

INŽINIERSKA GEOLÓGIA

ARNOLD NEMČOK*

INŽINIERSKO-GEOLOGICKÉ PODMIENKY
PRE VYUŽITIE VODNEJ ENERGIE
HORNÁDU A TORYSYИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОДНОЙ ЭНЕРГИИ РЕК ГОРНАД И ТОРЫСА*(Obr. 14, anglické resumé)*

Hornád a Torysa sú na východnom Slovensku najvýznamnejšie rieky, ktoré sa dajú energeticky využiť. Plánujú sa tu preto priehrady a hydrocentrály, ktoré majú predovšetkým zabezpečovať špičkové spotreby elektrickej energie; vodné nádrže budú ďalej slúžiť ako zásobárne priemyselnej vody (VSŽ Košice) a konečne sa využijú i v poľnohospodárstve. Pre vypracovanie projekčnej schémy využitia Hornádu a Torysy bolo treba spracovať geologické podklady celého toku, aby ich projektanti už pri zostavovaní plánu mali poruke. Postupom času ako sa spresňovali projekty jednotlivých vodných diel, robil sa v jednotlivých úsekoch i podrobnejší inžiniersko-geologický prieskum. Aby sa získal prehľad pre projektovanie vodných diel, urobil som na obidvoch riekach inžiniersko-geologické rájónovanie do mapy v mierke 1 : 75 000. Ako podklad pre zostavenie tejto mapy mi slúžili geologické mapy v mierke 1 : 25 000 starších autorov (Zd. Roth, 1938; J. Ilavský, 1950; R. Kettner, 1937; R. Vadovič, 1955; M. Mahel, 1956; Andrusov a kol., 1949; L. Zelenka, 1957; M. Ivanov, 1953; J. Michel, 1955; Fusán — Záruba — Hromada, 1954; Matějka, 1925; J. Švagrovský, 1953; V. Böhm, 1955 a J. Mařík, 1955). Nespracované úseky medzi jednotlivými mapami som spracoval počas terénneho výskumu v lete 1955—1956.

* Doc. dr. A. Nemčok, C. Sc., Katedra zakladania stavieb, geológie a priehrad Stavebnej fakulty SVŠT, Gottwaldovo nám. 2, Bratislava.

V údolí spomínaných riek pracovalo veľa autorov za rôznym účelom. Riešili predovšetkým stratigrafiu a tektoniku jednotlivých území, najmä na základe geologického mapovania, a zaoberali sa aj vyhľadávaním ložísk nerastných surovín. V poslednom čase niektorí autori robili inžiniersko-geologický výskum pre projektovanie priehrad. Pri spracúvaní obidvoch údolí som sa opieral len o novšie práce, ktoré sa tu vykonali od r. 1927.

Geologickou stavbou, stratigrafiou a tektonikou jednotlivých častí v obidvoch územiach sa zaoberali: D. Andrusov, 1949; Czisko, 1942; O. Fusán, 1954—1955; M. Kuthan, 1948; J. Kamenický, 1951—1953; M. Mahel, 1950—1957; V. Roth, 1938; Rösing, 1949; Zelenka — Matějka, 1927; V. Zoubek, 1953 a i.

Ďalší autori sa zaoberali najmä vyhľadávaním nerastných surovín, kde okrem vlastných ložísk riešia aj geologickú stavbu príslušných území. Sú to napr. J. Ilavský, 1950 a M. Ivanov, 1953, ktorí sa zaoberali rudnými ložiskami v údolí Hornádu.

Veľký kolektív autorov pracoval v Košickej kotline. Výskum sa zameriaval najmä na solné a uhoľné ložiská. Touto problematikou sa zaoberal D. Andrusov, 1948; V. Čechovič, 1940—1953; J. Švagrovský, 1948—1960; J. Seneš, 1953—1954; M. Mišík, 1954; J. Gašparík, 1953 a mnohí iní.

Ďalej treba ešte spomenúť skupinu autorov, ktorí sa zaoberali sedimentárno-petrografickým výskumom štrkov, predstavujúcich dôležitú stavebnú surovinu. Sú to: Petráněk, 1952; M. Mišík, 1954—1955; I. Horniš, 1953 a i.

Inžiniersko-geologický prieskum zameraný na stavbu vodných diel sa na týchto riekach robil už dávno, no detailnejší prieskum orientovaný konkrétne na vyhľadávanie vhodných profilov pomocou sondážnych prác sa začal až roku 1949. Andrusov — Gorek — Nemčok (1949—1950) posúdili na základe terénnych prác a sondážneho prieskumu priehradné miesta Hrabušice a Spišské Tomášovce.

Nemčok s kolektívom diplomantov (Vadovič, Michel, Říha, Böhm, Matko, 1952—1956) sa zaoberal riešením rôznych alternatív priehrad na Hornáde a Toryse. Preskúmali sa priehradné miesta: Hranovnica, Spišský Štiavnik, Smižany, Markušovce, Ružín, Lodina, Kysak, Obyšovce, Vyšná Myšľa, Sabinov a zostavila sa pre celý tok geologická mapa v mierke 1 : 25 000.

Fusán — Záruba — Hromada (1952—1954) posúdili možnosti zbudovania nádrže Ružín, Lodina a Obyšovce. Urobili detailné mapovanie Hornádu v úseku Margecany—Košice a vyhodnotili sondážne práce urobené na viacerých alternatívach.

Záruba — Fencel — Vadovič (1957) pokračovali v prieskume pre

priehrady Ružín a Lodina, vyhľadávali a preskúmali najvhodnejšie alternatívy priehradných profilov.

Z a j í c — Ř e p k a (1958) urobili vyhodnotenie sondážnych prác pre prírodný kanál Spišské Tomášovce—Smižany a posúdili podklady energetických objektov v úseku Smižany—Markušovce.

G í r a (1957) robil prieskum a vyhodnocoval sondážne práce pre priehrady Obyšovce, Sabinov a Lemešany.

II. Geologický a morfológický vývin Hornádu a Torisy

Smer údolia Hornádu a jeho dnešný geomorfologický charakter podmienila geologicko-tektonická stavba oblastí, ktorými Hornád preteká. Riečna erózia a svahová modelácia začali pôsobiť v hornom a strednom toku už od konca paleogénu, v dolnom toku až po ústupe neogénneho mora. Po ústupe paleogénneho mora začal Hornád formovať svoje údolie v najnižšie položených miestach — depresiách, vytvorených medzi jednotlivými klenbami, príp. na ich okraji, alebo sa prispôbil smeru tektonických pásiem a zlomov.

Od prameňov až po Spišské Vlachy modeluje Hornád svoje údolie v depresii Hornádskej kotliny, ktorá sa vytvorila na konci paleogénu medzi Levočským pohorím a severným okrajom Spišsko-gemerského rudohoria. Hornád zahĺbil svoje údolie v strede tejto kotliny, počas neogénu a kvartéru dochádzalo k ďalším zdvihom, resp. poklesom jednotlivých krýh, ktorým sa Hornád musel prispôbovať. K tektonickým faktorom pristupuje aj rôznorodé petrograficko-litologické zloženie útvarov, ktoré vplývali na smer a pestrý morfológický charakter údolia Hornádu.

Za čiastkovú vpadlinu treba považovať západný výbežok Hornádskej kotliny medzi severnými svahmi Nízkych Tatier a Vikartovským hrebeňom. Ďalej Hornád sleduje hranicu dvoch litologicky rôznorodých komplexov: paleogénneho súvrstvia na jednej strane a gemeridného mezozoika, príp. starších útvarov na strane druhej. V niektorých úsekoch, najmä tam, kde paleogénne súvrstvie vybieha lalokovite na juh, modeluje svoju dolinu vo flyšových horninách a v niektorých úsekoch sa zarezáva do tvrdých hornín gemeridného mezozoika, vytvárajúc okrajové epigenetické údolia. V epigenetických úsekoch tvorí údolie Hornádu nepravidelné oblúky s vrcholmi smerujúcimi na juh. Morfológicky sú to hlboko zaklesnuté úzke vápencové kaňony s krasovým reliéfom. Úseky medzi kaňonmi majú tiež oblúkovité tvary s vrcholmi smerujúcimi na sever a predstavujú široké kotlinovité nesymetrické údolia s plochými stupňovitými svahmi, vymodelovanými v poloskalnom flyšovom súvrství.

Od Spišských Vlách až po Ťahanovce sleduje údolie Hornádu priebeh karpatských pásiem, pozdĺžnych prešmykov a priečných zlomových líní. Smer pásiem a presunových líní je v tomto úseku zhruba SZ—JV, priečne poruchy

a zlomy sú spravidla orientované kolmo na tento smer (VZ—SV), alebo majú smer S—J. Riečna erózia, ako vidno z priebehu údolia, prispôbovala sa najmä spomínaným tektonickým činiteľom. Údolie sa zahľbovalo v smere najmenšieho odporu a vytvorilo nespočetné množstvo hlbokých, zaklesnutých skalných meandrov, prispôbených smeru hlavných poruchových pásiem.

Celý úsek sa postupne zdvíhal, ako o tom svedčia početné úrovne terás zachovaných nad údolnou nivou a dnešná úroveň panónskej Košickej formácie v úseku Obyšovce—Ťahanovce. Tento posledný úsek má opäť výrazný epigenetický charakter, pretože sa Hornád zahĺbil pozdĺž SJ hornádskeho zlomu do staršej, voči riečnej erózii veľmi odolnej mezozoicko-paleozoickej formácie, hoci už pri Obyšovciach mohol pokračovať v nespevnených a málo odolných horninách neogénu.

Smer údolia Torysy od Lipian po Prešov podmienila geologicko-tektonická stavba paleogénneho súvrstvia v tejto oblasti. Smer vrstiev sa približne zhoduje so smerom údolia Torysy (SZ—JV). Údolie sa tedy zahĺbilo v smere vrstevnatosti a tektonických porúch, ktoré sledujú hlavný smer karpatského pásma.

Medzi Sabinovom a Veľkým Šarišom sa zachovali v údolí Torysy aj erozívne zvyšky neogénnych sedimentov burdigalu a helvétu. Podľa reliktovej neogénnych sedimentov vidno, že až sem zasahoval najsevernejší výbežok spodnomiocénneho mora, ktoré transgredovalo v burdigale na zvrásnený paleogén. Riečna erózia a svahová modelácia začali pôsobiť v časti údolia Torysy až po ústupe spodnomiocénneho mora v tortóne. Od tortónu do sarmatu prebehli hlavné fázy vulkanickej činnosti, ktoré podstatne ovplyvnili činnosť riečnej erózie v dolnom toku Torysy.

Od Prešova sa stáča údolie Torysy od SJ smeru a formuje sa v Košickej kotline. Hlavný smer podmienili jednak Prešovsko-tokajské vrchy, ktoré obmedzujú Košickú kotlinu z východu, jednak hornádske zlomy, ktoré ju lemujú zo západu. V Košickej kotline sa zachovali mocné polohy panónskej štrkovej košickej formácie, ktorej relikty sa nachádzajú ešte severne od Prešova. Keď berieme do úvahy, že ide o sedimenty jazernej panvy alebo o sedimenty mohutného veľtoku, ktorý sa vlieval do panónskeho mora, musela Torysa v dolnom toku začať hľbiť svoje údolie až po skončení sedimentácie košickej formácie. Výsledok erózie a svahovej modelácie je široké kotlinové údolie SJ smeru.

III. Prehľadná stratigrafická tabuľka geologických útvarov

Dolinu Hornádu a Torysy buduje mnoho geologických útvarov, ktoré sú zahrnuté v prehľadnej stratigrafickej tabuľke. Odspodu nahor sú zastúpené tieto útvary:

A. Staršie paleozoikum

1. Svory a svorové ruly.
2. Polohy kremencov vo svoroch.

3. Granodiority a diority.

4. Amfibolity.

B. Mladšie paleozoikum

1. Zlepence s polohami grafitických fylitov.

2. Grafitické bridlice a pieskovce.

3. Zlepence, arkózy, pestré bridlice s polohami kremitých porfýrov.

4. Porfýroidy.

5. Kremité diabázy.

1.—2. Karbón; 3.—5. perm—verukáno.

