (R3)	0,79	2634	2655	4,05
	12,0-13,0		0,86	2612	2634	
	13,0-14,0	D s laminami JB, celkově navětralá (R3)	0,44	2680	2692	2,26
J313	11,0-12,0	D s laminami JB, celkově navětralá (R3)	0,33	2683	2692	1,83

Poznámka: D – droba, JB – jílovité břidlice

Tabulka č. 8.4: Přehled laboratorně stanovených mechanických vlastností hornin

Vrt	Hloubka (m)	Litologický typ	$\sigma_c$		Smyková pevnost			
			S	N	$\tau_s$	$\tau_N$	$\varphi_s$	$\varphi_N$
J303	13,0-14,0	D zdravá (R2)	97,4	74,3	27,5	21,8	31,0	29,2
J304	13,0-15,0	D laminovaná JB, navětralá (R2-R3)	97,4 97,4	74,3 74,3	27,5 27,5	21,8 21,8	31,0 31,0	29,2 29,2
	20,0-22,0	JB laminované D, zdravé, (R2-R3)	80,1	58,7	23,8	17,4	28,6	28,8
J307	11,0-12,0	D slabě navětralá až zdravá (R2)	NA	70,8	NA	NA	NA	NA
J311	12,0-13,0	D celkově navětralá (R3-R4)	47,0	33,2	NA	NA	NA	NA
J312	11,0-12,0	D celkově navětralá (R3)	61,8	48,1	NA	NA	NA	NA
	12,0-13,0		NA	44,6	NA	NA	NA	NA
	13,0-14,0	D s laminami JB, celkově navětralá (R3)	61,8	48,1	NA	NA	NA	NA
J313	11,0-12,0	D s laminami JB, celkově navětralá (R3)	NA	71,2	NA	NA	NA	NA

Poznámka: D – droba, JB – jílovité břidlice,  $\sigma_c$  – pevnost v prostém tlaku, MPa (S – vysušený vzorek, N – nasycený vzorek),  $\tau$  – koheze, MPa (S – vysušený vzorek, N – nasycený vzorek),  $\varphi$  – úhel vnitřního tření, ° (S – vysušený vzorek, N – nasycený vzorek)

Presiometrická měření (tabulka č. 8.5) byla prováděna za účelem stanovení deformačních charakteristik horninového masívu. Jedná se o polní zkoušky „in situ“ a vcelku objektivně charakterizují horninový masív jako celek. Z tabulky č. 8.5 je dobře patrný nárůst presiometrického modulu deformace s hloubkou, a také vliv rozpukání horniny a intenzity navětrání na její stlačitelnost. Stejně jako v případě pevnostních charakteristik, vykazují jílovité břidlice vyšší stlačitelnost, v porovnání s drobami (cca 2900 MPa zdravá droba vs. 2200 MPa jílovitá břidlice).

Tabulka č. 8.5: Přehled výsledků provedených presiometrických měření

Vrt	Hloubka (m)	Presiometr. modul přetvárnosti ( $E_{def,p}$ , MPa)	Litologický typ
J306	10,7	886	Droba celkově navětralá, hustě rozpukaná
	14,7	1018	Droba celkově navětralá, hustě rozpukaná
	17,7	1541	Droba celkově slabě navětralá, hustě rozpukaná
J307	10,7	2082	Droba celkově slabě navětralá
	14,7	2181	Droba celkově slabě navětralá
	18,7	2924	Droba zdravá
J308	10,7	1196	Droba celkově navětralá, laminace JB do 30%
	17,7	2202	Drobný flyš, zdravý, podíl JB nad 50 %.
	28,7	2868	Droba masívní, zdravá

Výhodou karotážních metod je, že dokáží postihnout změny ve vývoji hodnot měřených parametrů a tím doplnit informace o složení, resp. stavu horninového prostředí např. v případě nízkého výnosu jádra z průzkumných vrtů. Limitujícím faktorem je, jak již bylo uvedeno, neprůchodnost vrtů (J402) nebo riziko uvíznutí sondážního zařízení. Přehled hodnot některých geotechnických parametrů interpretovaných z karotážních měření je uveden v tabulce č. 8.6. Podobné s laboratorními testy jsou hodnoty pevnosti v tlaku jednotlivých litologických typů různého stupně navětrání, mírně nižší jsou karotáží stanovené hodnoty objemové hmotnosti.

