

Vysvetlivky

k základnej hydrogeologickej mape SR

1 : 200 000

list 45
Nitra

Ján JETEL

Ondrej FRANKO

Ľuboslava FEDOROVÁ

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Bratislava
2012



VYSVETLIVKY

K ZÁKLADNEJ
HYDROGEOLOGICKEJ

MAPE SR

LIST 45 NITRA

1 : 200 000

Recenzenti:

RNDr. † Michal Zakovič

doc. RNDr. Peter Némethy, CSc.

Predseda vydavateľskej rady:

Ing. Branislav Žec, CSc.

Vedecký redaktor:

RNDr. Juraj Maglay, PhD.

Členovia redakčnej rady:

Ing. Peter Baláž, PhD., RNDr. Klement Fordinál, PhD., RNDr. Milan Havrila, RNDr. Lubomír Hraško, PhD., RNDr. Milan Kohút, CSc., RNDr. Pavel Liščák, CSc., RNDr. Peter Malík, CSc., RNDr. Alexander Nagy, CSc., RNDr. Michal Potfaj, CSc., doc. RNDr. Stanislav Rapant, DrSc., RNDr. Anton Remšík, CSc.

† JÁN JETEL, † ONDREJ FRANKO, ĽUBOSLAVA FEDOROVÁ

VYSVETLIVKY

K ZÁKLADNEJ HYDROGEOLOGICKEJ MAPE SR

LIST 45 NITRA

1 : 200 000

ZOSTAVIL: † JÁN JETEL

© Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2012

ISBN 978-80-89343-79-9

OBSAH

PREDSLOV	7
1. ÚVOD	9
2. PRÍRODNÉ POMERY	11
2.1. Geomorfológia územia	11
2.2. Pôdne a vegetačné pomery	14
2.3. Klimatická charakteristika	14
2.4. Hydrografia a hydrológia	18
3. PREHĽAD GEOLÓGIE	20
3.1. Regionálne geologické začlenenie	20
3.2. Charakteristika geologicko-štruktúrnych celkov	22
4. HYDROGEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ	29
5. PREHĽAD HYDROGEOLOGICKÝCH POMEROV	33
5.1. Regionálne hydrogeologické členenie, hydrogeologická rajonizácia	33
5.2. Hydrogeologické kolektory	35
5.3. Vodné dielo Gabčíkovo a podzemné vody	39
6. HYDRAULICKÉ VLASTNOSTI HORNÍN	40
6.1. Zásady hodnotenia	40
6.2. Mezozoické horniny	41
6.3. Neovulkanity	43
6.4. Neogénne sedimenty	44
6.5. Kvartérne sedimenty	48
7. OBEH A REŽIM PODZEMNEJ VODY	55
7.1. Rozčlenenie obehových ciest podzemnej vody	55
7.2. Napájanie, prúdenie a odtok podzemnej vody	56
7.3. Režim podzemnej vody	59
7.4. Meraný odtok podzemnej vody	61
8. CHEMICKÉ A FYZIKÁLNE VLASTNOSTI PODZEMNEJ VODY	63
8.1. Všeobecná charakteristika	63
8.2. Podzemná voda granitoidných hornín	65
8.3. Podzemná voda mezozoických hornín	65
8.4. Podzemná voda neovulkanitov	67
8.5. Podzemná voda neogénnych sedimentov	68
8.6. Podzemná voda kvartérnych kolektorov	74
8.7. Kvalita podzemnej vody	78
9. TERMÁLNA A A MINERÁLNA VODA	81
9.1. Termálna voda	81
9.2. Minerálna voda	87
10. VYUŽITIE A ZÁSADY OCHRANY PODZEMNEJ VODY	89
10.1. Využiteľné zdroje podzemnej vody	89
10.2. Modul využiteľného množstva podzemnej vody	95
10.3. Problémy a zásady ochrany podzemnej vody	96
LITERATÚRA	100

PREDSLOV

Vážení čitatelia!

Do rúk sa vám dostáva vydanie textových vysvetliviek k jednému z listov základnej hydrogeologickej mapy Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000. V týchto textových vysvetlivkách je obsiahnutá hydrogeologická a hydrogeochemická charakteristika územia, ktoré je ohraničené rozsahom listu topografickej mapy (v uvedenej mierke a v súradnicovom systéme S-JTSK, tzv. Křovákov listoklad). Štátny geologický ústav Dionýza Štúra už od vzniku oddelenia hydrogeológie v polovici šesťdesiatych rokov 20. storočia (od roku 1990 oddelenie hydrogeológie a geotermálnej energie) zostavoval hydrogeologické mapy rôzneho formátu, rôznej mierky a s rôznym obsahovým zameraním. S postupom rozvoja geologického poznania územia Slovenska a zároveň s hĺbkou detailu, v akom mohli byť a postupne aj boli spracúvané poznatky z hydrogeologických vrtov a hydrogeologických rekognoskácií prameňov, vzniklo viacero generácií a typov hydrogeologických máp. Ich účelom vo väčšine prípadov bolo získanie a zhodnotenie základných informácií o zdrojoch podzemnej vody a podmienkach jej tvorby, akumulácie a pohybu v hodnotenom území. Súčasne mohli poskytnúť objektívne ucelené podklady na racionálne využívanie a účinnú ochranu podzemnej vody pri územnoplánovacom rozhodovaní, sanácii, ochrane a skvalitňovaní činiteľov životného prostredia. Ich obsahom bolo zväčša zobrazenie hydrogeologických pomerov územia najmä prostredníctvom grafického vyjadrenia priestorových zmien prietochnosti horninového prostredia a jej variability, hraníc zvodnených kolektorov a zvodnených systémov, izolátorov a poloizolátorov, dynamiky podzemnej vody, vymedzenie hydrogeologických štruktúr, lokalizácia a kvantifikácia výverov podzemnej vody a umelých hydrogeologických objektov. Prvý komplexný program zostavovania základných hydrogeologických máp je spojený práve s mierkou 1 : 200 000. Išlo o prvé mapové listy v listoklade S-JTSK, ktorý mal pri mierke 1 : 200 000 rozmer listu 98 x 76 km (7 448 km²). Pri zostavovaní každého z 12 mapových listov, ktoré pokrývajú územie Slovenskej republiky, bol aplikovaný rovnaký metodický postup, na ktorom sa v roku 1970 autorsky podieľali naši bývalí kolegovia Ján Jetel a Eugen Kullman.

Jednotnosť spracovania celoštátnej edície listov základnej hydrogeologickej mapy v mierke 1 : 200 000 bola zaisťovaná záväznou jednotnou smernicou Slovenského geologického úradu a Českého geologického úradu na zostavovanie listov základnej hydrogeologickej mapy 1 : 200 000, spracovanou v roku 1971 a revidovanou v roku 1973 podľa záverov z koordinačných rokovaní hlavných redaktorov oboch častí edície (časť SSR a časť ČSR). Smernice na zostavovanie základných hydrogeologických máp ČSSR v mierke 1 : 200 000 schválil Slovenský geologický úrad ako *smernice č. 40/90/75* s platnosťou od 1. 3. 1975. Súčasne SGÚ zrušil platnosť *Prozatímní směrnice pro sestavování základních hydrogeologických map v měřítku 1 : 200 000*, vydané ÚÚG Praha a GÚDŠ Bratislava v roku 1971. V týchto smerniciach sa odrážala väčšina odporúčaní UNESCO/IAH na zostavovanie hydrogeologických máp (1970). Hlavným redaktorom a zodpovedným riešiteľom úlohy ako celku za územie Slovenska bol E. Kullman. V súbežne prebiehajúcej úlohe v ČSR sa v priebehu riešenia vystriedali viacerí hlavní redaktori, a to V. Myslík (1966 – 1967), G. Kačura (1967 – 1972) a M. Hazdrová (1972 – 1976). Zodpovednými redaktormi jednotlivých listov z územia Slovenska boli: list 44 Bratislava – E. Kullman (Kullman et al., 1973), list 34 Znojmo – J. Krásný, slovenská časť – E. Kullman (Kullman et al., 1974), list 27 Poprad – V. Hanzel (Hanzel et al., 1974), list 46 – 47 Lučenec, Rimavská Seč – L. Škvarka (Škvarka et al., 1975), list 37 Košice – V. Hanzel (Hanzel et al., 1975), list 35 Trnava – E. Kullman (Kullman et al., 1975), list 38 Michalovce – L. Škvarka (Škvarka et al., 1976), list 26 Žilina – M. Zakovič (Zakovič et al., 1976), list 25 Gottwaldov – J. Jetel (1991) (slovenská časť listu v priamej spolupráci s ÚÚG Praha – A. Remšík), list 45 Nitra – O. Franko (Franko et al., 1976), list 28 Svidník – M. Zakovič (Zakovič et al., 1977) a list 36 Banská Bystrica – E. Kullman (Kullman et al., 1978). Listy sú uvedené v poradí podľa časovej postupnosti ich dokončovania. Textové vysvetlivky k uvedeným listom boli vypracované v rozsiahlej, jednotne predpísanej forme. Spracoval ich ten istý autorský kolektív, ktorý hydrogeologické pomery znázornil kartografickým dielom. Autormi záverečnej správy o celom priebehu zostavovania základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 200 000 na území Slovenska boli E. Kullman a S. Gazda (1978).

V rukopisnej forme boli mapy zostavené v priebehu sedemdesiatych rokov, vydané tlačou však boli o desaťročie neskôr – v rokoch 1983 až 1991. Postupné tlačenie hydrogeologických máp sa vzťahovalo na roky 1983 (listy 44, 45), 1984 (listy 27, 46 – 47), 1985 (listy 28, 38), 1987 (list 26), 1988 (listy 35, 36, 37), 1989 (list 34) a 1991 (list 25). Podobne to bolo v prípade vydávania tlačou textových vysvetliviek k jednotlivým listom: do roku 2013 (!) vyšli tlačou iba textové vysvetlivky k listu 34 Znojmo – Krásný et al. (1987), list 27 Poprad – Hanzel et al. (1996), list 46 – 47 Lučenec, Rimavská Seč – Škvarka et al. (1989), list 26 Žilina – Zakovič et al. (1990), list 28 Svidník – Zakovič et al. (1988) a list 25 Zlín (Gottwaldov) – Jetel (1991).

Generácia hydrogeologických máp v mierke 1 : 200 000 predstavuje prvé priblíženie v rámci komplexného zobrazenia hydrogeologických pomerov. Na jednotlivých mapových listoch sú znázornené horninové celky prvého zvodneného horizontu podzemnej vody, farebne rozlíšené podľa svojej stratigrafickej príslušnosti. Druh horniny je znázornený šrafou, ktorej farba závisí od hydrogeologickej produktivity kolektora. Okrem najzákladnejších plošných hydrogeologických informácií obsahuje mapa v mierke 1 : 200 000 líniové prvky, lokálne znázorňujúce hydroizohypsy (izolinie nadmorskej výšky hladín podzemnej vody), hĺbkovú úroveň podložných kolektorov a geologické prvky ako zlomy a presunové línie príkrovov. Na týchto mapách boli navyše zobrazené všetky najdôležitejšie pramene na území Slovenska a hydrogeologické vrty, reprezentujúce dosiahnuté výsledky pri zachytávaní podzemnej vody jednotlivých základných kategórií kolektorových hornín. Tieto bodové prvky boli očíslované a podrobnejšie charakterizované v tabuľkách textových príloh k jednotlivým listom. Základné hydrogeologické a hydrogeochemické mapy v mierke 1 : 200 000 *doteraz predstavujú najpodrobnejší ucelený zdroj informácií o hydrogeologických a hydrogeochemických pomeroch celého Slovenska*, keďže mapy v podrobnejšej mierke (1 : 50 000) ho pokrývajú len postupne a v súčasnosti sa dosiahol stupeň pokrytia týmito mapami zhruba 33 % (~16 300 km²).

Vydaním ostatných šiestich textových vysvetliviek k základnej hydrogeologickej mape Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000 k listom 35 Trnava, 36 Banská Bystrica, 37 Košice, 38 Michalovce, 44 Bratislava a 45 Nitra vyplnil Štátny geologický ústav Dionýza Štúra starý dlh odbornej verejnosti a skompletizoval tak zbierku textových vysvetliviek ku všetkým listom pokrývajúcim územie Slovenska. Časový odstup od vydania základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 200 000 po vydanie textových častí k týmto mapám sa prejavil aj na množstve novších hydrogeologických poznatkov uvedených v texte, ktoré generačne staršia mapa, prirodzene, nemohla zobraziť. Bolo by však na škodu veci tieto poznatky v texte neuviesť a vytvoriť iba sprievodné slovo k zobrazeniu hydrogeologických pomerov na mape. Na niektorých miestach môžu byť teda mapové zobrazenia hydrogeologických pomerov na skôr vydanéj základnej hydrogeologickej mape 1 : 200 000 v nesúlade so slovným opisom hydrogeologických pomerov. Rozpory sa môžu vyskytnúť najmä pri kvantitatívnych hydrogeologických charakteristikách zobrazených na publikovaných mapách a charakteristikách opísaných v aktualizovanom texte vysvetliviek. Pri získavaní a aplikácii hydrogeologických informácií sa preto treba spoliehať predovšetkým na údaje uvedené v texte vysvetliviek, kým skôr publikované mapy majú aj naďalej význam v kartografickej prezentácii priestorových vzťahov jednotlivých zobrazených hydrogeologických celkov. Z tohto dôvodu by bolo vhodnejšie zmeniť názov v súčasnosti vydávaných vysvetliviek na *Hydrogeologické pomery územia... príslušného listu*, no z hľadiska zachovania názvu edície dodržiavame tradičný názov.

Okrem nových hydrogeologických poznatkov, ktoré priniesol časový rozdiel medzi vydaním hydrogeologických máp a textových vysvetliviek k nim, došlo k závažnému posunu aj v poznaní geologických pomerov. V roku 2008 bola zostavená *Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000* a vysvetlivky k nej zostavili autori V. Bezák (ed.), V. Bezák, A. Biely, I. Broska, J. Bóna, S. Buček, M. Elečko, I. Filo, K. Fordinál, L. Gazdačko, P. Grecula, L. Hraško, J. Ivanička, S. Jacko st., S. Jacko ml., J. Janočko, M. Kaličiak, J. Kobulský, M. Kohút, V. Konečný, M. Kováčik (Bratislava), M. Kováčik (Košice), J. Lexa, J. Madarás, J. Maglay, J. Mello, A. Nagy, Z. Németh, M. Olšavský, D. Plašienka, M. Polák, M. Potfaj, J. Pristaš, P. Siman, L. Šimon, F. Teťák, A. Vozárová, J. Vozár, a B. Žec v roku 2009. Je jasné, že ani posun v oblasti regionálnogeologických poznatkov nemôže byť zachytený v staršom vydaní základnej hydrogeologickej mapy, ba ani v textových vysvetlivkách k nej, pretože tie vznikali ako súčasť riešenia geologickej úlohy *Základné hydrogeologické mapy vybraných regiónov Slovenska*, evidovanej Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky pod číslom 12-02-9/200 v rokoch 2002 až 2004. Údaje, ktoré vydané mapy obsahujú, sú zdanlivo neaktuálne. Ako sa však ukazuje, vydávané vysvetlivky k základným hydrogeologickým mapám možno zároveň chápať aj ako časovú konzervu, pretože mnohé tabuľkové informácie, ktoré sú v nich uvedené, sa už zo súčasných, tematicky analogických databáz vytratil.

Veríme, že odborné informácie obsiahnuté v predkladanom diele prispievajú k rozšíreniu hydrogeologických poznatkov medzi profesijne angažovanou, ale aj laickou verejnosťou. Informácie o hydrogeologických pomeroch príslušnej časti územia Slovenskej republiky vhodne poslúžia pri hodnotení aktivít, ktoré v danom území ovplyvňujú alebo potenciálne môžu ovplyvniť množstvo alebo kvalitu podzemnej vody nachádzajúcej sa v území, najmä využívanej alebo využiteľnej na zabezpečenie zásobovania obyvateľstva pitnou vodou. Poslúžia aj ako odborný podklad pri závažných vodohospodárskych opatreniach a územnoplánovacích rozhodnutiach, ktoré by mali zohľadňovať výskyt a pohyb podzemnej vody. Boli by sme radi, keby vedomosti zosumarizované v tomto diele pomohli lepšie projektovať prieskumné hydrogeologické práce, čerpať vstupné údaje o okrajových podmienkach a hydraulických vlastnostiach hornín pri regionálnych modeloch prúdenia podzemnej vody, ako aj posudzovať stupeň jej znečistenia, resp. ohrozenia jestvujúcich zdrojov. Dúfame, že hydrogeologické poznávanie nášho územia sa vydaním týchto vysvetliviek neskončí a čoskoro bude možné obohatiť súbor vašich máp aj o aktuálnejšie hydrogeologické mapy.

Peter Malík

1. ÚVOD

Územie zobrazené na liste 45 Nitra zahŕňa jz. časť Slovenska medzi jz. okolím Trnavy, v. okolím Šamorína, z. okolím Štúrova, širším s. okolím Levíc a Nitrou. Administratívne patrí najväčšia časť tohto územia do Nitrianskeho kraja (okresy Nitra, Zlaté Moravce, Levice, Nové Zámky, Šaľa a Komárno), na Z okresmi Trnava, Galanta a Dunajská Streda zasahuje do územia Trnavského kraja a okresmi Pezinok a Senec do Bratislavského kraja. Nepatrné územie v sv. cípe patrí do Banskobystrického kraja (okres Žarnovica). Územie zaberá značnú časť Podunajskej nížiny, v jz. časti územia reprezentovanej Podunajskou rovinou a v ostatných častiach územia Podunajskou pahorkatinou, t. j. jednotlivými celkami subprovincie Malá dunajská kotlina provincie Západopanónskej panvy. Podstatnou časťou Podunajskej roviny je Žitný ostrov medzi tokom Dunaja, Malým Dunajom a úsekou Váhu pred jeho vyústením do Dunaja. Provincia Západné Karpaty zasahuje do mapovaného územia iba nepatrnými výbežkami celkov Tribeč a Štiavnické vrchy na s. okraji územia. Povrch územia v rozsahu Podunajskej nížiny pokrývajú uloženiny kvartéru, často v značnej hrúbke, na menších plochách vystupujú v Podunajskej nížine sedimenty neogénu.

