

1. ÚVOD	2
2. POUŽITÉ PODKLADY REALIZOVANÝCH PRIESKUMOV	2
3. PRÍRODNÉ POMERY ŠIRŠIEHO OKOLIA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA	3
4.1 Geomorfologické pomery	3
4.2 Geologická charakteristika skúmaného územia	4
4.3 Hydrogeologické pomery	6
4. PREHĽAD DOTERAZ REALIZOVANÝCH PRIESKUMOV PRIEHRADNÝCH PROFILOV	8
5.1 Prieskumy realizované v profile č. II a III	8
5.2 Prieskumy realizované v profile č. IV	12
5.3 Prieskumy realizované v profile č. 5	18
5.4 Závěry z podrobného inžinierskogeologického prieskumu v profile č. 5 (Lobík, M., a kol., 1995)	28
5.5 Oponentské posúdenie: Záverečnej správy úlohy: VN Tichý potok (Malgot, J., Hulla, J., Bednárová, E., 1996)	30
5.6 Oponentský posudok na záverečnú správu úlohy: Inžinierskogeologický prieskum VN Tichý potok (Matys, M., Wagner, P., 1996)	33
5.7 Vodárenská nádrž Tichý potok na Toryse, Záverečné stanovisko MŽP SR č. 32/2011- 3.4/mv	37
6. ZÁVER	38

ZOZNAM PRÍLOH:

Situácia doteraz realizovaných prieskumných sond v M = 1: 5 000	1
---	---

1. ÚVOD

Na základe objednávky spoločnosti Lineu, s. r. o., Košice realizovala spoločnosť Montana, s. r. o., Košice odborný posudok zhodnotenia doteraz realizovaných inžiniersko-geologických a hydrogeologických prác na projektovanej stavbe VN Tichý Potok.

Posudok bol vypracovaný na základe archívnej excerptie dostupných archívnych podkladov a vypracovaných odborných posudkov k záverečným správam jednotlivých etáp prieskumných prác. V jednotlivých podkapitolách posudku je podaný časový sled výberu najvhodnejšieho profilu pre situovanie vodného diela so stručným uvedením realizovaných prác a záverečným zhodnotením s dôrazom na profil č. 5, kde sa realizoval podrobný inžinierskogeologický prieskum.

V zostavenej prehľadnej situácii realizovaných prieskumných sond na stavbe VD Tichý potok v mierke 1 : 5 000 sú vykreslené doteraz realizované geologické prieskumné diela v širšom okolí nádrže.

V závere posudku je navrhnutý rozsah prieskumných prác pre etapu doplnkového inžinierskogeologického prieskumu s orientačnou kalkuláciou predpokladaných nákladov.

Záujmové územie je zobrazené v topografickej mape mierky, $M = 1 : 10\,000$, list 27-43-02, 27-43-06, 27 – 43 –07 a 27-43-08.

Identifikačné údaje záujmového územia:

Názov okresu : Kežmarok, Sabinov, Levoča

Názov obcí : Tichý Potok, Blažov, Brezovica, Nižné Repáše, Vyšné Repáše,

Torysky, Pavľany, Olšavica.

2. POUŽITÉ PODKLADY REALIZOVANÝCH PRIESKUMOV

Pri posudzovaní inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických pomerov záujmového územia boli použité a zhodnotené získané poznatky z doteraz realizovaných prieskumov zo širšieho okolia, ktoré súvisia s uvažovaným zámerom výstavby VN Tichý Potok. Išlo hlavne o práce :

- Gíra, J., Potyš, Z. a Gíret, A., 1969: Vodárenská nádrž na Hornej Toryse, orientačný prieskum, archív IGHP (3171),
- Gíra, J. a Gíret, A., 1972: Vodárenská nádrž Tichý Potok, doplňujúci inžiniersko-geologický prieskum, archív IGHP (5179),

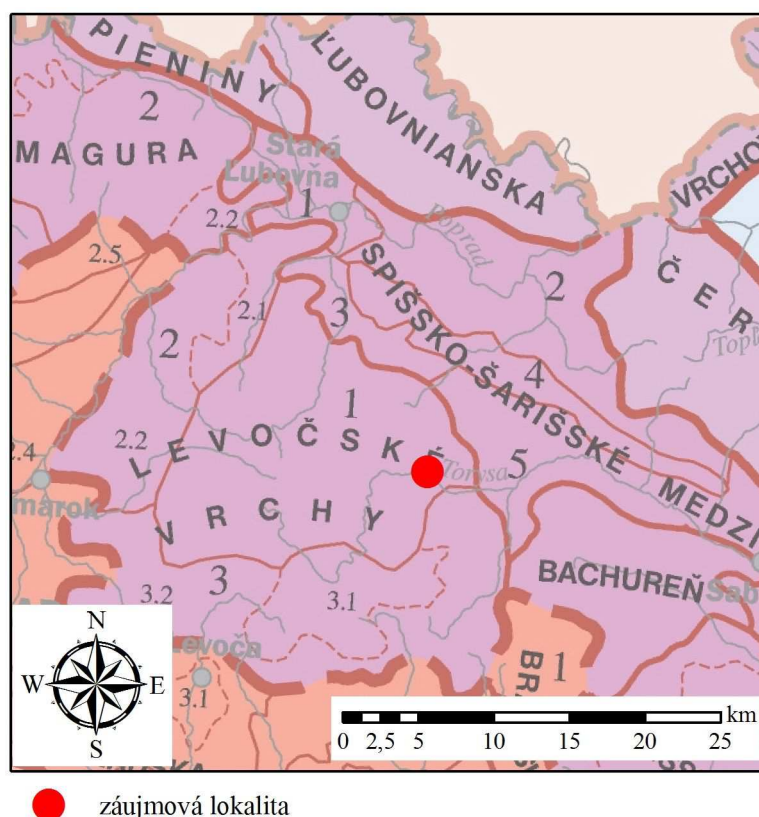
- Gíra, J. a Gíret A., 1973: Vodárenská nádrž Tichý Potok – profil č. II, predbežný prieskum, archív TUKe (10),
- Gíra, J., Grmanová, V., Cibulka, L. a Szabová, A., 1975: Vodná nádrž Tichý Potok – I. stavba, predbežný prieskum, archív TUKe (6343),
- Gíra, J., 1977: Vodná nádrž Tichý Potok –záverečná správa, orientačný prieskum, archív TUKe (1009),
- Gíra, J., 1977: V. n. Tichý Potok – priehradný profil č. 2 – čiastková správa, orientačný prieskum, archív TUKe (5823),
- Gíra, J., 1978: Vodárenská nádrž Tichý Potok – priehradný profil č. IV – čiastková správa, archív TUKe (1131),
- Gíra, J., 1979: Tichý Potok – VN – Prieskum materiálov pre výstavbu hrádze, doplňujúci prieskum, archív TUKe (1277),
- Gíra, J., 1983: Tichý Potok VN – záverečná správa z doplňujúceho predbežného prieskumu, archív TUKe (1871),
- Gíret, A., Hasaj, J. a Szabová, A., 1991:VN Tichý potok – predbežný prieskum, archív TUKe (3299),
- Gíra, J., 1983: Tichý Potok VN – záverečná správa z doplňujúceho predbežného prieskumu, archív TUKe (1871),
- Gíret, A. a Hasaj, J., 1992: VN Tichý Potok – preložka cesty, archív TUKe (3436),
- Lobík, M., Gíret, A., Bělunek, Z., Janovič, L. a Potančok, L. 1995: Inžinierskogeologický prieskum VN Tichý Potok, pordobný prieskum, archív Vodohospodárska výstavba, Bratislava,
- Malgot, J. a Baliak, F., 1990: Inžinierskogeologické posúdenie priehradného profilu č. 5 – Tichý Potok, Katedra geotechniky SF SVŠT, Bratislava,
- Potančok, L. a Sláma, M., 1995: VN Tichý Potok – zhutňovací pokus, archív TUKe (3663).

3. PRÍRODNÉ POMERY ŠIRŠIEHO OKOLIA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

4.1 Geomorfologické pomery

Podľa regionálneho geomorfologického členenia územia SR (Mazúr a Lukniš, 1986), povodie uvažovanej nádrže Tichý Potok je súčasťou geomorfologického celku Levočských

vrchov, jeho podcelkov Levočskej vysočiny a Levočskej planiny s časťou Olšavická planina, ktorá tvorí južné ohraničenie povodia (obr.1).



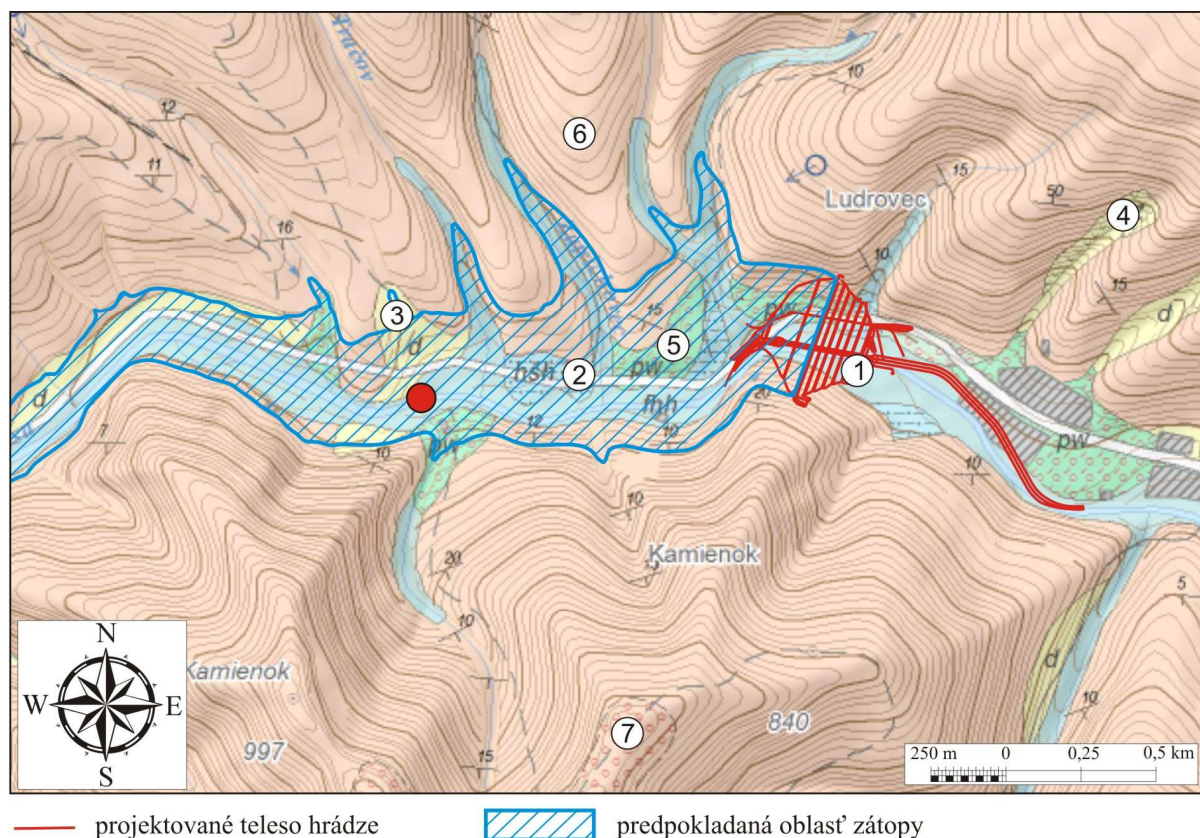
Obr. 1 Lokalizácia záujmového územia v geomorfologickom členení SR, (Mazúr a Lukniš, 1986)

Morfologicky je územie značne členité, najnižším miestom je dno údolia Torysy v mieste profilu priehradného telesa s kótou 550 m n. m. a najvyšším miestom je vrch Škapová s kótou 1 232 m n. m., teda výšková diferencia územia je 682 m.

Charakteristickou črtou reliéfu je prechod z rovinatého územia aluviálnej nivy Torysy do strmo uklonených svahov flyšovej pahorkatiny a vrchoviny s hlboko zarezanými dolinami, a úvalinami. Výrazne tvarovaný asymetrický tvar doliny Torysy v smere V-Z je dotvorený hlboko založenými gravitačnými svahovými deformáciami – blokovitými rozpadlinami, nečlenenými blokovými poľami, lemované početnými zosuvmi v rôznom štádiu vývoja a aktivity.