Tabulka č. 8.6: Orientační hodnoty geotechnických parametrů podle karotáže

Litologický typ	$\rho$	$\sigma_c$	ED	POISS
Droba silně navětralá (R3-R4)	2500	15-20	20-25	0,26
Droba celkově navětralá (R2-R3)	2500-2600	30-50	25-40	0,27-0,30
Droba zdravá (R2)	2600	70-130	45-55	0,30
Jílovité břidlice zdravé (R2-R3)	2600	50-60	40	0,25
Tektonicky porušený masív	NA	NA	NA	0,20

Poznámka:  $\sigma_c$  – pevnost v prostém tlaku (MPa),  $\rho$  – objemová hmotnost ( $\text{kg.m}^{-3}$ )  
ED – Youngův modul pružnosti, GPa, POISS – Poissonova konstanta

Hlavní objem zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností hornin, resp. horninového masívu bude realizován ve druhé fázi podrobného inženýrskogeologického průzkumu, včetně náročných zkoušek „in situ“ smykové pevnosti a deformačních charakteristik v kopaných průzkumných šachtách. Vzhledem k prozatím malému počtu stanovení hodnot jednotlivých geotechnických parametrů, neumožňujícímu seriózní statistickou analýzu, uvažujeme při hodnocení základových podmínek přehradního profilu hodnoty prezentované v tabulkách 8.1 až 8.4. Pro úvahy o situování přehradního profilu je především důležitá skutečnost že jílovité břidlice, resp. horninový masív s převažujícím podílem jílovitých břidlic vykazuje o cca 25% nižší hodnoty pevnosti v tlaku a stlačitelnosti v porovnání s drobami.

Z hlediska zařazení hornin podle těžitelnosti přísluší navětralé kulmské droby a zdravé jílovité břidlice tříd R3-R4 do 5. třídy těžitelnosti, zdravé droby třídy R2 do 6. třídy těžitelnosti (dle zrušené ČSN 73 3050 *Zemní práce*). Podle ČSN 73 6133 *Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací* spadají kulmské horniny do II-III. třídy těžitelnosti. Kvartérní pokryvy řadíme dle ČSN 73 3050 do 2. a 3. třídy těžitelnosti (50-ti % podíl jednotlivých tříd), resp. do I. třídy dle ČSN 73 6133.

## 8.6 Hydrogeologické podmínky

Hydrogeologické podmínky oblasti přehradního profilu hodnotíme ze dvou hledisek:

- a) Režimu hladiny podzemní vody, propustnosti horninového masívu a intenzity očekávaných přítoků podzemní vody do stavební jámy
- b) Agresivity podzemní vody na stavební materiály, zejména na beton

Ad a) Podzemní voda v údolní nivě je vázána na průlinově propustný kolektor fluvialních štěrkovitých zemin budujících bázi údolní terasy. Podle klasifikace propustnosti zemin (Jetel, 1973) přísluší fluvialní štěrky do III třídy (zeminy dosti silně propustné) s koeficientem filtrace v řádu  $10^{-3}$ - $10^{-4}$  m.s<sup>-1</sup>. Režim hladiny podzemní vody je spjat s kolísáním volné hladiny v řece Opavě, z níž jsou údolní štěrky převážně dotovány. Menší část dotace připadá na infiltrované atmosférické srážky a podzemní vodu přitékající z horninového masívu v údolních svazích. Hladina podzemní vody byla v údolní nivě zastižena v hloubce cca 1,5 m.