Základnú hydrogeologickú mapu územia listu 45 Nitra v mierke 1 : 200 000 spracovali v rokoch 1974 až 1976 O. Franko a P. Pospíšil; bola publikovaná v roku 1983. Súčasne bola pod redakciou S. Gazdu spracovaná mapa chemizmu podzemných vôd územia listu 45, publikovaná takisto v roku 1983 (ako autori mapy sú uvedení S. Gazda, K. Lopašovský, A. Porubský, M. Kněžek a T. Repka). Rukopis textových vysvetliviek k hydrogeologickej mape, list Nitra, predložil v roku 1976 O. Franko so spoluautormi P. Pospíšilom a S. Gazdom. Čiastkové podklady na hodnotenie geologických pomerov pripravili I. Vaškovský a D. Vass, kapitoly o prírodných pomeroch vypracovali A. Škvarček, E. Krippel, J. Šuba a Š. Kováč. Rukopis vysvetliviek z roku 1976 nebol publikovaný. V rokoch 1977 – 2002 sa na území realizoval mimoriadne veľký rozsah hydrogeologických aj geologických výskumných aj prieskumných prác, ktoré priniesli podstatné nové poznatky o hydrogeológii, hydrogeochemii a geológii územia. Preto pri spracovaní hydrogeologických pomerov územia listu Nitra v roku 2003 bola potrebná podstatná aktualizácia pôvodných textových vysvetliviek. Tá v skutočnosti znamenala zásadné prepracovanie prevažnej väčšiny pôvodného rukopisu. Z pôvodného textu vysvetliviek bolo možné prebrať bez väčších zmien iba niektoré časti kapitoly o prírodných pomeroch. Ostatné kapitoly bolo nevyhnutné spracovať znova s prihliadnutím na nové poznatky získané v uplynulých desaťročiach.

Najdôležitejším zdrojom týchto nových poznatkov na území Žitného ostrova boli štúdie zamerané na prehodnotenie využiteľného množstva podzemnej vody tejto oblasti pred dobudovaním Vodného diela Gabčíkovo (Šubová et al., 1993; Mucha et al., 1992a, 1993; Klaučo, 1982, 1992; Klaučo et al., 1993; Fatulová, 1984) a práce, ktoré riešili zmeny kvantity a kvality podzemnej vody tejto oblasti vyvolané účinkom tohto diela (Mucha et al., 1995, 1997, 1999; Rodák, 1999; Hálek, 1991 a i.). Podstatné spresnenie obrazu o hydrogeologických pomeroch územia listu priniesli predovšetkým záverečné správy rozsiahlych regionálnych prieskumov podzemnej vody neogénu niektorých oblastí tohto územia (Machmerová et al., 1993; Čubrík et al., 1995) a na jeho okrajoch (Fatulová et al., 1989), ako aj prieskumov zameraných na kolekory neogénu aj kvartéru (Sýkorová et al., 1992). Zásadný význam mali aj syntézy nových hydrogeologických poznatkov z niektorých častí územia (Benková et al., 1998; Malík et al., 1999). Mimoriadne významný pokrok sa od r. 1976 dosiahol aj v poznatkoch o geotermálnej vode územia (Franko et al., 1986, 1989, 1995; Remšík et al., 1992; Bondarenková et al., 1998). Početné nové hydrogeochemické poznatky priniesol aj *Geochemický atlas SR* (Rapant et al., 1995). Cenným zdrojom aktuálnych údajov boli aj nové geologické mapy, štúdie a monografie týkajúce sa mapovaného územia (Pospíšil et al., 1978; Harčár a Priečhodská, 1988; Priečhodská a Harčár, 1988; Pristaš, 1995; Elečko et al., 1996; Vass et al., 1996; Vozár et al., 1996; Nagy et al., 1998; Pristaš et al., 2000).

Nové poznatky o hydrogeológii a geológii územia získané v uplynulých dvoch desaťročiach vytvorili o území listu obraz, ktorý sa už dnes do značnej miery odlišuje od obrazu, ktorý prezentujú hydrogeologická a hydrogeochemická mapa v mierke 1 : 200 000 publikované v roku 1983. V tomto zmysle treba chápať rozpory, ktoré sa môžu vyskytnúť najmä pri kvantitatívnych hydrogeologických charakteristikách zobrazených na publikovaných mapách a charakteristikách opísaných v tomto texte. Pri získavaní a aplikácii hydrogeologických informácií sa preto treba spoliehať predovšetkým na údaje uvedené v texte vysvetliviek, kým mapa publikovaná v r. 1983 má aj naďalej význam v kartografickej priestorovej prezentácii priestorových vzťahov jednotlivých zobrazených hydrogeologických celkov.

Zhodnotenie hydrogeologických pomerov územia listu Nitra vychádza sčasti z pôvodného textu, ktorý pripravili Franko et al. (1976), sčasti zo spracovania nových poznatkov z obdobia 1976 – 2003, uvedených v archívnych správach a publikovaných prácach. Z pôvodného textu z r. 1976 sa prevzali po menších úpravách a skrátaní podkapitoly *Morfológia vodnej siete* (podklady A. Škvarčeka), *Pôdne a vegetačné pomery* (E. Krippel), *Klimatické pomery a Hydrografia a hydrológia* (podklady J. Šubu) z kapitoly *Prírodné pomery*. Aktualizovaná a prepracovaná bola kapitola *Prehľad geológie*, spracovaná s čiastočným použitím podkladov D. Vassa a I. Vaškovského, predovšetkým však so zreteľom na poznatky uvedené v nových regionálnych monografiách (Vaškovský a Halouzka, 1976; Priehodská a Harčár, 1988; Pristaš, 1995; Nagy et al., 1998; Pristaš et al., 2000). Celkom nové spracovanie si vyžiadala kapitola o hydrogeologickej preskúmanosti a o hydraulických vlastnostiach hornín. Podstatne prepracované a doplnené boli kapitoly *Prehľad hydrogeologických pomerov a Obeh a režim podzemnej vody* a kapitola *Chemické a fyzikálne vlastnosti podzemnej vody*, kde boli s úpravami prevzaté aj niektoré časti textu S. Gazdu (1976). Z pôvodného textu vysvetliviek bola s malými úpravami prevzatá podkapitola opisujúca režim podzemnej vody (Pospíšil, 1976). Veľmi podstatne rozšírený a prepracovaný bol aj zoznam literatúry. Kapitulu o termálnej a minerálnej vode na základe značného množstva nových poznatkov spracoval O. Franko. Grafické prílohy pripravila L. Fedorová.

2. PRÍRODNÉ POMERY

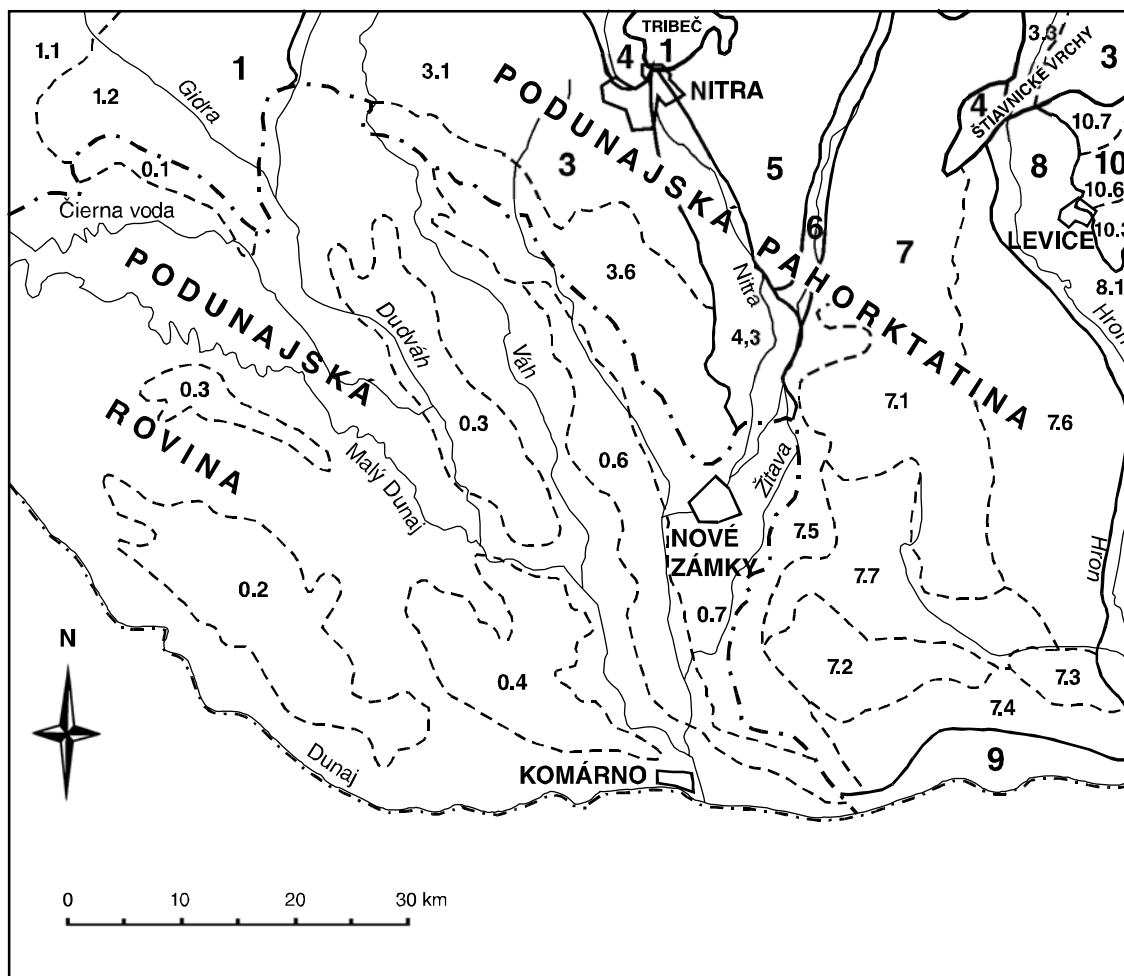
2.1. Geomorfológia územia

Geomorfologické členenie

Zmapované územie zahŕňa prevažnú časť Podunajskej nížiny (obr. 1). V geomorfologickom členení územia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1978; Mazúr et al., 1986) je oblasť Podunajskej nížiny súčasťou podsústavy Panónska panva, provincie Západopanónska panva a subprovincie Malá dunajská kotlina. Rozčlenenie Podunajskej nížiny na dva celky – Podunajskú rovinu a Podunajskú pahorkatinu – je výsledkom diferenciálnych tektonických pohybov a exogénnych procesov, najmä fluviálnych procesov od konca pliocénu. Pri poklesoch územia dnešného Žitného ostrova Dunaj agradoval a počas pleistocénu vytváral rozsiahly náplavový kužeľ. Na s. až v. okraji územia naniesli Váh niže Serede a Nitra so Žitavou niže Šurian náplavy so značnou hrúbkou. Ostatná, vcelku mierne vyzdvihnutá časť Podunajskej nížiny je erozívne rozčlenená na pahorkatinu. Zo S zasahujú do územia veľmi malými plochami výbežky geomorfologických celkov Tribeč (podcelok Zobor) a Štiavnické vrchy (podcelky Kozmálovské vŕšky a Hodrušská hornatina).

Podunajská rovina sa vyvinula na náplavoch Dunaja a jeho prítokov, pozdĺž ktorých vybieha na S. Predstavuje vcelku ploché, mierne členené územie, miestami zamokrené, so spleťou mŕtvych ramien. Miestne denivelácie súvisia aj s úzkymi pieskovými presypmi vyskytujúcimi sa na nive Váhu niže Serede a na nivách Nitry a Žitavy v okolí Nových Zámkov. Osobitnú časť nížiny tvorí Žitný ostrov, ktorý sa viaže na náplavový kužeľ Dunaja. Zníženými okrajmi kužeľa tečie Dunaj a Malý Dunaj, rieky, ktoré tu vytvorili holocénne poriečne valy so spleťou mŕtvych ramien. Poriečne valy sú najlepšie vyvinuté v strednej časti Žitného ostrova, nechýbajú však ani v jeho dolnej časti, kde vystupujú 2 – 3 m nad okolitými močiarovými depresiami (Lukniš a Bučko, 1953). Zamokreným okrajom poriečneho valu Dunaja na V od Komárna preteká Žitava. V geomorfologickom členení sa vnútri Podunajskej roviny vyčleňuje niekoľko častí, ktoré majú väčšinou charakter mokradí v terénnych depresiách. Na Žitnom ostrove je to Čiližská mokraď medzi Holicami, Vrakúňom, Čičovom a Gabčíkovom, menšia, Potónska mokraď je na S od Dunajskej Stredy a Okoličnianska mokraď je vo v. časti ostrova medzi v. okolím Veľkého Medera (na mape z r. 1983 pod názvom Čalovo), Kolárovo a Komárnom. Na s. okraji Podunajskej roviny medzi Sencom a Sládkovičovom je to Úľanská mokraď, od Galanty k ústiu Malého Dunaja do Váhu pri Kolárove sa po pravej strane Váhu ťahne Salibská mokraď, od v. okolia Trnovca nad Váhom cez z. okolie Nových Zámkov až do v. okolia Komárna pri Marcelovej sa vymedzuje dlhá pretiahnutá Martovská mokraď, ktorú medzi z. okolím Nových Zámkov a s. okrajom Komárna sleduje aj tok Nitry. Severovýchodný okraj Podunajskej roviny od Šoporne cez Nové Zámky až po Marcelovú tvoria Novozámocké pláňavy (s výbežkom na SV od Nových Zámkov po Bešeňov).

Podunajská pahorkatina tvorí geomorfologický celok reprezentujúci vyšší stupeň nížiny. Vznikla rozčlenením tektonicky viac vyzdvihnutého plochého povrchu, zodpovedajúceho vrchnopliocénnej poriečnej rovni. Prítoky Dunaja rozčlenili územie na podcelky – čiastkové pahorkatiny – Trnavskú, Nitriansku, Žitavskú a Hronskú. Na pozitívne tektonické pohyby počas pleistocénu poukazuje 5 – 6 riečnych terás vyvinutých pozdĺž Žitavy, a najmä pozdĺž Hrona (Harčár, 1975; Halouzka, 1968). Nerovnomernosť tektonických pohybov sa prejavuje v tektonickej deformácii riečnych terás, v rôznej vertikálnej disekcii reliéfu a v zmenách riečnej siete. Deniveláciu reliéfu zmierňujú sprašové komplexy viacerých generácií. Tieto pokryvy zvýraznili miestami tabuľový charakter povrchu (j. časť Nitrianskej pahorkatiny, Trnavská sprašová tabuľa). S eolickou činnosťou v periglaciálnych podmienkach v pleistocéne súvisia aj deflačno-korozívne ryhy a celý rad presypov smeru SZ – JV, ktoré sa ťahnu od Trnovca nad Váhom cez Nové Zámky do okolia Dvorov nad Žitavou na prechodnom území od Podunajskej pahorkatiny k Podunajskej rovine.



Obr. 1. Geomorfologické členenie územia.

Podunajská pahorkatina: 1 – Trnavská pahorkatina (1.1. Podmalokarpatská pahorkatina, 1.2. Trnavská tabuľa); 3 – Nitrianska pahorkatina (3.1. Zálužská pahorkatina, 3.6. Nitrianska tabuľa); 4 – Nitrianska niva (4.2. Stredonitrianska niva, 4.3. Dolnonitrianska niva); 5 – Žitavská pahorkatina; 6 – Žitavská niva; 7 – Hronská pahorkatina (7.1. Bešianska pahorkatina, 7.2. Chrbát, 7.3. Belianske kopce, 7.4. Búčske terasy, 7.5. Hurbanovské terasy, 7.6. Hronská tabuľa, 7.7. Strekovské terasy); 8 – Hronská niva (8.1. Sikenická mokraď); 9 – Čenkovská niva; 10 – Ipeľská pahorkatina (10.3. Santovská pahorkatina, 10.6. Bátovská pahorkatina, 10.7. Čajkovská zníženie). *Podunajská rovina*: 0.1. Úľanská mokraď, 0.2. Čiližská mokraď, 0.3. Potônska mokraď, 0.4. Okoličianska mokraď, 0.5. Salibská mokraď, 0.6. Martovská mokraď, 0.7. Novozámocké pláňavy. *Tribeč*: 1 – Zobor. *Štiavnické vrchy*: 3 – Hodrušská pahorkatina (3.3. Slovenská brána), 4 – Kozmálovské vršky.

Trnavská pahorkatina prechádza na JV z Podmalokarpatskej pahorkatiny do rovinatého, plytko členeného povrchu Trnavskej sprašovej tabule. Tabuľa sa končí nad nivou Váhu erozívnym stupňom predstavujúcim pseudoterasu (Lukniš, 1946). Podobný stupeň tvorí prechod do Podunajskej roviny aj na úseku Senec – Pusté Úľany.

Nitrianska pahorkatina zasahuje do tohto územia iba svojou j. časťou – Zálužskou pahorkatinou a Nitrianskou tabuľou. Vlastný stupeň pahorkatiny predstavuje nízka vyvýšenina, rozčlenená úvalinovitými dolinami a plochými chrbtami sklonenými na J, pozvoľna prechádzajúcimi do tabuľového reliéfu. Nitrianska tabuľa tvorí ploché, relatívne málo rozčlenené územie na z. a j. okraji Zálužskej pahorkatiny. Výrazné je ohraničenie pahorkatiny oproti výbežkom Podunajskej roviny pozdĺž Váhu a Nitry, menej výrazné je na línii Močenok (na mape z r. 1983 pod názvom Sládečkovce) – Mojmírovce – Komjatice. Malú plochu v jz. časti mesta Nitry na pravom brehu rieky Nitry zaberajú Nitrianske vršky.

Žitavská pahorkatina zasahuje zo S na mapované územie klinovito v úrovniach od 240 m n. m. do 180 m n. m. a vyznieva na V od Komjatíc. Prítoky Nitry a Žitavy rozčlenili strednú a južnú časť na paralelnú Vyvýšenina. Má mierne zvlnený reliéf tvorený zaoblenými chrbtami a medzi nimi prebiehajúcimi periglaciálnymi úvalinovitými a menej typickými riečnymi dolinami. Prevažná časť chrbtov a dolín má smer S – J až

SSZ – JJV so sklonom na J do doliny Žitavy. Podobne väčšina tokov smeruje do Žitavy. Iba nepatrná časť chrbtov a krátkych úvalinovitých dolín smeruje na Z a JZ do doliny Nitry.