4.2 Geologická charakteristika skúmaného územia

Podľa zostavenej základnej geologickej mapy daného regiónu (Gross et al., 1999) sa na geologickej stavbe predmetného územia sa podieľajú sedimenty paleogénu a kvartérne sedimenty (obr. 2).



Vysvetlivky:

Kvartér: 1 - fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nívne hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov (holocén); 2 - proluviálne sedimenty: prevažne hliny a piesčité hliny s úlomkami hornín a zahlinenými štrkami v nívnych náplavových kužeľoch (holocén); 3 - deluviálne sedimenty v celku: litofaciálne nerozlišené svahoviny a sutiny (pleistocén-holocén); 4 - zosuvy (pleistocén-holocén); 5 - proluviálne sedimenty: hlinité a piesčité štrky s úlomkami hornín v nízkych náplavových kužeľoch (pleistocén); **Paleogén:** 6 - podtatranská skupina - bielopotocké súvrstvie: stredno a hrubozrnné pieskovce v absolútnej prevahe nad ílovcami (oligocén-miocén); 7 - podtatranská skupina - bielopotocké súvrstvie: konglomerátový flyš: hrubé lavice polymikih zlepenecov, tenké polohy siltovcov až ílovcov (eocén-oligocén)

Obr. 2 Výsek geologickej mapy záujmového územia (mapový server ŠGÚDŠ)

Paleogén (eocén-miocén)

Paleogénne sedimenty sú zastúpené sedimentárnymi sekvenciami vnútrokarpatského paleogénu podtatranskej skupiny. V nižšie položených častiach pahorkatiny (mimo záujmové územie) vystupujú polohy hutianskeho súvrstvia (eocén – oligocén), reprezentované ílovcami v absolútnej prevahe nad pieskovcami a zlepencami. Tento litotip vytvára až stovky metrov hrubé polohy premenlivých vápnitých ílovcov, ílovcov so siltovcovou lamináciou, alebo ílosiltovcov, ktoré sú miestami prerušené lavicami jemnozrnných pieskovcov, polohami pelokarbonátov, alebo úsekmi flyšového charakteru.

Vyššie položené časti flyšovej vrchoviny až hornatiny sú tvorené bielopotockým súvrstvom (oligocén-miocén), reprezentované stredno a hrubozrnnými pieskovecami v absolútnej prevahe nad ílovcami. Bielopotocké súvrstvie je tvorené desiatkami a stovkami metrov hrubým súborom pieskovcových vrstiev, sporadicky prerušených polohami flyšu, drobno a strednozrnnými konglomerátmi, konglomerátovým flyšom a podmorskými zosuvnými telesami. Pieskovcové lavice sa navzájom stýkajú pozdĺž vrstvových škár, alebo menej bývajú oddelené tenkými polohami ílosiltovcov. Hrúbka bielopotockého súvrstvia v Levočských vrchoch dosahuje 700 – 900 m.

Kvartér (mladší pleistocén-holocén)

Kvartérne sedimenty sú v predmetnom území a jeho širšom okolí zastúpené fluviálnymi, proluviálnymi a deluviálnymi sedimentmi.

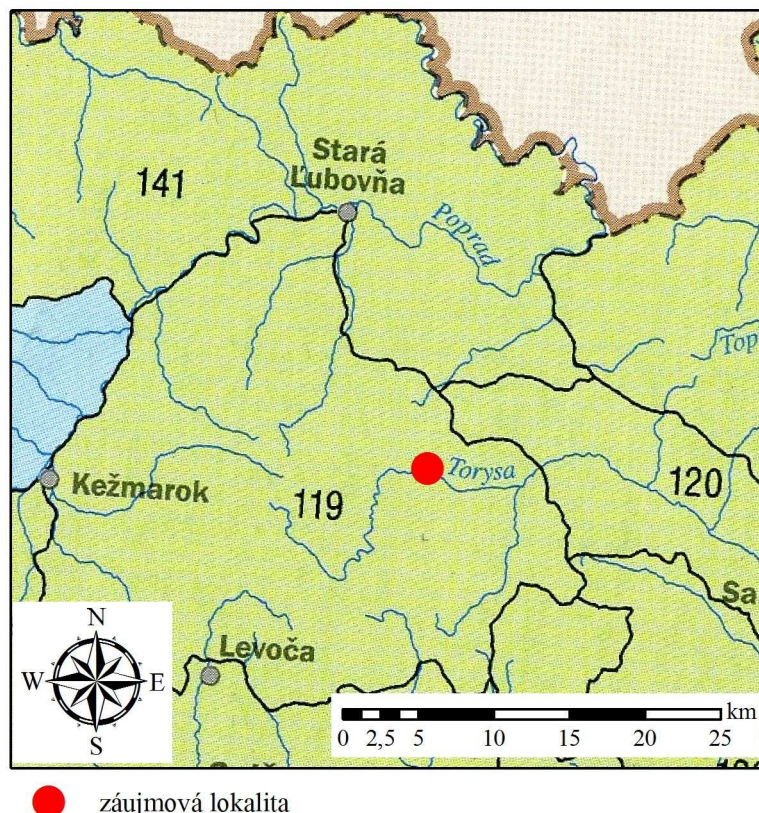
Fluviálne sedimenty (mladší pleistocén-holocén) sú zastúpené piesčitými štrkami a pieskami dnovej akumulácie a nízkych terás toku Torysy a jej prítokov a nečlenenými nivnými hlinami a piesčitými hlinami dolinných nív a nív horských potokov.

Proluviálne sedimenty (mladší pleistocén) reprezentujú hlinité a piesčité štrky s úlomkami hornín v nízkych náplavových kužeľoch pri vyústení väčších potokov do aluviálnej nivy Torysy.

Deluviálne sedimenty (mladší pleistocén-holocén) sú zastúpené mohutnými akumuláciami litofaciálne nečlenených svahovín a sutín hlavne na svahoch s J expozíciou. K deluviálnym sedimentom je možné pričleniť aj zeminy zosuvných svahov, ktoré boli vymapované V od predmetnej lokality v širšom okolí obce Tichý Potok.

4.3 Hydrogeologické pomery

Podľa členenia územia SR na hlavné hydrogeologické regióny (Malík a Švasta, 2002), spadá predmetné územie do rajónu QP 120 – Paleogén Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny v povodí Torysy a rajónu P 119 – Paleogén Levočských vrchov (obr. 3).



Obr. 3 Lokalizácia záujmového územia v mape hydrogeologickej regióny (Malík a Švasta, 2002)

Paleogénne horniny sa vyznačujú hlavne puklinovou priepustnosťou. Dôležité sú pukliny zvetrávania a gravitačné pukliny, vznikajúce exogénnymi silami. Vytvárajú zónu zvetrávania s hĺbkovým dosahom asi 30 m. Filtračné parametre podložia boli v mieste priehradného profilu č. 5 (Lobík, M., a kol., 1995) overované jednovrtovou indikátorovou metódou. Overilo sa, že priepustnejšia zóna siaha do hĺbky 38 – 31 m. Do hĺbky cca 60 m boli potom overené menej priepustné horniny, avšak vo väčšej hĺbke sa objavujú aj priepustnejšie polohy. Stredne zvodnené pieskovcové a mikrokonglomerátové súvrstvie (bielopotocké súvrstvie) buduje centrálnu časť Levočských vrchov a Bachurne (aj samotné predmetné územie). Na styku s menej priepustnými polohami vyvierajú pramene s výdatnosťou do 1 l.s^{-1} . Pramene v okolí Tichého Potoka (prameň Bujačeň a U Grečka) majú výdatnosť $2 - 10 \text{ l.s}^{-1}$. Hladina podzemnej vody v paleogénnych horninách je väčšinou napätá, s nepriepustnou nadložnou vrstvou v hĺbke okolo 14,0 m. Artézsky preliv z vrtov dosahuje rádovo 1 s^{-1} . Koeficient prietočnosti má hodnotu okolo $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Z kvartérnych sedimentov predstavujú aluviálne štrky Torysy najvýznamnejší hydrogeologický kolektor s medzizrnovou priepustnosťou. Aluviálne štrky majú koeficient filtrácie v rozmedzí $7 \cdot 10^{-4} - 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Smerom proti prúdu Torysy pribúda hlinitej

prímеси a priepustnosť sa znižuje. Hladina podzemnej vody je v hĺbke 1,5 – 4,5 m pod terénom. Generálny smer prúdenia podzemnej vody je súhlasný s povrchovým tokom.

4. PREHĽAD DOTERAZ REALIZOVANÝCH PRIESKUMOV PRIEHRADNÝCH PROFILOV

5.1 Prieskumy realizované v profile č. II a III

Gíra, J., 1969: Vodárenská nádrž na Hornej Toryse, orientačný prieskum, archív IGHP (3171)

S prieskumom pre vodárenskú nádrž Tichý Potok sa začalo už v roku 1969, kedy bola spracovaná aj prvá záverečná správa, zahrňujúca výsledky orientačného prieskumu v priehradnom profile č. 2 a v priehradnom profile č. 3.

V závere správy sa hodnotia inžinierskogeologické pomery skúmaných priehradných miest, ktoré sú pre oba profily zhruba rovnaké.

Nevýhodou skúmaných priehradných profilov je:

- značná hrúbka zvodnených aluviálnych náplavov (10 – 12 m),
- veľká priepustnosť hornín skalného podkladu,
- rozvolnenie horninového masívu,
- agresivita podzemných vôd,
- v priehradnom profile č. 3 značná mocnosť proluviálnych hlinito-štrkovitých materiálov na úpäti ľavého svahu údolia (18 m).

Gíra, J., 1972: Vodárenská nádrž Tichý Potok, doplňujúci prieskum, archív IGHP (5179)

Inžinierskogeologická časť správy obsahuje prehodnotenie výsledkov prieskumu z predchádzajúcej etapy v priehradnom profile č. 2 z 30 m vysokej hrádze na 60 m, s tým že prehodnotené výsledky treba aplikovať aj na priehradný profil č. 1. Veľmi stručne sa charakterizujú zosuvné územia na ľavej strane údolia Torysy v okolí Tichého Potoka a preložka štátnej cesty vedená ponad obec Tichý Potok, po ľavom svahu údolia. Problematika materiálov na výstavbu hrádze je rozpracovaná na základe kopných, vrtných a laboratórnych prác tak pre statickú ako aj tesniacu časť hrádze.

V závere správy priehradný profil č. 1 sa hodnotí ako nevhodný pre výstavbu 60 m vysokej hrádze, pretože už pri 55 m výške hrádze kóta vzdutia vody v nádrži zasahuje do

oblasti svahových deformácií, čo by znamenalo aktivizáciu svahových pohybov a tým aj ohrozenie hrádze.

Výstavba hrádze v priehradnom profile č. 2 je taktiež podmienená charakterom svahových deformácií v okolí T. Potoka a ich možnou reaktivizáciou v dôsledku vzdutia hladiny vody v nádrži.

V otázke materiálov na výstavbu hrádze sa v závere správy doporučuje v ďalšom štádiu prieskumu orientovať na ľavý svah údolia Torysy medzi obce Brezovica a Torysa (materiály pre tesniacu časť hrádze) a aluviálnu nivu údolia Torysy (materiály pre statickú časť hrádze).

Gíra, J. a Gíret A., 1973: Vodárenská nádrž Tichý Potok – profil č. II, predbežný prieskum, archív TUKE (10)

Prieskumné práce boli rozdelené do dvoch etáp:

- Do 1. etapy bol zahrnutý prieskum zosuvného územia a iných gravitačných deformácií vyvinutých na južnom svahu Čiernej Hory v priestore nad obcou Tichý Potok. Problematika stability svahov nádrže bola kľúčovou otázkou, ktorá rozhodovala o realizácii varianty výstavby hrádze v priehradnom profile č. II.
- 2. etapa obsahovala prieskum priehradného miesta, materiálov na výstavbu hrádze a preložiek komunikácií. S prácami tejto etapy sa malo začať len v prípade priaznivých výsledkov v priestore skúmaného územia.