C. Mezozoikum

1. Kremence a kremité bridlice.

2. Pestré bridlice a pieskovce.

3. Melafýry.

4. Tmavé vápence (guttentajnský typ).

5. Dolomit a dolomitické brekcie.

6. Svetlé vápence (veterštajnský typ).

7. Tmavé slienité bridličnaté vápence.

8. Svetlé krinoidové vápence.

1. Bazálny trias; 2.—3. verfen; 4.—6. stredný trias; 7. lias; 8. lias—doger.

D. Paleogén centrálnych Karpát

1. Zlepence.

2. Numulitové vápence.

3. Pieskovce a bridlice vo flyšovom vývoji.

1.—2. Bazálny paleogén; 3. paleogén.

E. Neogén východného Slovenska

a) Morské a sladkovodné sedimenty:

1. Zlepence a rozpadové pieskovce.

2. Íly, piesčité íly a piesky v šlírovom vývoji.

3. Štrky košickej formácie.

1. Burdigal; 2. helvét—tortón; 3. panón.

b) Vulkanické vyvreliny a pyroklastiká:

1. Ryolity.

2. Andezitové aglomeratické tufy.

3. Andezity.

4. Ryolitové tufy a tufity.

1. Burdigal; 2.—3. tortón; 4. sarmat.

F. Kvartér

1. Travertín.

2. Glacio-fluviálne štrky.

3. Hlinité štrky terás.
4. Svahové hliny a sprašové hliny.
5. Sutiny.
6. Náplavové kužele.
7. Riečne štrkovo-piesčité náplavy.
8. Zosuvy.
- 1.—6. Pleistocén; 7.—8 holocén.

IV. Tektonika údolia Hornádu a Torysy

Hornád preteká cez rôzne tektonické jednotky. Od prameňov po Hrabušice tečie v oblasti subtatranských príkrovov (chočský príkrov), ďalej až po Spišské Vlachy tečie pozdĺž severného okraja gemeríd, pričom sa v niektorých úsekoch zarezáva do gemeridného mezozoického plášťa, alebo modeluje údolie v podhaľskom paleogéne, ktorý transgreduje a ohraničuje gemeridy zo severu. Od Spišských Vlách po Štefanskú Hutu vyhlbil Hornád svoje údolie v paleozoických horninách gemeríd. Od Štefanskej Huty až po Ťahanovce tečie v tatridnom pásme Čiernej hory. Lína nasunutia gemeríd na pásmo Čiernej hory má zložitý priebeh a smeruje zo SZ na JV cez Štefanskú Hutu—Margecany—Košické Hámre a Ťahanovce.

Paleozoické série tatrid i gemeríd sú postihnuté regionálnou metamorfózou, ktorá zasiahla obidve jednotky vo varískom orogéne a podmienila vznik svorových rúl, fylitov a porfyroidov. Vo varískom orogéne intrudovali do paleozoického plášťa granodioritové masívy. Počas alpínskeho vrásnenia došlo k stlačeniu a presunutiu gemeríd na severnejšie pásma, ktoré v údolí stredného a dolného Hornádu reprezentuje tatridné pásmo Čiernej hory a v údolí horného Hornádu chočský príkrov. Priebeh tektonickej línie nasunutia gemeríd na pásmo Čiernej hory je zložitý a sprevádza ho komplikovaná šupinovitá stavba. Tektonický styk chočského príkrovu s gemeridným mezozoikom prebieha údolím Veľkej Bielej vody. Pri Hrabušiciach sa obidve jednotky ponárajú pod podhaľský paleogén, ktorý v strednej časti Hornádu zakrýva severné obmedzenie gemeríd so severnejšími pásmami.

Počas alpiského vrásnenia vznikla teda v študovanej oblasti štruktúra pásmového pohoria s jeho typickými tektonickými formami — príkrovmi, vrásami, prešmykmi a zlomami. V dôsledku toho sú všetky mezozoické a staršie horniny dislokačne metamorfované (mylonitové a drvené pásma), diaforizované (svorové ruly), zbridlčnené, poprúvané a popretínané systémami puklín.

V posledných fázach alpínskeho vrásnenia (na konci oligocénu a v miocéne) došlo k vyzdvihnutiu celej oblasti a k vzniku porúch zlomového charakteru. Takéto výrazné zlomové pásmo sa tiahne južným úpäťm Vikartovského hrebeňa, niekoľko zlomov a mylonitových pásiem v údolí stredného Hornádu pri

dolnom toku Sopotnice, pri Veľkej Lodine, západne od Ružína (F u s á n — Z á r u b a — H r o m a d a, 1954) a sústava hornádskeho lomu SJ smeru tiahnutých sa údolím Hornádu, Svinky a Torysy. Poslednými fázami alpínskeho vrásnenia bol postihnutý aj paleogén centrálnych pohorí. V oblasti Hornádu tvoria vrásy o veľkom polomere zakrivenia so sklonmi vrstiev 10 až 30° a je popretínaný početnými zlomami a prešmykmi.

Mladé tektonické pohyby — pliocénne a mladšie, prejavili sa ako klenbovité zdvíhanie jednotlivých úsekov. Svedčia o nich terasové stupne, ktoré sa nachádzajú v niekoľkých úrovniach nad sebou, a početné javy okrajovej epigenézy.

Torysa preteká od Lipian po Prešov depresiou v centrálnokarpatskom paleogéne, ďalej až po ústie do Hornádu tečie západným okrajom neogénnej Košickej kotliny. Flyšová oblasť je zbudovaná z vrás sprevádzaných dislokáciami a prešmykmi. Prevládajúci smer vrás je SZ—JV, vrstvy upadajú na JZ a SV, pričom prevláda sklon k JZ.

Neogénne série Košickej kotliny postihla ďalšia fáza vrásnenia uprostred miocénu medzi helvétom a tortónom. Po sedimentácii tortónu došlo k rozsiahlej vulkanickej činnosti. Menšie tektonické porušenie vo forme zlomov badať aj v tortónskych a sarmatských sedimentoch. Vrstvy tortónu a sarmatu sú okrem toho mierne sklonené a zvrásnené. Štrkové formácie a kvartérne uloženiny ležia vodorovne.

V. Inžiniersko-geologické rajónovanie údolia Hornádu

V údolí Hornádu od prameňov po Ťahanovce som vyčlenil 6 rajónov, ktoré majú približne rovnaké podmienky pre budovanie vodných diel. Pri vymedzovaní rajónov som bral do úvahy najmä morfológické, geologicko-tektonické, hydrogeologické pomery a hrúbku pokryvných útvarov, ktoré charakterizujú jednotlivé rajóny a vytvárajú osobitné podmienky pre budovanie vodných diel. 1. rajón je úsek doliny od prameňov po Hrabušice, 2. rajón predstavuje prelom Hornádu od Hrabušíc po horáreň pri Smižanoch, 3. rajón je Spišsko-novoveská kotlina od Smižian po železničný most Pod Skalou JZ od Spišskej Novej Vsi, 4. rajón je úsek údolia od železničného mosta Pod skalou po Olcnavu, 5. rajón predstavuje kotlinu od Olcnavy po ústie Oľšavky, 6. rajón siaha od ústia Oľšavky po Ťahanovce. V poslednom rajóne sú vyčlenené na základe geologických pomerov ešte 3 podrajóny.

1. r a j ó n

Je to široké kotlinovité údolie medzi Kubachmi a Hrabušicami. Svahy údolia sú ploché a stupňovite sa zdvíhajú z údolnej nivy okrem ľavého svahu od Kubach po Štiavnik, ktorý je strmý. Šírka údolnej nivy je nepravidelná, kolíše od 300 do 800 m. Terajší smer údolia a jeho základné morfológické tvary podmienilo litologické zloženie útvarov a tektonické formy. Pretože ide o horniny, ktoré

sa vplyvom vetrania ľahko rozpadávajú a nie sú schopné udržať strmý sklon svahu, vytvorilo sa v celom rajóne široké kotlinovité údolie. V západnej časti až po Štiavnik, kde údolie sleduje tektonickú poruchu pozdĺž styku verfenu s podhaľským paleogénom, vytvorili sa strmšie svahy.

Vlastné údolie Hornádu je v 1. rajóne umiestené v severnej časti kotliny. Podľa terasových stupňov, ktoré boli navrátené pri Hranovnici a pri Štiavniku na pravých svahoch, a podľa okrajovej epigenézy v druhom susednom rajóne sa dá usúdiť, že Hornád pôvodne tiekol v strede kotliny, no postupom času, pretože sa pravé svahy zdvíhali, prekladal svoje koryto smerom na sever. Dá sa predpokladať, že Hornád pôvodne pretekal v zníženine, ktorá prebieha južnejšie v smere Kubachy—Hranovnica—Štiavnik rovnobežne s dnešným údolím. Hornád dnes meandruje väčšinou vo vlastných aluviálnych náplavoch, bočne eroduje do strmého svahu kóty Krížová.

Skalný podklad 1. rajónu tvoria spodnotriasové a strednotriasové horniny chočského prikrovu a podhaľský paleogén. Najstarší člen, s ktorým sa pride do styku pri budovaní energetických objektov, sú verfenské vrstvy na ľavom svahu rajónu až po Spišský Štiavnik. Toto flyšoidné súvrstvie tektonicky porušených a zvrásnených pieskovcov a bridlíc pri zafažení nepatrne zosadá. Dovolené namáhanie pre verfenské vrstvy v nezvetralom stave je ca 8—15 kg/cm². Pre vodu je súvrstvie málo priepustné a dá sa dobre tesniť cementovými injekciami.

Melafýry tvoria veľké teleso uložené vo verfene na ľavom svahu v oblasti Kvetnice a JZ od Betlianoviec. Pri Kvetnici sú v ňom založené lomy na získavanie drviny pre cestné a železničné účely. Tieto skalné tektonicky rozpukané horniny pri zafažení nezosadajú, dovolené namáhanie je 10—15 kg/cm². Pre vodu sú čiastočne priepustné po puklinách, dajú sa výborne utesňovať cementovými injekciami. So strednotriasovými dolomitmi a vápencami sa v tomto rajóne pri uskutočňovaní vodných diel nepride do styku.

Tento hlboký podklad zakrýva podhaľský paleogén. Na bazálne zlepenice, ktoré vystupujú na povrch až južne od Hranovnice a v samom údolí sa nachádzajú len v hĺbke, pravdepodobne sa pri uskutočňovaní vodných diel nenarazí. Najväčší význam zo stavebného hľadiska má flyšové súvrstvie, ktoré tvorí podklad skoro celého rajónu. Z odkryvov a zo sondážnych prác vidno, že prevládajú ílovité a slienité tmavé bridlice. Pieskovce sa vyskytujú v tenkých laviciach ojedinele. Poloskalné flyšové horniny pri zafažení čiastočne zosadajú. Dovolené namáhanie sa pohybuje od 4—6 kg/cm², pre vodu je súvrstvie veľmi málo priepustné. Pod povrchom je flyšový podklad hlboko zvetraný a nakyprený. Flyšové súvrstvia sa dajú utesňovať ílovými alebo ílovo-chemickými injekciami.

Pokryvné útvary zastupujú hlinité štrky terás, štrkovo-piesčité aluviálne náplavy, množstvo svahových eluviálnych a deluviálnych hĺn a hlinito-kamenité sutiny. Vrtnými prácami sa zistila terasa o hrúbke ca 7 m na pravom svahu pri Hranovnici a pri Štiavniku. Ďalšia terasa sa nachádza medzi sútokom Hor-

nádu a Bielej vody. V oboch prípadoch ju tvoria silne zahlinené štrky. Aluviálne náplavy zložené zo štrkov a pieskov pokrývajú dno doliny v celom rájone. Na povrchu sú prikryté preplavenými hlinami. Hrúbka aluviálnych náplavov podľa sondážnych prác sa pohybuje od 5 do 8 m. Flyšový podklad zakrývajú mocné vrstvy svahových hlin o hrúbke 3 až 10 m. Úpätie Vikartovského hrebeňa zakrýva vrstva hlinito-kamenitých sutín z verfen-melaťového materiálu o hrúbke 9 až 20 m.

Tektonika územia. Horniny chočského príkrovu budujúce Vikartovský hrebeň a hlboký podklad 1. rájónu sú intenzívne zvrásnené so smerom vrstiev V—Z a JZ—SV s prudkými sklonmi väčšinou k severu. Ako súčasť chočského príkrovu boli presunuté vo forme ležatej vrásky alebo prešmyku na veľkú vzdialenosť, v dôsledku toho plastické členy tohto súvrstvia — vertenské bridlice, sú dokonale zvrásnené vcelku i detailne, rigidne pieskovce a kremence sú poprúvané a popretínané hustou sieťou puklín a trhlín. Najviac sú tektonicky znehodnotené telesá melafýrov, v ktorých sa nájdu aj otvorené veľké trhliny. Rozvetrávajú na drobnú kockovitú sutinu. Paleogén leží na mezozoickom podklade transgresívne a diskordantne. Vrstvy ležia väčšinou vodorovne alebo sú slabosklonené 20 až 30°. Verfenské súvrstvie a paleogén pozdĺž Vikartovského chrbta oddeľujú zlom, pričom sa flyšové bridlice stýkajú priamo s verfenom a bazálne súvrstvie sa nachádza hlboko pod povrchom.