Hronská pahorkatina na okraji prechádza do plytko členeného terasového územia, dobre vyvinutého na v. okraji medzi Kalnou nad Hronom a Kamenínom. Pre reliéf sú príznačné ploché chrbty zväčša v smere SZ až JV a S – J, menej často SV – JZ a Z – V. Chrbty sú oddelené prevažne periglaciálnymi úvalinovitými dolinami. Povrch chrbtov je spravidla mierne zaoblený, miestami je však plochý a nesie znaky zarovňavania vo vrchnom pliocéne. Na svahoch sú časté úvaliny, výmole a úvozy, najmä na strmých stráňach. Doliny majú úvalinovitý charakter s veľmi nestálymi tokmi. Tvar dolín odráža ich vývoj v periglaciálnych podmienkach. Popri priebehu dolín je to výrazná asymetria, najmä v prípade dolín smeru SV – JZ až Z – V. Stráne exponované na S sú výrazne strmé, väčšinou bez kvartérneho pokryvu, porušené úvozmi, výmolmi a zriedkavo malými zosuvmi. Mierne stráne asymetrických dolín sú pokryté hrubými vrstvami spraší. Orientácia dolín a ich pravouhlé usporiadanie naznačuje tektonickú predispozíciu. Celú sz. časť Hronskej pahorkatiny po Semerovo, Koltu, Strekov a Svodín tvorí Bešianska pahorkatina, v. časť na pravej strane Hrona po dolinu Paríža pri Kameníne tvorí Hronská tabuľa. Ľavú stranu Žitavy lemujú Hurbanovské terasy, smerom ku Gbelcom sa tiahne časť Strekovské terasy. Na J a JV od tejto časti – južne od opustenej doliny Žitavy – určujú charakter povrchu pahorkatiny jej časti Chrbát (271 m n. m.) a Belianske kopce (251 m n. m.). Majú pahorkatinný až nízko vrchovinný ráz. V prechodnom území po pravej strane Hrona je vyvinutých 6 pleistocénnych terás (Halouzka, 1968). Takmer súvislo sa tiahnu dve plošne rozsiahle strednopleistocénne terasy vo výške 10 a 20 m. Staropleistocénne terasy divergujú po toku a porušujú ich zlomy smeru SZ – JV. Najstaršiu pleistocénnu terasu dokladá štrková akumulácia v okolí Veľkých Ludiniec a Svodína vo výške 80 m (Harčár, 1971). S celkovým vyzdvihnutím j. časti pahorkatiny súvisí aj vyznievanie hrubej akumulácie Dunaja západne od Komárna a výskyt pleistocénnych terás. Plošne rozsiahla je mužlianska terasa (podcelok Búcske terasy). V súvislosti s poklesnutím územia západne od Dvorov nad Žitavou v strednom pleistocéne pozdĺž zlomu smeru SV – JZ je presunutý tok Žitavy do dnešného smeru.

Depresným podcelkom Podunajskej pahorkatiny je *Nitrianska niva*. Časť Strednonitrianska niva zasahuje do zmapovaného územia iba malou plochou na SZ od Nitry. Zvyšok podcelku predstavuje časť Dolnonitrianska niva medzi Nitrou a Bánovom na J od Šurian. Žitavskú pahorkatinu oddeľuje od Hronskej pahorkatiny úzky podcelok *Žitavskej nivy*.

Geomorfologický celok *Tribeč* zasahuje do skúmaného územia iba j. výbežkom na S od Nitry – podcelkom *Zobor*. Ďalší celok vnútorných Západných Karpát – *Štiavnické vrchy* – zasahuje do skúmaného územia juhozápadným výbežkom – *Kozmálovskými vrškami* s hlbšie rozčleneným reliéfom so skalnými výstupmi na pyroxénických andezitoch. Kruhové až elipsovité formy vystupujú nad okolitým terénom, stráne sú strmé, s hlbokými dolinami tvaru V. Na východe na tento podcelok nadväzuje podcelok *Hodrušskej hornatiny* časťou Slovenská brána medzi Tlmačmi a Kozárovcami. Predstavuje epigenetický úsek tesnejšej doliny Hrona, morfologicky oddeľujúci Kozmálovské vršky od vlastnej Hodrušskej hornatiny.

Morfológia vodnej siete

V súvislosti s vývojom reliéfu sa formuje aj riečna sieť. Dunaj prenikol na územie Podunajskej nížiny za ustupujúcim pobrežím pontského mora. Vo vrchole náplavového kužeľa sa rozvetvil na ramená, spájajúce sa v okolí Komárna pred zdvíhajúcou sa Pohronskou pahorkatinou. Meandrujúce rameno – Malý Dunaj a prítok Dudváhu Čierna voda – sleduje znížené územie na okraji náplavového kužeľa Dunaja.

Rieka Nitra sa tiež odkláňa pri Lužiankach na JV, pravdepodobne na priečnej poruche, a nasleduje dnešný sklon územia na JZ. Od Šurian má generálny smer na JJZ. Prítoky Žitavy – Širočina, Čifársky potok, Bešiansky potok a Semerovský potok – sa vyznačujú pravouhlými ohybmi na Z. Poukazujú na zmenu riečnej siete súvisiacu s poklesávaním jz. časti Podunajskej nížiny od romanu. Južný úsek Žitavy od Dvorov nad Žitavou vznikol až v strednom pleistocéne, resp. v rísko-würmskom interglaciáli (Harčár, 1975). Pôvodne tiekla Žitava od Dvorov nad Žitavou ku Gbelcom jz. časťou Pohronskej pahorkatiny. Opustenou dolinou Žitavy od Strekova preteká Paríž.

Východným okrajom územia preteká Hron. Z rozloženia jeho pleistocénnych terás vyplýva horizontálne presúvanie rieky na V, podmienené tektonicky. Za presúvajúcim sa Hronom transgresívne predlžovali svoje toky Vrbovec, Lužianka, Blatniansky potok, Kvetnianka a potok Paríž.

Pôvodná riečna sieť bola na tomto území značne zmenená a pretvorená. Najvýznamnejšou aktuálnou zmenou bolo predovšetkým vybudovanie sústavy Vodného diela Gabčíkovo. Zo starších úprav treba spomenúť úpravu Malého Dunaja od Bratislavy po Novú Dedinku, ako aj prepojenie Malého Dunaja a Čiernej vody. Podobne sa upravilo koryto Žitavy s prevedením vody do Nitry niže Nových Zámkov. Upravilo sa aj koryto Nitry vybudovaním nového koryta od Nových Zámkov až po sútok s Váhom. V povojnovom období sa významne dotvorila aj sieť odvodňovacích kanálov, najmä na Žitnom ostrove, dolnom Váhu a Nitre. Vznikla tak umelá riečna sieť, významne ovplyvňujúca prírodné pomery najmä drénovaním podzemnej vody, pričom niektoré z kanálov slúžia súčasne ako zdroj vody na závlahy.

2.2. Pôdne a vegetačné pomery

Malé výškové rozdiely na prevažnej väčšine územia (100 – 350 m) sa odzrkadľujú na pôdach aj na rastlinnom kryte. V širokých alúviách Dunaja, Malého Dunaja, Váhu, Nitry a Žitavy sú rozšírené nívne a lužné pôdy. Na vyvýšenom jadre Žitného ostrova v okolí Dunajskej Stredy sa vyskytujú aj karbonátové a slabo glejové čiernozeme. Na sprašových pokrovoch južne od Nitry a východne od Pohronskej pahorkatiny sa stretávame s čiernozemnými typmi, od mycelárne karbonátových až po degradované. Na Pohronskej pahorkatine vystupujú hnedozeme, prípadne ilimerizované hnedozeme. Na vápencoch Tribeča vo forme menších ostrovčekov sú vyvinuté rendziny.

Pôvodnú rastlinnú pokrývku územia tvorili topoľovo-vrbové lužné lesy, ktoré smerom k zvýšeným suchším polohám prechádzali cez tvrdé luhy s hrabom do dubín lesostepného charakteru. Tieto dubiny pokrývali aj Pohronskú pahorkatinu a časti Tribeča nachádzajúce sa na zmapovanom území. Pôdy celého územia patria medzi naše najproduktívnejšie pôdy a môžu sa na nich pestovať plodiny najnáročnejšie na pôdne aj podnebné podmienky. Preto bolo skoro celé územie zbavené pôvodnej lesnej pokrývky, ktorú vystriedali poľnohospodárske kultúry. Zvyšky lesov, ktoré sa zachovali, sú silno narušené ľudskou činnosťou, s výnimkou lužných lesov pri Dunaji medzi Vojkou a Klížskou Nemou. Ostatné lesy sú väčšinou nízke, riedke, silno zaburinené, tvorené predovšetkým agátom. Dubiny sa zachovali iba zriedkavo, napríklad severne od Šintavy a tzv. Martinský les medzi Pezinkom a Sencom. Nelesných nepoľnohospodárskych porastov, ktoré tu boli ešte po druhej svetovej vojne hojne zastúpené vo forme bezkolencových lúk na slatinných pôdach a psinčekových pasienkoch na agra-dačných valoch, už prakticky niet. Aj tie sa premenili na poľnohospodárske porasty.

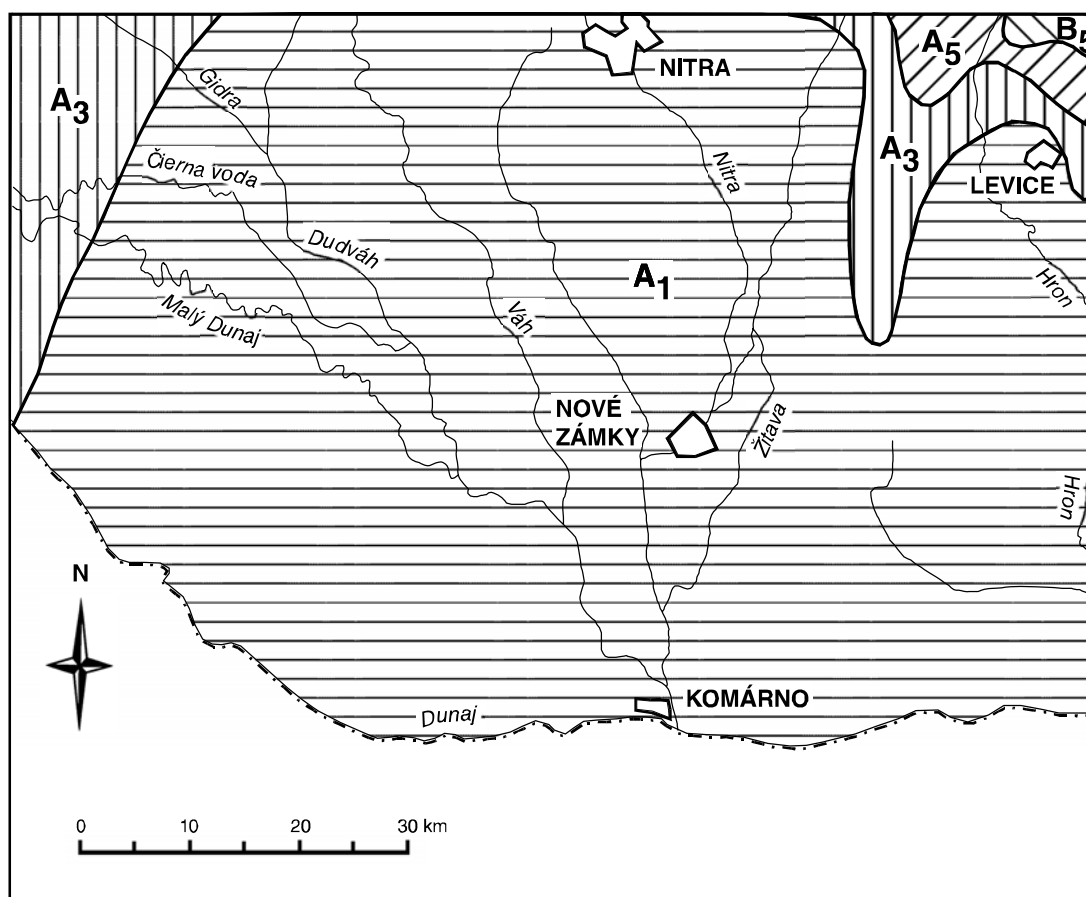
2.3. Klimatická charakteristika

Klimatické oblasti

Takmer celé územie zobrazené na liste Nitra patrí k najteplejším, najslnečnejším a pomerne veterným oblastiam Slovenska. Prevažnú väčšinu územia zaberá klimatický okrskok A1 – teplý, suchý, s dlhým slnečným svitom (obr. 2). Severozápadný cíp územia bližšie k úpätiu Malých Karpát patrí k okrskku A3 – teplému, mierne suchému, s miernou zimou, ktorý vybieha do územia zo S aj vo v. časti medzi Vrábľami a Levicami. Malé plochy v sv. cípe územia pri úpäti Štiavnických vrchov predstavujú okrskok A5 – teplý, mierne vlhký, s miernou zimou – a na výbežkoch vrchov okrskok B5 – mierne teplý, mierne vlhký, vrchovinový.

Teplotné pomery

Priemernú mesačnú teplotu a priemernú ročnú teplotu vzduchu vo vybraných miestach uvádza tabuľka 1, priemernú ročnú teplotu vzduchu prezentuje obr. 3. Priemerná ročná teplota na juhu územia prevyšuje 10 °C, na výbežkoch vrchov klesá na menej ako 8 °C. Na juhu sú zimy mierne, s priemernou teplotou v januári vyše –3 °C, letá teplé. Priemerná júlová teplota na nížine prekračuje 20 °C, na výbežkoch vrchov na s. okraji územia dosahuje vyše 18 °C. V zime pri vpáde studeného vzduchu klesne na nížine teplota častejšie pod –15 °C, zriedka pod –25 °C a len v mimoriadne tuhých zimách pod –30 °C. V lete pri periódach horúčav vystúpi teplota vzduchu nad 30 °C, zriedka nad 35 °C, výnimočne až nad 38 °C. Premennivosť teploty vzduchu je v zime väčšia ako v lete.



Obr. 2. Klimatické oblasti a okrsky. Klimatické okrsky: Teplá oblasť: A₁ – teplý, suchý, s dlhým slnečným svitom; A₃ – teplý, mierne suchý, s miernou zimou; A₅ – teplý, mierne vlhký, s miernou zimou. Mierne teplá oblasť: B₅ – mierne teplý, mierne vlhký, vrchovinový.

Tab. 1. Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu * (°C).

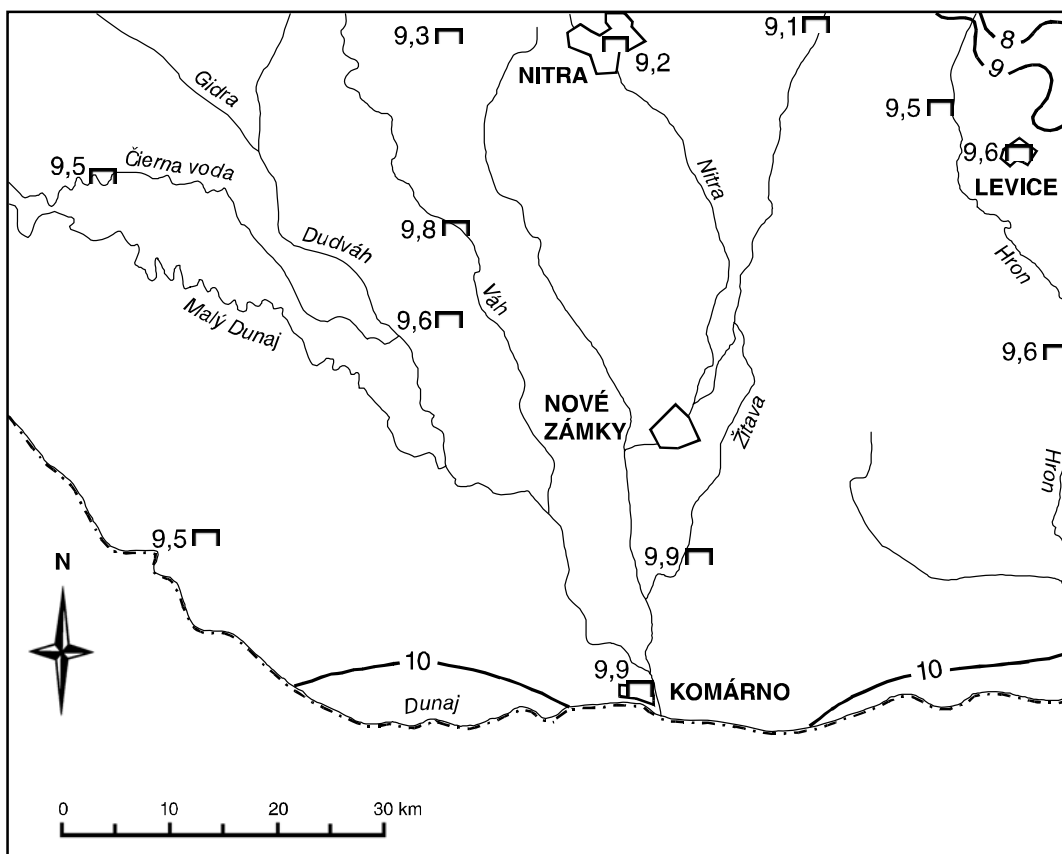
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Báb	-2,6	-0,6	3,8	9,7	14,8	17,9	19,9	19,2	15,4	9,8	4,3	-0,1	9,3
Gabčíkovo	-2,3	-0,2	4,4	10,2	15,0	18,1	20,2	19,2	15,2	9,6	4,8	0,3	9,5
Hurbanovo	-2,1	-0,2	4,6	10,5	15,4	18,6	20,5	19,6	15,7	10,0	5,0	0,6	9,9
Komárno	-1,9	-0,2	4,6	10,4	15,4	18,6	20,6	19,9	16,1	10,2	5,0	0,7	9,9
Kráľová pri Senci	-2,3	-0,3	4,1	10,0	14,8	18,2	20,2	19,3	15,6	9,7	4,6	0,6	9,5
Nitra	-2,2	-0,3	4,2	10,1	15,2	18,4	20,3	19,6	15,8	9,9	4,9	0,5	9,7
Nový Tekov	-2,5	-0,5	4,2	10,2	15,0	18,1	20,3	19,5	15,6	9,7	4,7	0,1	9,5
Šaľa	-2,2	-0,2	4,4	10,3	15,3	18,8	20,6	19,8	16,0	10,0	4,9	0,6	9,8
Štúrovo	-1,8	0,3	5,3	11,0	15,8	18,9	21,0	20,3	16,6	10,8	5,5	0,8	10,4
Tesárske Mlyňany	-2,6	-3,7	3,7	9,6	14,6	17,7	19,6	18,7	14,8	9,2	4,4	0,1	9,1
Želiezovce	-2,9	-0,7	4,3	10,3	15,3	18,4	20,6	19,6	15,7	9,7	4,8	-0,1	9,6
Žihárec	-2,3	-0,4	4,4	10,0	14,9	18,3	20,3	19,4	14,7	9,7	4,5	0,5	9,6