Podzemní voda hlubšího oběhu cirkuluje v puklinovém prostředí kulmského horninového masívu, přičemž lze pozorovat určité rozdíly v hydrogeologických podmínkách obou údolních svahů a údolní nivy. V oblasti levého údolního svahu byla v profilu PF1 zjištěna hladina podzemní vody zaklesnutá v hloubce téměř 8 m (tedy v úrovni základové spáry), což svědčí o vcelku dobré propustnosti horninového masívu. Zvýšené spotřeby vody byly ve svrchních partiích horninového masívu v levém svahu zaznamenány i při provádění vodních tlakových zkoušek v rámci předchozích průzkumných prací (4). Naopak ve výše situovaných vrtech pravého údolního svahu byla HPV zastižena v hloubkách 8,7 m (J401), resp. 6,5 m (J403). V širší oblasti paty pravého svahu lze, zejména v deštivém počasí, sledovat řadu pramenů různé vydatnosti. Jádrovými vrty provedenými v pravém údolním svahu byla zjištěna častá kolmatace rozevřených trhlin jemnozrnnými zeminami, snižujícími celkovou propustnost povrchových partií horninového masívu. Lze předpokládat, že při trvalejším hydrostatickém, resp. hydrodynamickém namáhání bude výplň trhlin náchylná k vyplavování. Tento předpoklad bude ověřen vodními tlakovými zkouškami v druhé fázi průzkumu.

Ve vrtech J306, J308, J401 byla v rámci karotážních měření provedena rezistivimetrie v aplikaci metod ředění označené kapaliny a čerpání. Těmito metodami lze lokalizovat přítoky do vrtu a stanovit jejich vydatnost i v hlubších partiích horninového masívu. V údolním vrtu J308 byly v hloubce 25-30 m zjištěny vcelku intenzivní přítoky podzemní vody v sumárním objemu 9500 l/den. V pravobřežním vrtu J402 byly naopak zaznamenány velmi nízké přítoky v řádu prvních desítek litrů za den.

Vcelku vysoké přítoky podzemní vody do výlomu stavební jámy lze očekávat v údolní nivě. Jejich množství bude do značné míry záviset na způsobu převedení říčního koryta a otevírky základové jámy. Nicméně je třeba, dle našeho názoru, uvažovat s přítoky minimálně v řádu desítek l/s. V úsecích údolních svahů bude intenzita přítoků záviset na množství atmosférických srážek. Příznivější podmínky v tomto smyslu lze očekávat v levém svahu s hlouběji zaklesnutou hladinou podzemní vody. V období dešťových srážek zde lze očekávat rychlý vzestup hladiny a následný rychlý pokles, umožněný dobrým oddrénováním masívu. Ve vyšších partiích svahu probíhá základová spára nad úrovní HPV. V pravém svahu bude odeznívání vlivu atmosférických srážek pomalejší.

Podrobněji budou hydrogeologické podmínky přehradního profilu, zejména propustnost horninového masívu zkoumány ve II. fázi IGP, v jejímž rámci budou prováděny vodní tlakové zkoušky ve vrtech a dále bude realizován injekční pokus. Intenzitu přítoků podzemní vody do základové jámy hráze bude možno lépe odhadnout na základě sledování přítoků do průzkumných šachtic hloubených v druhé fázi inženýrskogeologického průzkumu.

Doporučujeme rovněž provádět častější režimní měření hladin podzemní vody ve stávajících pozorovacích vrtech, vyhloubených v profilu vedeném souběžně s návodní patou hráze.

Ad b) Z důvodu ovlivnění chemizmu přísadami do výplachu při hloubení průzkumných jádrových vrtů nebyly v I. fázi průzkumu prováděny laboratorní zkoušky podzemní vody, za účelem stanovení její agresivity na stavební materiály, zejména betonové konstrukce. V rámci předchozích etap průzkumných prací (4) byly odebrány vzorky říční a podzemní vody. Analýzou těchto vzorků byla zjištěna zvýšená agresivita podzemní vody vůči betonu i železu. Na základě výsledků rezistivitních měření ve vrtu J308 nelze vyloučit, že prostor založení údolní části hráze je dotován přítoky podzemní vody hlubší geneze se zvýšeným obsahem  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{S}$ . Proto je třeba stanovení chemizmu podzemní vody věnovat ve druhé fázi průzkumu zvýšenou pozornost (chemická analýza vzorků podzemní vody odebraných z kopaných šachtic).