Hydrogeologické pomery. Podzemnou vodou sú spodnotriasové členy chočského príkrovu i podhalského paleogénu nasýtené veľmi nedokonale, pretože ide v podstate o nepriepustné súvrstvia. V podklade prúdi puklinová voda, ktorá sleduje najmä povrchovú líniu na južnom úpätí Vikartovského hrebeňa. Pozdĺž tejto poruchy vychádza na povrch niekoľko málo výdatných puklinových prameňov. Treba však predpokladať, že sa okrem spodnotriasových nepriepustných vrstiev vyskytujú pod paleogénom aj strednotriasové vápencovo-dolomitické súvrstvia, v ktorých môže prúdiť podzemná voda, a to silne mineralizovaná alebo aj termálna. Kotlinu vyplňa nepriepustný paleogén a táto voda ťažko preniká na povrch (minerálne pramene na poruchách južne od Hranovnice). Hlbšími vrtmi, ktoré by dosiahli podložie paleogénu, alebo významnejšími poruchami sa na mineralizované agresívne vody môže naraziť. Aluviálne štrkopiesčité náplavy sú dokonale nasýtené spodnou vodou, ktorej hladina sa nachádza 0,5 až 1,0 m pod povrchom.

V 1. rájone možno uvažovať v dvoch zúžených miestach nad Hranovnicou a Štiavnikom o zbudovaní hrádzí stredných veľkostí. Hate a riečne stupne sa môžu budovať v celom rájone. Sondážou sa dosiaľ preskúmali dva profily pri Hranovnici a Spišskom Štiavniku, z ktorých sa profil Hranovnica ukázal výhodnejší. Profil nad Štiavnikom znehodnocuje spomínaná zlomová porucha, ktorá sa nachádza priamo v profile v podloží ľavého krídla priehradného múru. Veľmi výhodný a hospodárny typ hrádze, ktorý možno odporúčať pre hranovnický

profil, je hrádza, ktorá by sa mohla nasypať z melafýrov. Pre tento účel možno použiť melafýrové telesá, ktoré sa nachádzajú na ľavom svahu neďaleko profilu. Ako tesniaci materiál by sa použili svahové hliny, ktoré sa sondážou dajú vyhladať v blízkom okolí budúcej nádrže.

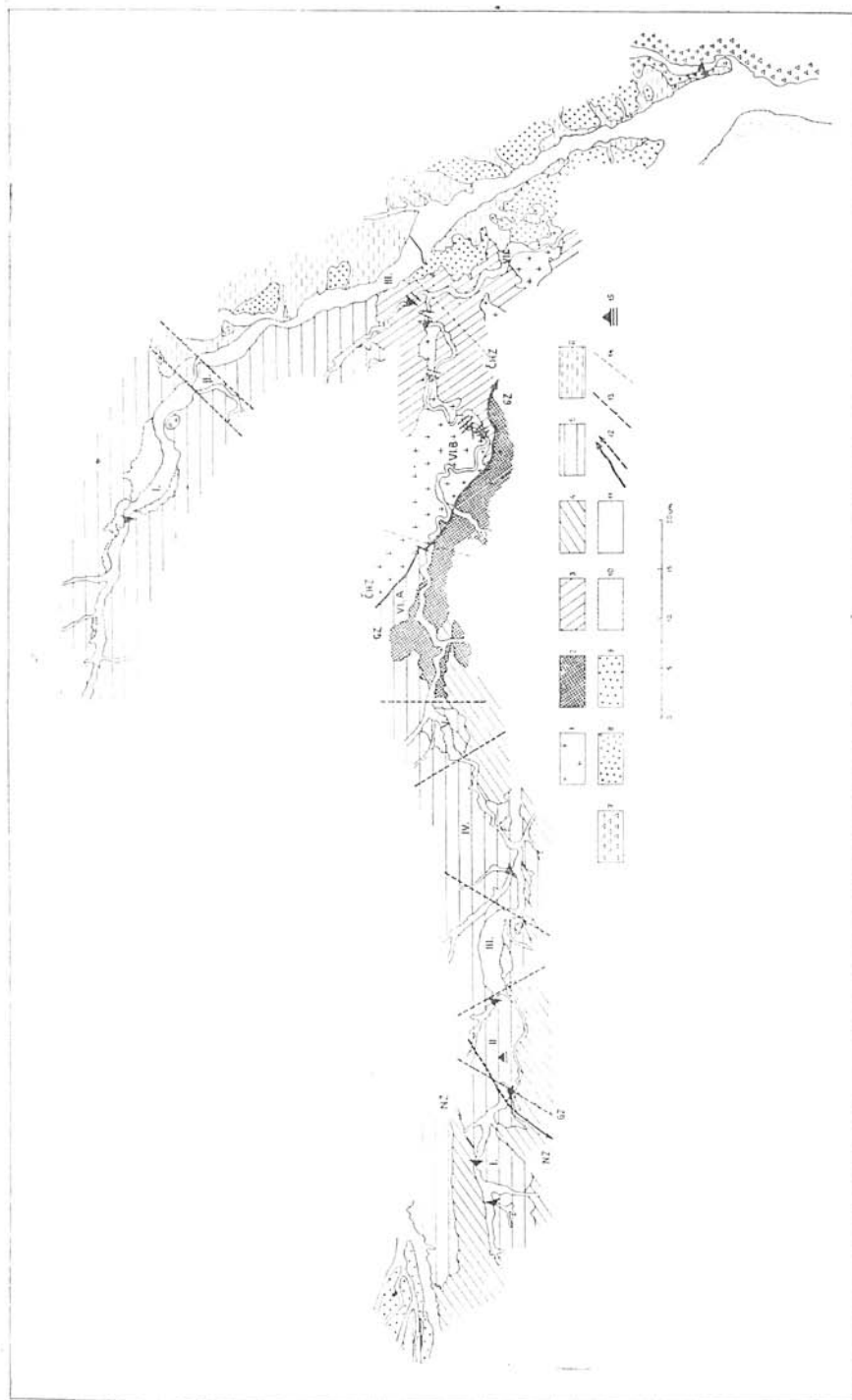
2. r a j ó n

Tvorí ho prelom Hornádu od Zelenej hory, južne od Hrabušíc po Mašu pri Smižanoch. Ide o úzky hlboko zaklesnutý krasový kaňon. Dno kaňonu je široké 10—15 m a často ho tvorí len samo koryto rieky. Ľavý svah kaňonu je strmší ako pravý a vytvára 60—80 m vysoké kolmé až previsnuté skalné steny — Ihrík, Ludňanka, Tomašovský výhľad; pravý svah je plytší.

Hornád v tomto úseku vytvoril typické epigenetické údolie (okrajová epigenéza, Lukniš, 1954). Miesto toho, aby pokračoval vo svojom pôvodnom smere a hľbil si koryto ďalej na JV v depresii zbudovanej v mäkkých flyšových horninách, stáča sa pri Zelenej hore v hrdle prelomu na juh a hľbí si koryto cez tvrdé vápence na okraji Stratenskej hornatiny. Smer toku a erózie Hornádu po ústupe paleogénneho mora určili vlastnosti a reliéf flyšových sedimentov. Keď sa reliéf začal zdvíhať, rieka pokračovala v hĺbení cez tvrdé vápence. Vznik samého hlbokého a kľukatého kaňonu je komplikovaný, pričom hlavnú úlohu hrá činnosť podzemnej krasovej vody. Na strmých skalných stenách vidno v mnohých prípadoch cesty podzemných vodných tokov, po ktorých dnes ostali tunely a meandre zarezané v tvrdých vápencoch a iné krasové útvary, ktoré svedčia o tom, že v oblasti dnešného údolia existovali pôvodne podzemné vodné toky. Hlboký kaňon teda vznikol jednak rušivou činnosťou krasovej podzemnej vody — prepadávaním stropov bývalých jaskýň a podzemných priestorov, jednak pôsobením povrchovej riečnej erózie a svahovej modelácie. Pritom treba predpokladať, pretože ide o epigenetické údolie, že táto činnosť prebiehala za súčasného klenbového zdvíhania severného okraja Stratenskej hornatiny.

Skalný podklad dna a svahov doliny tvoria v podstate strednotriasové vápence gemeríd a na ľavom svahu nad dolinou ležia na nich transgresívne bazálne zlepenice paleogénu a flyšové súvrstvia. Komplex vápencov predstavuje skalné horniny, ktoré pri zatažení nezosadajú; majú dovolené namáhanie 10—15 kg/cm². Celý komplex je silno postihnutý skrasovatením. Vytvorili sa v ňom početné závrty, komíny, chodby a jaskyne, ktoré ho robia priepustným. S ostatnými členmi skalného podkladu sa pri budovaní vodných diel priamo v prelome Hornádu nepríde do styku. Pokryvné útvary zastupujú mohutné kamenité sutiny vyvinuté na úpätí strmých svahov pod skalnými stenami. Pri vyústení bočných dolín sa vytvorili náplavové kužele. Dno doliny vyplňajú riečne štrky o hrúbke 0 až 5 m.

Tektonika rajónu. Na začiatku rajónu údolím Veľkej Bielej vody prebieha tektonická línia nasunutia medzi gemerídnym mezozoikom a chočským prí-



Obr. 14. Schéma inžiniersko-geologických rájónov v údolí Hornádu a Torisy. 1. Granodiority a kryštálické bridlice pásma Čiernej hory — perm a mezozoikum, 2. klastické sedimenty — karbon a perm, 3. klastické a karbonátne sedimenty — perm a mezozoikum, 4. klastické a karbonátne sedimenty a bazické vyvreliny — paleogén, 5. zlepenec, bridlice a pieskovce vo flyšovom vývoji — paleogén, 6. íly, piesčité íly s polohami pieskov a štrkov — neogén, 7. vulkanické vyvreliny a ich pyroklastiká — neogén, 8. košická štrková formácia — pliocén, 9. glaciofluviálne uloženiny — pleistocén, 10. hlinité štrky — pleistocén, 11. štrkovo-piesčité riečne naplaveniny — alvium, 12. tektonické linie, 13. hranice rájónov, 14. hranice pod-
rájónov, 15. priehradné profily.

krovom. Celý rajón buduje tektonická jednotka gemeridného mezozoika. Ide o kryhu, ktorá pôvodne vznikla v tzv. severogemeridnej synklinále (M a h e l, 1954) a bola v hlavných fázach alpského vrásnenia vyvrásnená a čiastočne posunutá smerom na sever. Dnes tvorí niekoľko synklinál a antiklinál s vyvlečenými krídlami so smerom osí na SV. Smeruje teda šikmo cez kaňonovité údolie. Transgresívne a diskordantne na zvrásnenom mezozoiku leží zo severu bazálne súvrstvie paleogénu. Vrstvy majú smer VZ s plytkým sklonom 20 až 30° k severu. Hlboko zarezaný kaňon pozdĺž severného okraja mezozoickej kryhy dokazuje, že od ústupu paleogénneho mora pokračovalo až podnes zdvíhanie celého druhého rajónu.

Hydrogeológia územia. V celom rajóne je vytvorený typický krasový reliéf s režimom krasových vôd. Povrch zbrázďujú škrapy, závrty, priepasti a vlastný masív pretínajú komíny, chodby, jaskyne a podzemné riečiská. Vnútri masívu prúdi krasová voda vo forme podzemných vodných tokov. Menej sú krasovými procesmi porušené zlepenice bazálneho paleogénu, v ktorých sa väčšinou nachádza len puklinová voda. Flyšové súvrstvie je prakticky bez spodnej vody. Skrasovatenie, ktoré intenzívne postihlo odkryté partie vápencov, neporušilo vápence, ktoré sa nachádzajú pod vrstvami paleogénu. Nepriepustný flyš zabránil presakovaniu podzemnej vody do vápencov.