* obdobie 1931 – 1960

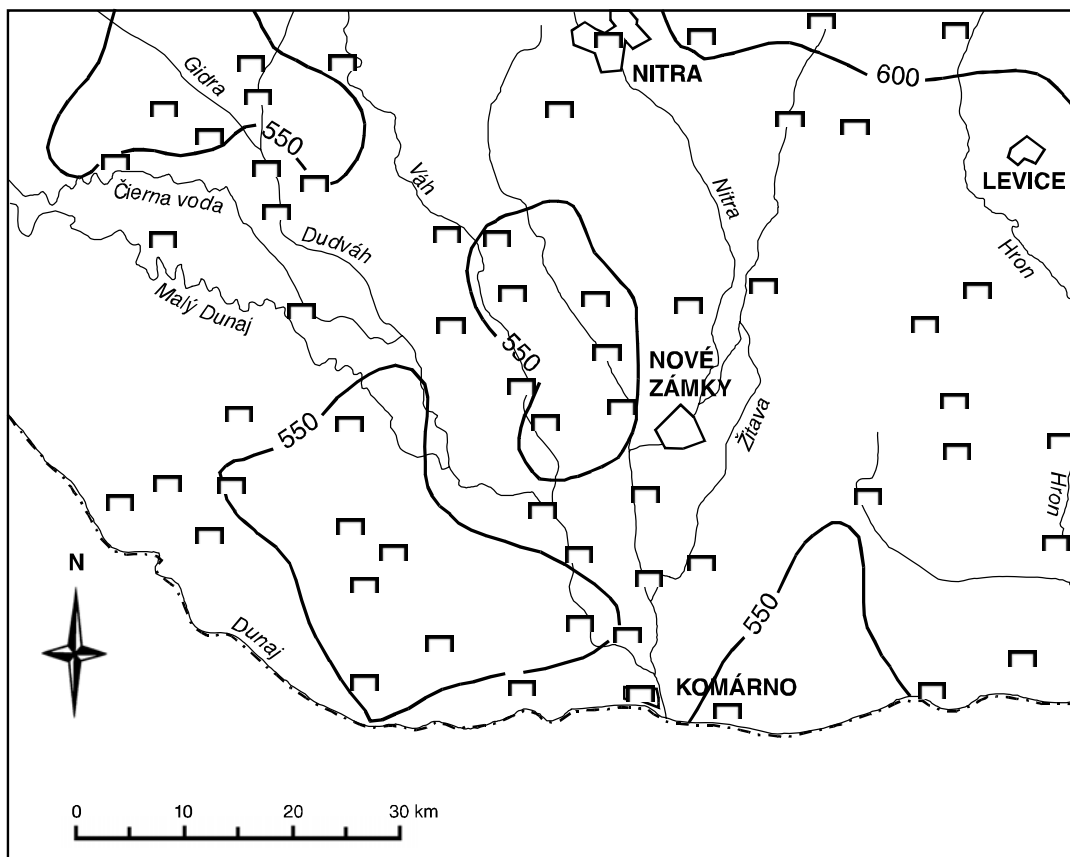
Zrážkové pomery

Zrážkové pomery (obr. 4) ovplyvňuje jednak postup cyklón zo Z a SZ, jednak postup cyklón od Jadranského mora cez Maďarsko. Tieto cyklóny sa vyskytujú najčastejšie na jar a v jeseni, ich príležitostný výskyt v zime však sprevádzajú mimoriadne zrážky. Podunajská nížina a doliny ústiace do nej zo S a SV umožňujú ľahký prístup teplému južnému prúdeniu v súvislosti s jadranskými depresiami. Ročné úhrny v tomto území dosahujú do 600 mm, no na dolnom toku Váhu medzi Trnovcom nad Váhom a Novými Zámkami, vo východnej časti Žitného ostrova medzi Trhovou Hradskou, j. okolím Dunajskej Stredy, Dunajom a Kameničnou, na V od Komárna pri Dunaji medzi Ižou a Močou a v závetří Malých Karpát (Kráľová pri Senci, Veľký

Grob) len do 550 mm. Najvyššie úhrny v roku padajú v letných mesiacoch, najnižšie v januári a vo februári. Prehľad zrážok na vybraných staniciach je v tabuľke 2.



Obr. 3. Priemerné ročné zrážkové úhrny (mm).



Obr. 4. Priemerné ročné zrážkové úhrny (mm).

Ročný úhrn zrážok vykazuje značnú premenlivosť. Najvyšší ročný úhrn v Nitre (1901 – 1970) bol 882 mm, najnižší 362 mm, v Hurbanove najvyšší 863 mm, najnižší 370 mm, v Leviciach najvyšší 949 mm, najnižší 296 mm, v Dunajskej Strede najvyšší 912 mm, najnižší 296 mm a v Kráľovej pri Senci najvyšší 892 mm a najnižší 329 mm. Sneženie na území sa začína v priemere na konci 2. dekády alebo v 3. dekáde novembra a končí sa v 3. dekáde marca. Snehová pokrývka sa priemerne začína vytvárať v 1. dekáde decembra, často býva prerušovaná, a končí sa v 1. dekáde marca. Trvalá snehová pokrývka sa vytvára začiatkom januára a trvá do konca januára. Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou je od 80 do 100.

Tab. 2. Priemerné mesačné a ročné zrážkové úhrny *.

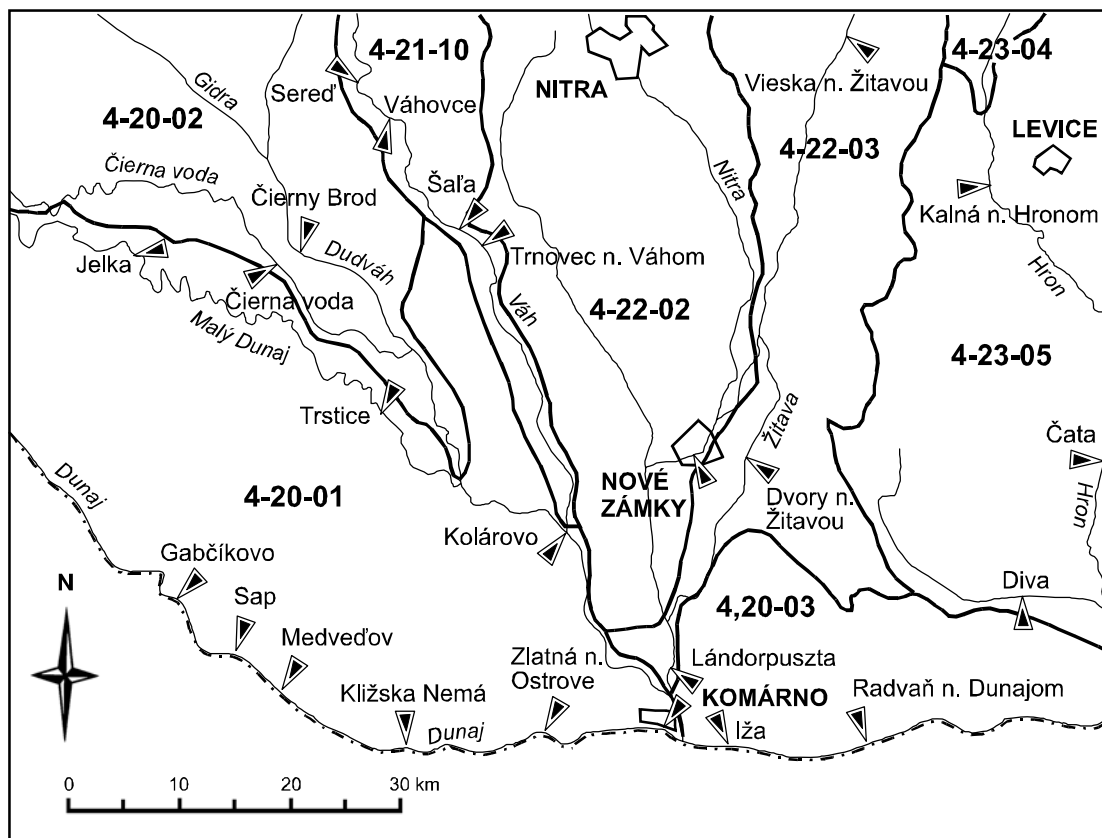
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Andovce	27	30	31	33	52	58	57	49	27	43	49	36	455
Bodíky	31	34	35	32	60	62	64	57	33	50	50	46	554
Čičov	29	41	37	35	54	64	60	53	31	50	51	43	548
Čífare	38	39	35	35	53	62	56	52	33	48	57	46	554
Dolné Obdokovce	34	40	41	44	70	73	72	63	41	55	59	46	638
Dunajská Streda	32	33	35	33	58	59	69	55	35	51	54	44	558
Farná	36	36	36	39	57	58	59	56	32	50	56	45	560
Gabčíkovo	35	39	37	35	60	64	67	57	35	52	53	45	579
Galanta	33	35	35	29	57	65	67	55	30	50	51	43	550
Hul	35	37	36	37	58	60	61	53	32	51	53	46	559
Hurbanovo	36	39	36	36	64	66	61	50	35	52	53	46	574
Iža	30	35	31	34	57	62	53	51	36	48	50	42	529
Jelka	34	33	37	31	59	54	73	56	31	49	53	44	554
Jurová	33	36	38	34	61	57	69	62	33	49	50	46	568
Kameničná	34	39	35	35	62	63	57	46	32	47	52	44	546
Kamenín	36	34	35	35	58	68	56	55	35	54	54	45	565
Kolárovo	35	39	38	39	60	69	66	55	34	54	58	47	594
Komárno	32	36	35	38	60	65	59	50	33	49	55	44	556
Košúty	33	36	37	34	59	65	73	62	34	51	54	45	583
Kráľová pri Senci	35	34	37	32	55	55	67	56	32	49	56	44	552
Kravany n. D.	33	37	32	35	60	71	56	53	33	52	54	41	557
Levice	35	39	37	41	60	62	62	54	41	54	58	46	589
Martovce	35	37	35	35	63	62	60	48	34	48	53	43	553
Mužla	35	36	33	37	59	72	61	52	36	51	52	41	565
Neded	33	37	36	34	60	62	63	51	32	54	55	46	563
Nesvady	32	37	35	36	61	68	62	52	33	52	54	44	566
Nitra	32	36	35	37	62	63	69	58	34	53	56	45	580
Nové Zámky	33	38	37	37	59	66	63	52	31	51	53	46	566
Okoč	31	33	35	33	57	58	61	53	34	49	53	42	539
Palárikovo	28	30	33	32	58	64	63	49	29	49	50	39	524
Plavé Vozokany	36	38	38	37	61	59	55	56	35	52	57	47	571
Pohronský Ruskov	35	33	33	36	36	71	56	61	37	51	55	44	578
Pusté Úľany	34	35	35	31	57	56	69	59	31	46	51	43	547
Rúbaň	35	36	32	37	55	60	62	57	35	49	54	43	555
Selice	30	33	34	33	55	61	62	49	31	50	50	40	528
Sereď	31	32	35	32	57	60	68	57	35	49	51	44	551
Sládkovičovo	33	34	36	33	57	59	70	60	33	49	52	45	561
Šaľa	35	38	37	35	57	63	64	57	32	51	54	45	568
Tesárske Mlyňany	40	38	36	37	62	73	64	58	39	51	59	48	605
Tomášikovo	32	33	39	33	60	62	73	60	33	49	53	44	571
Trhová Hradská	32	33	36	34	57	59	67	53	34	50	51	42	548
Trnovec n. V.	32	34	33	38	56	62	64	53	31	52	51	45	547
Tvrdošovce	30	34	36	35	56	62	57	53	30	51	54	41	539
Veľké Ludince	37	40	35	36	56	64	66	58	34	49	56	44	575
Veľký Grob	36	36	34	31	56	60	64	51	32	49	51	44	544
Veľký Meder	30	36	35	36	59	60	61	53	33	47	52	43	545
Vráble	34	37	34	39	57	59	57	57	35	48	57	46	540
Vrakúň	32	36	38	31	57	60	63	56	35	50	49	42	549
Zemianska Olča	30	34	33	37	54	63	62	53	32	49	51	42	540
Zemné	32	34	34	35	59	60	60	52	29	49	54	42	540
Žihárec	30	34	37	35	59	61	66	59	32	50	52	44	559

*obdobie 1931 – 1960

2.4. Hydrografia a hydrológia

Prehľad riečnej siete

Územie zobrazené na liste Nitra sa hydrograficky člení na nasledujúce povodia (obr. 5): 4-20-01 Dunaj (po sútoku s Váhom), 4-20-02 Čierna voda, 4-20-03 Dunaj (od sútoku s Váhom), 4-21-10 Dolný Váh, 4-22-02 Dolná Nitra, 4-22-03 Žitava, 4-23-04 Hron (po Kozárovce), 4-22-05 Hron (od Kozároviec).



Obr. 5. Hlavné povodia a vodné toky.*

Rieka Dunaj tečie južným okrajom územia a odvádza všetku vodu z neho. Má ráz nížinného toku s množstvom ramien, z ktorých niektoré sú s hlavným riečiskom spojené trvalo, iné iba za vysokých vodných stavov (časť ramien úpravami stratila priamy styk s hlavným riečiskom). Najvýznamnejšie úpravy Dunaja sú spojené s vybudovaním Vodného diela Gabčíkovo, pri ktorom bola podstatná časť prítoku v úseku Čunovo – Sap (na mape z r. 1983 Palkovičovo) prevedená do prírodného kanála. Dunaj po obidvoch stranách zvierajú hrádze, oddeľujúce miestami až niekoľkokilometrový pruh inundačného územia od chráneného. Toto územie je miestami položené nižšie, takže vnútornú vodu zberanú sústavou kanálov treba prečerpávať do hlavného toku. Prírodné pomery územia priliehajúceho k Dunaju sa vodohospodárskymi úpravami celkom zmenili. Vybudovaním vtokového objektu, ktorým možno regulovať prítok, stratil Malý Dunaj charakter neovplyvneného toku. Prítok Malého Dunaja – Čierna voda – spolu s Dudváhom a jeho pravostrannými prítokmi Trnávkou a Gidrou odvodňuje územie na jv. strane Malých Karpát. Popri Čiernej vode privádza do Malého Dunaja vodu aj množstvo kanálov. Z pravostranných prítokov Malého Dunaja je dôležité Klátovské rameno (pôvodne bočné rameno medzi Orechovou Potôňou a Topoľníkmi), do ktorého sú pri Dunajskom Klátove zaústené aj Starý a Nový hlavný kanál, odvodňujúce oblasť Šárretu. Z ďalších kanálov odvodňujúcich územie Žitného ostrova treba spomenúť kanály Malinovo – Blahová a Tomášov – Lehnice, napojené na Starý Klátovský kanál. V jz. a j. časti Žitného ostrova sú to potom kanály Dobrohošť – Kračany, Gabčíkovo – Topoľníky, Chotárny kanál, Komárňanský kanál a početné ďalšie kanály medzi Dunajom a Malým Dunajom, resp. Váhom.

Pri Kolárove sa spája Malý Dunaj s Váhom. Tok Váhu niže tohto sútoku sa niekedy označuje aj ako Vážsky Dunaj. Pri Lándore vyúsťuje do Váhu (Vážskeho Dunaja) bývalé koryto Nitry. Vážsky Dunaj ústi do Dunaja na 1 767. km. O 14,8 km nižšie po toku ústila pred úpravami do Dunaja rieka Žitava. Po prevedení vôd Žitavy do rieky Nitry slúži bývalý tok „Stará Žitava“ ako zberný kanál na odvádzanie vnútornej vody, ktorá sa potom prečerpáva do Dunaja.

Váh na zmapovanom území nepriberá až po Komoču žiaden významnejší prítok; ústia doň iba kanály menších melioračných sústav. Pri Komoči ústi do Váhu kanál, ktorým sa privádza voda rieky Nitry.

Povodie Nitry zasahuje do tohto územia svojou dolnou časťou, kde nepriberá žiaden významnejší prítok. Územie na Z od rieky Nitry až po rozvodnicu s Váhom odvodňujú melioračné kanály. Najvýznamnejší z nich je Dlhý kanál medzi Lehotou na Z od Nitry a Novými Zámkami. V tomto území si poľnohospodári vybudovali väčší počet malých vodných nádrží slúžiacich ako rybníky a na závlahy.

Mierne zvlnený reliéf povodia Žitavy na s. okraji územia podmieňuje rozvetvená sieť malých potokov (Širočina, Telinský potok, Drevenica a i.). Ďalej na J má povodie asymetrický tvar: Žitava sa približuje k rozvodnici a umelým kanálom medzi Dolným Ohajom a Šuranmi sa voda Žitavy odvádza do rieky Nitry. Do pôvodného koryta tu už nezaúsťujú žiadne pravostranné prítoky, ľavostranné sú sčasti regulované a sčasti majú charakter umelých kanálov. Pôvodné koryto Žitavy ústi do Váhu pri Martovciach. V povodí Žitavy je viac malých vodných nádrží slúžiacich najmä na závlahy.

Hron je jedna z nepočetných slovenských riek, kde sú prírodné pomery iba málo narušené vodohospodárskymi zásahmi. Od Kozárovského prielomu má charakter nížinného toku s meandrami a mŕtvymi ramenami. Z Hronskej pahorkatiny odvádzajú vodu pravostranné prítoky Vrbovec, Lužianka, Kvetnianka, Blatniansky potok a Paríž, z ľavostranných prítokov sú najvýznamnejšie Sikenica a Perc.

Hydrologické charakteristiky

Prietoky Dunaja sa vyčíslujú vo vodomerných staniaciach Bratislava (mimo zmapovaného územia) a Komárno. Charakteristické prietoky v týchto staniaciach z obdobia 1951 – 1960 sú uvedené v tabuľke 3. Podľa rozdelenia prietokov počas roka má Dunaj charakter vysokohorskej rieky s maximálnym prietokom v letných mesiacoch. Topenie ľadovcov v Alpách spolu s vysokými letnými zrážkami spôsobuje vysoký prietok v júni, resp. v júli. Nízky prietok má Dunaj v novembri a decembri.

V povodí Váhu po vybudovaní vodných diel sa súčasné odtokové pomery líšia od prirodzených pomerov. Za prirodzeného stavu býval najvyšší mesačný prietok v apríli alebo v máji a najnižší v januári a februári. Na zmapovanom území je na Váhu vodomerná stanica Šaľa.