## 9. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Na základě výsledků první fáze inženýrskogeologického průzkumu prostoru přehradního profilu VD Nové Heřminovy lze konstatovat:

- Horninový masív je převážně budován kulmskými jemnozrnnými až střednězrnnými drobami, masívní struktury, lavicovité odlučnosti, místy laminovanými jílovitými břidlicemi. Další litologické typy – siltovce a jílovité břidlice jsou zastoupeny spíše podružně ve formě pásem neveliké mocnosti, procházejících přehradním profilem v oblasti patní části pravého údolního svahu.
- Vrstevní sled se uklání zhruba východním až VJV směrem. Vrstvy tedy probíhají mírně šikmo k ose hráze. Velikost sklonu vrstev se mění v rozsahu  $45^\circ$  (levý svah) až  $70-75^\circ$  (pravý svah). Jádrovými vrty nebyl zjištěn výskyt rozevřených vrstevních spár, vyplněných jemnozrnnými zeminami. Úložné podmínky v prostoru přehradního profilu hodnotíme jako příznivé.
- Jádrovými vrty provedenými šikmo proti směru sklonu vrstev nebyla potvrzena existence průběžné směrné tektonické dislokace charakteru vrásového přesmyku, probíhající souběžně s návodní patou hráze. Lze očekávat výskyt spíše podružných směrných diskontinuit vázaných na polohy méně pevných jílovitých břidlic, rozevřených první dm, vyplněných drcenou horninou s hojnou sekundární příměsí křemene.
- V oblasti levého údolního svahu a údolní nivy nebylo zjištěno intenzivnější tektonické porušení horninového masívu. Komplikovanější jsou tektonické podmínky v prostoru pravého svahu, naznačené geofyzikálním průzkumem z roku 2010 a ověřené jádrovými vrty. Zde lze očekávat hojnější výskyt tektonických dislokací probíhajících souběžně nebo šikmo k údolnímu svahu. Dosavadní výsledky průzkumných prací nenaznačují existenci příčného, široce rozevřeného (v řádu metrů) tektonického pásma vyplněného horninovým materiálem alterovaným až na zeminu. Spíše se bude jednat o porušení horninového masívu systémem diskontinuit, rozevřených v řádu prvních dm. Rozsah a charakter porušení horninového masívu v pravém svahu bude upřesněn geofyzikálními měřeními, jádrovými vrty a kopanými šachticemi v druhé fázi průzkumu.
- Polními testy ve vrtech (presiometrie, karotáž) a laboratorními zkouškami horninových vzorků připravených z vrtných jader byla ověřena dobrá kvalita horninového masívu ve smyslu jeho pevnostních a deformačních charakteristik. Pevnost v tlaku nasycených zdravých drob lze očekávat generelně v rozmezí hodnot 70-100 MPa, presiometrický modul deformace v hodnotách nad 2500 MPa. Hodnoty pevnostních a deformačních parametrů hornin s převládajícím podílem jílovitých břidlic jsou nižší o cca 25%.

Hlavní objem polních a laboratorních zkoušek hornin bude realizován ve druhé fázi průzkumu.

Základové podmínky v prostoru přehradního profilu hodnotíme, na základě dosavadních poznatků, jako vcelku příznivé s tím, že v oblasti pravého údolního svahu byla zjištěna větší intenzita tektonického porušení horninového masívu. Inženýrskogeologické podmínky posuzovaného prostoru, podle našeho názoru, nevyžadují zásadní změny v dosavadním návrhu situování osy hráze.

Předpokládáme, že průzkumné práce budou pokračovat podle projektu (1) s tím, že se nevylučuje úprava jejich metodiky a rozsahu v případě zjištění skutečností tyto úpravy vyžadující.

Za účelem získání objektivních dat vstupujících do výpočtu matematického modelu hráze je třeba, aby zhotovitel ve spolupráci s projektantem vypracoval plán a navrhnul metodiku laboratorních zkoušek hornin, reflektující způsob a intenzitu namáhání horninového masívu přehradním tělesem.

Program laboratorních testů je třeba doplnit o zkoušky chemizmu podzemní vody s důrazem na stanovení její agresivity na betonové, resp. železobetonové konstrukce. Doporučujeme za tímto účelem odběr vzorků podzemní vody ze všech kopaných šachtic, pokud v nich bude hladina podzemní vody zastižena.

V rámci podrobného inženýrskogeologického průzkumu jsou hodnoceny základové podmínky hráze a dalších objektů s ní souvisejících (MVE, vývažiště, injekční clona, napojení levobřežní silnice). Doporučujeme proto rozšířit práce o průzkum základových podmínek přemostění odpadního koryta podle zásad TP76A *Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace*.