Celý rajón, hoci ide po celej dĺžke o úzke údolie, neposkytuje vhodný profil pre priehradu, pretože ho budujú skrasovatené vápence a okrem toho neposkytuje ani vhodný retenčný priestor. Tak isto sa nedá počítať s kanálovým využitím rieky v tomto úseku pre strmosť svahov, skalné steny a veľkú členitosť svahov. Pre nepriaznivé pomery tohto úseku sa navrhol využiť Hornád mimo jeho terajšieho údolia. V hrdle prelomu Hornádu pri Hrabušiciach sa navrhuje údolná nádrž Hrabušice spojená s bočnou nádržou Tomášovce.

V hrabušickom profile možno počítať so stavbou betónovej gravitačnej priehrady alebo kamennej hrádze. Vápence poskytnú dostatočne pevný a únosný podklad. Kvôli únosnosti podkladu však treba všetky zistené krasové dutiny vyplniť a zainjektovať cementom. Veľmi vhodným typom hrádze v tomto profile by bola kamenná hrádza, pre ktorú sa dajú využiť stredotriasové vápence. Kvôli utesneniu nádrže treba urobiť starostlivú a hlbokú injekčnú clonu pod priehradným múrom i v predĺžení obidvoch krídel priehrady a plošnou injektážou utesniť všetky výchozy vápencov v zátopovej oblasti.

Podklad tomašovskej hrádze tvoria flyšové súvrstvia, na ktorých možno zbudovať sypanú zemnú hrázu.

3. r a j ó n

Začína sa od Maše pri Smižanoch a končí sa Pod Skalou JV od Spišskej Novej Vsi. Je to široké kotlinovité údolie so stupňovitými svahmi. Šírka údolia

sa pohybuje od 800 do 1500 m. Celá kotlina je vymodelovaná vo flyši medzi dvoma epigenetickými úsekmi a je oblúkovite ohnutá smerom na sever. Na južných plochých svahoch sa nachádza rozsiahla štrková terasa, ktorá svedčí o tom, že bývalé údolie Hornádu prebiehalo v pleistocéne aj v tomto úseku južnejšie. Ale práve tu vytvára paleogén lalokovitý záliv smerom na juh so smerom vrstiev V—Z s miernym sklonom k severu. Ohyb údolia smerom na sever zapríčinili teda úložné pomery so sklonom vrstiev k severu a klenbovité zdvíhanie pravej časti rajónu. Kým v predchádzajúcom i nasledujúcom rajóne prehlboval Hornád svoje koryto do tvrdých hornín, v treťom rajóne ho premiestňoval smerom na sever do mäkkého podkladu. Pretože flyšové horniny ľahko podliehajú erózii a nie sú schopné udržať strmšie svahy, vytvorila sa tu široká kotlina s plochým pravým svahom rovnobežným s plytkým sklonom vrstiev a so strmším ľavým svahom, ktorý narezáva čelá vrstiev uklonených do svahu. Dnes tečie Hornád približne v strede údolnej nivy, meandruje vo vlastných náplavoch.

Skalný podklad na začiatku i na konci rajónu tvoria bazálne paleogénne zlepenice, ale celý rajón buduje flyšové súvrstvie bridlíc a pieskovcov. Bazálne zlepenice sú pevné skalné a nestlačiteľné horniny. Dovoľené namáhanie majú 8—15 kg/cm². Pre vodu sú priepustné po puklinách a skrasovatených partiách. Utesňovať sa dajú ťažko. Flyšové súvrstvie bridlíc a pieskovcov predstavuje komplex poloskalných hornín s ojedinělými polohami skalných hornín. Pri zaťažení súvrstvie čiastočne zosadá, dovoľené namáhanie v nezvetranom stave je 6—8 kg/cm². Pre vodu je málo priepustné, dá sa utesňovať ílovo-chemickými injekciami.

Pokryvné útvary predstavuje terasa na pravom svahu, zložená zo silne zahmlinených štrkov o hrúbke 3 až 8 m. Ďalej sú to štrkopiesčité náplavy v dne údolia a hrubé polohy svahových hlín. Hrúbka alúvia kolíše od 3 do 10 m, hrúbka hlín max. 10 m.

Tektonika a hydrogeológia územia. Flyšové vrstvy centrálnokarpatského paleogénu sú aj v tomto rajóne uložené do plytkých vrás. Bazálnymi zlepenicami transgreduje paleogén na mezozoické členy gemeríd, vytvárajúc na ľavom svahu lalokovitý záliv. Smer vrstiev je V—Z, JZ—SV s plytkými sklonmi k severu. Vrásky sú popretínané priečnymi a horizontálnymi zlomami a posunmi.

Spodná voda sa nachádza jedine v puklinách flyšových pieskovcov. Spodnou vodou sú dokonale nasýtené štrkovité aluviálne náplavy. Hladina sa pohybuje 1 až 2 m pod povrchom. Ďalej sa spodná voda hromadí v menšom množstve na pravom svahu na báze terasových štrkov a vyteká vo forme prameňov o malej výdatnosti po flyšovom podloží na povrch.

Celý rajón sa nehodí pre budovanie priehrad, pretože nie sú k tomu vhodné morfológické podmienky. Malé záchytné hate a riečne stupne sa môžu budovať v dnešnom riečisku po celom rajóne, pretože sa pod strkovo-piesčitými nápla-

vami nachádza vhodný podklad z flyšových bridlíc a pieskovcov. V 3. rajóne sa však navrhuje využitie Hornádu aj mimo riečiska.

4. r a j ó n

Je to úsek údolia od Pod Skaly po Olcnavu, ide opäť o úzke zaklesnuté údolie so strmými často skalnatými svahmi. Šírka údolnej nivy kolíše ca 100 m, ojedinele dosahuje šírku 500 m. Údolie Hornádu je tu vymodelované na rozhraní vápencovo-dolomitického komplexu gemeridného mezozoika a podhalského flyšu, ktorý tvorí výplň hornádskej kotliny. Preto je údolie sčasti zarezané do paleogénnych zlepcov, sčasti do vápencov a dolomitov. V úseku od Pod Skaly po Markušovce má výrazný epigenetický charakter, pretože sa stáča na juh a eroduje tvrdé vápence a súvrstvie verfenu, miesto toho, aby sa Hornád prerazil do údolia Levočského potoka a spolu s ním pokračoval cez mäkké flyšové súvrstvie. Sklon bazálnych zlepcov smeruje k severu, preto sú pravé svahy plytšie, vymodelované po sklonených vrstvách, ľavé sú strmé a skalné, pretože rezu čelá vrstiev. V úseku Olcnavu—Chrasť, kde sa Hornád zarezáva do mezozoických hornín, sú svahy údolia strmé a skalné. Kľukaté údolie má krasový charakter, zastrený normálnymi riečnymi erozívnymi formami. Krasové formy reliéfu sa zachovali Pod Skalou, pri Markušovciach a v úseku medzi Chrasťou a Olcnavou, kde vystupujú na povrch vápence. Ostatné úseky zbudované z verfenského súvrstvia a paleogénu majú erozívny reliéf. Obidva strmé svahy rozčleňujú hlboké bočné údolia. Rieka Hornád v celom 4. rajóne intenzívne meandruje vo vlastných náplavoch i v skalnom podklade a bočne eroduje raz pravé, raz ľavé svahy.

Skalný podklad tvorí gemeridné mezozoikum a bazálne paleogénne zlepenec.

a) Verfenské pieskovce a bridlice budujú úsek medzi Pod Skalou a Markušovcami. Sú to skalné horniny, ktoré pri zaťažení nepatrne zosadajú. Dovoľené namáhanie majú 8—15 kg/cm², pre vodu sú priepustné len po puklinách v podpovrchovom zvetranom pásme. Dajú sa dobre tesniť cementovými injekciami.

b) Svetlé vápence vystupujú na povrch Pod Skalou, pri Markušovciach a v úseku medzi Chrasťou a Olcnavou. Ich fyzikálno-mechanické vlastnosti sme prebrali v 2. rajóne.

c) Zlepenec bazálneho paleogénu budujú celú ostatnú časť údolia v 4. rajóne. Majú veľmi pestré litologické zloženie, pričom prevláda vápencovo-dolomitický materiál alebo kremito-kremencový materiál. Pre vodu sú priepustné tie partie, ktoré sú zložené z vápencovo-dolomitického materiálu. Voda uniká po puklinách a skrasovatených partiách. Utesňovať sa dajú ťažko. Sú pevné a nestlačiteľné, dovoľené namáhanie sa pohybuje od 8 do 15 kg/cm².

Pokryvné útvary zastupujú terasové hlinité štrky v okolí Markušoviec a Matejoviec o hrúbke 3 m. Dno údolia vyplňajú riečne náplavy o hrúbke 2—5 m.

Na úpätí svahov sa nachádzajú hlinito-kamenité sutiny, svahové hliny a pri vyústení bočných dolínok náplavové kužele.

Tektonika a hydrogeológia územia. Najstarším útvarom rajónu je verfenské súvrstvie západne od Markušoviec. Pozícia tohto súvrstvia nie je však dosiaľ vyjasnená a nie je isté, či fialové fylitizované bridlice a pieskovce nepatria permu. Na tomto súvrství ležia vápencovo-dolomitické kryhy, ktoré tvoria jadro horskej skupiny Galmusa. Uvedené členy boli vrásnené a mierne presunuté na sever v hlavných fázach alpského vrásnenia. Vápencovo-dolomitický komplex tvorí pozdĺžne i priečne zbertenú tabuľu, ktorá pozvoľna upadá k severu. V západnej časti rajónu sa tabuľa rozpadá na sústavu erozívnych trosiek, ktoré tu a tam vyčnievajú na povrch spod nadložného bazálneho súvrstvia paleogénu. Verfenské súvrstvie je zvrásnené vcelku i detailne, býva vyvalcované, vápence a dolomity sú popretínané systémami puklín. Paleogén leží na mezozoických členoch skoro vodorovne. Príkrejšie sklony 20° sa nájdu žriedkavo. Skalný podklad je porušený i zlomovou tektonikou. Priečne zlomové pásma SJ smeru sa nachádzajú JV od Spišskej Novej Vsi. Tieto zlomy zapríčinili ohyb Hornádu smerom na juh. Ďalej treba predpokladať zlomové pásmo v údolí smerom od Odorína na Markušovce, kde sa flyšové súvrstvie stýka priamo s verfenskými vrstvami.

Hydrogeologické pomery rajónu sú pestré. Verfenské súvrstvie nemá prakticky podzemnú vodu, nadložný vápencovo-dolomitický komplex je naopak bohatý na vodu. Podzemná voda prúdi po krasových dutinách, na styku s nepriepustným podložíom sa koncentruje a vyteká vo výveroch na povrch. Bazálne zlepenice obsahujú puklinovú vodu, vápencové zlepenice aj krasovú. Hladina spodnej vody v štrkovo-piesčitých náplavoch alúvia sa pohybuje 1 až 2 m pod povrchom.

Celý rajón sa nehodí pre budovanie priehrad, hoci sú na to morfológické podmienky. Podklad znehodnocujú skrasovatené vápence a vápenaté zlepenice. Vhodný podklad z verfenských vrstiev pre menšiu nádrž, príp. pre malú hať sa nachádza v úseku od cestného mosta na Teplíčku (kóta 435) po Markušovce. Najužší profil je priamo na kóte 435 pod vyústením pravostranného prítoku Ježová. No viac profilov pre menšie hate, kde vhodný podklad tvoria verfenské vrstvy, môže sa nájsť v celom úseku k Markušovciam. Rajón je tiež veľmi nevýhodný pre vedenie derivačných kanálov, pretože je údolie kľukaté, svahy sú veľmi členité a popretínané hlboko zarezanými bočnými údoliami.

V Štátnom hospodárskom pláne sa predbežne počíta s využitím rieky Hornádu tak, že sa zbuduje vodná nádrž na ľavostrannom prítoku — Levoškom potoku pri Markušovciach, do ktorého ústi odpadový kanál s odvedenými vodami Hornádu. V celom rajóne sa okrem uvedenej priehrady predbežne neráta s využitím Hornádu.

5. rajón

Je to široké kotlinovité údolie od Olčavy po ústie Olšavy. Svahy sú ploché a stupňovité, pravý svah má jednoduchý priebeh, ľavý je bohato členený bočnými údoliami. Šírka údolnej nivy sa pohybuje od 600 do 1200 m. Kotlinovité údolie je vyklenuté smerom na sever a je vymodelované najmä v horninách paleogénneho flyšu. Pokryvné útvary zastupujú rozsiahle terasy zbudované z hlinitých štrkov na pravom svahu pod Olčavou a na ľavom pod Spišskými Vlachami. Hrúbka terás kolíše od 3 do 4 m. Ďalej sú to aluviálne náplavy o hrúbke 3 až 7 m a svahové hliny na úpätiach flyšových svahov.