Na základe dielčích výsledkov bolo možné konštatovať, že v dôsledku vzdutia hladiny v nádrži dôjde k obnoveniu svahových pohybov v spodnej časti svahu. Po tomto konštatovaní investor prieskumné práce v priestore skúmaného územia (aj napriek tomu, že neboli vyčerpané) pozastavil a žiadal presunúť prieskumnú kapacitu do priestoru Vojenského Újezdu k prieskumu priehradného profilu III/A.

Výsledky prieskumu priehradného profilu č. II sú v dokumentačnej správe, v ktorej okrem dokumentácie prieskumných diel prvej etapy je uvedené stručné zhodnotenie priehradného miesta č. II s charakteristikou materiálov prichádzajúcich v úvahu pre výstavbu hrádze z predchádzajúcich správ.

Napriek neukončenému prieskumu autori správy konštatujú, že výsledky poukazujú na veľmi zložitú inžinierskogeologickú situáciu, pre ktorú investor upustil od pôvodne sledovanej varianty a zameral sa na prieskum priehradného profilu situovaného mimo kritickú oblasť.

Gíra, J., Grmanová, V., Cibulka, L. a Szabová, A., 1975: Vodná nádrž Tichý Potok – predbežný prieskum, archív TUKE (6343)

Záverečná správa zhrňuje a zhodnocuje výsledky predbežného prieskumu z priestoru priehradného miesta č. 3/A.

Správa pozostáva z týchto častí:

- všeobecná časť
- priehradný profil 3/A
- materiály – štrky
- materiály – hliny
- zátopná oblasť
- preložky ciest
- dielčie záverečné správy

V rámci predbežného prieskumu bolo celkovo odvrtných 1652 m strojných vrtov, 684,8 m nárazovo točivých vrtov, 366 bm šachtíc, 46,40 bm kopaných sond, 1577,50 m³ rýh a 309 bm štôní (štôlna Anna, Barbora I a Barbora II)

V inžinierskogeologickej časti správa pojednáva o:

- inžinierskogeologických pomeroch priehradného profilu č. 3/A,
- popisuje a hodnotí fyzikálno-mechanické vlastnosti materiálov z hľadiska ich použitia ako materiálov pre výstavbu hrádze,
- posudzuje stabilitné pomery svahov budúcej vodnej nádrže,
- únik vody z nádrže a jej zanášanie,
- inžinierskogeologických pomeroch v trase preložky štátnej cesty,
- charakteristike fyzikálno-mechanických vlastnostiach zemín a hornín vyskytujúcich sa v trase preložky,
- zhodnotení stavebných materiálov.

V závere správy priehradný profil č. 3/A je hodnotený ako menej vhodný pre výstavbu hrádze. Za podmieňujúce faktory patrí mohutný vývoj náplavov na úpätí ľavého svahu, úložné pomery a priebeh zlomových líní, charakter aj hĺbkový dosah rozvoľnenia a zvetrania hornín skalného podkladu a z toho vyplývajúca priepustnosť hornín v podloží hrádze i stabilita svahu pri ľavostrannom zaviazaní hrádze.

V závere dielčej správy pre zátopovú oblasť sa hodnotia stabilitné pomery svahov vodnej nádrže, pretváрку jej brehov, zanášanie i únik vody z nádrže. Problematickou sa javí

otázka stability svahu po ľavej strane údolia v úseku priehradný profil až údolie potoka Suchá dolina a únik vody z nádrže po zlomových líniah.

Materiály z vyhladených lokalít sa hodnotia ako vhodné pre výstavbu hrádze, pričom na výstavbu statickej časti hrádze sa doporučujú štrky zo zátopovej oblasti a na výstavbu tesniaceho jadra hrádze sa doporučujú svahové a náplavové hliny z okolia Brezovice.

Inžinierskogeologické pomery preložky ciest sa v posudzovaných trasách hodnotia ako menej priaznivé (najmä na ľavej strane údolia, kde úklon vrstiev je po svahu), pričom realizácia cesty v určitých úsekoch si vyžiada vybudovanie komplexu sanačných prác.

Gíra, J., 1977: V. n. Tichý Potok – priehradný profil č. 2 – čiastková správa, orientačný prieskum, archív TUKE (5823)

Prieskumné práce v štádiu orientačného prieskumu mali za úlohu hlavne doplniť a spresniť informácie o charaktere i mechanizme svahových deformácií a na základe nových poznatkov prehodnotiť inžinierskogeologické pomery záujmového územia z hľadiska realizovateľnosti nádrže pri zachovaní stability zvlášť území v okolí Tichého Potoka, prípadne ich nožnej sanácie.

Výstavba hrádze v priehradnom profile č. 2 je podmienená stabilitou úpätia ľavého svahu po obvoe nádrže. Na základe výsledkov prieskumu možno konštatovať, že realizácia vodného diela je možná pri vzdutí hladiny vody na kóte okolo 535 m n. m. Pri tomto vzdutí, kvôli bezpečnejšiemu ľavostrannému zaviazaniu hrádze, sa doporučuje priehradné miesto situovať vyššie proti vode, zhruba do priestoru priehradného profilu č. 1, kde do údolia Torysy z ľavej strany vybieha skalný výbežok, do ktorého by bolo možné hrádzu zaviazať. Týmto riešením sa vyhne taktiež pomerne nepriaznivému úseku, čo do zabezpečenia stability svahu, medzi skalným výbežkom a pôvodným priehradným profilom č. 2.

Realizácia hrádze v novo navrhovanom profile a vzdutí si vyžiada sanáciu úpätia svahu na ľavej strane údolia a určitú úpravu svahov (zmiernenie) pod hladinou vody v nádrži. Sanácia sa uvažuje priťazovacím násypom, ktorý by sa mohol využiť aj ako násyp pre cestné teleso. Ako sanačné prvky v úvahu prichádzajú aj odvodňovacie horizontálne vrty.

Vzhľadom na charakter skalného výbežku je treba počítať na ľavej strane v dôsledku rozvoľnenia horninového komplexu s pomerne nákladnou injektážou.

5.2 Prieskumy realizované v profile č. IV

Gíra, J., 1978: Vodárenská nádrž Tichý Potok – prieh. profil č. IV. – čiastková správa, archív TUKE (1131)

Predkladaná správa podáva čiastkové výsledky predbežného prieskumu v priehradnom profile č. IV pre vodárenskú nádrž Tichý Potok. Prieskumné práce ešte neboli ukončené, správa má za úlohu predovšetkým informovať projektanta o dielčích výsledkoch prieskumu.

Čiastková záverečná správa sa venuje hlavne:

- geologickým a úložným pomerom,
- tektonickým pomerom,
- hydrogeologickým pomerom,
- geotechnickým vlastnostiam zemín a hornín
- materiálom pre výstavbu hrádze
- zátopovej oblasti

Geologické práce realizoval IGHP, n.p. Žilina

Geologické a úložné pomery

Priehradný profil je situovaný v asymetrickom údolí, pod bývalou obcou Blažkov. Územie je budované paleogénom v pieskovcovo – ílovcovom vývoji. Obecne je konštatované, že na ľavej strane a v dne údolia prevláda pieskovcový vývoj, na pravej strane pieskovcovo – ílovcový. Generálny smer flyšových súvrství je SZ-JV s úklonom vrstiev 8° – 25° k JZ.

Skalné podložie priamo na povrch vystupuje na pravej strane údolia a v koryte Torysy a na ľavej strane údolia, resp. na jeho úpätí v dĺžke 60 m.

Na ľavej strane bola overená mohutná akumulácia hlinito-kamenitých a štrkovitých zemín náplavových kužeľov a starších terasových stupňov. Dno údolia vyplňujú aluviálne štrkopiesky v hrúbke 2,5 – 9,0 m.

Tektonické pomery

Záujmová oblasť má veľmi zložitú tektonickú stavbu. Prevládajú tu vcelku dva systémy porúch, ktoré v konečnom dôsledku podmieňujú nie len celkový geomorfologický vývoj územia, ale aj charakter rozvoľnenia, zvetrávania a priepustnosti hornín skalného podkladu. Staršie a výraznejšie sú poruchy Z-V a ZSZ-VJV smeru. K mladším patria tektonické línie JZ-SV a S-J smeru. Porucha Z-V smeru v doline Torysy je považovaná za hlavnú tektonickú líniu, ktorá je doprevádzaná podružnými, menej významnými zlomami. V priehradnom profile č. IV identifikovali 7 výrazných porúch Z-V smeru (vykreslené v prílohe č.2).

O existencii porúch S-J a JZ-SV smeru svedčia najmä:

- riečna sieť územia
- úložné pomery paleogénnych súvrství
- vývery podzemnej vody
- reliéf územia
- merania vo vrte J-9b/IV, kde sa pozorovalo tektonické porušenie a prehnietenie hornín so sklonom vrstiev 40° až 60°

Charakter zlomových línií je rôznorodý, výraznejšie línie sú doprevádzané poruchovými zónami, horniny sú dolámané, navzájom prehnietené a tiež premenené (ílovitá hlina). Hrúbka poruchových zón sa pohybuje od 0,3 do 3,0 m. Zlomové línie sú strmo uklonené, Z-V poruchy majú úklon 45° až 70° k S.

Hydrogeologické pomery

Hladina podzemnej vody v aluviálnej nive Torysy je v hĺbke 0,5 – 2,5 m p.t., hodnoty koeficienta filtrácie sú v rozsahu $k = 3,65 \cdot 10^{-4} - 4,61 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Obeh podzemnej vody v horninách skalného podkladu delia na plytší a hlbší. Plytký sa viaže na zónu zvetrávania a podpovrchového rozvoľnenia. Hlbší obeh sa viaže na výrazné poruchové pásma v pieskovcových komplexoch, v miestach križovania zlomových systémov. V päte pravého svahu sa výdatnosť prameňov pohybuje v rozsahu 8-10 l.s⁻¹, v päte ľavého svahu sa výdatnosti prameňov pohybujú v rozsahu 6-8 l.s⁻¹.

Geotechnické vlastnosti zemín a hornín

V čiastkovej správe hodnotia len geotechnické vlastnosti hornín :

- puklinovitosť,
- rozvoľnenie (v ľavej strane siaha do hĺbky 15 – 25 m, v pravej strane do 25 m)
- zvetrávanie (siaha do hĺbky 1,5 – 40, m)
- priepustnosť hornín(najvyššie špecifické straty pri vodných tlakových skúškach boli zaznamenané do 30 – 35 m).

Materiály pre výstavbu hrádze

V správe je odvolávka na ZS z roku 1975, profil III/A. Odporúčajú využiť materiály pri Brezovici (štrkovité zeminy aj súdržné zeminy).

Zátopová oblasť

V správe je konštatované, že svahy po obvode projektovanej nádrže sú až na bezvýznamné úseky stabilné. Menšie svahové deformácie možno charakterizovať ako aktívne, recentné, plošné zosuvy s priebehom šmykových plôch v hĺbke 1,5 – 3,0 m p. t. Svahový pohyb prebieha po predisponovaných šmykových plochách – na rozhraní pokryvných útvarov a nepriepustného, ílovcového podložia.

Z hľadiska vývoja svahových deformácií v dôsledku vzdutia autori nepredpokladajú rozsiahly vývoj zosuvných území. Svahové deformácie sa obmedzia len na určité úseky, ktoré nevyvolajú vážnejšiu devastáciu svahu a ich sanácia nebude náročná.

Problematika úniku vody z nádrže je vzhľadom na priebeh poruchových zón veľmi zložitá a dosiaľ jej nebola dostatočne preskúmaná.

Prílohy:

- situácia priehradného profilu M 1:500 (realizované vrty)
- priečny inžinierskogeologický rez M 1:500/500

Gíra, J., 1979: Vodárenská nádrž Tichý Potok – prieh. profil č. IV. – záverečná správa, archív TUKE (1208)

Predkladaná správa podáva vo forme záverečnej správy výsledky predbežného prieskumu v priehradnom profile č. II. a IV pre vodárenskú nádrž Tichý Potok. Prieskumné práce ešte boli ukončené, správa podáva výsledky prieskumných prác zvlášť pre profil č. II a profil č.IV.