Prietoky Nitry sa merajú od roku 1974 v stanici Bánov, ktorá nahradila stanicu Nové Zámky s meraniami v období 1911 – 1974 (tab. 3). Z hľadiska dlhodobých charakteristík možno však aj naďalej používať údaje zo stanice Nové Zámky, ktoré sa nelíšia od údajov stanice Bánov. Dlhodobo najvyšší prietok je v marci, najnižší v septembri. Viac ako 40 % ročného prietoku odtečie v jarných mesiacoch. Obdobné rozdelenie maxim a minim má aj Žitava (stanica Vieska nad Žitavou).

Tab. 3. Dlhodobé charakteristiky prietoku povrchových tokov.

Hydrologické číslo stanice	Stanica	Tok	Plocha povodia (km ²)	Q_a (m ³ /s)	q_a (l · s ⁻¹ · km ⁻²)	Prietoky prekročené priemerne počas				XI	XII	I	II	III	IV
						270	330	355	364	Mesačné priemerné prietoky * (m ³ /s)					
						dni v roku				V	VI	VII	VIII	IX	X
4 20-01-007-01	Bratislava	Dunaj	131 338	1993	15,17	1300	980	800	600	1 517	1 402	1 419	1 635	2 096	2 385
										2 486	2 746	2 725	2 250	1 733	1 721
4-20-01-014-03	Komárno	Dunaj	171 660	2290	13,34	1510	1100	880	740	1 821	1 673	1 660	1 920	2 534	2 886
										2 811	3 026	2 968	2 517	1 943	1 721
4-20-02-012-01	Čierna Voda	Čierna voda	1359	1,49	2,86	0,52	0,28	0,15	0,08	–	–	–	–	–	–
4-21-10-013-01	Šaľa	Váh	10 619	147,9	13,93	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4-22-02-067-01	Nové Zámky	Nitra	3156	18,1	5,74	7,00	4,68	3,33	2,55	17,8	19,0	19,0	22,9	36,9	31,4
										18,5	13,3	12,6	9,70	7,70	8,65
4-22-03-025-01	Vieska n. Ž.	Žitava	294,3	2,30	7,81	0,60	0,28	0,19	0,13	2,74	2,56	2,50	3,61	4,62	3,76
										2,28	1,48	1,13	0,87	0,73	1,30
4-23-04-110-01	Brehy	Hron	3 821	49,50	12,96	18,8	14,4	11,9	8,42	53,2	47,3	35,1	41,8	83,3	97,4
										68,2	49,8	38,7	28,0	25,5	25,7

Q_a = ročný priemerný prietok, q_a = ročný priemerný merný prietok, * z pozorovaní v rokoch 1931 – 1960.

3. PREHLAD GEOLÓGIE

3.1. Regionálne geologické začlenenie

V regionálnom geologickom členení Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území Slovenska (Vass et al., 1988) takmer celé územie zobrazené na liste Nitra (obr. 6) je súčasťou oblasti 9 (vnútrohorské panvy a kotliny), a to podoblasti 9B – Podunajskej panvy. Táto podoblasť sa na zmapovanom území člení na 3 jednotky tretieho rádu – najväčšiu – Trnavsko-dubnícku panvu (9BB), južnejšiu Gabčíkovskú panvu (9BD) a na plošne málo rozsiahly štúrovský paleogén (9BA). Trnavsko-dubnícka panva sa potom člení na jednotky štvrtého rádu.

Hranica medzi Trnavsko-dubníckou a Gabčíkovskou panvou prebieha zhruba od Bernolákova v jz. okolí Senca po toku Čiernej vody až po Jurajov dvor na J od Pustých Úľan, cez jz. okolie Mostovej, s. okolie Kráľovho Brodu, jz. okolie Nových Zámkov a sv. okraj Hurbanova a ďalej cez Svätý Peter a Bátorove Kosihy až medzi Moču a Kravany nad Dunajom. Trnavsko-dubnícka panva sa potom člení na jednotky štvrtého rádu – najzápadnejšiu, blatniansku priehlbínu (9BBA) na SZ od čiar Sládkovičovo – v. okraj Serede – Hlohovec, ďalej na V na rišňovskú priehlbínu medzi blatnianskou priehlbínou a čiarou Vlčany – Nitra, komjatickú priehlbínu medzi rišňovskou priehlbínou a čiarou Nesvady – Dvory nad Žitavou – Tekovské Lužany – jv. okolie Levíc a napokon železovskú priehlbínu na JV medzi komjatickou priehlbínou a štúrovským paleogénom. Štúrovský paleogén leží medzi Dunajom a s. hranicou prebiehajúcou od z. okolia Kravian nad Dunajom cez sz. okolie Mužly po z. okraj Štúrova. Nepatrnou plôškou na v. okraji pri Kalinčiakove zasahuje do územia z. okraj turovsko-levickej hrasti.

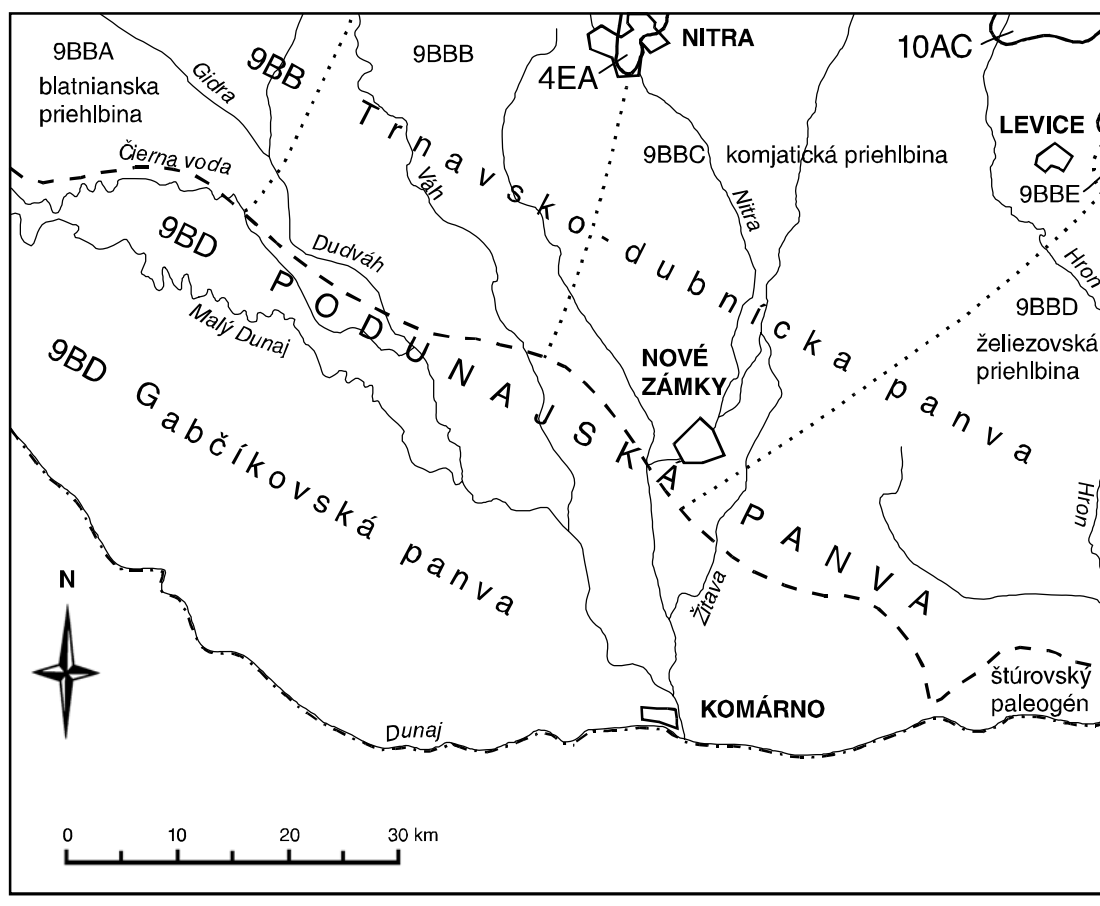
Mimo oblastí vnútrohorských panví a kotlín na územie zo S najjužnejším výbežkom jednotky 4EA (zoborská časť), podoblasti 4E Tribeč, zasahuje oblasť 4 (jadrové pohoria). V sv. časti potom malú plochu zaberá jednotka 10AC štíavnický stratovulkán, podoblasti 10A stredoslovenské neovulkanity, oblasti 10 (neovulkanity).

Celkové geologické členenie územia listu Nitra tak znázorňuje nasledujúca schéma:

Oblasť	Podoblasť	Jednotka 3. rádu	Jednotka 4. rádu
4 – JADROVÉ POHORIA	4E Tribeč	4EA zoborská časť	
9 – VNÚTROHORSKÉ PANVY A KOTLINY	9B Podunajská panva	9BA štúrovský paleogén	
		9BB Trnavsko-dubnícka panva	9BBA blatnianska priehlbina
			9BBB rišňovská priehlbina
			9BBC komjatická priehlbina
			9BBD železovská priehlbina
9BBE turovsko-levická hrasť			
	9BC Gabčíkovská panva		
10 – NEOVULKANITY	10A stredoslovenské neovulkanity	10AC štíavnický stratovulkán	

Povrch zmapovaného územia pokrývajú prevažne sedimenty kvartéru, uložené takmer v celom území na sedimentoch pliocénu (roman, dák) alebo miocénu (pont, panón). Výplň hlbších častí Podunajskej panvy tvoria sedimenty starších stupňov miocénu – sarmatu a bádenu. Predterciérne podložie tvoria prevažne horniny mezozoika a kryštalinika, v jv. časti územia vystupujú v podloží neogénu sedimenty paleogénu budínskeho vývoja.

V starších prácach vrátane pôvodných vysvetliviek k listu hydrogeologickej mapy Nitra (Franko et al., 1976) sa používalo regionálne geologické členenie Podunajskej panvy odlišné od opísaného členenia, ktoré navrhli Vass et al. (1988). Toto staršie členenie (Buday a Seneš, 1967) podľa kryhových jednotiek smeru



Obr. 6. Geologické členenie územia (D. Vass et al., 1988).

zhruba JJZ – SSV až JZ – SV vychádza v podstate z členenia, ktoré navrhli Adam a Dłabač (1961). Smerom zo Z na V členia Podunajskú panvu na z. okrajové kryhy, bratislavskú kryhovú oblasť, trnavsko-blatniansku depresiu, inovskú hrasť, galantskú depresiu, nitriansku hrasť, komjatickú depresiu, levickú hrasť, dubnícku depresiu a okrajovú kryhu pohorí Vértes a Gerecse. Južnú časť Podunajskej panvy v pokračovaní komjatickej depresie na JZ potom vymedzujú ako rozsiahlu synklinálnu centrálnu priehľbeň (Komárňanskú panvu). Podľa staršieho členenia sú vymedzené aj jednotlivé hlavné kryhy s výskytmi geotermálnej vody v kapitole o termálnych a minerálnych vodách.

Na tomto území v staršom členení (Buday a Seněš, 1967) vystupuje zo Z na V blatniansko-trnavská priehľbina, hraničiaca na V pozdĺž cíferských a trnavských zlomov s inovskou hrasťou. Priehľbinu delí bohdanovský chrbát na južnú, blatniansku časť s malou hrúbkou bádenu a hrubým pliocénom a severnú, trnavskú časť s mimoriadne veľkou hrúbkou bádenu a redukovaným sarmatom a pliocénom. Inovská hrasť predstavuje ponorené pokračovanie Inovca; na V ho ohraničujú majcichovské a sládkovičovské zlomy. Na V hraničí inovská hrasť so širokou galantskou depresiou, na V obmedzenou systémom veľkozálužských zlomov. Medzi veľkozálužskými zlomami na ZSZ a mojmírovskými zlomami na VJV leží nitrianska hrasť (ponorené pokračovanie Tribeča). Vyznieva v sv. okolí Dunajskej Stredy. Komjatickú depresiu smerujúcu na ZJZ do centrálnej pliocénnej depresie ohraničuje na JV v tomto staršom členení roztrieštený šurian sky zlomový systém. Na JJV od komjatickej depresie leží v staršom členení levická hrasť, ktorej pokračovanie na ZJZ od Šurian je neisté. V priestore takto vymedzenej levickej hrasti (odlišnej od turovsko-levickej hrasti v členení Vassa et al., 1988) sa smery tektonických línií menia na JZ – SV až ZJZ – VSV. Dubnícka depresia na JV od levickej hrasti má smer ZSZ – VJV a vyznieva v priestore na J od Kolárova. Leží medzi málo výraznými novozámockými zlomami na SSZ a výrazným hurbanovským zlomovým systémom a južnejším komárňanským na J. V jz. pokračovaní vyznievajúcich krýh inovskej hrasti, galantskej priehľbiny, komjatickej priehľbiny, levickej hrasti a dubníckej depresie leží centrálna depresia, málo porušená zlomami.

3.2. Charakteristika geologicko-štruktúrnych celkov

Predterciérne útvary

Predterciérne útvary vystupujú na povrch iba na jz. svahoch Tribeča. Sú to sedimenty tatrídneho obalu. Spodný trias zastupujú kremence, stredný trias svetlé a sivé vápence a polohy dolomitov. Stredný a vrchný trias tvoria dolomity, strednú a vrchnú juru pestré piesčité krinoidové a rohovcové vápence, spodnú kriedu doskovité rohovcové vápence.

Na ostatnom území je predterciérne podložie zakryté. Fusán et al. (1971) ho rozdeľujú na sz. a jv. oblasť. Hranicou medzi nimi je zhruba spojnica Veľký Meder – Šurany – Kozárovce. V Gabčíkovej panve klesá povrch predterciérneho podložia až do hĺbky 7 000 – 8 000 m. Do podložia sz. oblasti zasahuje kryštalínium tatrika so svojím obalom, do podložia jv. oblasti zasahuje z podložia stredoslovenských neovulkanitov kryštalínium veporika (kráľovohoľská a krakovská zóna) so svojím obalom a s chočským príkrovom. Do j. časti na J od línie Kolárovo – Hurbanovo zasahuje blok Maďarského stredohoria.

Severozápadnú oblasť na zmapovanom území budujú prevažne kryštalické bridlice. Vo vrte S-1 v Senci to boli biotiticko-muskovitické pararuly, vo vrtoch Se-5, Se-6 a Se-8 v Sereďi fylitické brekie a fylity a vo vrte A-1 pri Sládkovičovej sericitické fylity s grafitickými a piesčitými bridlicami. V severnej časti od Nitry po Hlohovec podložie budujú biotitické granity až granodiority (vrt VZ-21 pri Veľkom Záluží), ktoré patria k jadrú Tribeča. V pokračovaní Tribeča medzi Nitrou a Šaľou je v podloží terciéru mezozoikum tribečskej obalovej série. Vo vrte N-3 na J od Nitry sa zistili sivé vápence (pravdepodobne stredný trias). V severovýchodnej časti územia sú v podloží terciéru zachované triasové karbonáty chočského príkrovu a vyšších príkrovov s podložnými kremencami obalu veporika. Vo vrte VR-1 na SZ od Vrábl'ov sa tak zistili dolomity s vložkami grafitických bridlíc.

Juhovýchodnú oblasť v s. časti až po blok Maďarského stredohoria budujú kryštalické bridlice. Vo vrte P-4 na JV od Pozby boli v podloží dolomitov zastihnuté sericiticko-muskovitické kryštalické bridlice, vo vrtoch D-1 pri Dubníku a K-5 na VSV od Kolárova pri Nesvadoch muskoviticko-chloritické a biotitické pararuly a biotiticko-muskovitické svory s polohami amfibolitov. Medzi Kolárovom a Želiezovcami sa vyskytuje masív granitoidov v šírke asi 15 km, pretiahnutý v smere SV – JZ. Zistili ho vrty K-2 pri Kolárove a P-3 na JV od Pozby (granity až kremité diority). V severnej časti oblasti tvoria podložie terciéru triasové karbonáty chočského príkrovu a vyšších príkrovov (vrty v okolí Pozby: P-1 – dolomity s vložkami bridlíc, P-2 – dolomity striedajúce sa s vápencami, P-4 – dolomity; vrt PO-1 v Podhájskej – dolomity s podložnými kremencami).

Maďarské stredohorie budujú sedimenty triasu, jury a kriedy. Vrchnotriasové dachsteinské vápence a dolomity v ich podloží zistili vrty v Komárne, Patinciach, Kravanoch nad Dunajom, Obide a Štúrove. Juru zastupujú červené liasové amonitové a ílovité vápence, miestami majú liasové vrstvy charakter rohovcových vápencov. Spodnú kriedu zastupujú pieskovce a piesčité sliene, zistené v komárňanskej vysokej kryhe vrtmi pri Mužle a Obide.

Paleogén

Najstaršie postorogénne sedimenty vzniknuté po vrchnokriedovom vrásnení patria k ranej molase. Hrubodetritické sedimenty s polohami sladkovodného vápenca a lateritických hornín sa zistili vrtmi v okolí Mužly, Obidu a Štúrova. Ležia na triasových až spodnokriedových zvrásnených sedimentoch a viažu sa na poklesnuté kryhy. Ich predpokladaný vek je vrchná krieda až spodný paleogén. Dosahujú hrúbku až 200 m.

Nad bazálnymi vrstvami ranej molasy alebo priamo na predvrchnokriedových zvrásnených komplexoch ležia vyššie členy paleogénnej molasy (paleogén budínskeho vývoja: yprés – eger). Zistili sa iba v jv. časti územia a dosahujú hrúbku okolo 500 m.

Yprés tvoria na báze pestré sladkovodné íly, piesky a vápence (okolo 30 m), nad nimi sladkovodné až brakické uhoľné súvrstvie (íly, uhoľné bridlice, uhlie) hrubé do 65 m, piesčito-ílovité brakické vrstvy a morské turritellové sliene (do 50 m). Salinita sedimentačného prostredia sa pohybovala od sladkovodného prostredia s obsahom solí menej ako 3 ‰ cez brakické (15 – 30 ‰ solí) až po normálnu morskú salinitu (okolo 35 ‰ solí).

Lutét pri Mužle a Obide sa začína piesčitými slieňmi a vápnitými pieskovecami s polohami organogénnych vápencov. Sú vyvinuté iba na vysokých kryhách. Celková hrúbka spodnolutétskych vrstiev je okolo 50 m, synsedimentačná salinita dosahovala 30 – 35 ‰. Spodný lutét predstavuje spoločný sedimentačný cyklus s yprésom. Bazálnym členom vlastného lutétskeho sedimentačného cyklu sú pestré vrstvy (íly, sliene, piesky, organogénne piesčité vápence) hrubé okolo 80 m. Pri Obide sú prítomné aj uhoľné íly s tenkými uhoľnými polohami. Najvyšší lutét predstavujú piesčité sliene hlbokých krýh hrubé do 200 m alebo pieskovce s lavicami organogénnych vápencov vo vysokých a okrajových kryhách. Salinita vo vyššom lutéte stúpala podobne ako v yprése, od obsahu solí menej ako 3 ‰ až po normálnu morskú salinitu.