Tektonika a hydrogeológia územia. Do 5. rajónu na jeho ľavé svahy zasahujú mezozoické členy jadra Galmuského pohoria, ale sú zakryté v dne a na svahoch doliny horninami podhaľského paleogénu. 5. rajón je pomerne chudobný na spodnú vodu, pretože skalný podklad tvorí okrem ojedinelých mezozoických ostrovov súvrstvie flyšových nepriepustných bridlíc a pieskovcov. Spodná voda sa nachádza na báze terasových štrkov a vyteká v podobe prameňov o malej výdatnosti po flyšovom podklade na povrch. Spodnou vodou je dokonale nasýtené alúvium s hladinou 0,5 až 2,0 m pod dnešným povrchom.

5. rajón sa nehodí pre budovanie priehrad. Malé riečne stupne v riečisku Hornádu sa dajú budovať po celom rajóne, pretože podklad rieky tvoria flyšové bridlice a pieskovce. Derivačné kanály je najvhodnejšie viesť po pravom, málo členenom úpätí svahu, alebo v dne údolia.

6. rajón

Celý zbývajúci úsek údolia Hornádu od ústia Olšavy po Ťahanovce má spoločné morfológické znaky. Údolie je kľukaté, väčšinou úzke a hlboko zaklesnuté. Výnimku tvoria menšie kotliny pri Krompachoch a pri Kostolanoch. Obidva svahy územia sú strmé, väčšinou nesymetrické a často skalné. Strmosť svahov podmienili tvrdé skalné kremičitanové horniny, ktoré budujú údolie. Vápencovo-dolomitické horniny sa zúčastňujú na stavbe samého údolia málo, pretože väčšinou budujú vrcholy kopcov ležiac na staršom podklade a len na ojedinelých krátkych úsekoch zostupujú až do dna doliny — pri Košických Hámroch, Ružíne, Veľkej Lodine, Kysaku a pri Sokole. Vápencovo-dolomitické komplexy však tiež tvoria strmé a skalné svahy. Kým v predchádzajúcich svahoch podmienil generálny smer údolia Hornádu styk dvoch nerovnorodých komplexov mezozoika a paleogénu, v 6. rajóne podmienili smer údolia tektonické poruchové pásma. Celý rajón bol od pliocénu až podnes, súdiac podľa viacerých terasových stupňov, intenzívne vyzdvihnutý. Vzhľadom na odlišné vlastnosti skalného podkladu a litologického zloženia rozdeľujem 6. rajón na 3 podrajóny.

Siaha od ústia Olšavky po presunovú tzv. jelšavskú líniu (Zoubek, 1954) medzi gemeridami a Čiernou horou pri Štefanskej Hute.

Skalný podklad podrajónu tvoria horniny permského verukána. Nad údolím na pravom svahu vystupuje aj mezozoikum — verfenské vrstvy a vápence, s ktorými sa však pri uskutočňovaní vodných diel priamo nepríde do styku. Ľavý svah medzi Kluknavou a Štefanskou Hutou a na začiatku podrajónu budujú paleogénne horniny.

Pestré bridličnaté súvrstvie verukána obsahuje dlhé úzke pruhy zlepcov a arkóz. Porfyroidy sa tiahnu v mohutnom pruhu na pravom brehu od Krompách na JV. Zlepence arkózy a porfyroidy verukána majú v podstate rovnaké fyzikálno-mechanické vlastnosti. Sú to skalné, lavicovité alebo bridličnaté horniny, ktoré pri zaťažení prakticky nezosadajú. Dovoľené namáhanie je 10 až 15 kg/cm². Pre vodu sú priepustné po puklinách, dajú sa tesniť cementovými injekciami. Pestré ílovité bridlice predstavujú plastický komplex, ktorý má zhodné vlastnosti s verfenským súvrstvom. Fyzikálno-technické vlastnosti bazálnych zlepcov a flyšového súvrstvia paleogénu sme rozviedli v predchádzajúcich rajónoch.

Pokryvné útvary zastupujú terasové štrky na pravom svahu pri Kolinovciach, Krompachoch, Kluknave a Štefanskej Hute, na ľavom svahu medzi Kluknavou a Richnavou a pri Štefanskej Hute. Hrúbka terás sa pohybuje okolo 3 m. Dno údolia vyplňa štrkovo-piesčité alúvium o hrúbke 3 až 7 m. Svahové hliny a sutiny pokrývajú pravý svah východne od Krompách a ľavý svah severne od Kluknavy. Ich hrúbka sa pohybuje od 1 do 5 m. Pri vyústení bočných doliniek sa vytvorili náplavové kužele.

Tektonika a hydrogeológia podrajónu. Súvrstvie verukána bolo postihnuté doznievajúcimi fázami variskeho orogénu a alpským vrásnením. Ako súčasť gemeríd bolo spolu s ostatnými členmi stlačené a presunuté na sever. Tektonická plocha nasunutia (jelšavská línia, Zoubek, 1954) prebieha na konci podrajónu pri Štefanskej Hute. Pozdĺž tejto plochy sa nachádzajú medzi komplexom verukána (gemeridy) a sériou svorových rúl (tatridy) uškripnuté šupiny karbónskych a spodnotriasových hornín. Samo verukáno tvorí pravdepodobne sústavu izoklinálnych vrás so smerom osí V—Z a SZ—JV. Transgresívne spočíva na verukáne a starších horninách bazálny paleogén, ktorý zakrývajúc priebeh jelšavskej línie vyplňa spolu s flyšovým súvrstvom depresiú medzi tatridami a gemeridami v 6 A podrajóne a lalokovite vybieha smerom na JZ až ku Štefanskej Hute.

Podzemná voda sa nachádza v obmedzenom množstve v puklinách hornín skalného podkladu. Hojné sú sutinové pramene malej výdatnosti na úpätiach svahov. Alúvium je dokonale nasýtené spodnou vodou. Pozdĺž jelšavskej línie

vychádzajú na povrch mimo údolia minerálne pramene — Slatvina, Vojkovce.

V celom podrajóne okrem okolia presunovej línie pri Štefanskej Hute sa môže vo výhodných morfológických profiloch počítať so stavbou priehrad rôznej veľkosti. Vhodný skalný podklad tvoria členy verukána. Výhodné profily sa nachádzajú nad Kolinovcami, pri Liknave a Kluknave. Pretože je údolie husto obývané, môže sa tu navrhnuť systém riečnych stupňov, derivačných kanálov a hydrocentrál. Hrádze môžu byť betónové. Pre derivačné kanály sa hodí lepšie pravý svah, pretože je menej členitý a stabilný.

Podrajón 6B

Zaberá úsek údolia Hornádu od Štefanskej Huty po Kysak. Skalný podklad ľavého svahu a dna doliny po Ružín budujú svorové ruly a svory. Vystupujú v podklade doliny od začiatku podrajónu až po Bujanovský granodioritový masív a v úseku od kóty 436 západne od Ružína po Malú Lodinu. Sú to skalné horniny silne zbridlíčenaté, pri zatažení nezosadajú. Dovoľené namáhanie je 10 až 20 kg/cm². Pri zvetraných a tektonicky porušených pásmach sa uvedené fyzikálno-mechanické vlastnosti svorových rúl znižujú. Pre vodu sú priepustné len v zvetraných poruchových pásmach. Rozpukané partie sa dajú dobre tesniť cementovými injekciami.

Granodiority budujú meander Hornádu okolo kóty Bujanová a krátky úsek pod ústím Sopotnice. Sú to pevné skalné horniny, ktoré pri zatažení nezosadajú, dovoľené namáhanie majú 15 až 20 kg/cm². Granodioritový masív však pretínajú poruchové mylonitové a drvené pásma, kde sa tieto hodnoty znižujú. Pre vodu sú priepustné v podpovrchových zvetraných pásmach a podrvených zónach. Dajú sa dobre utesňovať cementovými injekciami.

Súvrstvie verukána buduje skalný podklad medzi Malou Lodinou a ústím Sopotnice a ohyb Hornádu nad Kysakom. Prevláda zlepenčový vývin, v ktorom vystupujú ako hlavné členy tektonicky porušené zlepence droby a arkózy s polohami pestrých bridlíc. Fyzikálno-mechanické vlastnosti sú obdobné ako v rajóne 6A.

Ojedinele sa môžu v skalnom podklade vyskytnúť spodnotriasové kremence napr. južne od Štefanskej Huty, medzi Malou a Veľkou Lodinou. Sú to tvrdé a krehké skalné horniny, tektonicky rozpukané. Pri zatažení nezosadajú, dovoľené namáhanie majú 15 až 30 kg/cm². Pre vodu sú priepustné, dajú sa výborne tesniť cementovými injekciami.

Verfenské vrstvy zostupujú do údolia Hornádu pri Košických Hámroch a pod vyústením Sopotnice. Ich fyzikálno-mechanické vlastnosti sme prebrali vyššie.

Dolomity stredného triasu zostupujú do údolia na pravom svahu v okolí Košických Hámrov, nad Ružínom a medzi Veľkou Lodinou a ústím Sopotnice.

Ojedinele zvrásnené kryhy dolomitov sa nachádzajú od Sopotnice až ku Kysaku. Tektonicky sú veľmi porušené, väčšinou na dolomitické brekcie a piesok. Pri zaťažení sa chovajú rôzne v závislosti od tektonického porušenia. Pre vodu sú priepustné a ťažko sa dajú utesňovať injekciami.

Tmavé jurské vápence, ktoré tvoria spodnú časť vápencovej kryhy pri Košických Hámroch, sú skalné horniny. Pri zaťažení nezosadajú, dovolené namáhanie je 10 až 15 kg/cm². Pre vodu sú nepriepustné. Svetlé kryštalické vápence, ktoré ležia nad nimi, majú podobné vlastnosti, no sú skrasovatené a pre vodu priepustné.

Pokryvné útvary zastupujú terasové štrky vyvinuté na obidvoch svahoch medzi Štefanskou a Rolovou Hutou, pri Ružine, Malej Lodine a Kysaku. Ďalej sú to riečne náplavy, hlinito-kamenité sutiny, sprašové a svahové hliny a náplavové kužele.

Tektonika územia. Celý úsek údolia je vymodelovaný v podstate v tatridnom pásme Čiernej hory. Varíske vrásnenie postihlo horniny podrajónu 6 B regionálnou metamorfózou. V posledných fázach varískeho vrásnenia vyvreli do paleozoického plášťa granodioritové masívy Bujanovej a Sopotnice. Počas karbónu bola v celom podrajóne prerušená sedimentácia a až v perme sa v depresiách usadili diskordantne na staršom paleozoiku epikontinentálne sedimenty verukána. Potom pokračovala sedimentácia mezozoika, ktoré spolu so staršími horninami postihlo alpské vrásnenie a dalo celému podrajónu ráz vrásového pohoria. Pásmo Čiernej hory bolo stlačené smerom na sever a SV. Z juhu sa naň nasunuli série germeríd. Presunová jelšavská línia prebieha nad údolím po pravých svahoch podrajónu. Pri Margecanoch a Košických Hámroch sa značne priblíži ku dnu údolia. Horniny v okolí línie sú mylonitizované a drvené. Hranice medzi jednotlivými sériami kryštalínika, mladšieho paleozoika a mezozoika majú väčšinou tektonický charakter. Pri vrásach sú ramená často vyvlečené, čím vrásy dostávajú charakter prešmykov. Celý komplex postihla tiež priečna zlomová tektonika. Smery priečných zlomov sú SZ—JV a S—J.

Hydrogeológia územia. Kremitčanové horniny paleozoika a spodného triasu obsahujú len puklinovú vodu. Dolomity a svetlé krinoidové jurské vápence obsahujú krasovú vodu, ktorá sa na styku s nepriepustným podložím koncentruje a vyteká na povrch vo forme krasových výverov južne od Malej Lodiny a západne od Veľkej Lodiny. Ďalej sú hojné na úpätí svahov sutinové a terasové pramene o malej výdatnosti.

Podrajón 6 B poskytuje celú sériu morfológicky veľmi výhodných profilov pre priehradu rozličných veľkostí. Výhodné profily poskytuje úžina nad Margecanmi. Profily treba vybrať podľa možnosti čím ďalej od presunovej jelšavskej línie. Pod Rolovou Hutou v meandri Hornádu okolo Bujanovej a ďalej až po Kysak sa sondážou a podrobným prieskumom overil celý rad profilov pre zbudovanie vodných nádrží v 6 B podrajóne. V Štátnom vodohospodárskom pláne sa po-

číta so stavbou väčšej priehrady v oblasti Ružína a s menšou vyrovnávacou nádržou v oblasti Lodiny, a s alternatívou hrádze Kysak.