Realizované technické práce na profile č.IV

- Strojné vrty z rokov 1976-1977- (J-6/IV, J-7/IV, J-8/IV, J-9/IV, J-9A/IV, J-9B/IV, J-9C/IV, J-9D/IV, J-10/IV, J-11/IV, J-12/IV, J-13/IV. Vrty J-7/IV a J-8/IV sú horizontálne a J-9B/Iv je šikmý s úklonom k pravému svahu.
- Strojné vrty z roku 1978 – 1979 – J-14/IV, J-14A/IV, J-15/IV, J-15A/IV, J-15B/IV, J-16/IV, J-17/IV, J-17A/IV, J-18/IV, J-19/IV, J-20/IV.
- Šachtice Ša-11/IV, Ša-12/IV, Ša-13/IV a Ša-14/IV.
- Razené štôlne na pravej strane údolia Antónia I-32 m a Antónia II – 22 m.

Geologická časť záverečnej správy posudzuje:

- geologické a úložné pomery,
- tektonické pomery,

- hydrogeologické pomery,
- puklinovitosť
- rozvoľnenosť horninového masívu
- priepustnosť
- zvetrávanie
- geotechnické vlastnosti zemín a hornín

Geologické práce realizoval IGHP, n.p. Žilina

Geologické a úložné pomery

Priehradný profil je situovaný v asymetrickom údolí, pod bývalou obcou Blažkov. Územie je budované paleogénom v pieskovcovo – ílovcovom vývoji. Obecne je konštatované, že na ľavej strane a v dne údolia prevláda pieskovcový vývoj, na pravej strane pieskovcovo – ílovcový. Generálny smer flyšových súvrství je SZ-JV s úklonom vrstiev $8^{\circ} - 25^{\circ}$ k JZ.

Skalné podložie priamo na povrch vystupuje na pravej strane údolia a v koryte Torysy a na ľavej strane údolia, resp. na jeho úpätí v dĺžke 60 m.

Na ľavej strane bola overená mohutná akumulácia hlinito-kamenitých a štrkovitých zemín náplavových kužeľov a starších terasových stupňov v hrúbke od 5 do 18 m. V úsekoch poruchových zón hlinito – kamenité sute dosahujú hrúbku do 4,0 m. Dno údolia vyplňujú aluviálne štrkopiesky v hrúbke 2,5 – 9,0 m. Valúnový materiál pozostáva čisto z valúnov pieskovcov a zlepencov.

Tektonické pomery

Flyšové súvrstvie má monoklinálne uloženie so smerom sklonu lavíc k J. Smer lavíc je V-Z, menej SZ-JV, úklon lavíc sa pohybuje od 10° do 25° .

Záujmová oblasť má veľmi zložitú tektonickú stavbu. Prevládajú tu vcelku dva systémy porúch, ktoré v konečnom dôsledku podmieňujú nie len celkový geomorfologický vývoj územia, ale aj charakter rozvoľnenia, zvetrávania a priepustnosti hornín skalného podkladu. Staršie a výraznejšie sú poruchy Z-V a ZSZ-VJV smeru. K mladším patria tektonické línie JZ-SV a S-J smeru. Porucha Z-V smeru v doline Torysy je považovaná za hlavnú tektonickú líniu, ktorá je doprevádzaná podružnými, menej významnými zlomami. V priehradnom profile č. IV identifikovali 7 výrazných porúch Z-V smeru (vykreslené v prílohe č. 2).

O existencii porúch S-J a JZ-SV smeru svedčia najmä:

- riečna sieť územia

- úložné pomery paleogénnych súvrství
- vývery podzemnej vody
- reliéf územia
- merania vo vrte J-9b/IV, kde sa pozorovalo tektonické porušenie a prehnutie hornín so sklonom vrstiev 40° až 60°

Charakter zlomových línií je rôznorodý, výraznejšie línie sú doprevádzané poruchovými zónami, horniny sú dolámané, navzájom prehnuté a tiež premenené (ílovitá hlina). Hrúbka poruchových zón sa pohybuje od 0,3 do 3,0 m. Zlomové línie sú strmo uklonené, Z-V poruchy majú úklon 45° až 70° k S.

Pre zlomové línie je charakteristické, že sa často koncentrujú do určitých oblastí, čo je z hľadiska vodného diela pomerne málo priaznivé. Výsledky prieskumu svedčia o tom, že skúmané územie má zložitú tektonickú stavbu.

Hydrogeologické pomery

Hladina podzemnej vody v aluviálnej nive Torysy je v hĺbke 0,5 – 2,5 m p. t., hodnoty koeficienta filtrácie sú v rozsahu $k = 3,65 \cdot 10^{-4} - 4,61 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Obeh podzemnej vody v horninách skalného podkladu delia na plytší a hlbší. Plytký sa viaže na zónu zvetrávania a podpovrchového rozvoľnenia. Hlbší obeh sa viaže na výrazné poruchové pásma v pieskovcových komplexoch, v miestach križovania zlomových systémov. V päte pravého svahu sa výdatnosť prameňov pohybuje v rozsahu 8 – 10 l.s⁻¹, v päte ľavého svahu sa výdatnosti prameňov pohybujú v rozsahu 6 – 8 l.s⁻¹.

Pramene na pravej strane údolia (č. 11 a 12) a na ľavej strane údolia (č. 10,13 a 14) sa viažu na hlbší obeh podzemnej vody a vystupujú na križovaní porušených zón Z-V a S-J smeru (stabilnejšia teplota a výdatnosť prameňov).

Geotechnické vlastnosti zemín a hornín

V čiastkovej správe hodnotia geotechnických vlastností zemín a hornín aj :

- puklinovitosť,
- rozvoľnenie (v ľavej strane siaha do hĺbky 15 – 25 m, v pravej strane do 25 m),
- zvetrávanie (siaha do hĺbky 1,5 – 40,0 m) a je členené na zónu intenzívne zvetranú, zónu slabého zvetrania a zónu čiastočného zvetrania.

- priepustnosť hornín(najvyššie špecifické straty pri vodných tlakových skúškach boli zaznamenané do 30-35 m). Z výsledkov vodných tlakových skúšok vyplýva:
 - v dosahu intenzívneho zvetrávania a rozvoľnenia skalného masívu skoro vo všetkých vrtoch prevyšujú všetky platné kritériá priepustnosti,
 - Jädheho kritérium (0,3 l/min/bm pri tlaku 0,3 MPa bolo prekročené vo všetkých vrtoch do hĺbky 40 – 60 m p. t.,
 - niektoré grafy špecifických strát svedčia o postupnom vyplavovaní hlinitej výplne puklín,
 - vyššie špecifické straty boli zaznamenané v súvrství pieskovcov.

Z prevedeného vrtného prieskumu a tlakových skúšok vyplýva, že priepustnosť hornín skalného podkladu podmieňujú predovšetkým faktory ako litológia, tektonická porušenosť hornín, priebeh a charakter poruchových zón, zvetrávanie a rozvoľňovanie hornín. Z hľadiska priepustnosti hornín skalného podkladu sú zvlášť nepriaznivé poruchové zóny V-Z, resp. VJV-ZSZ smeru, pretože sú súbežné so smerom údolia a predstavujú možné únikové cesty vody z nádrže.

Geotechnické vlastnosti zemín a hornín

Výsledky geotechnických vlastností hornín a zemín boli odvodené z realizovaných laboratórnych prác (Geotest Brno). V správe sú podané geotechnické parametre pre jednotlivé zóny zvetrávania flyšového podložia, terasové štrky, sedimenty dejekčných kužeľov (proluviálne sedimenty), hlinito – kamenitých sutí, aluviálnych štrkov.

Zhodnotenie výsledkov prieskumu a ich význam pre výstavbu hrádze

V závere správy sa konštatuje skutočnosť, že napriek zložitosti geologických a tektonických pomerov je možné v skúmanom priehradnom mieste vymedziť úsek vhodný pre výstavbu hrádze. Je konštatované, že z hľadiska priepustnosti hornín je zvlášť nepriaznivé porušenie hornín v smere V-Z, ktoré predstavujú únikové cesty po ktorých môže dochádzať k prúdeniu vody z nádrže. Priepustnosť hornín je značná a javí sa ako podmieňujúci faktor výstavby hrádze v skúmanom priehradnom profile a je pravdepodobné, že ovplyvní výšku hrádze. Vychádzajúc z poznatkov o priepustnosti, možno predpokladať, že v danom prípade pôjde o veľmi rozsiahlu a technicky veľmi náročnú viacradovú injekčnú clonu do hĺbky 40-60 m. Vzhľadom na značné porušenie a zvetranie hornín bude treba injekčnú clonu dobudovať ešte pred napustením nádrže.

Svahy údolia v priehradnom profile sú stabilné a ani po napustení nádrže nie sú v blízkom okolí projektovanej hrádze vytvorené podmienky pre vznik svahových deformácií.

Prílohy:

- situácia priehradného profilu č. IV – situácia prieskumných diel v M 1:500 (realizované vrty),
- účelová inžinierskogeologická mapa v M 1:1 000,
- geologický profil priehradným miestom č. IV v M 1:500/500.

5.3 Prieskumy realizované v profile č. 5

Gíret, A., Hasaj, J. a Szabová, A., 1991: VN Tichý potok – predbežný prieskum, archív TUKE (3299)

K realizácii geologických prác, ktoré sú zhrnuté v uvedenej záverečnej správe sa pristúpilo na základe doporučenia priehradného profilu č. 5, ktoré je predmetom štúdie – **Inžinierskogeologické posúdenie priehradného profilu č. 5 Tichý Potok**, ktorú vypracovala Katedra geotechniky Stavebnej fakulty SVŠT Bratislava.

Predmetom uvedeného posúdenia bolo:

- posúdiť územie v mieste medzi priehradným profilom č. 3 a č. 4 VN Tichý Potok z hľadiska stability územia,
- doporučiť najvhodnejšie umiestnenie profilu č. 5 vzhľadom na celkové geologické pomery územia,
- navrhnúť optimálny rozsah prác vzhľadom na geologické pomery pre predbežný geologický prieskum.

Z hodnotenia profilu Katedrou geotechniky StF Tu v Bratislave na úrovni orientačného prieskumu vyplynulo, že:

- priehradný profil má vhodný morfológický tvar,
- obidva svahy priehradného profilu sú stabilné,
- v priehradnom profile je malá mocnosť pokryvných kvartérnych uloženín,
- možno predpokladať menšiu priepustnosť predkvartérneho podložia,
- svahy zátopovej oblasti sú stabilné

Geologické práce realizoval GEOKONZULT š. p. Košice

Cieľom predbežného prieskumu priehradného profilu č. 5, ktorý je situovaný cca 1,5 km powyše obce Tichý Potok bolo:

- zistiť geologickú stavbu, overiť hrúbku pokryvných uloženín, zhodnotiť úložné pomery flyšoidných hornín,
- zistiť fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín a skalných hornín,
- zistiť priepustnosť hornín v podloží priehrady,
- zistiť priebeh zlomových línií prebiehajúcich dnom údolia.

Realizované práce

V priestore priehradného profilu č. 5 bolo odvrtných 9 strojných jadrových vrtov (J-100 až J-108) do hĺbky 27 až 100 m s celkovou metrážou 667 bm.

- vo vrtoch J-100 až J-105 boli realizované vodné tlakové skúšky s následnou injektážou odskúšaných etáží,
- dĺžka skúšobných etáží bola do hĺbky 50 m spravidla 3 m, hlbšie sa volila 5 m,
- čas trvania skúšky pri jednotlivých tlakoch bol 10 min., straty vody boli zaznamenávané v 2 min. interlavoch,
- skúšobný tlak sa pohyboval v rozmedzí 0,1 – 2,3 MPa v závislosti na hĺbke,
- vo vrte J-100 injektáž sa pozastavila od hĺbky 36 m,
- vrty boli zabetónované,
- vo vrtoch J-106 až J-108 boli v podložných skalných horninách vykonané presiometrické merania, tieto vrty ostali otvorené (s ochrannou pažnicou),
- v priehradnom profile boli vykonané geofyzikálne merania s aplikáciou geoelektrických metód VES, SOP a inžinierskej seizmiky,
- približne v osi priehradného profilu bolo situované 5 šachtíc (Ša-500 až Ša-504), do hĺbky 2,3 až 4,6 m p. t.

Celkové zhodnotenie prieskumu

Skúmaný priehradný profil má vyhovujúci morfológický tvar a je viac menej symetrický. Obidva svahy sú stabilné, bez príznakov svahových deformácií.