Priabón tvoria vrstvy, ktoré sú pokračovaním vrchnolutétskeho sedimentačného cyklu. Nad bazálnym biotitovým pieskovcom (1 – 5 m) sú uložené organogénne vápence, pieskovce s numulitmi a vápnité pieskovce. Tieto vrstvy postupne prechádzajú do jemnopiesčitých slieňov s hrúbkou do 150 m. Synsedimentačná salinita priabónu dosahovala 30 – 35 ‰.

Rupel leží diskordantne a transgresívne nad denudovaným eocénom. Bázu tvorí pri Mužle a Obide pestré uhľonosné súvrstvie alebo vápence. Vyššie leží pieskovcový a piesčito-vápnitý obzor. Celková hrúbka uhľonosného súvrstvia a pieskovcového obzoru je zhruba 150 až 200 m. Synsedimentačná salinita postupne rástla od 5 – 10 ‰ do 22 – 30 ‰. Najvyšším členom rupelu sú litologicky monotónne foraminiferové sliene (kišcel) hrubé okolo 250 m. Kišcelské sedimenty vznikali v normálnom morskom prostredí.

Eger v okolí Štúrova je viac-menej spojený s rupelom, hoci sa v litologickom zložení prejavujú príznaky orogenetickej činnosti. Spodnú časť budujú piesky a pieskovce s polohami štrkov a zlepcov. Sú hrubé okolo 100 m a smerom na V v nich pribúdajú pelitické polohy. Piesky a pieskovce prechádzajú do morských piesčitých slieňov hrubých 150 až 200 m. Bazálne klastiká a sliene vznikali pri salinite 30 až 35 ‰. Sedimentáciu egeru uzatvára pestrý komplex morských, brakických aj sladkovodných sedimentov hrubý okolo 80 m. Terminálne časti egeru hrubé okolo 100 m predstavujú pestré íly a nad nimi miestami aj štrky. Tvorili sa pravdepodobne pri salinite nižšej ako 3 ‰. Po regresii egerského mora bolo územie dlhodobo vynorené, erodované a hlboko denudované.

Neogén

Miocén

Sedimenty egenburgu, otnangu a karpátu sa na tomto území nezistili. Prítomnosť karpátu v sz. časti však nemožno vylúčiť, lebo sa zistil neďaleko od sz. okraja územia v trnavskej depresii.

Spodný bádén (morav) je rozšírený najmä vo v. časti územia. Jeho najväčšia hrúbka sa zistila v priestore gravimetrického minima na JV od Nových Zámkov v dubníckej depresii. Vo vrte NV-1 pri Novej Vieske (Homola, 1960a) dosiahol hrúbku okolo 1 000 m. Maximálna hrúbka spodného bádenu v Podunajskej nížine sa predpokladá v priestore na SZ od tohto vrtu (Adam a Dlabač, 1969). V rišňovskej a komjatickej priehlbine, ako aj na J v širšom okolí Komárna a odtiaľ až po Štúrovo spodný bádén chýba. Jeho absencia sa predpokladá aj v centrálnej depresii Podunajskej nížiny. Bádén leží transgresívne na sedimentoch egeru alebo na kryštaliniku. Sedimenty spodného bádenu reprezentuje bajtavské súvrstvie. Bazálne vrstvy sú vyvinuté v piesčitej fácií, pričom aspoň časť týchto vrstiev sa usadila v sladkovodnom prostredí. Vyššia časť bazálnych piesčitých vrstiev, ako aj celý mohutný komplex vápnitých ílov v ich nadloží sa už tvorili v normálnom morskom prostredí. Vo vápnitých íloch sú polohy tuftických sedimentov, ktoré smerom na V pribúdajú a prechádzajú do tufov. V centrálnej depresii a pozdĺž jej s. okraja je rozšírený vulkanický komplex hrubý až 1 500 m, patriaci k spodnému alebo strednému bádenu.

Stredný a vrchný bádén (vielič, kosov) sa vyskytuje takmer na celom území, s výnimkou širšieho okolia Komárna. Leží transgresívne na spodnom bádene alebo na predterciálnom podloží. Najväčšia hrúbka sa zistila v s. časti územia, v komjatickej a rišňovskej priehlbine. Sedimenty stredného bádenu reprezentuje špačinské a trakovické súvrstvie. Tam, kde ležia na predterciálnom podloží, sú bazálne členy piesčité, s polohami štrkov a zlepcov a vznikli v morskom prostredí. Panvový vývoj reprezentujú monotónne piesčité a sľudnaté vápnité silty až íly s hojnou faunou normálne slaného mora, miestami s polohami pieskov, pieskovcov a zlepcov. Vo vrtoch Šurany-1 a Vráble-1 (Hromec, 1960; Gaža, 1968a) sú súčasťou súvrstvia aj vulkanity (ryolitové tufy, tufity a lávové prúdy andezitov).

Sedimenty stredného bádenu prechádzajú postupne do *vrchného bádenu*. Vrchnému bádenu v komjatickej a železovskej priehlbine zodpovedá pozbianske súvrstvie, ktorému sa však po jeho redefinovaní (Kováč et al., 1999) prisudzuje vek stredný až vrchný bádenu. Na báze ho tvoria silno premenené andezitové tufy a konglomeráty. V ich nadloží sa nachádzajú tufity, tufy a vulkanické brekcie. Pri z. okraji komjatickej priehlbiny pozbianske súvrstvie tvoria vápnité pieskovce s polohami piesčitého ílu (vrt Mojmirovce-1; Gaža a Beinhauerová, 1976). Vo vrte Podhájska-1 vrchný bádenu reprezentuje 60 m hrubá poloha bazálnych zlepcov na mezozoiku s piesčito-ílovitými sedimentmi v nadloží. V blatnianskej a rišňovskej priehlbine reprezentuje vrchný bádenu báhonské (predtým madunické) súvrstvie. Tvoria ho slabo piesčité vápnité íly s vložkami vápnitých pieskov a pieskocov a drobnozrnných zlepcov a vo vrchnej časti aj s vrstvami pieskov a ílov. Stredný až vrchný bádenu dosahuje maximálnu hrúbku 350 – 500 m. Vo vrchnom bádenu sa všeobecne prejavuje tendencia mierneho osladzovania smerom do nadložia a k okrajom, najvyššie polohy sú výrazne brakické (z prostredia so salinitou do 15 – 20 ‰).

Sedimenty *sarmatu* (vrábeľské súvrstvie) sú vyvinuté na celom území, s výnimkou územia medzi Komárnom a Obidom. Na povrch vychádzajú na okrajoch Kozmálovských vŕškov. Maximálnu hrúbku, okolo 600 m, má sarmat v blatnianskej priehlbine v okolí Senca a 300 až 400 m v komjatickej a rišňovskej priehlbine. Báza sarmatu je transgresívna. Litologický vývoj je monotónny. Bazálne vrstvy najmä pri okraji panvy tvoria piesky, štrky, pieskovce a zlepenec. Smerom do nadložia tieto klastiká prechádzajú do vápnitých a piesčitých ílov a siltov, miestami s polohami vápnitých pieskocov. V najspodnejšom sarmate sa objavujú aj polohy lignitu. Sedimenty sarmatu vznikli v brakickom prostredí so salinitou okolo 18 – 30 ‰, pri sedimentácii najmladších uloženín salinita poklesla na menej ako 15 ‰. Vo v. časti územia je vývoj sarmatu spestrený výskytom vulkanických hornín. V okolí Levíc a Kozároviec sú to andezity spodného sarmatu a ryolitové tufy, v okolí Gbeliec najmä ryolitové tufy a tufity.

Panón (ivanské súvrstvie) sa vyskytuje takmer na celom zmapovanom území, chýba iba v širšom okolí Mužly. Maximálnu hrúbku, okolo 900 m, dosahuje panón v j. okolí Nítry a pri Dubníku. V západnej časti územia leží transgresívne na sarmate, vo v. časti možno miestami predpokladať postupný prechod zo sarmatu, na V od Komárna však leží transgresívne na mezozoiku Maďarského stredohoria. Súvrstvie tvoria prevažne vápnité íly až silty s pomerne hojnými vrstvami vápnitých pieskov a vápnitých pieskocov. V niektorých intervaloch (najmä v z. a jv. časti územia) piesčité sedimenty prevládajú, najmä na JV a na Z. Oproti sarmatu nastalo v panóne ďalšie osladenie prostredia s prevahou kaspibrakickej až oligohalinnej salinity (3 – 15 ‰).

Najvrchnejší miocén – pliocén

Rozšírenie sedimentov pontu a dáku sa zhruba kryje s výskytom panónu; chýbajú teda iba v okolí Mužly na V od kravianskeho zlomu. Najmä v panvových oblastiach, no miestami aj na okrajoch panvy panón postupne prechádza do pontu. Na okrajoch sa však predpokladá aj transgresívna pozícia pontu.

Pont reprezentuje beladické súvrstvie („uholná séria“), ktorého sedimentácia sa však začala už v najvyššom panóne. Budujú ho piesčité íly a vápnité íly s prechodom do ílovitých siltov až pieskov a pieskocov. Íly sa často striedajú s polohami piesku. Významným členom pri báze súvrstvia vo v. časti územia (od Železoviec po Gbelce a vo východnom okolí Nových Zámkov) a pri jeho s. okraji (Beladice) sú uholné íly s polohami lignitu. Lignitové sloje šošovkového tvaru dosahujú hrúbku 2 až 3 m. Maximálnu hrúbku, 1 000 – 1 500 m, dosahuje pont v centrálnej depresii.

Dák predstavuje volkovské súvrstvie. Jeho hrúbka dosahuje v centrálnej priehlbine 1 500 – 1 600 m. Volkovské súvrstvie má sladkovodný (jazerný a riečno-jazerný) pôvod. Tvoria ho jemnozrnné až hrubozrnné sľudnaté piesky striedajúce sa s pestrými (najčastejšie žltohnedo škvritými) vápnitými ílmi, často s polohami štrkov a lignitu. Na SV sú sedimenty hrubozrnnéjšie ako na JZ a JV. V južnej časti územia prevažuje ílovitý vývoj súvrstvia (vápnité íly s polohami jemnozrnného vápnitého piesku). Maximálna hrúbka pestrých vrstiev dáku, okolo 900 m, sa zistila vrtom Šurany-1 v komjatickej priehlbine.

Pliocénny vek majú aj sladkovodné vápence nachádzajúce sa v podobe travertínových kôp medzi Levicami a Mýtnymi Ludanmi. Sú úzko späté s minerálnymi a termálnymi prameňmi, ktoré podmienili vznik termálneho kúpaliska Margita-Ilona v Kalinčiakovke. Vývery sa viažu na hronské zlomy, ktoré patria medzi vekovo najmladšie zlomy tejto oblasti. Produktom vody s vyššou teplotou sú tu aragonity. Ich prítomnosť

podmieňuje vznik ónyxových mramorov, známych pod označením levický Zlatý ónyx. Stali sa naším najoriginálnejším dekoračným kameňom.

Vrstvy *romanu* ležia v j. a z. časti územia diskordantne na vrstvách pontu a dáku. Sú to jazerno-riečne sedimenty z prostredia so salinitou nižšou ako 0,5 ‰. Maximálnu hrúbku, 300 m, dosahujú pri Gabčíkove. Reprezentujú ich štrky (zväčša ílovité, vápňité) a piesky kolárovskeho súvrstvia (niekedy však zaradovaného už do kvartéru). Západný vývoj je prevažne štrkovo-pieskový, ďalej na V sú vyvinuté piesčité a ílovito-piesčité vrstvy. Smerom do panvy ku Kolárovu súvrstvie postupne prechádza do pieskov a vápňitých siltov. Do *romanu* (niekedy však aj do najstaršieho pleistocénu) sa spravidla zaraďujú aj gabčíkovské piesky (strednozrnné až hrubozrnné piesky až drobnozrnné piesčité štrky, prinesené starým Dunajom; sivé a sivozelené zafarbenie svedčí o sedimentácii v redukčnom prostredí), uložené pod kvartérnymi sedimentmi v sz. časti Žitného ostrova na SZ od Veľkého Medera. Obsahujú charakteristické polohy sivých až sivozelených vápňitých ílov.

Tektonika terciéru

Terciér na zmapovanom území z hľadiska tektoniky a tektogenézy možno rozčleniť na tri štruktúrne etáže. Prvú, najstaršiu etáž predstavujú sedimenty paleogénnej molasy zasahujúce do jv. časti územia. Charakteristickou črtou je nie príliš veľká subsidencia a sčasti synsedimentačná, sčasti epigenetická aktivita zlomov smeru SZ – JV. Tento systém zlomov sa často obnovuje a prevláda až do bádenu a porušuje podložné mezozoikum už od začiatku eocénu. Výška skoku zlomov dosahuje až 700 m. Systém rozčleňuje územie na celý rad poklesnutých a vyzdvihnutých krýh. Z vyzdvihnutých krýh sú najvýznamnejšie patinská, močianska, kravianska, obidská a štúrovská kryha. Územie tak získava šachovnicovitú stavbu, podmienenú súčasne zlomami sv. až vsv. smeru.

Druhú etáž tvoria sedimenty miocénu (báden, sarmat, panón). Zaberá takmer celú plochu zmapovaného územia s najväčšou hrúbkou na S. Vznikla pri významnej subsidencii, sústredenej na s. časti Podunajskej nížiny. Subsidovali jednotlivé kryhy členené pozdĺžnymi zlomami smeru SV – JZ, ktoré vymedzujú významné štruktúry. Podľa nomenklatúry (Buday a Senes, 1967) použitej v pôvodných vysvetlivkách (Franko et al., 1976) sú to z J a JV na S a SZ: komárňanská vysoká kryha (členená kravianskymi a komárňanskými zlomami), dubnícka priehlbina, levická hrast' (vymedzená levickými a šurianskymi zlomami), komjatická priehlbina, nitrianska (tribečská) hrast' (vymedzená mojmirovskými a veľkozálužskými zlomami), rišňovská priehlbina, inovská hrast' (vymedzená trnavskými, cíferskými a sládkovičovskými zlomami a rozčlenená považským zlomom a majcichovskými zlomami) a napokon blatnianska priehlbina. Uvedené delenie sa však líši od regionálneho geologického členenia, ktoré predložili Vass et al. (1988) a ktoré sa opisuje v úvode kapitoly.

Tretiu etáž tvoria vrchnomiocénne, a najmä pliocénne sedimenty. Aj táto etáž zaberá takmer celé územie. Maximálna subsidencia však prebehla v južnej časti územia – v centrálnej priehlbine (centrálnej depresii). Subsidencia sa odohrávala pri súčasnom misovitom poklese subsidujúcich oblastí bez podielu zlomov alebo iba s ich nepodstatným podielom. Výsledkom je ploché a mierne asymetrické synklinórium s osou smeru VSV – ZJZ až SV – JZ. Severozápadné krídlo má miernejší sklon, jv. krídlo je strmšie a porušujú ho komárňanské zlomy.

Koncom pliocénu a v kvartéri ožili pohyby po oboch zlomových systémoch (SZ – JV aj SV – JZ). Väčšina významnejších zlomov je dosiaľ aktívna.

Kvartér

Podunajská rovina

Poriečna rovina Dunaja zaberá najväčšiu časť územia zobrazeného na liste Nitra. Na S a SV ju v tomto území vymedzuje čiara Veľký Biel – Majcichov – Križovany nad Dudváhom – Vinohrady nad Váhom – Močenok (na mape z r. 1983 Sládečkovce) – Palárikovo – Andovce – Imeľ – Marcelová – Virt. Sedimentácia počas kvartéru tu prebiehala a prebieha v súčinnosti povrchových tokov (Dunaj, Váh, Nitra a Žitava) a stále trvajúcich nerovnomerných poklesov. Činnosť tokov ovplyvňovali zmeny prietoku dané klimatickými zmenami a krátkodobými zmenami teploty a zrážok počas roka. V súvislosti so zmenou prietoku a poklesávaním

sa zanášali korytá a prekladali a odčleňovali vedľajšie ramená a meandre. Viedlo to k značnej akumulácii fluviaálnych sedimentov, úplne pokrývajúcich dané územie. Sú uložené prevažne na vrchnopliocénnych sedimentoch kolárovskeho súvrstvia (roman) a na JV v okolí Komárna a Iže na sedimentoch panónu. V severozápadnej časti územia po Veľký Meder je kvartér uložený na gabčíkovských pieskoch (roman?).

Náplavy Dunaja sú značne heterogénne a predstavujú v podstate striedanie šošovkovitých telies s rôznou zrnitosťou. Súvislejšie plošné rozšírenie možno predpokladať pri jemnejších sedimentoch akumulovaných pri povodniach a ich ústupe. Celková hrúbka sedimentov je premenlivá, s maximom pri Gabčíkove. Báza kvartérnych sedimentov nepredstavuje jednotnú panvu, ale priečne aj pozdĺžne zlomy ju rozčleňujú na kryhy s odlišnou výškovou pozíciou. Prvoradý význam majú gabčíkovské zlomy smeru SV – JZ a zlomy pri Klížskej Nemej.

Vekové členenie kvartérnych sedimentov Žitného ostrova, najmä bazálnych, je zatiaľ problematické. Na povrchu vystupujú prevažne sedimenty holocénu. Obmedzene vystupujú v centre Žitného ostrova sedimenty najmladšieho würmu a v jv. časti územia – v medziriečí Nitry a Žitavy – močiarové spraše posledného glaciálu. K würmu a neskorému glaciálu patria aj naviate a previate piesky (Mačianske vršky pri Seredi). Hrúbka holocénneho krytu fluviaálnych štrkov tvoreného hlinami je veľmi premenlivá: na väčšej časti Žitného ostrova je menšia ako 2 m, maximálne dosahuje okolo 5 m. Určenie veku a spodnej hranice kvartérnych fluviaálnych sedimentov je veľmi problematické.