Pre Ružínsku vodnú nádrž sa postupom času preskúmalo 9 profilov v úseku medzi Košickými Hámrami a Ružínom, pre nádrž Lodina 3 profily v úseku Malá Lodina—Veľká Lodina a pre nádrž Kysak 3 profily. V poslednej zpráve ÚSG Žilina z r. 1959 odporúčajú autori (F e n c l, V a d o v i č) ako najvýhodnejšie profily R-3d a R-4b. Profil R-3d sa nachádza v poslednom meandri zarezanom do Bujanovského granodioritového masívu ca 1,3 km nad vyústením potoka Dialava nad Ružínom. Profil R-4b sa nachádza ca 1 km pod vyústením potoka Belej do Hornádu. Obidva profily poskytnú vhodnú základovú pôdu pre zbudovanie betónovej gravitačnej priehrady, alebo kamennej sypanej hrádze. Všetky ostatné profily sa pre nepriaznivé geologické pomery zamietajú.

Pre vyrovnávaciu nádrž Lodina bude treba preskúmať niekoľko profilov v úseku medzi Malou Lodinou a Ružínom, kde skalný podklad pod pokryvnými útvarmi budujú svorové ruly a svory. Sondážou treba vyhľadať profil, ktorý bude tektonicky najmenej porušený.

Pre alternatívu nádrže Kysak z troch profilov je najvýhodnejší profil č. 2, ktorý sa nachádza 17,92 km od železnice. Na tomto mieste možno odporúčať stavbu betónovej gravitačnej hrádze alebo kamennej sypanej hrádze.

P o d r a j ó n 6 C

Siaha od Kysaku po Ťahanovce. Je to epigenetický úsek údolia Hornádu vymodelovaný na východnom okraji pásma Čiernej hory. Pri Kysaku Hornád nepokračuje ďalej v pôvodnom V—Z smere, kde má k dispozícii na dosah ruky mäkké a nespevnené horniny neogénu, ale sa prudko ohýba do S—J smeru a sledujúc poruchy hornádskeho zlomu hĺbi svoje údolie v tvrdých skalných horninách. Okrajová epigenéza Hornádu svedčí o pleistocénnom a mladšom vyzdvižení celého úseku. Dno údolia je v severnej časti široké 400—700 m, pri Malej Vieske a Tepličanoch sa ešte rozšíri na malú kotlinu 1000 až 2000 m širokú a ku Ťahanovciam sa zúži 100—200 m. Svahy údolia sú nesymetrické. Od Kysaku po Kostolany je pravý svah plytký, stupňovitý, ľavý je strmý a skalný. Od Kostolian po železničný most je zase pravý svah strmý a ľavý plochý a stupňovitý. V úžine nad Ťahanovcami sú obidva svahy strmé.

Skalný podklad údolia od Kostolian po Ťahanovce tvoria granodiority, v okolí železničného mosta pod Tepličanmi svorové ruly a svory a v úseku Kysak—Kostolany striedavo horniny verukána, spodného a stredného triasu. Ich fyzikálno-mechanické vlastnosti sme prebrali v podrajóne 6 B.

Pokryvné útvary zastupujú helvétske íly, hlinité štrky košickej formácie, terasové štrky, aluviálne riečne náplavy, hliny a sutiny. Helvétske íly ležia v denudačných ostrovoch transgresívne na mezozoickom a staršom podklade na pre-

dele medzi Hornádom a Torysou. Na nich ležia štrky panónskej košickej formácie. Obidva útvary majú v podrajóne 6 C nevelkú hrúbku a zostupujú po ľavých svahoch do údolia v okolí Viesky a Tepličian. Terasové hlinité štrky sa nachádzajú na ľavom svahu v okolí Kysaku, Sokola a na oboch svahoch medzi Kostolanmi a Ťahanovcami. Plytké svahy pokrývajú svahové a sprašové hliny. Dno údolia vyplňajú riečne náplavy.

Tektonika a hydrogeológia územia. Mezozoické a staršie útvary pásma Čiernej hory sú stlačené a zvrásnené alpským vrásnením. Hranice medzi jednotlivými útvarmi sú väčšinou tektonicky modifikované. Úložné pomery sú veľmi komplikované, pretože podrajónom 6 B prechádza sústava hornádskeho zlomu. Horniny sú postihnuté početnými zlomovými líniami prevažne S—J smeru, pozdĺž ktorých sú horniny drvené a mylonitizované. Na starších horninách paleozoika a mezozoika uložených do vrás a krýh spočívajú diskordantne a vodorovne helvétske íly a štrky košickej formácie.

V svorových rulách, granodioritoch, v súvrství verukána a spodného triasu nájdeme len puklinovú vodu omedzenú na tektonické poruchy a podpovrchové zvetrané pásma. Strednotriasové kryhy dolomitov a vápencov sú nasýtené najmä na báze krasovou vodou. Neogénne íly sú prakticky bez podzemnej vody, štrky košickej formácie sú nasýtené vodou na báze nad nepriepustným ílovým alebo starším podloží. Podzemná voda sa nachádza ďalej na báze terasových štrkov a v riečnych náplavoch. Na úpätí svahov sú hojné sutinové pramene o malej výdatnosti.

Celý podrajón 6 C sa nehodí pre budovanie veľkých priehrad. Pre malé nádrže, resp. riečne stupne sa nachádzajú vhodné profily severne a južne od Trebejova a v úžine od železničného mosta pod Tepličanmi po Ťahanovce. Skalný podklad tvoria v prvom prípade horniny verukána a spodného triasu, v druhom svorové ruly a granodiority. Na tomto podklade je možné zbudovať betónové gravitačné hrádze.

VI. Inžiniersko-geologické rajónovanie údolia Torysy

V údolí Torysy od Lipian po ústie do Hornádu sa dajú vymedziť 3 rajóny. Prvý rajón siaha od Lipian po južný koniec dediny Veľký Šariš, druhý rajón je úžina medzi kopcami Bikoš a Dúbrava a tretí rajón je široké údolie od Dúbravy nad Prešovom po ústie Hornádu.

1. rajón

Je to široké nesymetricky vyvinuté kotlinovité údolie SZ—JV smeru. Od Lipian po Sabinov sú pravé svahy pomerne strmé, kým ľavý svah je stupňovitý a mierny. Od Sabinova až po majer Lazy pod Šarišským hradom má obidva svahy ploché a stupňovité. Od majera Lazy do konca rajónu sú obidva

svahy strmé. Šírka údolia kolíše od 600 do 1800 m. Údolie sa zahĺbilo vo flyšových horninách paleogénu centrálnych Karpát, ktoré málo odolávajú riečnej erózii. Strmšie sklony sa vytvorili len tam, kde majú prevahu flyšové pieskovce, alebo kde svah reže čelá vrstiev. Je to pravý svah od Lipian po Sabinov, svah kopca Šariša a Šarišskej hory.

V prvom rajóne sú mohutne vyvinuté terasy. Zvyšky terás sa zachovali na obidvoch svahoch. Dnes tečie Torysa väčšinou vo vlastných náplavoch, pri Sabinove a pod Šarišom intenzívne bočne eroduje do pravého svahu.

Skalný podklad rajónu tvoria flyšové bridlice a pieskovce. Je to nerovnorodý podklad, ktorý pri zatažení čiastočne zosadá. Dovoľené namáhanie pre pieskovce je $10\text{--}15\text{ kg/cm}^2$, pre bridlice $6\text{--}8\text{ kg/cm}^2$.

Pokryvné útvary, hlavne materiál terás hrá v tomto rajóne dôležitú úlohu. Skoro súvislá terasa sa tiahne po ľavom svahu od Lipian po Veľký potok južne od Michalan. Južne od Sabinova sa zachovali dva terasové stupne. Staršia terasa dosahuje relatívnu výšku 25 m, mladšia 5–10 m nad údolnou nivou. Hrúbka terás je 2–5 m. Na pravom svahu sa tiahne terasa v úsekoch od Rožkovian po Pečorskú Novú Ves a od Sabinova po Medzany. Materiál terás sú silno zahlinené štrky. Ďalej sú hojne rozšírené sprašové hlíny, ktoré pokrývajú najmä terasu o hrúbke 1–7 m. Dno údolia vyplňajú štrkovo-piesčité náplavy o hrúbke 6–12 m. Väčší náplavový kužeľ vytvoril Volanský potok pri Rožkovianoch. Ďalej sa tu zistili zosuny, a to na pravom svahu medzi Jakubovou Vólou a Sabinovom.

Tektonika a hydrogeológia územia. Komplex paleogénneho flyšu je stlačený do vrás, ktorých osi majú smer SZ–JV. Sklon vrstiev prevláda k JZ. Ďalej bolo súvrstvie postihnuté aj zlomovou tektonikou. Jednotlivé ramená vrás sú často pozdĺž zlomov vyvlečené a majú charakter vrásových prešmykov. Ďalej je súvrstvie popretínané puklinami a zlomami. Štvrtohorné pokryvné útvary ležia na paleogéne vodorovne.

Skalný podklad je na podzemnú vodu veľmi chudobný, pretože je pre vodu prakticky nepriepustný. Celé územie, zvlášť v letných mesiacoch je suché a vyprahlé. Podzemná voda sa nachádza na báze terasových štrkov a v aluviálnych náplavoch.

Celý rajón sa nehodí pre budovanie veľkých priehrad. V zúženom profile nad Sabinovom sa dá uvažovať o sypanej hrádzi strednej veľkosti. Skalný podklad budujú pieskovce a bridlice, ktoré poskytnú pre tento typ hrádze vhodný podklad. Úsek pod Sabinovom sa dá využiť pomocou derivačných kanálov a hydrocentrál. Obidva svahy poskytnú asi rovnaké podmienky pre vedenie kanálov. Riečne stupne sa dajú budovať na flyšovom podklade v celom rajóne.

2. r a j ó n

Je to asi 2 km dlhý zaklesnutý úsek údolia medzi Bikošom a Dúbravou. Obidva svahy sú strmé, dno údolia 100–200 m široké. Skalný podklad tvorí mierne zvrásnený paleogénny íľš zložený prevažne z pieskovcov, zakrytých vrstvou pokryvných útvarov. Smer vrstiev je SZ–JV so sklonom k JZ, vrstvy teda smerujú skoro rovnobežne s dolinou. Druhý rajón poskytuje sériu vhodných profilov pre veľkú priehradu. Pretože podklad budujú prevažne pieskovcové horniny, dá sa uvažovať o betónovej gravitačnej priehrade alebo o kamennej sypanej hrádzi.

3. r a j ó n

Je to široký dolný tok Torysy od Dúbravy po ústie do Hornádu. Údolie prebieha pozdĺž západného ukončenia Košickej kotliny a sleduje sústavu hornádkyých zlomov. Od Dúbravy po Lemešany je údolie vymodelované na rozhraní paleogénu a starších útvarov na jednej strane a spodno-miocénou výplňou Košickej kotliny na druhej strane. V pokračovaní od Lemešian po ústie do Hornádu sa odkloní Torysa z pôvodného SJ smeru na JV a modeluje údolie výlučne v spodnomiocénnej výplni Košickej kotliny. V prvom úseku je údolie nesymetricky vyvinuté so strmším pravým svahom a plochým stupňovitým ľavým svahom. V druhom úseku sú obidva svahy ploché, stupňovité. Šírka údolnej nivy kolíše od 800–2400 m. Torysa tečie vo vlastných náplavoch a bočne eroduje do pravého svahu južne od Prešova, ďalej od Vojkovice po Olčvár. Do ľavého svahu eroduje od Mačarman po Drienov a od Polianky po Nižnú Hutu.

Skalný podklad rajónu tvoria na pravom svahu medzi Drien. Novou Vsou i Ličartovcami súvrstvia verukána a paleogénu. Ich fyzikálno-mechanické vlastnosti sme už opísali. V celej zvyšnej časti, t. j. dno a ľavé svahy údolia po Ličartovce a celú dolinu od Ličartoviec po ústie tvorí podklad zo šlírového súvrstvia íľov, slienitých íľov, piesčitých íľov s polohami pieskov, ojedinele štrkov spodnomiocénneho veku. Íľové súvrstvie, ktoré má prevahu, predstavuje plastický podklad, ktorý pri zaťažení zosadá. Dovolené namáhanie závisí od konzistencie. Pre vodu je však nepriepustné. Piesky a štrky, ktoré sa vyskytujú v íľovitom súvrství, sú nespevnené horniny a predstavujú priepustné polohy v šlírovom súvrství. Piesky pri zaťažení zosadajú, dovolené namáhanie sa pohybuje okolo 2 kg/cm², štrky nezosadajú, dovolené namáhanie 3–5 kg/cm².