Územie je budované centrálnokarpatským paleogénom, t. j. dvomi základnými typmi hornín, ktorých fyzikálno-mechanické i hydrofyzikálne vlastnosti sa výrazne odlišujú. Ide o sedimenty psamitické – prevažne jemno a strednozrnné kremité pieskovce, prípadne drobné zlepenca a sedimenty pelitické – ílovce až prachovce.

Súvrstvie je monoklinálne uložené s generálnym smerom vrstiev V – Z a úklonom 6 – 16°k J. Smer vrstiev je viac menej totožný so smerom údolia a vrstvy sú uklonené k pravému svahu. Za najvýznamnejšie plochy diskontinuity sa považujú tektonické línie smeru V – Z až VJV – ZSZ, pozdĺž ktorých došlo k vertikálnym pohybom a vytvoreniu jednotlivých krýh.

Tektonické línie sú obyčajne doprevádzané rozpukáním a drvením v bezprostrednom okolí a pukliny si pritom zachovávajú ich generálny smer a zhruba aj sklon. Prevládajúci smer puklín je V – Z až VJV – ZSZ s úklonom 45 – 85°k S, menej je zastúpený smer S – J, ktorý je takmer zvislý. Intenzita rozpukania a charakter puklín je závislý na petrografickom zložení hornín. Účinky trieštivej tektoniky sa výraznejšie prejavili v pevných rigidných horninách – pieskovcoch, ako v plastických ílovcach.

Geofyzikálne merania realizované v mieste priehradného profilu č. 5 priamo indikujú 5 diskontinuít (resp. odlišných fyzikálnych prostredí) a to po dve na každom svahu a jednu v dne údolia. Ich smerová orientácia by mala byť zhodná so smerom údolia, t. j. zhruba Z – V.

S tektonickým porušením a rozpukáním horninového masívu úzko súvisí zvetrávanie hornín, pretože zvetrávacie procesy sa najľahšie uplatňujú práve pozdĺž puklín. Zóna zvetraných hornín – elúvium, kde horniny sú úplne rozložené a majú charakter zeminy, podľa doteraz realizovaných prieskumných diel sa pohybuje v rozmedzí 0,7 – 5,0 m od povrchu skalného podkladu.

Zóna zvetraných hornín, zahrňujúca rozpukané a rozvoľnené pieskovce na nepravidelné bloky, vyluhované v okolí puklín, má dosť značný hĺbkový dosah a to 7 – 28 m od povrchu skalného podkladu.

Zóna navetrania predstavuje horniny v pôvodnom stave, kde zvetrávacie procesy sa prejavujú len v úzkych pruhoch pozdĺž diskontinuít.

Tektonické porušenie, litológia a úložné pomery nepriaznivo ovplyvnili nielen zvetranie a rozvoľnenie horninového masívu, ale tiež priepustnosť hornín, nachádzajúcich sa v podzákladi navrhovanej hrádze.

Z hľadiska priepustnosti sú nepriaznivé tektonické poruchy a puklinový systém V – Z smeru, pretože tieto sú paralelné so smerom údolia a predstavujú potenciálne únikové cesty pre vodu z nádrže.

Z výsledkov vodných tlakových skúšok realizovaných vo všetkých vrtoch vyplýva, že flyšové horniny sú v zóne zvetrania i navetrania a v oblasti poruchových zón aj hlbšie vysoko priepustné. Ak sa vychádza z poznatkov o priepustnosti, ktoré sú doteraz k dispozícii, berúc

za základ Verflovo kritérium, tak hĺbka do ktorej je potrebné skalné horniny injektovať sa pohybuje prevažne v rozmedzí 45 – 55 m od úrovne terénu. V hornej časti pravého svahu siaha táto hranica až do hĺbky 76 m. Otázke konštrukcie injekčnej clony bude treba venovať patričnú pozornosť v etape podrobného prieskumu.

Najväčšia mocnosť pokryvu deluviálnych hlín a hlinito-kamenitých sutí ja na úpätí ľavého a v spodnej časti pravého svahu. Realizovanými šachticami do hĺbky 4,8 m, resp. 4,3 m nebolo zistené skalné podložie. Z geologického profilu (príloha č. 3) však vyplýva, že hrúbka sutí môže dosahovať maximálne 6 – 10 m. Vyššie do svahu klesá na 3,5 – 1,5 m.

Na dne údolia sa nachádzajú piesčité a hlinito-piesčité hrubé štrky o mocnosti 2,7 – 7,0 m, ktoré je možné považovať za uľahlé a dobre priepustné. Najvrchnejšia vrstva hlín a hlinitých pieskov mocnosti 0,5 – 1,0 m nie je súvislá.

Pri spracovávaní projektu sypanej hrádze v skúmanom priehradnom mieste sa doporučuje predbežne zohľadniť nasledovné skutočnosti:

- odstránenie vrstvy hlín a pieskov z pod celého telesa hrádze,
- odkopanie časti deluviálnych uloženín na úpätí ľavého svahu v takom rozsahu, aby tieto neovplyvnili stabilitu telesa hrádze,
- injekčnú štôľňu osadiť až pod zónu celkového zvetrania hornín t. j. 1 – 5 m pod úroveň skalného podložia,
- na ľavom svahu vhodne voliť zakladanie injekčnej štôľne s ohľadom na úklon vrstiev po svahu a nebezpečie ich podrezávania,
- vhodnejšie inžinierskogeologické podmienky pre osadenie funkčných objektov hrádze sa javia na pravej strane údolia,
- sledovať alternatívu prevedenia vody odtokovou štôľňou, situovanou do pravého svahu, kde podľa terénnej obhliadky a geologickej dokumentácie vrtu J-104 sú vyhovujúce podmienky,
- zachytenie a odvedenie prameňa na ľavom svahu nachádzajúceho sa v úrovni 595,39 m n. m. medzi vrtmi J-101 a J-100,
- zachytenie a odvedenie skupiny prameňov na ľavom svahu nad korunou hrádze v úrovni 667,93 – 673,21 m n. m., ktorých voda steká po svahu do priestoru hrádze. Perspektívne uvažovať s jej zachytením a využitím pre potrebu obsluhy hrádze.

Z doterajších výsledkov prieskumu vyplýva, že inžinierskogeologické podmienky pre výstavbu sypanej hrádze v skúmanom profile sú zložité, vyžadujúce náročné zakladanie a utesňovanie podložia.

Mocnosť pokryvných uloženín a hlavne ich plošný rozsah na ľavej strane je v porovnaní s doteraz študovanými profilmi najmenší, čo zjednoduší podmienky zakladania injekčnej štôlne.

Na základe celkového hodnotenia výsledkov prieskumu v priehradnom profile č. 5 je možné konštatovať, že študovaný profil je vhodný pre výstavbu 60 m vysokej sypanej hrádze.

Je však nutné doterajšie výsledky upresniť a doplniť v rámci ďalšieho prieskumu.

V nasledujúcej etape by mal byť prieskum zameraný hlavne na tieto problémy:

- upresniť mocnosť deluviálnych, proluviálnych a fluviálnych uloženín v celom rozsahu zakladania hrádze,
- upresniť zónu celkom zvetraných (rozložených) hornín, ich charakter a vlastnosti,
- upresniť litologické a úložné pomery hornín v celom podzákladí hrádze,
- upresniť priebeh poruchových zón a zlomových línii,
- preveriť možnosť vhodnejších podmienok pre pravostranné zaviazanie hrádze, upresniť priebeh puklinových systémov skalného podložia v priehradnom profile,
- upresniť hĺbkový dosah zóny priepustných hornín, ktoré je potrebné utesňovať injektážou,
- zistiť podmienky pre stanovenie konštrukcie injekčnej clony,
- doplniť podklady o pevnostných a deformačných vlastnostiach hornín in situ,
- režimové sledovať pramene vyskytujúce sa v bezprostrednej blízkosti priehradného miesta.

Lobík, M., Gíret, A., Bělunek, Z., Janovič, L. a Potančok, L. 1995: Inžinierskogeologický prieskum VN Tichý Potok, podrobný prieskum, archív Vodohospodárska výstavba, Bratislava Geofond (80565)

Cieľom podrobného prieskumu okrem spresnenia inžinierskogeologických pomerov na jednotlivých objektoch bolo určenie parametrov pre konštrukciu tesniacej clony a nájdenia dostatočného množstva materiálov pre výstavbu hrádze, ako i stanovenie definitívnej osi hrádze, nakoľko vzdušná päta hrádze kolidovala s vyústením potoka z ľavostranného údolia. Po zrealizovaní prieskumu na novom profile 5a, ktorý bol posunutý oproti pôvodnému profilu č. 5 proti toku Torysy cca 70 m na ľavej strane a 20 m na pravej strane sa rozhodlo z dôvodu

veľkej mocnosti kvartéru v mieste injekčnej chodby na ľavej strane údolia pokračovať v prieskume na pôvodne určenom profile č. 5.

Priehradné miesto – inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery boli v priehradnom mieste zisťované vrtmi JH-601 až JH-631 hĺbky 20 – 105 m o celkovej metráži 1916 bm a vrtmi s označením FIX A , A-1/1, A-1/2, A3/2, A-K, A-II/2, A-II/K, FIX B, B-1/1, B-1/2 a B-K (hĺbka vrtov dosahovala 60 – 90 m, celková metráž 820 bm).

Cieľom týchto vrtov bolo:

- zistiť hrúbku pokryvu,
- zistiť priepustnosť predkvartérneho podložia vodnými tlakovými skúškami.

Hrúbka a geotechnické vlastnosti pokryvných útvarov a charakter skalného podložia boli určené pomocou:

- kopaných šachtíc (ŠH-601 až ŠH609 o celkovej metráži 118,4 m)
- rýh (RH-601 až RH-609, o celkovej metráži 34,5 m).

Na vzdušnej strane plánovanej hrádze bola razená prieskumná štôľňa Irena (ľavá strana svahu údolia), ktorej cieľom bolo:

- určiť geotechnické charakteristiky hornín predkvartérneho podkladu,
- určiť stav napätosti skalného masívu metódami poľných geotechnických skúšok.

Priebeh vodotlakových skúšok a tzv. skrátenej injektáže v predbežnom prieskume naznačovali na zložitosť tohto horninového prostredia z hľadiska injektáže. V mieste budúceho telesa hrádze boli realizované 2 čiastkové injekčné pokusy:

1. pokus „A“ bol situovaný do priestoru pravostranného zaviazania s náročnejším geologickým prostredím,
2. pokus „B“ v údolnej nive nive Torysy v blízkosti pravého svahu.

Pôvodný rozsah vrtných prác pre uvedené dva injekčné pokusy bol 1 120 m, na základe získaných poznatkov na pokuse „A“ bol rozsah vrtov rozšírený o 320 m.

Priebeh vodotlakových skúšok na injekčných pokusoch preukázal veľkú otvorenosť puklín zväčša bez výplne, alebo nestabilnou výplňou tvorenou piesčitým ílom.

Pre združený funkčný objekt a odvodňovaciu a komunikačnú štôľňu bolo realizovaných 14 ks vrtov o celkovej metráži 710 bm.

Za účelom určenia fyzikálno-mechanických a pretvárných charakteristík paleogénnych hornín pre komunikačnú a odvodňovaciu štôľňu bola vyrazená v počiatočnej trase komunikačnej štôľne prieskumná štôľňa dĺžky 38 m. V štôľni boli zisťované pevnostné a deformačné charakteristiky hornín masívu.

Z prieskumných prác v zátopovej oblasti (ryhy, šachtice, vrty) bola zostrojená inžinierskogeologická mapa ktorá súhrnne zobrazuje inžinierskogeologické pomery daného územia.

Zo zátopovej oblasti bola spracovaná štúdia o pretváraní brehov, ktorú zhotovila Katedra geotechniky SF STU Bratislava.

Technologické podmienky pre zabudovanie tesniacich a stabilizačných materiálov do hrádze boli zisťované zhutňovacími pokusmi. Pre tesniace materiály na zemníku č. 1 a 2. Pre materiály do stabilizačnej časti hrádze na zemníku č. 5.

Prieskumné práce na preložku lesných ciest, úpravy Torysy a jej prítokov, pre prístupové komunikácie a zariadenie staveniska sa realizovali v prevažnej miere kopanými šachticami a ryhami, v menšej miere vrtmi.