Na báze kvartéru Žitného ostrova ležia jazerné až jazerno-riečne sedimenty najstaršieho pleistocénu. Približne od mindelu po holocén sú tu kvartérne uloženiny produktom prevažne riečnej sedimentácie Dunaja a nižšie Veľkého Medera aj Váhu a Nitry. V severozápadnej časti vzhľadom na väčší sklon územia a tektonické pohyby v mindeli prevládajú riečne sedimenty mohutného náplavového kužľa Dunaja. Sú to spravidla hrubozrnné piesčité štrky s priemerom obliakov 10 – 17 cm, so stredno- až hrubozrnnou piesčitou zložkou a s premenlivým obsahom tejto zložky vo vertikálnom aj horizontálnom smere. Oxidačné prostredie sa prejavuje častým zafarbením obliakov do hrdzava (limonit). V hĺbke okolo 30 m pod terénom sú prítomné aj polohy rašelín (napr. pri Gabčíkove), v menšej hĺbke aj výplne starých ramien (piesky až silty s prímiesou rastlinnej sečky, prípadne aj pochované pôdy). Na JV od Veľkého Medera bol sklon podstatne menší a Nitra s Váhom tu ukladali sedimenty do jazerného prostredia takisto ako v romane. Preto tu prevládajú jazerné sedimenty s výskytmi riečnych štrkov. Hranica medzi sz. a jv. časťou Žitného ostrova sa menila v súvislosti s občasnou erozívnu činnosťou Dunaja, ktorá odstraňovala sedimenty Váhu a Nitry pri súčasnom ukladaní sedimentov Dunaja.

Územie kvartéru Žitného ostrova je z hľadiska tektonického členenia súčasťou gabčíkovskej prepadliny, ktorá sa začína zlomami na úpätí Malých Karpát a končí sa na JV sapským (palkovičovským) zlomom. Prepadlina má asymetrický tvar, sz. poklesy sú menej strmé ako juhovýchodné. Na zmapovanom území sa člení na celý rad krýh:

a) pásmo vysokých krýh medzi Malými Karpatmi a hamuliakovským zlomom (prevažne mimo zmapovaného územia).

b) šamorínska kryha (sčasti mimo zmapovaného územia) medzi priečnym hamuliakovským zlomom a dobrohoštským zlomom. Najviac poklesnutú šamorínsku kryhu zo SV ohraničuje stredný pozdĺžny zlom, pri ktorom kvartér dosahuje hrúbku 304 m.

c) centrálna poklesnutá kryha je vymedzená dobrohoštským a sapským (palkovičovským) zlomom. Aj tu dosahuje kvartér maximálnu hrúbku medzi stredným pozdĺžnym zlomom a Dunajom, a to v poklesnutej gabčíkovskej čiastkovej kryhe, ktorú vymedzuje lokálny priečny zlom zo SZ a prvý gabčíkovský zlom na JV. Maximálna hrúbka kvartéru tu dosahuje podľa geofyzikálnych údajov 379 m. Ďalšie dve čiastkové kryhy smerom k dobrohoštskému zlomu sú vyššie (s bázou kvartéru okolo 340 m, druhá okolo 210 až 300 m). Od najnižšej kryhy smerom k sapskému (palkovičovskému) zlomu dve čiastkové kryhy vytvárajú hrasť; prvá z týchto krýh má neogén v hĺbke okolo 280 m, druhá v hĺbke iba 40 m. Čiastková kryha v oblasti Dunajskej Stredy až po prvý gabčíkovský zlom nie je delená lokálnymi zlomami, iba v sv. časti prebieha čiastkový pozdĺžny zlom so značným výškovým skokom.

Na JV od gabčíkovskej prepadliny vymedzujú sapský (palkovičovský) zlom zo SZ a západný, komárňanský zlom z JV tzv. juhovýchodné stúpajúce kryhy. Priečne aj pozdĺžne zlomy ich rozčleňujú na čiastkové poklesnuté aj vyzdvihnuté kryhy. Ďalej na V vystupujú už komárňanské vysoké kryhy s celkom odlišnými pomermi a podstatnou redukciou hrúbky kvartéru, až na 5 m pri Komárne.

Na S od Malého Dunaja v kvartérnej fluvialnej akumulácii prevažujú piesčité štrky a piesky stredného pleistocénu striedajúce sa s povodňovými hlinami a ílmi. Ich hrúbka klesá smerom na S. V nadloží štrko-pieskového komplexu Podunajskej roviny vystupujú litologicky pestré a laterálne sa striedajúce holocénne sedimenty nivy Váhu, Malého Dunaja a ich prítokov (povodňové hliny, piesky agradačných valov, eolické piesky, horizonty pochovaných pôd). Holocénny kryt dosahuje miestami hrúbku až 10 m. Na rozhraní Podunajskej roviny a Podunajskej pahorkatiny sa zachovali piesčité štrky strednopleistocénnych terás Váhu.

Podunajská pahorkatina a sv. okraj Podunajskej roviny

V doline Nitry a Váhu fluvialne štrky günzu vystupujú pod sprašovým pokryvom v južnej časti Zálužskej pahorkatiny a v okolí Komjatic. Uložení najstaršieho pleistocénu reprezentujú zvetrané štrky tzv. svodínskej úrovne Žitavy (prvá vysoká terasa – Vaškovský a Halouzka, 1976) pod mohutným sprašovým pokryvom v j. časti Hronskej pahorkatiny. Súvislejší výskyt v j. časti Hronskej pahorkatiny majú až sedimenty 2. vysokej terasy v starej doline Žitavy pri Strekove a v doline Hrona (ludinská terasa – günz?).

Výraznejšie sa uplatňujú až sedimenty stredného pleistocénu, a to najmä v sútokovej oblasti Nitry a Váhu. Povrch vyššej strednej terasy (mindel) vystupuje na okraji gabčíkovej depresie v relatívnej výške 15 až 22 m, báza terasy leží pod úrovňou povrchu riečnych nív Nitry a Váhu. V sútokovej oblasti Nitry a Váhu túto terasu tvoria drobnozrnné piesčité štrky v nadloží so strednozrnnými pieskami a povodňovými hlinami.

V doline Hrona sú štrky mindelu spolu s mladopleistocénymi náplavmi plošne najrozsiahlejšími kvartérnymi fluvialnymi sedimentmi. Sú zachované na pravobrežnej sprašovo-terasovej plošine Hrona, kde zaberajú väčšinu plochy a vytvárajú súvislú a rozsiahlu lužiansko-brutskú terasu (Halouzka, 1998). Vaškovský a Halouzka (1976) ju zaradili k 3. vysokej terase. Je rozšírená od Loku na S až po z. okolie Kamenína na J. Tvoria ju piesčité štrky, prevažne stredno- a drobnozrnné, často silno piesčité alebo s polohami pieskov. Zriedkavejšie sú zahlinené polohy. Celý komplex terasových fluvialnych sedimentov dosahuje hrúbku 10 až 12 m. Báza štrkovej akumulácie lužiansko-brutskej terasy po toku výrazne diverguje – relatívna výška bázy nad Hronom a oproti bázam mladších terás sa zvyšuje: kým medzi Dolným Pialom a Ondrejovcami leží báza terasy 1 – 4 m nad úrovňou Hrona, pri Farnej a Nýrovciach už prevýšenie dosahuje 9 – 18 m. V j. časti Hronskej pahorkatiny medzi dolinami Hrona a Žitavy zodpovedá lužiansko-brutskej terase 3. vysoká terasa (Vaškovský a Halouzka, 1976).

Najviac rozšíreným terasovým stupňom Nitrianskej pahorkatiny je spodná (hlavná) stredná terasa (riss). Medzi Sereďou a Novými Zámkami lemuje širokým (miestami 4 – 5 km), postupne sa rozširujúcim pásom Nitriansku tabuľu na jz. okraji Nitrianskej pahorkatiny (Pristaš et al., 2000). Od nízkej terasy a od riečnych nív ju ohraničuje výrazná erozívna hrana. Povrch terasy vystupuje vo výške 8 – 12 m nad nivami tokov, erozívna báza leží 2 – 5 m pod úrovňou povrchu nívnych náplavov. Z väčšej časti terasu zakrývajú spraše a sprašové hliny. Na báze súvrstvia fluvialnych štrkov sú vyvinuté hrubé piesčité štrky, smerom do nadložia prechádzajúce do drobnejších štrkov s výraznými polohami pieskov a ílov. V terase Váhu medzi Sereďou a Jatovom prevažujú drobné piesčité štrky a piesky.

Druhá najrozsiahlejšia riečna terasa v doline Hrona je terasa hronského pravobrežia, označovaná ako druhá, čiže hlavná stredná terasa. Zaraduje sa do staršieho rissu (Halouzka, 1998). V dĺžke vyše 25 km vytvára rozľahlý pás na pravom brehu Hrona od Veľkého Ďura až do z. okolia Hronoviec. Tvoria ju drobnozrnné a strednozrnné piesčité štrky s polohami pieskov. Celá terasa má plochu vyše 50 km². Predstavuje spojenie dvoch terasových úsekov. Prvý, priečne poklesnutý úsek – tzv. locká „terasa“ – prebieha v šírke až 2 km s hrúbkou štrkov až 10 m a bázou štrkov 9 – 10 m pod priemernou úrovňou Hrona od okrajov Veľkého Ďura až po priečnu hrast' Tekovského Hrádku. Na J od tejto hrasti po zúžení pri Turej sa začína druhý úsek – tzv. vyššia železovská terasa s šírkou okolo 3 km a hrúbkou akumulácie 5 – 7 m. Výška bázy štrkov v tomto úseku vo vzťahu k toku Hrona rastie od –4 m pod úrovňou Hrona na počiatku úseku až po úroveň +6 m nad Hronom pri Hronovciach. Stredný terasový stupeň je vyvinutý aj v celom úseku doliny Dunaja medzi Patincami a Štúrovom (s maximálnou hrúbkou 8 m) a sčasti aj v starej doline Žitavy.

Najnižšia (tretia) stredná terasa v doline Hrona patrí do mladšieho rissu (Halouzka, 1998). Je výrazne vyvinutá na pravom brehu Hrona. V severnom poklesovom úseku sú to piesčité štrky kalnianskej akumulácie hrubej 4 – 13 m, často s výrazným podielom hrubej frakcie a polohami pieskov. Ďalej na J sú to piesčité štrky sídelnej železovskej akumulácie s výrazným podielom drobnej frakcie.

Popri akumuláciách terasových stupňov značnú hrúbku dosahujú aj fluviálne sedimenty stredného a vrchného pleistocénu v superpozičnom vývoji vo vlastnej doline Hrona. Neotektonická subsidencia doliny severného úseku Dolnohronia pri úpätí Karpát vytvorila poklesové kozmálovské štruktúry, vyplnené komplexom štrkov a pieskov Hrona. V najhlbšej kryhe (kozmaľovskej depresii) kvartér dosahuje hrúbku 38 až 40 m. Poklesy sa začali pravdepodobne zakrátko po skončení sedimentácie lužiansko-brutskej terasy (Halouzka, 1998). Naspodku sú uložené štrky a piesky pravdepodobne risského veku, v ich nadloží nasledujú risské, prevažne stredno- a drobnozrnné piesčité štrky s hrubou ílovito-hlinitou medzivrstvou (interglaciál) a nad nimi prevažne stredno- až hrubozrnné piesčité štrky würmu s hlinito-štrkovou medzivrstvou.

Podstatnú časť Podunajskej pahorkatiny pokrývajú sedimenty vrchného pleistocénu a holocénu, uložené na predkvartérnych horninách alebo na starších pliocénnych sedimentoch. Relatívne najnižšie pieskoštrkové vrstvy kvartéru vyplňajú rôzne široké dná riek a potokov. Predstavujú sčasti dnovú akumuláciu, sčasti nízku terasu a majú würmský vek. Morfológicky najnižšiu pozíciu medzi terasami v doline Nitry a Váhu má nízka terasa (starší würm – Pristaš et al., 2000) vystupujúca v relatívnej výške 4 – 6 m (maximálne 8 m) nad riečnymi nivami tokov. Medzi Jatovom, Novými Zámkami a Šuranmi dosahuje šírku až 2,5 – 4 km. Báza štrkovej akumulácie nízkej terasy je zhruba na úrovni bázy štrkov dnovej akumulácie alebo mierne vyššie, miestami 3,5 – 4,0 m nad bázou štrkov nivy. Fluviálne sedimenty terasy sú tvorené piesčitými štrkami, pieskami a ílovito-prachovitými hlinami – močiarovými sprašami. Obliakový materiál je dobre opracovaný a vytriedený. Hrúbka akumulácie kolíše od 2 do 4 m. Močiarová spraš (prachovitá až piesčitá vápnitá hlina) na povrchu fluviálnej akumulácie nízkej terasy dosahuje medzi Jatovom a Novými Zámkami hrúbku 4 – 6 m. Na styku riečnych nív a terás Váhu a Nitry sa vyskytujú slabo vápnité a hlinité piesky s krátkym eolickým transportom. Medzi Šoporňou, Novými Zámkami a Šuranmi tvoria pozdĺžne pretiahnuté až elipsovité presypy smeru SZ – JV, prevyšujúce okolitý terén o 2 – 4 m (maximálne o 6 m).

V doline Hrona predstavuje nízku terasu (würm) v s. úseku tzv. sídelná terasa medzi Kalnou nad Hronom a Tekovským Hrádkom (Halouzka, 1998). Jej zväčša stredno- až hrubozrnné piesčité štrky dosahujú hrúbku až 26 m. Ich báza je –23 až –25 m pod úrovňou súčasného Hrona. Štrková akumulácia tohto veku je vyvinutá v menšej hrúbke aj na ľavom brehu Hrona. Ďalej na J je na pravom brehu vyvinutá turianska terasa. V terase aj v príľahlej širokej hronskej nive je báza štrkov na rovnakej úrovni, okolo –5 až –8 m pod priemernou hladinou Hrona. Celková hrúbka dnových pieskoštrkov v prípade terasy je 5 – 10 m a v prípade nivy 5 – 8 m. Nízky terasový stupeň tvorí spolu s poriečnou nivou jednotný sedimentačný cyklus aj v doline Dunaja s hrúbkou akumulácie prevažne 6 – 8 m, od Kravian nad Dunajom po Obid 6 až 12 m; na báze ide o štrky, smerom k povrchu sa sedimentácia zjemňuje až na povodňové hliny.

Najväčšie priestorové rozšírenie medzi kvartérnymi sedimentmi Trnavskej, Nitrianskej a Hronskej pahorkatiny majú pokryvy vrchnopleistocénnych spraší a sprašových hlín. Hrúbka spraší Nitrianskej pahorkatiny kolíše spravidla okolo 4 – 6 m, maximálne do 16 m (Košťálik, 1974), na Trnavskej a Hronskej pahorkatine však dosahuje až 40 m.

Podstatnú časť povrchového krytu nív Váhu, Nitry, Žitavy a Hrona tvoria fluviálne sedimenty holocénu. Najviac rozšírené sú tu hlinito-piesčité, ílovité a hlinité povodňové sedimenty uložené na fluviálnych pieskoch a piesčitých štrkoch dnovej akumulácie. Ich hrúbka odráža recentné pohyby a v doline Váhu a Dolnej Nitry dosahuje až 10 m (Pristaš et al., 2000). V doline Hrona je povrch holocénnej nivy vyvinutý v 2 stupňoch – v hlinitej fácií a v najmladšej, kamencovej (štrkovej) prikorytovej zóne Hrona.

4. HYDROGEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ

Väčšina hydrogeologických prieskumných prác, ako aj regionálnych štúdií sa na tomto území sústredila na podzemné vody kvartérnych kolektorov Podunajskej nížiny. V Trnavskej, Nitrianskej a Hronskej pahorkatine sa hydrogeologické prieskumné práce zamerali aj na podzemné vody neogénnych kolektorov do hĺbky okolo 300 až 400 m, t. j. v rozsahu akrotopogovej zóny v zmysle Kleczkowského (1966), čiže v zóne vôd využiteľných z kvalitatívneho hľadiska ako pitné vody. Malý počet prác sa zaoberal aj podzemnými vodami mezozoika a granitoidov Zobora a neovulkanitov Štiavnických vrchov. Hlboko uložené kolektory neogénu a mezozoika boli predmetom skúmania pri vyhľadávaní zdrojov geotermálnych vôd.

Hlavná pozornosť pri skúmaní podzemných vôd kvartérnych kolektorov sa sústredila na dunajské náplavy Žitného ostrova. Prvé vrtané studne sa začali v tomto území realizovať koncom 19. storočia. V r. 1930 až 1940 tu hĺbili studne najmä firmy Artesia a Duna. Hydrogeologický prieskum na zásobovanie obyvateľov a poľnohospodárskych podnikov pitnou a úžitkovou vodou sa tu začal uskutočňovať v päťdesiatych rokoch 20. storočia, väčšinou však mal lokálny charakter. Realizovali ho Zemevrtné závody Žilina, neskôr IGHP Žilina, Vodné zdroje Bratislava a ďalšie menšie organizácie. Prvý súhrn odborných poznatkov o dopĺňaní zásob podzemných vôd a ich drenáži podal Bella (1950). Od r. 1953 sa začalo aj pozorovanie hladín podzemnej vody (Zajíček, 1953, 1954). Na prvé poznatky týchto pozorovaní nadviazali práce Výskumného ústavu vodného hospodárstva Bratislava (Duba et al., 1955 a ďalší). Z metodického hľadiska prispel k určeniu prítoku vôd do kolektorov Žitného ostrova Gyalokay (1965). Režimom podzemných vôd Žitného ostrova sa v tomto období zaoberali aj Lehký a Gyalokay (1964), Gyalokay (1965) a Gažovič (1973).

Územie Žitného ostrova na základe archívnej dokumentácie a vlastných prieskumných prác hodnotil Bujalka (1960). Na základe poznatkov o zmenách kvality vody vo vertikálnom smere odporúča ako optimálnu hĺbku odberu podzemnej vody okolo 50 m pod terénom. Uvedený autor hodnotil aj ďalšie prieskumné práce v tomto území (Bujalka, 1962; Bujalka et al., 1967). Práca Jakubca a Porubského (1962) komplexne hodnotí všetky staršie práce spolu s vlastnými prieskumnými prácami. Lehký a Gyalokay (1964) venovali pozornosť drenáži podzemných vôd do Malého Dunaja a z pozorovaní v roku 1963 vyčíslili drénované vody v hodnote $8,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V rámci širšieho územia sa hydrogeológiou Žitného ostrova zaoberali aj Izsó a Pavúr (1966) a Porubský et al. (1965). Rozsiahly materiál zhodnotil Duba (1968), ktorý súčasne podal metodické návrhy na riešenie hydrologických a hydraulických problémov územia. Súvislosti podzemných vôd územia s vodami Dunaja hodnotil Gyalokay (1968). Návrhy vodárenských lokalít predkladali Elek a Lehký (1971) a Pospíšil (1972).

Celý rad hydrogeologických poznatkov (prevažne do hĺbky 30 m) sa získal v šesťdesiatych rokoch pri prvých prácach realizovaných pre projekciu výstavby dunajských vodných diel Gabčíkovo (Sladký et al., 1956; Hálek, 1965; Gyalokay et al., 1966 a i.) a Nagymaros (Jakubec et al., 1960; Duba, 1964).