Pokryvné útvary hrajú dôležitú úlohu, pretože zakrývajú v mocných hrúbkach 90 % skalného podkladu. Sú to predovšetkým panónska košická štrková formácia zakrývajúca podklad po celej dĺžke ľavého svahu. Na pravom svahu sa nachádzajú ojedinelé denudačné zvyšky ležiace na paleogéne pri Drien. Novej Vsi a súvislá pokrývka na pravom svahu, ktorá sa začína pri Ličartovciach a pokračuje až k vyústeniu Torysy. Jej maximálna hrúbka je 60 m. Ďalej sa tu

i tam vyskytujú pleistocénne terasové štrky, ktoré však ležia väčšinou na štrkoch košickej formácie a dajú sa ťažko od nich odlišiť. Dno údolia zakrýva štrkopiesčité alúvium o hrúbke 7—12 m. Svahové a prašové hliny pokrývajú vo veľkých hrúbkach obidva plytké svahy. Zosuny sa vytvorili na ľavom svahu medzi Zdobou a Nižnou Myšľou. Do pohybu sa dostali zvetrané vrstvy kvartéru a neogénu v dôsledku intenzívnej bočnej erózie Torysy.

Tektonika územia. Najstaršie útvary 3. rájónu verukáno, spodnotriasové kremence, verfenské vrstvy a kryhy dolomitov na svahu medzi Drien. N. Vsou a Ličartovcami sú dokonale zvrásnené a stlačené hlavnými fázami alpského vrásnenia. Zo severu pri Drien. N. Vsi na nich leží transgresívne mierne sprehýbaný podhalský paleogén. Vrstvy spodného miocénu ležia na uvedených útvaroch väčšinou vodorovne. Hornádska zlomová línia, ktorá vznikla na konci helvétu (Š v a g r o v s k ý, 1954), prebieha v dne údolia Torysy pozdĺž úpätia pravých svahov. Paleogénne a staršie útvary sa tu stýkajú s helvétskou soľonosnou šlírovou formáciou a mladšími útvarmi, ktoré tvoria výplň kotliny. Podľa sondážnych prác v okolí Lemešian sa dá povedať, že dno a ľavé svahy doliny v úseku Dúbrava—Lemešany buduje vodorovne uložený helvét a štrková košická formácia a len pravý svah buduje paleogén a staršie útvary. Dolný úsek na juh od Ličartoviec budujú výlučne vodorovne uložené sedimenty spodného miocénu, porušené zlomovou tektonikou.

Hydrogeológia územia. Paleogénny a starší podklad okrem dolomitov obsahuje len puklinovú vodu. Na báze dolomitových kryh zavrásnených do verukána sa hromadí krasová voda. Výdatné pramene sa nachádzajú na zlomovej hornádskej línii Ličartovce—Drienová Nová Ves. V helvétskej soľonosnej šlírovej formácii, vo vrstvách tortónu a sarmatu sa nachádzajú polohy pieskov, ojedinele štrkov, ktoré bývajú zvodnelé. Pretože ide o panvu, podzemná voda tvorí v nich horizonty s napätou hladinou. Ďalej sa podzemná voda hromadí na báze košickej štrkovej formácie a po nepriepustnom šlírovom podloží vyteká vo forme prameňov na povrch. Mnoho takýchto prameňov sa nachádza na pravom svahu medzi Lemešanmi a Zdobou.

Celý rájón sa nehodí pre budovanie priehrad, pretože nie sú morfológické podmienky. Predbežne sa počíta len s využitím úseku od Ličartoviec po Nižnú Myšľu. Vody Torysy a vody Hornádu, ktoré majú byť prevedené do údolia Torysy, majú sa zachytiť vo vyrovnávacej nádrži Lemešany. Podklad tejto nádrže je zložený z kvartérnych pokryvných útvarov a helvétskeho šlírového súvrstvia. Na tomto podklade sa môže zbudovať zemná sypaná hrádza. Ďalej sa rieši energetické využitie Torysy pomocou derivačných kanálov a hydrocentrál. Uvedené objekty možno najlepšie projektovať a budovať v dne širokého údolia. Posledným vodným dielom je nádrž plánovaná mimo údolia Torysy v bočnom údolí Oľšavky pri Vyšnej Myšli, do ktorého ústi odpadový kanál. Podklad nádrže Vyšná Myšľa tvoria pokryvné útvary a pod nimi tortón-sarmatské sú-

vrstvie vulkanických a morských sedimentov. Na tomto podklade možno odpo-
rúčať zemnú sypanú hrádzu.

VII. Stavebné hmoty

Materiál do betónu. Treba vopred upozorniť, že v údolí Hornádu a Torysy v hornom a strednom toku nie je dostatok väčších zásob kvalitného štrku. Sú to buď veľmi obmedzené množstvá čistého premytého štrku, vhodného petrogra-
fického zloženia, ktoré sa tu a tam nachádzajú v údolnej nive, alebo sú aj dostatočné zásoby, ktoré sú však znečistené ílovitými prímесami (terasý), alebo majú nepriaznivé zloženie (úlomky rúl, verukánskych, verfenských bridlíc, paleo-
génnych pieskovcov a bridlíc). S veľkou ťažbou štrku do betónu možno počítať
len v dolnom toku Hornádu pod Ťahanovcami a v údolí Torysy pod Lemešanmi.
Tu sa nachádzajú veľké zásoby štrkov košickej formácie na mieste alebo pre-
transportované v terasách a alúviu.

Zloženie týchto štrkov nie je najpriaznivejšie, no pri dokonalej mechanizácii
triedenia a premývania sa môže zaradiť lacná veľkovýroba kvalitného štrku.

Kamenné drviny. Nedostatok kvalitného štrku sa môže nahradiť kamennými
drvínami z pevných hornín. Pre tento účel sa hodia kremité diabázy, diabázy,
kremence, strednotriasové vápence, jurské vápence a andezity.

Svorové ruly, žula a dolomity v údolí Hornádu sa ako drvina do kvalitného
betónu nehodia. Možno ich lokálne použiť do menej kvalitného betónu. Kvalitná
kamenná drvina sa môže získať v lome založenom v kremitých diabázoch pri
Krompachoch. Lom sa nachádza v bočnom údolí na pravom svahu doliny vý-
chodne od Krompách. Kameň sa ťaží pre miestnu spotrebu. Ďalej sa na kamenné
drviny hodia diabázy v údolí Slovinky. Kvalitnú drvinu poskytnú aj spodno-
triasové kremence, vystupujúce v údolí Sopotnice, Svinky, v okolí Kysaku a
Veľkej a Malej Lodiny. Veľkoťažba kremencov sa dosiaľ nerobila, no na komu-
nikačne výhodných miestach na uvedených lokalitách možno vyhľadať dosta-
točné zásoby a zariadiť veľkolomy.

V hornom Hornáde sa môže na tento účel použiť drvina z melafýrov. Na
ceste medzi Kvetnicou a Hranovnicou je otvorených viacero lomov so strojným
vybavením, kde sa získavajú a drvia melafýry na cestné a železničné účely.
Melafýry sa pre tento účel mimoriadne hodia, pretože sú tvrdé a už pri odstrele
sa rozpadávajú na drobné kusy. Ďalej ich možno na hornom a strednom Hor-
náde použiť na výrobu kvalitných drvín strednotriasového vápenca. Tieto vá-
pence sa dnes ťažia v lomoch pri vyústení Veľkej Bielej vody pri Hrabušiciach
(lom so strojným zariadením a drvičom); na konci prelomu Hornádu v pravom
svahu pri horárni a veľkolome ČSD pri Olcnave. Niekoľko lomov vo vápencoch
sa nachádza v okolí Rudnian. Zásoby strednotriasových vápencov sú neobme-
dzené.

Dalej sa kvalitná drvina môže získavať zo svetlých kryštálických krinoidových vápencov v doline Belej, smerom na Košické Hámre. Vápence sa vyskúšali v Kloknerovom výskumnom ústave v Prahe a vykazujú mimoriadne dobré vlastnosti (vyhodnotenie F u s á n, Z á r u b a, H r o m a d a, 1954).

Materiál pre kvalitné drviny poskytujú aj andezity na západných svahoch Prešovsko-tokajských vrchov. Sú v nich založené početné mechanizované lomy, z ktorých by sa mohli zásobovať stavby najmä v údolí Torysy. Známe lomy kvalitného andezitu sú vo Veľkom Šariši, Ruskove, Brestove, Finticiach, Vyšnej Myšli a i. Fyzikálno-technické vlastnosti andezitov sú známe a mnohokrát vyskúšané v praxi.

Lomový a opracovaný kameň. Lomový kameň horšej kvality poskytujú granodiority v Ružínskej doline; v údolí Sopotnice a Uhrinča a v úseku medzi Kostolanmi a Ťahanovcami. Ďalej dolomity v údolí Veľkej Bielej vody pri Hrabušiciach v Ružínskej doline, pri Veľkej a Malej Lodine a pri Trebejove.

Kvalitný lomový a opracovateľný kameň poskytnú na spomínaných lokalitách strednotriasové a jurské vápence a tortónske andezity. Na vzdušnej časti vodných stavieb, príp. na dekoráciu sa dajú použiť travertíny z Dreveníka. Konštrukčný materiál na sypané hrádze a násypy kanálov poskytnú pliocénne, terasové a aluviálne štrky, ktorých je dostatok v obidvoch údoliach. Pre tento účel sa dajú upotrebiť prakticky všetky rozvetrané horniny. Pri násypoch z rozvetraných permských, verfenských a paleogénnych ílovitých bridlic treba nechať násyp kvôli stabilite dlhší čas usadnúť alebo kombinovať s inými rigidnými a pevnejšími horninami.

Konštrukčný materiál pre sypané kamenné hrádze poskytnú granodiority, melafýry, spodnotriasové kremence, strednotriasové vápence a liasové vápence, ktoré sa nachádzajú v blízkosti priehradných miest. Všetky tieto horniny majú nepravidelný rozpad a pre svoje fyzikálno-technické vlastnosti sa hodia do sypaných kamenných hrádzí. Pre nedostatok kvalitných štrkov do betónu je veľmi výhodné použiť tieto materiály na stavbu hrádzí na hornom a strednom Hornáde.

Tesniaci materiál v údolí Hornádu po Spišské Vlache poskytnú v dostatočnom množstve svahové hliny, ktoré v mohutných hrúbkach pokrývajú flyšový podklad. V ďalšom úseku až po Kysak sa väčšie zásoby tesniaceho materiálu vyskytnú zriedka. V dolnej časti Hornádu po Ťahanovce sa na tesnenie môžu použiť helvétske zvetrané íly a sliene. V celom údolí Torysy je dostatok tesniaceho materiálu. V 1. rájone sú to preplavené sprašové hliny vyskytujúce sa na obidvoch svahoch, alebo svahové hliny na flyšovom podklade. V dolnom toku Torysy je k dispozícii neobmedzené množstvo delúvia z rozvetraných neogénnych ílov.