Inžinierskogeologické pomery priehradného miesta

- hrádza je situovaná vo viac – menej symetrickom údolí so sklonmi 22° – 25° ,
- obidva svahy sú bez znakov starších svahových deformácií, sú stabilné,
- šírka údolia v koryte je cca 180 m v korune hrádze (kóta 610,00 m n. m.) je cca 460 m,
- kvartérne sedimenty sú zastúpené deluviálnymi, proluviálnymi a fluviálnymi sedimentmi s uvedením ich geotechnických parametrov,
- pred kvartérny podklad reprezentujú polohy ílovcov a pieskovcov v pomere P:I=1:1 až 2:1,
- flyšové súvrstvia sú monoklinálne uložené s úklonom k J a JZ so sklonom 5° – 20° . Smer vrstiev je Z-V,
- skúmané územie je postihnuté zložitou zlomovou tektonikou, čo sa odráža v celkovej geomorfologickej tvárnosti reliéfu, rozpukaní, zvetrávaní a priepustnosti flyšových hornín,
- v priehradnom mieste boli potvrdené 4 zlomové línie na ľavej strane údolia, na jeho dne a na pravej strane údolia,

- v pri povrchovej zóne sú pukliny otvorené do 5 – 10 – 15 cm, miestami s vertikálnym priebehom (pád vrtného náradia vo vrte JH-606 o 1,0 m v hĺbke 7,0 – 8,0 m p. t.),
- stanovené geotechnické parametre hornín vychádzajú z výsledkov laboratórnych skúšok a skúšok in-situ,
- priepustnosť flyšových súvrství sa posudzovala na základe vodných tlakových skúšok s konštatovaním, že horniny sú v zóne zvetrávania značne priepustné,
- pri uplatnení Verflowho kritéria sa konštatuje, že bude nutné podložné horniny utesňovať injektážou až do zóny navetrania v hĺbke 40 – 60 m na ľavej strane svahu a do hĺbky až 76 m vo vrchnej časti pravého svahu.

Združený funkčný objekt

- IG pomery boli overené 5-timi jadrovými vrtmi a 53 ks presiometrických skúšok in-situ,
- fluvialne sedimenty boli overené do 5,0 m p. t., hladina podzemnej vody je v hĺbke 1,4 – 1,8 m p. t.,
- predkvartérne podložie je tvorené súvrstvím pieskovcov s preplástkami ílovca, pieskovce sú do 2,0 m od povrchu predkvartérneho podložia silne zvetrané,
- stavebná jama bude hĺbená v polohe zvodnených štrkov s výraznými prítokmi podzemnej vody.

Odvádzacia a komunikačná štôľňa

- odvádzacia a komunikačná štôľňa sú situované na pravej strane údolia v projektovanej dĺžke 454 a 497 m,
- štôľne budú razené v polohe doskovitých a lavicovitých pieskovcov a ílovcov, tektonicky porušený systémom puklín dm až cm rádu,
- odvádzacia štôľňa bude vyústená do vývaru, IG pomery boli overené vrtom JH-625 do 20,0 m p. t.

Injekčný pokus

- výsledky VTS a skrátenej iniektáže naznačili zložitosť a náročnosť iniektovania porušených hornín,
- v rámci podrobného IGP sa vykonali dva iniektčné pokusy na pravej strane údolia (pokús A) a v údolnej nive (pokús B),
- v rámci iniektčného pokusu bolo odvrátených 1440 bm vrtov,
- priebeh VTS a iniektáže preukázal veľkú otvorenosť puklín zväčša bez výplne, alebo výplň nestabilnou výplňou piesčitým ílom,
- pri iniektáži aj napriek vysokým spotrebám iniektážnej hmoty bola komunikácia iniektčnej zmesi v osi hrádze pri vzdialenosti susedných vrtov 1,0 m len sporadická, to poukazuje už deklarovanú prioritnú orientáciu v smere údolia,
- na základe výsledkov pokusu bola navrhnutá dvojradová iniektčná clona s pripojovacou iniektážou. V pravostrannom zaviazaní sa navrhuje predĺženie iniektčnej clony o 30 m a v ľavostrannom zaviazaní o 20 m.

Zátopová oblasť

- oblasť zátopy má rozlohu 115 ha, max. dĺžka zátopy je cca 2,0 km a max. šírka v smere S-J je 600 m,
- oblasť zátopy bola overená 81 ks šachtíc a 4 ryhami,
- bola zostavená IG mapa a mapa geologickej rajonizácie,
- v správe je konštatované, že vzhľadom na danú geologickú štruktúru a morfológické podmienky je únik vody z nádrže do susedných údolí nemožný,
- posudok na zanášanie nádrže poukázal v závere na priaznivé podmienky povodia VN z hľadiska prognózovania jej zanášania.

Materiály na stavbu hrádze

- účelom podrobného IGP bolo zabezpečiť 2 425 00 m³ stabilizačných materiálov a 223 000 m³ tesniacich materiálov s 50 % rezervou,
- tesniace materiály boli overované na zemníkoch č. 1,2,4,6,1A a 10

- stabilizačné materiály boli overované na zemníkoch č. 5 v zátopovej oblasti, č. 6 a 9 pod hrádzou a č.11 na okraji obce Tichý Potok,
- materiály boli overené prieskumnými vrtmi a šachticami, laboratórnymi skúškami technologických vzoriek podľa platných STN,
- záverom kapitoly o materiáloch na stavbu je konštatované, že bolo overené dostatočné množstvo pre stavbu hrádze,
- pre tesniace materiály sa ako najvhodnejší javí zemník č. 2 s kubatúrou 448 000 m³ zemín,
- štrky pre stabilizačnú časť hrádze sú po zhutnení charakterizované ako polopriepustné, preto bude potrebné uvažovať s drenážnym systémom.

Preložka lesnej cesty

- IG pomery v trase preložky cesty Tichý Potok – Nižné Repaše v ľavobrežnej časti VN boli overené 100 ks kopaných sond a 15 ks vrtov,
- trasa cesty je vedená v pomerne exponovanom teréne so zastúpením kvartérnych sedimentov rôznej genézy a hrúbky a flyšových pieskovcových a ílovcových súvrství,
- preložka cesty bude vedená v nízkom násype, v zárezoch a odrezoch, v násypoch a prísypoch s niekoľkými mostnými objektmi, priepustmi, opornými a zárubnými múrmi,
- za jeden z najzávažnejších problémov je odvodnenie trasy cesty, ktorá bude predstavovať pozdĺžny drén pre povrchové a podzemné vody. Vody pritekajúce z územia nad trasou bude potrebné zachytiť povrchovou a podpovrchovou drenážou a odvádzať do bočných prítokov Torysy,
- záverom je konštatované, že výstavba komunikácie bude náročná a bude si vyžadovať konzultácie s geológom a geotechnikom.

Záver

- podrobným inžinierskogeologickým a hydrogeologickým prieskumom bola spresnená geologicko-tektonická stavba územia, boli spresnené geotechnické vlastnosti zemín a hornín a ich hydrogeologické pomery,

- v krátkych rešeršných častiach záveru sú stručne zhrnuté najdôležitejšie závery pre vypracovanie realizačného projektu stavby pre jednotlivé objekty podľa hlavných kapitol ZS,
- v závere je konštatované, že inžinierskogeologické pomery územia sú pre výstavbu diela podmiennečne vhodné,
- záverom je konštatované, že podrobný prieskum potvrdil realizovateľnosť vodného diela bežnými technologickými postupmi.

5.4 Závery z podrobného inžinierskogeologického prieskumu v profile č. 5 (Lobík, M., a kol.,1995)

Podrobný inžinierskogeologický prieskum bol realizovaný podľa projektu geologickej úlohy v plnom rozsahu. Podrobným inžinierskogeologickým a hydrogeologickým prieskumom bola spresnená geologicko – tektonická stavba územia, boli spresnené geotechnické vlastnosti zemín a hornín ako i hydrogeologické pomery. Po súhrnom zhodnotení výsledkov z celej oblasti prieskumu boli pre realizačný projekt uvedené tieto najdôležitejšie závery:

Oblasť hrádze:

Inžinierskogeologický prieskum na ľavostrannej kolíznej časti profilu 5a poukázal na výskyt hrubých polôh svahových sedimentov do hrúbky 19,0 m, čo viedlo k pokračovaniu prieskumných prác na pôvodnom profile č. 5. Údolie v priehradnom mieste je charakterizované ako symetrické so sklonom $22^{\circ} - 25^{\circ}$, dno údolia je členité. Ľavostranný svah je bodovaný hlinito-kamenitými suťami do hrúbky 1,3 – 3,7 m, v päte svahu až do 10,7 m. Hrúbka fluviálnych štrkov údolnej nivy Torysy je 2,7 – 7,0 m. Hrúbka hlinito-kamenitých sútí na pravej strane údolia je 0,8-4,5 m a svah končí skalným zrázom s východom pieskovcových hornín.

Predkvartérne podložie tvoria paleogénne, flyšové súvrstvia, reprezentované striedaním polôh pieskovcov a ílovcov v pomere P:I=1:1 až 2:1, overené do hĺbky 100 m p. t. Sklon vrstiev v ľavom svahu je $140^{\circ} - 160^{\circ}$, vrstvy upadajú k JZ so sklonom $8^{\circ} - 15^{\circ}$, čo autori označujú ako veľmi malý predpoklad pre zosuvy po vrstevných plochách pri výkopových prácach pre injekčnú štôľňu. Sklon vrstiev na pravom svahu je $85^{\circ} - 120^{\circ}$ s úklonom k JJZ (vrstvy upadajú do svahu) so sklonom $8^{\circ} - 18^{\circ}$.

Paleogénne súvrstvia sú porušené zlomami smeru V-Z v smere hlavného údolia a autori predpokladajú maximálnu šírku drvených hornín pozdĺž zlomov 1 m. Vzhľadom na

rozpukanosť a zvetrávanie paleogénneho podložia navrhujú realizáciu dvojradovej injekčnej clony s pripojovacou iniektážou, s predĺžením iniektáže v pravostrannom svahu o 30 m a v ľavostrannom svahu o 20 m. Injekčnú chodbu navrhujú založiť v hĺbke minimálne 2,0 m pod povrchom predkvartérneho podložia na svahoch a 3,0 v dne údolia.

Inžinierskogeologické pomery priehradného profilu č.5 boli hodnotené ako podmienene vhodné (str. 190 záverečnej správy).

Združený funkčný objekt

Združený funkčný objekt odporúčajú umiestniť v mieste realizácie vrtov JH 621, JH627 a JH628 s hĺbkou založenia minimálne 8,0 – 9,0 m p. t.

Odvádzacia a komunikačná štôľňa budú razené v prostredí pieskovcov a ílovcov, v okrajových častiach masívu do cca 20,0 m sú horniny zvetrané, ďalej sú horniny navetrané.

Materiály na výstavbu hrádze

Podrobným prieskumom bolo zabezpečených 448 000 m³ tesniacich materiálov v zemníku č. 2. Do stabilizačnej časti hrádze sa využijú zeminy zo zemníka č. 5, kde bolo overených 2 562 706 m³ vhodných zemín. Stavebný kameň je navrhnutý z lomu Maglovec, ktorý je od staveniska vzdialený 55 km.

Zátopová oblasť

Prieskum zátopovej oblasti preukázal, že v čase jeho realizácie boli svahy budúcej nádrže stabilné. Vypracovaný odborný posudok konštatoval, že očakávané zmeny brehov vyvolané vlnovou abráziou budú minimálne. Autor odborného posudku nepovažuje za potrebnú realizáciu rozsiahlych protieróznych opatrení, dáva na zváženie realizáciu biotechnických opatrení a prípadnú výstavbu ekokošov v exponovaných častiach v pravej strane nádrže.

Vzhľadom na dané geologické štruktúry a konkrétne morfológické podmienky je únik vody z nádrže do susedných údolí nemožný.

Zo záverov odporného posudku zanášania projektovanej nádrže je zrejmé, že v danom území sú priaznivé podmienky z hľadiska prognózovania jej zanášania s priemerným ročným znosom materiálu z km² povodia $Q = 10,2 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$, čo je nižšia hodnota s akou sa uvažovalo pri výstavbe nádrží doposiaľ.

Úprava Torysy a ľavostranných prítokov

Bude vykonávaná v prostredí fluvialných a deluvialných sedimentov o hrúbke cca 7,0 m.

Trasa preložky lesnej cesty Tichý Potok – Nižné Repáše

Pri realizácii komunikácie sa predpokladajú výraznejšie zásahy do svahu. Za najzávažnejší problém je považované vybudovanie odvodnenia, keďže povrchová komunikácia bude predstavovať pozdĺžny drén pre povrchové a podzemné vody. Vody pritekajúce z územia nad trasou bude potrebné odvádzať povrchovou a podpovrchovou drenážou do bočných prítokov Torysy.

Záverom realizovaného podrobného inžinierskogeologického prieskumu je konštatované, že prieskum potvrdil realizovateľnosť vodného diela bežnými technologickými postupmi.

5.5 Oponentské posúdenie: Záverečnej správy úlohy: VN Tichý potok (Malgot, J., Hulla, J., Bednárová, E., 1996)

V úvode oponentského posudku autori stručne charakterizovali predmet posudku a celkový prístup koordinátora prác (M. Lobík) k vypracovaniu záverečnej správy tak rozsiahleho podrobného inžinierskogeologického prieskumu.

V pripomienkach k všeobecnej časti je poukázaný väčší dôraz na geomorfologické pomery a vývoj územia, ktoré budú významne ovplyvňovať prevádzku v nádrži ako aj inžinierskogeologické podmienky jej výstavby. Ostatné kapitoly všeobecnej časti, až na niekoľko formálnych nedostatkov pri opise hydrogeologických a geologicko – tektonických pomerov, hodnotia ako uspokojivé.

V podrobnej časti posudku sa oponenti vyjadrujú k jednotlivým objektom projektovaného diela samostatne.

Priehradné miesto

V úvode jednoznačne súhlasia s konštatovaním o morfolologickej vhodnosti priehradného profilu. Za dôležité považujú zistenie, že obidva svahy profilu sú v súčasnosti stabilné a vznikli normálnym eróznym vývojom doliny. Niekoľko pripomienok je k stanoveným vlastnostiam kvartérnych hornín, inžinierskogeologické pomery podložných paleogénnych hornín sú na dostatočnej úrovni. Za zaujímavé hodnotia výsledky pri hodnotení tektonických pomerov priehradného miesta, kde sa všeobecne predpokladalo založenie údolia na výrazných zlomových líniah V-Z smeru. Výsledky podrobného vrtného prieskumu priehradného miesta však tento predpoklad nepotvrdili. Zlomy sa prejavujú len ako drvené zóny, čo oponenti považujú za bežné vo flyši. Vzhľadom na ťažkú identifikáciu koreláciu zlomových línii v mape a zostavených rezoch odporúčajú zlomy označiť ako predpokladané.

Za dôležité považujú zistenie, že v podloží priehrady neboli zistené také zlomy, ktoré by podstatne ovplyvňovali realizovateľnosť diela.

Priepustnosť podložia bola hodnotená VTS na 14 vrtoch, oponenti vytýkajú malú pozornosť výsledkom VTS v záverečnej správe. Súhlasia s návrhom uklonených injektážnych vrtov o 20° od zvislice.

Združený funkčný objekt

Zo zostavených profilov vyplýva, že objekt musí byť založený až v navetranom paleogénnom podloží, pričom sú uvedené výhrady voči stanoveným výpočtovým hodnotám pretvárných vlastností pieskovcov a ílovcov a tiež k navrhovaným sklonom stavebnej jamy v pomere 1:1.

Odvádzacia a komunikačná štôlna

Geologické práce dobre dokumentujú starostlivo vypracované pozdĺžne a priečne profily vrtmi a prieskumnými štôľňami. Tie budú razené striedavo v ílovcovom a pieskovcovom prostredí s úklonom k J. Geotechnické vlastnosti boli zisťované laboratórnymi skúškami a skúškami in-situ. Zásadnejšie pripomienky mali oponenti k chýbajúcej prípustnej dĺžky záberov pri razení štôľne, odvodneniu štôľne, chýbajúcim údajom z razenia štôľne (konvergencia, paženie) a tiež údaj k napätiam horninového masívu.

Injekčný pokus

V úvode autori posudku považujú za dôležité poznatky o zložitej tektonike, značnej priepustnosti flyšových hornín v zóne zvetrávania a Z-V orientácii diskontinuít (kolmo na os priehrady). Je konštatované, že pri VTS pri tlaku 0,3 MPa dochádzalo k pohybu jemných častíc vo výplni puklín, ktoré sa prejavovali zväčšením priepustnosti prostredia. V texte posudku sú navrhnuté kritéria tesnosti injekčnej clony pri tlaku 0,6 MPa (Geotechnika), ktoré sú nepatrne voľnejšie oproti návrhu riešiteľského kolektívu (Geoservis) a tiež niekoľko odporúčaní pre realizáciu injekčnej clony. Pri injektážnych prácach odporúčajú c plnom rozsahu využiť skúsenosti riešiteľov z úspešne vykonanej pokusnej injektáže. Prípadne aj pripomienky a odporúčania autorov posudku.

Zátopová oblasť

Úlohou prieskumu bolo zistenie geologických pomerov zátopy, posúdenie stability a pretvárania brehov, zanášanie a vodotesnosť nádrže. Základom je inžinierskogeologická mapa zátopy v mierke 1:2000 (mapa inžinierskogeologických pomerov) a odvodená mapa inžinierskogeologickej rajonizácie (rajónová mapa). Po formálnej stránke je uvedených niekoľko pripomienok z zostaveným mapám, všeobecne je uvedené, že rajónová mapa je na

veľmi nízkej úrovni. Stabilita svahov nádrže nebola venovaná pozornosť z dôvodu absencie aktívnych a potenciálnych zosuvov a vzhľadom na geologickú stavbu územia sa nedá očakávať vznik zosuvov väčších rozmerov.

Nezpracovanie výsledkov samostatne riešených častí pretvárania brehov nádrže a zanášania nádrže je považované za určitý nedostatok súhrnnej záverečnej správy.

Materiály na hrádzu

Tesniace materiály sa skúmali na 6 lokalitách a materiály do stabilizačných častí na 4 lokalitách. Vlastnosti tesniacich materiálov sú vhodné s kubatúrou 448 000 m³. Je konštatované, že materiály do stabilizačných prízíem nespĺňajú svojimi vlastnosťami požadované kritériá. Z hľadiska priepustnosti ide o zeminy polopriepustné, preto je nutné počítať s dômyselnou drenážou a konsolidačným systémom stabilizačných prízíem. Parametre šmykovej pevnosti si budú vyžadovať miernejšie sklony vyšších častí svahov priehrady. Je poukázané na možné komplikácie zhutňovania málo vhodných materiálov do stabilizačných prízíem z klimatického hľadiska.

Úprava Torysy a prítokov

V posudku je konštatované, že inžinierskogeologický prieskum poskytuje potrebné podklady pre vyprojektovanie úpravy Torysy a jeho dvoch ľavostranných prítokov a ku kapitole nemajú pripomienky.

Preložka lesnej cesty

Realizovaný prieskum hodnotia ako veľmi dobre spracovaný s poukázaním, že podobne sa mohlo postupovať aj pri vyhodnocovaní odkryvov a šachtíc zo zátopy a z priehradného miesta. Niektoré konštatácie riešiteľov o dosiahnutí požadovaného stupňa stability svahov pri sklone 1:1 považujú za príliš odvážne. Výstavbu cesty pritom považujú za jeden z najväčších geotechnických problémov projektu výstavby VN Tichý Potok.

Zariadenie staveniska a prístupová cesta

Výsledky prieskumu v plnej miere postačujú pre návrh objektov a cesty.

Záver

V závere autori posudku poukazujú na zložitosť problematiky výstavby VN Tichý Potok a tiež na jej časovú náročnosť. Je konštatované, že aj napriek časovému nedostatku riešenia podrobného inžinierskogeologického prieskumu sa riešiteľskému kolektívu podarilo vypracovať správu, ktorá rieši najdôležitejšie geotechnické problémy stavby v požadovanej

úrovni. V závere sú uvedené jednoznačné stanoviská autorov posudku aj k Ďalším problémom, ktoré nie sú v závere správy zhrnuté:

1.Oblasť hrádze - stabilita svahov priehradného profilu, zakladanie telesa priehrady, stručný opis inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov, výsledky injekčného pokusu, posúdenie stability výkopov pre založenie injekčnej chodby na svahoch, presnejšie definovať podmienky raziteľnosti obtokovej a komunikačnej štôlne a definovať geotechnické pomery vývaru.

2.Oblasť zátopy – závery z posúdenia stability brehov po napustení nádrže, prognóza pretvárania brehov a zanášanie nádrže, vplyv na nerastné suroviny, seizmicita.

3.Materiály na stavbu – závery z prieskumu zemníkov, závery zo zhutňovacieho pokusu.

4.Rozšírené závery – zo zvlášť zložitej problematiky budovania obvodovej komunikácie po ľavej strane nádrže.

V závere autori posudku konštatujú, že záverečná správa podrobného inžinierskogeologického prieskumu výstavby VN Tichý Potok nielen splnila, ale aj prekročila úlohy zadané projektantom diela. Mnohé pripomienky majú iba formálny charakter, niektoré si vyžadujú konzultáciu medzi riešiteľmi a oponentmi.

5.6 Oponentský posudok na záverečnú správu úlohy: Inžinierskogeologický prieskum VN Tichý potok (Matys, M., Wagner,P., 1996)

Vypracovaný oponentský posudok je členený na štyri samostatné kapitoly, kde v úvodnej časti stručne popisujú rozsah podrobného inžinierskogeologického prieskumu podľa jednotlivých častí záverečnej správy. Poukazujú na skutočnosť, že výsledky prieskumu predstavujú vstupné údaje projektového riešenia vodného diela na úrovni vykonávacieho projektu. Zároveň konštatujú, že ciele prieskumu autori splnili, aj keď niektorým nepresnostiam sa nevyhli.

Komplexná inžinierskogeologická, hydrogeologická a geotechnická charakteristika priehradného miesta a jeho širšieho okolia je členená na hlavné objekty projektovaného vodného diela.

Priehradné miesto

Inžinierskogeologická mapa priehradného miesta je vypracovaná na vysokej obsahovej a formálnej úrovni. Kvalitne a prehľadne sú vypracované geologické profile

s návrhom hĺbky injekčnej clony. Autori upozorňujú na veľkú priepustnosť prostredia pri ľavostrannom zaviazaní, kde VTS indikujú prehĺbenie clony. Extrémne vysoké horninové prostredie je vo vrte Fix A, čo ilustruje blízkosť predpokladaného zlomového pásma. Práve túto pravostrannú časť bude pravdepodobne najkritickejšou z hľadiska priepustnosti podložia priehrady. Geotechnické charakteristiky horninového prostredia boli stanovené na základe laboratórnych skúšok a skúšok in-situ, zvlášť skúšky v štôlni Ľudmila. Poukazujú na značný rozptyl pevnosti v prostom tlaku, moduloch pružnosti a najrozporupľnejšie sú výsledky vyhodnotenia meraní konvergenzie. Uvedené skutočnosti bude potrebné v záverečnej správe zohľadniť, výpočty upraviť a zosúladiť. Sú vyslovené nedostatky s odberom a spracovaním vzoriek podzemnej vody pri hydrogeologickej charakteristike priehradného profilu.

Združený funkčný objekt

Prezentované hodnotenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch považujú autori posudku za štandardnú úroveň posudku pre založenie náročného objektu. Neodporúčajú objekt ZFO zakladať v priestore vrtu JH628 z dôvodu existencie zlomu, poukazujú na nutnosť dodržiavania terminológie pri vyhodnocovaní presiometrických skúšok s doplnením údajov deformácie pri skúške. Namerané vyššie hodnoty presiometrických modulov paleogénnych pieskovcov a ílovcov poukazujú na výskyt zdravých pieskovcov, čo je z hľadiska výstavby VN prijateľnejšie.