- Andrusov D., 1939: Zpráva o geologických výskumoch v okolí soľnej bane v Prešove za cieľom zistenia podmienok hornického kutania na soľ. Archív FGGV, Bratislava. — Andrusov D., 1943: Geológia a výskyt nerastných surovín Slovenska. Vlastiveda I, Bratislava. — Andrusov D. — Gorek A. — Maheľ M. — Zorkovský B., 1949: Zpráva o geologickom výskume druhohornej prikrývky rudonosných formácií severného okraja Spišsko-gemerského rudohoria a jej bezprostredného podložia s ohľadom na možnosť pokračovania rudných žíl pod druhohorami. Archív FGGV, Bratislava. — Andrusov D., 1940: Zpráva o zdrojoch podzemnej vody pre zásobovanie mesta Prešova. Archív FGGV, Bratislava. — Andrusov D., 1953: Charakter a pôvod soľných ložísk východného Slovenska. Sborník ÚÚG XVIII, Praha. — Böhm V., 1955: Inžiniersko-geologické posúdenie vodných diel projektovaných na Svinke a Toryse. Archív FGGV, Bratislava. — Čechovič V., 1940: Nález spodnosarmatskej fauny na východnom Slovensku. Technický obzor slovenský IV, 7. — Czisko A., 1942: Der Geologische Bau des „Slowakischen Paradieses“. — Fencľ — Vadovič — Švasta, 1959: Vodné dielo Ružín. Archív Geologického prieskumu Turčianske Teplice — závod Žilina. — Fusán O., 1951: Nové poznatky o tektonike staršieho paleozoika Gemerid. Geologický sborník SAV I, 2—4, Bratislava. — Fusán O. — Kamenický J. — Kuthan M., 1953: Geologický prehľad Spišsko-gemerského rudohoria. Geologický sborník SAV IV, 1—2, Bratislava. — Fusán — Záruha — Hromada, 1954: Geologický výskum údolia Hornádu pre štúdiá vodných diel medzi Margecanmi a Kysakom. Geotechnika 7, Bratislava. — Fusán O., 1955: Poznámky ku geológii JV časti pohoria Čiernej hory. Geologický sborník SAV, Bratislava. — Gíra J., 1957: Geologický prieskum vodného diela Obyšovce na Svinke. Archív VRIS, Bratislava. — Gíra J., 1957: Geologický prieskum vodného diela Sabinov. Archív VRIS, Bratislava. — Gíra J., 1957: Geologický prieskum vyrovnávacej nádrže Lemešany. Archív VRIS, Bratislava. — Horníš E., 1953: Príspevok k výskumu závislosti zloženia štrkov rieky Hornádu a stupňa ich abrázie od dĺžky vodného transportu. Geologický sborník SAV IV, 3—4, Bratislava. — Homola V., 1953: Geológia východoslovenských neogénnych panví. Archív GÚDŠ, Bratislava. — Hromádka J., 1943: Všeobecný zemepis Slovenska. Slovenská vlastiveda I, Bratislava. — Ilavský J., 1950: Geologické pomery okolia Švaboviec. Geologický sborník SAV I, Bratislava. — Ilavský — Priečhodská — Pecho, 1954: Predbežná zpráva o geologickom mapovaní územia v oblasti Hranovnica—Spišská Nová Ves. Archív VRP, Spišská Nová Ves. — Ilavský J., 1953: Geologické problémy Spišsko-gemerského rudohoria vo vzťahu k rudným ložiskám. Geologický sborník SAV IV, 1—2, Bratislava. — Ivanov M., 1953: Geologicko-petrografické a rudné pomery v severnej časti Spišsko-gemerského rudohoria medzi Kluknavou a Žakarovcami. Geologický sborník SAV IV, 3—4, Bratislava. — Kettner R., 1921: Příspěvek k poznání Spišsko-gemerského rudohorí mezi Gelnicí a Dobšinou. Sborník SGÚ, Praha. — Kettner R., 1937: Geologické poměry v okolí Vernáru na Slovensku. FCA. R. XLVII, 6. — Kuthan M., 1948: Undačný vulkanizmus karpatského orogénu a vulkanické štúdiá severnej časti Prešovskotokajských hôr. Práce ŠÚG 17, Bratislava. — Maheľ M., 1950: Príspevok k stratigrafii triasu Spišsko-gemerského rudohoria. Geologický sborník SAV I, Bratislava. — Maheľ M., 1957: Geológia Stratsenskej hornatiny. Práce GÚDŠ 48 a SAV Bratislava. — Maheľ M., 1953: Niektoré problémy severogemeridnej synklinály. Geologický sborník SAV I, 1—2, Bratislava. — Maľko J., 1955: Inžiniersko-geologické podmienky pre budovanie vodných diel na Hornej Toryse. Archív FGGV, Bratislava. — Michel J., 1955: Inžiniersko-geologické podmienky pre budovanie vodných diel na strednom Hornáde (Spišská Nová Ves—Margecany). Archív FGGV, Bratislava. — Nemček A., 1951: Geologická zpráva pre vodné dielo Kvetnica—Hranovnica, Hrabušice—Smižany. Archív FGGV, Bratislava. — Posevitz,

1914: Das Tartzthal zwischen Eperisch und Kascha. IUGA, Budapest. — Matějka A., 1925: Předběžné geologické posouzení projektu využívá vodní síly na řece Svince u Obyšovic. Archiv FGGV, Bratislava. — Petránek, 1952: Výskum závislosti zloženia štrkov Hornádu a stupeň ich abrázie od dĺžky vodného transportu. Věstník ÚÚG, XXVII. 1—2, Praha. — Radzo V., 1954: Výskum ilov východného Slovenska. Geologické práce, zošit 37, Bratislava. — Řepka L., 1958: Základní geologický průzkum pro vodní díla mezi Spišskými Tomášovci, Smízany a Markušovci na levém břehu Hornádu. Archivu VRIS, Bratislava. — Rösling F., 1947: Die geologischen Verhältnisse des Branisko Gebirges und der Čierna hora (Karpathen). ZDGG, Berlin. — Roth Zd., 1938: Geologické poměry v okolí Lučivné pod Vysokými Tatrami. RČA TR. II, XLVIII, 3. — Urbánek L., 1937: Neogén prešovského okolia. Sbor. Štát. múzea D. Štúra v Banskej Štiavnici I. — Šalát J., 1953: Petrografia verukánských hornín z územia medzi Margecanmi a Košicami. Archiv GÜDŠ, Bratislava. — Švagrovský J., 1953: Geologické pomery a fauna severnej časti Košickej kotliny. Geologický sborník SAV III, 3—4, Bratislava. — Švagrovský J., 1954: Neogénna fauna východného Slovenska. Geologické práce, zošit 37, Bratislava. — Štastný, 1927: Štúdie v t. zv. mela-fýroch v Nizkych Tatrách na Slovensku. RČA XXXIV, 29. — Vadovič R., 1955: Inžinier-sko-geologické podmienky pre budovanie vodných diel na hornom Hornáde. Archiv FGGV, Bratislava. — Zelenka L., 1927: Přehled geologických poměrů okolí Krompach na Slovensku. Věstník SGÚ III, Praha. — Zelenka L., 1927: Přehled geologických poměrů území severozápadně Košic. Věstník SGÚ 4—5, Praha. — Záruba — Fusán — Katýk — Gíra, 1952: Geologické posouzení projektovaného vodního díla Lodina—Lemešany podle stavu výzkumných prací v květnu 1952. Archiv VRIS, Bratislava. — Záruba — Fencel, 1957: Geologický výskum priehradného miesta pri Malej Lodine. Archiv ÚSG, Žilina. — Záruba — Fencel, 1957: Vodné dielo Ružín. Súhrnná zpráva o geologickom výskume údolia Hornádu. Archiv ÚSG, Žilina. — Zorkovský B., 1952: Petrograficko-chemická povaha granatických andezitov od Zahradného. GS III, 3—4, Bratislava.

Recenzoval A. Gorek a M. Matula.

ARNOLD NEMČOK*

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS FOR EMPLOYMENT OF WATER POWER OF RIVERS HORNÁD AND TORÝSA IN EASTERN SLOVAKIA

(Textfig. 14)

From the point of view of an employment of water power the most important rivers of Eastern Slovakia are Hornád and Torysa. Therefore there are planned dams and hydroelectric power plants, the purpose of which is to secure the peak needs of electric power. The water reservoirs further will serve as supply of industrial waters and at last in forming. For elaboration of design scheme of an employment of Hornád and Torysa the geological maps of the whole river beds had to be elaborated to be in disposal of engineers already in elaboration of the plan. Therefore I carried out the division of both the rivers into engineering — geological districts.

In the valley of Hornád from the springs to village Ťahanovce I established six districts which have approximately the same conditions for water constructions. In delimitation of

* C. Sc. doc. dr. A. Nemčok, Dept. of Foundation of engineering constructions. Geology and Dams of the Construction Faculty of Slovak High School in Bratislava, Gottwaldovo nám. 2, Bratislava.

districts I took into consideration mainly the morphological, geological technical and hydrogeological conditions and thickness of the recent cover beds which are characteristic for single districts and have special conditions for the water constructions.

The first district represents the valley of Hornád from springs to Hrabušice, the second district the break of Hornád from Hrabušice to the game keeper's lodge near Smižany, the third one is represented by Spišská Nová Ves depression from Smižany to the railway bridge Pod Skalou southwest of Spišská Nová Ves. The fourth district is within the part of the valley from the railway bridge Pod Skalou to Olčava, the fifth one is represented by the depression from Olčava to the mouth of river Olšavka, the sixth district extends from the mouth of Olšavka to Tahanovce. In the last district there were distinguished still three subdistricts on the basis of geological situation.

In the first district we may suggest the construction of a dam of a medium size in two narrow places above villages Hranovnica and Štiavnik. Dams and river stages may be constructed on the Paleogene in the whole district. The whole second district, although it is represented by a narrow canyon-like valley along whole length, does not give a suitable profile for dam because it is built by karst meddeltiassic limestones and besides of it this district does not give a suitable retention space. We also cannot allow for canal purposes of river within this section because of steep and articulated slopes and rock precipices. Because of unfavourable conditions of this section it was suggested an employment of Hornád out side of its present valley. In the gorge of the break of Hornád near Hrabušice the valley reservoir Hrabušice connected with the side reservoir Tomášovce suggested on the left side tributary. The third district for the dam construction because of unfavourable morphological conditions is also unfavourable. Small intercepting dams and river stages may be constructed in present river bed along the whole district. The employment of power in this section of Hornád is also suggests out-side of the recent valley. In the fourth district the water reservoir will be constructed on the left-side tributary — Levoča stream — near Markušovce, into which the spillway with waters of Hornád discharges. Except for the mentioned dam the employment of power for the time being is not taken into consideration in the whole district. The fifth district is not suitable for the dam construction. The sixth district renders a series of morphologically very advantageous profiles for dams of various sizes. The narrows above Margecany render the advantageous profiles. The dam sites have to be selected as far as possible from Jelšava overthrust line. Under Rolová foundry in meander of Hornád around the massive of Bujanová and further to Kysak a series of profiles suitable for a construction of water reservoirs by a means of sondage and detailed geological investigations was legalized. In the state plan for water economy the construction of a greater dam is being considered in the section of Ružín and smaller equalizing reservoir in the section of Lodina with alternative of Kysak dam.

In the valley of Torysa from Lipany to its mouth into Hornád three districts may be distinguished. The first district extends from Lipany to the southern end of village Veľký Šariš, the second district is represented by the narrows between hills Bikoš and Dúbrava and the third one is represented by a broad valley from Dúbrava above Prešov to its discharge into Hornád.

The first district for the construction of a great dam is unsuitable. In narrows above Sabinov we may suggest the construction of an earth dam of a medium size. The bedrock is built by sandstones and slates of the Paleogene which represent the suitable basis for this type of dam. Section under Sabinov may be employed by means of derivation canals and hydroelectric power plants. The river stages may be constructed upon the flysch basis in the whole district. The second district renders a series of suitable profiles for a great dam site. Because the bedrock is built mainly of the Paleogene sandstones we may suggest a concrete gravity dam or a rock-

fill dam. The whole third district is not suitable for a dam construction because of unfavourable morphological conditions. For the time being is suggested to the development only the section from Ličartovce to Nižná Myšľa. The waters of Torysa and Hornád which have to be transferred into the Torysa valley will be retained in the equalizing reservoir of Lemešany. Further a development of Torysa water power is being studied by a means of derivation canals and hydroelectric power plants.

Explanation of the textfig. 14

A scheme of the engineering — geological districts in the valley of the rivers Hornád and Torysa. 1. Granodiorites and schists of the Čierna Hora zone — Paleozoic. 2. Clastic sediments — Carboniferous and Perm Gemeridy. 3. Clastic and carbonate sediments — Perm and Mesozoic of the Čierna hora zone. 4. Clastic and carbonate sediments and basic igneous rocks — Mesozoic of Veporidy and Gemeridy. 5. Conglomerats, slates and sandstones of the flysch development — Paleogene of Central Carpathians. 6. Clays, sandy-clays with intercalations of sandstones and gravels — Neogene of the Eastern Slovakia. 7. Volcanic igneous rocks and their pyroclastica — Neogene. 8. Košice gravel formation — Pliocene. 9. Glacifluvial deposits — Pleistocene. 10. Clay gravels of terraces — Pleistocene. 11. Gravel — sandy alluvial deposits — alluvium. 12. Tectonic line. 13. The border lines of the districts. 14. The border lines of the subdistricts. 15. The dam site profiles.

Translated by V. Scheibnerová.