Odvádzacia a komunikačná štôlna

IG hodnotenie horninového prostredia pre objekt oboch štôlní má v rámci riešenia úlohy špecifický charakter – ide o posúdenie podmienok realizácie dvoch samostatných razených podzemných diel. Predstavy o geologickej stavbe sú spracované v pozdĺžnych rezoch a doplnené viacerými priečnymi rezmi. K zostaveným rezom je pripomenka na väčšiu dôslednosť pri interpretácii zlomových porúch, ktoré nezodpovedajú zlomom vykresleným v mape. Taktiež je poukázané na rozdielnosť podmienok razenia odvádzacej a komunikačnej štôlnie (pod a nad hladinou podzemnej vody), čo by sa malo prejavovať na odlišnej klasifikácii vhodnosti horninového prostredia pre razenie podzemných diel. Pri charakterizovaní napätostného stavu masívu poukazujú autori na nereálne vyhodnotenie hlavných napätí, čo môže viesť k nesprávnym predstavám o napätostnom stave masívu, v ktorom sa projektujú dve náročné podzemné diela, razené vo vzájomne sa ovplyvňujúcej vzdialenosti.

Injekčný pokus

IG a HG prieskum priehradného miesta preukázal značnú priepustnosť pred kvartérnych hornín podložia priehrady, predovšetkým v miestach výrazných tektonických zlomov. Vzhľadom na zásadný význam tesnosti podložia pre bezpečnosť a spoľahlivú funkčnosť vodného diela boli injekčné veľkopokusy realizované v dvoch výrazne sa odlišujúcich geologických celkoch (z hľadiska injektovania náročnejšie pravostranné zaviazanie priehrady – pokus A a menej náročné prostredie pod údolnou nivou – pokus B). Autori posudku konštatujú, že veľkopokus odborne riadili a vyhodnotili špecialisti, ktorí majú v tejto oblasti na Slovensku najväčšie skúsenosti.

Na základe výsledkov injektáže boli stanovené hĺbky injekčnej clony do 60 m (resp. až 80) a je vyslovená aj akceptácia s návrhom injekčných tlakov 1,5γ.h až 2,0γ.h. Pomerne rozsiahla časť posudku je venovaná úprave odpadových vôd z cementobentonitovej injektáže a tiež modelovému riešeniu prúdenia podzemnej vody v oblasti injekčnej clony.

Zátopová oblasť

IG a HG pomery v zátopovej oblasti sú vyjadrené v mape inžinierskogeologických pomerov a mape inžinierskogeologickej rajonizácie, doplnené typovými rezmi a dokumentačným materiálom. Okrem niekoľkých formálnych nedostatkov je konštatované, že mapa rajonizácie sa na viacerých miestach odlišuje od mapy pomerov, v mape chýbajú základné hydrogeologické údaje, chýba prehľadná tabuľka rajónov a podrajónov. Podkapitola prevárania brehov vlnovou abráziou, spracovaná v samostatnom posudku, je hodnotená na vysokej odbornej úrovni, kde autor načrtol prognózu zmien brehov nádrže vplyvom abrázie.

Materiály do hrádze

Je konštatované, že riešiteľom sa podarilo nájsť dostatočné množstvo materiálov pre výstavbu priehrady s 50% rezervou. Autori posudku poukazujú na niekoľko formálnych nedostatkov pri udávaní geotechnických parametrov (stlačiteľnosť, súčiniteľ konsolidácie, šmykové parametre, vyhodnotenie skúšky PS..). Poukazujú na potrebu opráv v texte záverečnej správy. K výsledkom zhutňovacieho pokusu vyjadrili niekoľko pripomienok – nevhodne zvolený zhutňovací mechanizmus, vplyv klimatických pomerov v čase realizácie pokusu, kontrola zhutňovania širšou škálou kontrolných metód, stanovenie rýchlosti pojazdu zhutňovacieho mechanizmu.

Preložka lesnej cesty a ďalšie objekty

Autori posudku okrem niekoľkých formálnych pripomienok zdôrazňujú skutočnosť, že vzhľadom na projektovaný rozsah prác a zložitosť inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov je nutné počítať s realizáciou doplnkového prieskumu.

Súhrn najdôležitejších pripomienok

1.Textová časť záverečnej správy - zásadne je potrebné dodržiavať jednotky SI, dodržiavať terminológiu platných STN, názvy a symboly zemín s obsahom úlomkov kameňov a balvanov, korigovať hodnoty hlavných napätí z meraní konvergenzie, opraviť vzorce na výpočet R_d .

2.Mapové podklady – v mape IG rajónovania je potrebné doplniť lokalizáciu rezov, upraviť hranice rajónov a podrajónov a upraviť ich označenie, doplniť hydrogeologické údaje.

3.Výsledky laboratórnych skúšok - doplniť správne označenie zemín podľa obsahu úlomkov a správne vyhodnotiť hodnoty c_v .

4.Výsledky skúšok a pokusov in-situ – požaduje sa korekcia výsledkov meraní konvergenzie vo vzťahu s výpočtom hlavných napätí masívu. Výsledky veľkopokusy hutnenia sú síce správne, ale je treba ich chápať ako orientačné, vzhľadom na použité prostriedky, poveternostné vplyvy a tiež realizované kontrolné merania.

5.Celková koncepcia riešenia – poukazuje sa na veľkú priepustnosť masívu, preukázanie VTS, pričom sa ale nespochybňuje návrh tesniacej clony. Dávajú na zváženie optimálne technické riešenie tohto problému. Správnosť navrhovanej koncepcie vodného diela by bolo treba preukázať výpočtom presiaknutého množstva vody nielen cez tesniacu stenu, ale aj popod priehradu a presiaknuté množstvo porovnať s celkovým prítokom do nádrže.

V závere autori posudku konštatujú, že riešiteľský kolektív ciele podrobného inžinierskogeologického prieskumu pre VN Tichý potok splnil. Je konštatované, že vzhľadom na zložitosť inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok predmetného územia možno očakávať nutnosť doplnkového prieskumu pre riešenie dielčích problémov, alebo hodnotenie vybraných častí územia. Etapa doplnkového inžinierskogeologického prieskumu je však pri realizácii veľkých vodohospodárskych stavieb zvyčajne potrebná a je v súlade s platnou vyhláškou o vykonávaní inžinierskogeologického prieskumu.

5.7 Vodárenská nádrž Tichý potok na Toryse, Závěrečné stanovisko MŽP SR č. 32/2011-3.4/mv

V časti IV. Celkové hodnotenie vplyvov navrhovanej činnosti je v časti Vplyv na horninové prostredie uvedené:

Oblasť telesa hrádze

Podložie hrádze v oboch variantoch je dostatočne únosné už v hĺbke 1– 3 m.

Výstavba injekčnej štôlne a funkčných objektov si vyžiada zásahy do svahov, kde je potrebné dbať na zaistenie ich stability. Geotechnické riziká v prípade VN Tichý Potok sú nízke na pravej strane doliny vzhľadom na malú hrúbku deluviálnych kamenitých sutí a kamenitých hlín, ich priaznivé fyzikálno-mechanické vlastnosti a suchý svah. Vyššie riziká sú na ľavej strane doliny, kde je hrúbka deluviálnych materiálov podstatne väčšia a nachádzajú sa tu aj zvyšky pleistocénnej terasy Torysy, ktorá môže byť zvodnená. Riziká zosuvu pokryvných útvarov a zvetralinového plášťa je možné znížiť postupom výkopov od horných častí svahu, dočasnou stabilizáciou a odvodnením výkopu pre injekčnú štôľňu pri jej zakladaní.

Pozornosť bude pri oboch variantoch potrebné venovať aj technológii trhacích prác pre zakladanie funkčných objektov tak, aby sa eliminovalo riziko nežiaduceho rozvoľnenia horninového masívu so znížením jeho pevnosti, či zvýšením priepustnosti s dopadom na vznik sufózných javov a v krajnom prípade stabilitu hrádze. Tento vplyv je v kumulácii s odstránením prirodzeného tesniaceho krytu a prevenciou je aj dostatočne hlboko zabudovaná tesniaca clona v osi hrádze.

Oblasť vodárenskej nádrže

Vplyv na stabilitu svahov sa prejaví zmenou fyzikálno -mechanických vlastností zemín pod úrovňou hladiny v nádrži, zmenou hydrogeologických pomerov v bezprostrednom okolí a zmenou napätostného stavu zvetralinového plášťa svahov. Prevenciou ovplyvnenia stability svahov je predchádzanie náhlemu zníženiu hladiny v nádrži. Vzhľadom na súčasný stav sa v okolí VN Tichý Potok, či VN Škapová aktivizovanie zosuvu väčších rozmerov nepredpokladá. V súčasnosti sa svahy považujú za stabilné. Uvedené negatívne zmeny stabilných podmienok však môžu vyvolať lokálne pohyby po obode nádrže s miestnou degradáciou svahov.

Abrázne procesy vyvolané účinkami vetrových vln v nádrži v oboch variantoch ovplyvnia brehy. Intenzita abráznych procesov však nebude významná vzhľadom na relatívne nízku rozmývateľnosť hlinito-kamenitých sutí a kamenitých hlin pokrývajúcich svahy nádrží oboch variantov. Vzhľadom na morfológiu je možné očakávať na pravom (južnom) brehu VN Tichý Potok vznik typických plážových plošín a abráznych zrubov.

Riziká uvedených oboch typov geodynamických javov je možné účinne eliminovať technickými opatreniami napr. vegetačným opevnením svahov, kamennými prísypmi, ekokošmi a pod.

Priamym vplyvom bude zanášanie VN materiálom zo svahov (transportovaným, erodovaným) a splaveninami tokov Torysa resp. Škapová a ich prítokov.

Vznik indukovanej seizmicity sa nepredpokladá.

Oblasť obvodovej komunikácie okolo VN

Morfologické pomery s výskytom svahov so sklonom až do 40° indikujú geotechnické riziko narušenia stability svahov pri budovaní zárezov a násypov cesty. Výstavba cesty výrazne ovplyvní aj odtokové pomery povrchových a podzemných vôd. Riešenie si vyžiada podrobný inžinierskogeologický prieskum s vytipovaním rizikových miest a návrhom účinných technických (stabilizačných, odvodňovacích) a ďalších opatrení.

6. ZÁVER

Záverom je potrebné konštatovať, že všetky realizované prieskumné práce v záujmovom území a jeho širšom okolí v načrtnutom časovom slede potvrdzujú skutočnosť, že z hľadiska geologickej stavby územia, jeho celkovej geomorfologickej tvárnosti a premenlivosti, inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov ide pre danú stavbu o zložité územie, ktorá si vyžiada celý rad technických riešení, ktoré zabezpečia dlhodobú stabilitu a funkčnosť stavby. Uvedenú skutočnosť dobre dokumentuje postupnosť výberu najvhodnejšieho miesta výstavby v konečnom profile č. 5, v ktorom sa realizovali orientačný a podrobný inžinierskogeologický prieskum s rozsiahlym dokumentačným materiálom. Závery podrobného inžinierskogeologického prieskumu a vypracované odborné posudky k záverečnej správe však poukazujú na potrebu realizácie doplnkového inžinierskogeologického prieskumu navrhovaného vodného diela so zameraním na vyriešenie nasledujúcich okruhov problémov:

- Geologická stavba územia z pohľadu najnovších poznatkov geologickej stavby paleogénnych sekvencií podtatranskej skupiny a jej tektonickej stavby a vývoja.
- Zostavenie účelovej mapy inžinierskogeologickej rajonizácie širšieho územia s prehodnotením realizovaných prác s doplnením o stabilitné výpočty svahov v zátopovej oblasti, doplnená o inžinierskogeologický prieskum preložky cesty v pravostrannom svahu a doplnenie mapy o všetky svahové deformácie v danom území, vrátane gravitačného rozpadu paleogénnych pieskovcov (pseudokras).
- Zostavenie účelovej hydrogeologickej mapy územia s vyhodnotením doteraz realizovaných prác a skúšok, doplnenej o hydrodynamické skúšky v toku Torysy na overenie možných strát v koryte toku, doplnenie prieskumných vrtov v najkritickejších miestach križovania tektonických línií, určených geofyzikálnymi meraniami a realizácia vodných tlakových skúšok vo vrtoch.
- Realizáciu geofyzikálnych meraní na profiloch rovnobežných s priebehom hlavného údolia a smeroch kolmých na jeho priebeh za účelom identifikácie tektonicky porušených a rozvoľnených zón v priehradnom profile a v zátopovej časti.

Na vyššie uvedený rozsah prác je orientačne kalkulovaná čiastka podľa prílohy č.1. Pred realizáciou doplnkového inžinierskogeologického prieskumu bude vypracovaný samostatný projekt geologickej úlohy s podrobným položkovitým rozpisom jednotlivých prác a ich finančnou kalkuláciou.