V r. 1966 sa začal vyhľadávací hydrogeologický prieskum *Veľký Žitný ostrov – regionálny hydrogeologický prieskum*. Územie prieskumu sa krylo s hydrogeologickým rajónom *Q 103b Kvartér Podunajskej nížiny – Žitný ostrov*. Prieskum vykonával IGHP Žilina, závod Bratislava, v spolupráci s GÚDŠ Bratislava, VÚV Praha, VÚVH Bratislava a Ústavom užitej geofyziky Brno, závod Bratislava, a PriF UK Bratislava. Výsledky geofyzikálnych prác prezentoval Májovský (1969). Všetky práce potom zhodnotila záverečná správa (Porubský et al., 1971), obsahujúca popri inom aj významné hodnotenie kvality podzemnej vody a vyčíslenie využiteľného množstva podzemnej vody na ploche $1\,620 \text{ km}^2$. Z jej výsledkov vychádzali hydrogeologické prieskumy pre jednotlivé veľké zdroje a ďalšie regionálne prieskumy. Vyčíslené množstvá („zásoby“) schválila Komisia pre klasifikáciu zásob (KKZ) v kategórii C_2 . Problematikou ochrany podzemných vôd sa zaoberali v tom čase Gazda a Pospíšil (1974), pohyb podzemnej vody na základe analýz trícia skúmal Pospíšil (1976a). Neotektoniku územia vo vzťahu k hydrogeologickým pomeroch riešili Pospíšil et al. (1978).

Na základe projektu ďalších prieskumných prác (Pospíšil et al., 1973) sa realizoval regionálny prieskum (Repka et al., 1975; Repka, 1976; Repka a Bačová, 1978) s cieľom zhodnotiť prírodné pomery a vyčíslit'

využiteľné množstvo podzemnej vody. Vyčíslenie sa vykonalo na trojrozmernom modeli, pričom sa uvažovalo s odbernými množstvami vo vybraných oblastiach. Na schválenie v KKZ v kategórii C₁ sa navrhol 19,8 m³ · s⁻¹, v kategórii B 1,4 m³ · s⁻¹. V KKZ sa schválilo 14,8 m³ · s⁻¹ v kategórii C₁, niektoré lokality s vyčíslením využiteľného množstva však ležali mimo územie rajónu Q 052. Závažným poznatkom bolo dokumentovanie nevyhnutnosti odoberať podzemné vody z hĺbky väčšej ako 50 m, kde je zabezpečená kvalita vyhovujúca požiadavkám STN Pitná voda. K spresneniu obrazu o hydrogeológii Žitného ostrova prispelo aj spracovanie mapy zdrojov znečistenia a hrúbky pokryvných útvarov a poznatky o hrúbke prvej zvodne. Do vyčíslenia využiteľného množstva boli zahrnuté výsledky všetkých lokálnych prieskumov vykonaných do roku 1977, s výnimkou lokality Dobrohošť, kde využívanie limituje kvalita podzemnej vody. Chemické zloženie podzemných vôd na zostavenie mapy chemizmu podzemných vôd v mierke 1 : 200 000 hodnotil Gazda (1976), neotektonikou územia vo vzťahu k hydrogeologickým pomerom sa zaoberali Pospíšil et al. (1978), hydrogeologické pomery územia zhodnotili aj Pospíšil a Melioris (1981).

V osemdesiatych a deväťdesiatych rokoch sa štúdium podzemných vôd Žitného ostrova sústredilo na otázky súvisiace s výstavbou Vodného diela Gabčíkovo. Možným vplyvom sústavy vodných diel na podzemné vody sa zaoberali Lehocký et al. (1980). Výsledky režimových pozorovaní chemického zloženia podzemných vôd z r. 1979 – 1982 zhodnotil Klaučo (1982), vzťahy medzi povrchovými a podzemnými vodami v pririečnej zóne Dunaja z hľadiska ovplyvňovania kvality podzemných vôd skúmali Gazda et al. (1983). Opatrenia na ochranu podzemných vôd a vybudovanie pozorovacích vrtov navrhovali Fatulová a Bačová (1984), vodárenskú využiteľnosť podzemných vôd Žitného ostrova v podmienkach prevádzky vodného diela Gabčíkovo preveroval Hálek (1991). Regionálne zhodnotenie koeficientu filtrácie kvartérnych kolektorov Žitného ostrova podala Mišigová (1992), vplyv erózie koryta Dunaja na podzemné vody riešili Pospíšil a Kučera (1992). Dlhodobý vývoj režimu podzemných vôd Žitného ostrova hodnotili Lindtner a Chalupka (1992) a v súvislosti s uvedením vodného diela Gabčíkovo do prevádzky Mucha et al. (1995, 1999). Boli spracované nové hodnotenia režimu chemického zloženia vôd (Klaučo, 1992; Klaučo et al., 1993). Vplyv vodného diela Gabčíkovo na podzemné vody posudzovali Mucha et al. (1992a, 1995, 1999) a Zelina (1992), vplyv samočistiacich procesov na kvalitu podzemnej vody riešili Mucha et al. (1992b). O monitoringu podzemných vôd vo vzťahu k realizácii vodného diela Gabčíkovo informovali Mucha et al. (1995) a Rodák a Mucha (1995), environmentálne aspekty vodného diela sledovali Mucha et al. (1997). Procesy určujúce kvantitu a kvalitu podzemných vôd v prírtežnej zóne vodného diela skúmal Rodák (1999).

Zásadný význam pre súčasné hodnotenie využiteľného množstva podzemnej vody Žitného ostrova mala štúdia, ktorú vypracovali Šubová et al. (1993). Jej cieľom bolo na základe syntézy všetkých jestvujúcich podkladov a poznatkov komplexne prehodnotiť využiteľné množstvo podzemnej vody za stavu pred uvedením vodného diela Gabčíkovo do prevádzky. Jej významnou súčasťou boli čiastkové štúdie zamerané na hydraulické prehodnotenie využiteľného množstva podzemnej vody na základe modelovania (Mucha et al., 1993) a na hydrochemické zhodnotenie podzemných vôd (Klaučo et al., 1993). Po revízii starších výpočtov a na základe vykonaného modelovania dospela napokon štúdia k vyčísleniu celkového využiteľného množstva 17 700 l · s⁻¹, z toho 7 250 l · s⁻¹ v kategórii C₂ (na lokalitách Báč, Lehnice, Gabčíkovo, Baka a Biskupické rameno – Čilistov), 8 070 l · s⁻¹ v kategórii C₁ (na lokalitách Lehnice, Gabčíkovo, Jelka, Kalinkovo a Šamorín) a 2 380 l · s⁻¹ v kategórii A (na lokalitách Gabčíkovo, Jelka, Kalinkovo a Šamorín). Z uvedených záchytných území ležia lokality Kalinkovo, Šamorín a Biskupické rameno – Čilistov už mimo zmapovaného územia. Vyčíslené hodnoty neberú do úvahy zmeny v súvislosti s prevádzkou vodného diela.

Súčasne s regionálnym prieskumom prebiehali lokálne prieskumy. Po štúdiu v súvislosti s uvažovaným skupinovým vodovodom v lokalite Gabčíkovo (Porubský a Ondříková, 1967) sa na tejto lokalite uskutočnili prvé prieskumné práce v roku 1971 (Fatul, 1971). Lokalitu Gabčíkovo-Varjaš, označenú ako lokalita B (medzi odpadovým kanálom a starým Dunajom), skúmali Fatul (1974) a Fatulová (1974), ktorá na vyčíslenie využiteľného množstva použila metódu reálnych a fiktívnych studní. Pre alternatívu A lokality Gabčíkovo s uvažovaným odberom na S od lokality B (na J od obce pri ceste do Ňáradu) vypracovala hodnotenie Fatulová (1976) s vyčíslením využiteľného množstva 3 000 l · s⁻¹, schválených v kategórii C₁. Pri podrobnom prieskume súvisiacom so skupinovým vodovodom (Fatulová, 1984) sa tu realizovali vrty HAŠ-6 až HAŠ-13. Prieskumy na získanie lokálnych zdrojov na lokalite Gabčíkovo hodnotili Bukovská (1977) a Dzúrik et al. (1989).

Na lokalite Dobrohošť sa na základe prieskumu s 3 hydrogeologickými vrtmi (Pechočiaková, 1974) vyčíslilo využiteľné množstvo $1\,200\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Zhodnotenie režimu podzemnej vody na tejto lokalite na základe sledovania hladín a kvality podzemnej vody podali Repka et al. (1984). Ďalšie prieskumné práce viedol Hlavatý (1990). Uskutočnil sa tu aj výskum odberov až $6\,000\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ systémom 4 studní v štvorci so stranou 20 m, o ktorom informuje Hálek (1991).

Rozsiahly prieskum s vyčíslením využiteľného množstva na lokalite Jelka (Takáčová a Pospíšil, 1969) vyústil do využívania zdroja, ktorý je dnes jedným z hlavných zdrojov Podunajskej vodárenskej sústavy.

Posledný rozsiahlejší lokálny prieskum s väčším počtom vybudovaných pozorovacích objektov a vyčíslením využiteľného množstva (fiktívny rad) uskutočnili v okolí Lehníc Polák a Novomestská (1982). Spresnené využiteľné množstvo $750\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ bolo schválené v kategórii C₁. Ochranu zdrojov riešili Polák et al. (1983). Lokalitu Lehnice skúmali aj Šarlayová (1980) a Šopinec (1990).

Popri regionálnych a väčších lokálnych prieskumoch sa na území Žitného ostrova realizoval značný počet lokálnych prieskumov, spravidla v rozsahu 1 – 2 vrty (Bujalka, 1956; Krumlová, 1964; Pekař, 1965; Pechočiaková, 1966; Kršák, 1970; Šarlayová, 1971, 1975, 1986a, b; Žák, 1971; Pechočiaková a Hauskrecht, 1974; Tartal a Hauskrecht, 1974, 1975; Bukovská, 1976a, b; Noruláková, 1976; Ševčík a Hauskrecht, 1976; Árva, 1978; Bučeková, 1980; Bučeková et al., 1971; Jendraššák, 1981; Svorenčík a Novomestská, 1981; Bukvová a Molčíková, 1982; Lipovská, 1982, 1985a, b, 1986; Lipovská et al., 1985, 1987, 1988; Lipovská a Ševčík, 1986; Machmerová a Motlíková, 1983, 1985, 1988; Machmerová et al., 1984; Machmerová a Hlavatá, 1987; Machmerová, 1988; Némethyová et al., 1987; Dulovičová, 1988 a i.).

Podstatne menej pozornosti ako kvartéru Žitného ostrova sa venovalo podzemným vodám kvartérnych kolektorov v ostatných častiach územia. V šesťdesiatych rokoch tu väčšie prieskumné akcie v širšom území Podunajskej nížiny hodnotili Bujalka (1962), Izsó et al. (1965), Porubský et al. (1965), Izsó a Pavúr (1966) a Bujalka et al. (1967). Významné množstvo nových poznatkov o podzemných vodách kvartérnych a pliocénnych kolektorov v povodí Váhu priniesla rozsiahla štúdia o území medzi Váhom a Malým Dunajom, ktorú spracovali Sýkorová et al. (1992).

Značný počet drobných lokálnych prieskumov na zabezpečenie zdrojov podzemnej vody z kvartérnych kolektorov sa vykonal aj v jednotlivých častiach územia mimo Žitného ostrova – vo fluvialných sedimentoch Váhu napr. Kršák (1969), Tartal (1972), Laurenčík (1983), Bartková a Solymosiová (1986) a i., v kvartérnych uloženiach rieky Nitra Žák (1973), Polák et al. (1975), Ševčík (1985), v sedimentoch Nitra a Žitavy Bartková et al. (1988) a i. a v kvartéri Dunaja medzi Komárnom a Štúrovom Porubský (1958), Fatul (1975), Jalč et al. (1979) a i. Súhrnné zhodnotenie náplavov Nitra od Nitra po Nové Zámky spracovala Hároníková (1988). Väčší počet lokálnych prieskumov sa realizoval najmä vo fluvialných kvartérnych kolektoroch v doline Hrona: Tužinský (1963), Bátory (1967a, b), Ondzíková et al. (1969), Némethyová a Bukovská (1973), Noruláková et al. (1976), Jalč (1980, 1982), Lipovská (1981), Némethyová a Novomestská (1981), Šarlayová et al. (1983), Kertész et al. (1984), Šarlayová a Novomestská (1985), Žák (1988) a iní.

Veľmi významné a rozsiahle regionálne prieskumy sa na tomto území sústredili aj na podzemné vody neogénnych kolektorov v hĺbke do 300 – 400 m. Predchádzali im regionálne štúdie o podzemných vodách neogénnych kolektorov Podunajskej nížiny (Fatul a Haviarová, 1973; Beňák a Pospiechová, 1979) a pahorkatín (Porubský, 1974). Štúdiu o hydrogeológii dubníckej depresie spracovala Bukvová (1982).

Regionálny prieskum Trnavskej tabule (podmalokarpatská oblasť neogénu) zhodnotili Fatulová et al. (1989). V dolnovážskej oblasti neogénu medzi Váhom a Malým Dunajom boli predmetom regionálnej štúdie neogénne kolektory spolu s kolektormi kvartéru (Sýkorová et al., 1992). Malá plocha na v. okraji územia bola predmetom vyhľadávacieho prieskumu Ipel'skej pahorkatiny (Fecek, 1981).

Dva rozsiahle regionálne prieskumy s väčším počtom hydrogeologických vrtov sa realizovali v jv. časti komjatickej priehlbiny a v z. časti železovskej priehlbiny v hronsko-žitavskej oblasti neogénu. Predmetom vyhľadávacieho prieskumu jv. časti komjatickej priehlbiny (Machmerová et al., 1992) bolo územie, ktorého kontúra prebieha od Dvorov nad Žitavou na S cez Dolný Ohaj a Maňu, odtiaľ k j. okraju Malých Kozmálovíc, po toku Hrona až po Šarovce a smerom na ZJZ cez Koltu k Dvorom nad Žitavou (územie prieskumu bolo označené ako „levická hrast“ v zmysle staršieho geologického členenia v rozpore so súčasným vymedzením turovsko-levickej hrasti). Pri tomto prieskume sa realizovalo 9 uzlov, združujúcich vždy niekoľko čerpacích a pozorovacích vrtov s otvorením rôznych hĺbkových intervalov. Vyhľadávacie prieskum dubníckej depresie (Čubrík et al., 1995) – t. j. západnej časti železovskej priehlbiny priliehajúcej na JV k okraju kom-

jatickej priehlbiny – skúmal podzemné vody neogénu medzi Dvormi nad Žitavou, Koltou, Málašom, Gbelcami a Svätým Petrom. Pri prieskume sa realizovalo 14 čerpacích a 18 pozorovacích vrtov na 7 lokalitách.

Popri regionálnych prieskumoch sa v jednotlivých oblastiach neogénu skúmali podzemné vody neogénu vrtmi do hĺbky 300 – 400 m na zabezpečenie lokálnych zdrojov. Tieto vrty hodnotili napr. v podmalokarpatskej oblasti na Trnavskej tabuli Frankovič (1960), Hyroššová (1969), Laurenčík (1984), Fatulová a Bačová (1988), Dulovičová a Novomestská (1989), Jalč a Tomanovič (1997) a i., v dolnovážskej oblasti Kršák (1971), Takáčová (1972), Jalč a Motlíková (1974), Noruláková (1979), Porubský a Lamoš (1980), Repka et al. (1981), Fatul (1985), Laurenčíková (1986), Ševčík (1986, 1987a, b), Šuchová a Nigrínyová (1988), Dobrovoda (1990, 1991), Varjú (2001) a v hransko-žitavskej oblasti napr. Kertész a Motlíková (1980), Hušek (1980), Polák a Novomestská (1982), Richter a Motlíková (1984), Kertész et al. (1984), Fatul (1989) a i. Hydrogeologickou problematikou úložiska rádioaktívneho odpadu jadrovej elektrárne Mochovce sa zaoberali Árva et al. (1981), Beňák et al. (1981), Vranovský et al. (1997), Svetík et al. (1997) a Abrahám (1998). Celkové hodnotenie perspektív získania využiteľných zdrojov pitných vôd z neogénnych kolektorov podali Fatul (1973) a Porubský (1974).

Podzemné vody granitoidov a mezozoika Zobora boli predmetom regionálneho prieskumu, ktorého výsledky uvádzajú Bím et al. (1984). Drobné akcie tu hodnotili Bím a Bačová (1986) a Laurenčíková (1990). Neovulkanity Štiavnických vrchov na S na tektonickom styku s neogénom čajkovskej prepadliny na S od Levíc skúmali Škvarka (1969a, b, 1971), Hlavatý (1969, 1974) a Batory et al. (1981a).

Súhrnné hydrogeologické hodnotenie niektorých častí územia listu Nitra do vysvetliviek ku geologickým mapám spracovali Pospíšil (1976), Remšík (1988), Benková (1998) a Švasta a Remšík (2000), súborné hydrogeologické zhodnotenie územia okresu Galanta podali Benková et al. (1998). Hydrogeologickú mapu sv. časti Podunajskej nížiny spolu s rozsiahlou štúdiou spracovali Malík et al. (1999), hydraulické parametre hornín širšieho okolia Levíc skúmal Olekšák (2002).

Mimoriadne veľký počet nepublikovaných aj publikovaných prác sa venoval problematike vyhľadávania a využitia geotermálnych vôd Podunajskej nížiny. Zdrojmi geotermálnych vôd z územia listu Nitra sa zaoberali Franko (1964, 1971, 1975, 1980, 1986, 1989, 2000, 2001), Porubský (1970a), Gaža a Holéczyová (1971, 1972), Franko a Gaža (1972), Franko a Zbořil (1972), Gaža (1972), Holéczyová (1972, 1974), Čermák a Gaža (1973), Franko a Mucha (1974), Holéczyová a Porubský (1974), Remšík a Franko (1978), Remšík et al. (1979a, b, 1980, 1984, 1990, 1992), Bondarenková et al. (1980, 1983, 1984, 1985a, b, 1986a, b, 1989, 1998), Hrouzek (1982), Bondarenková a Roháčiková (1984), Franko et al. (1984a, b, c, 1986, 1989, 1995, 2000), Klágo et al. (1984), Franko a Fendek (1985), Remšík (1987), Fendek et al. (1989), Franko a Bodiš (1989), Fendek a Bodiš (1992), Bondarenková (1996), Fendek (1998) a Franko a Fendek (2000).

5. PREHL'AD HYDROGEOLOGICKÝCH POMEROV

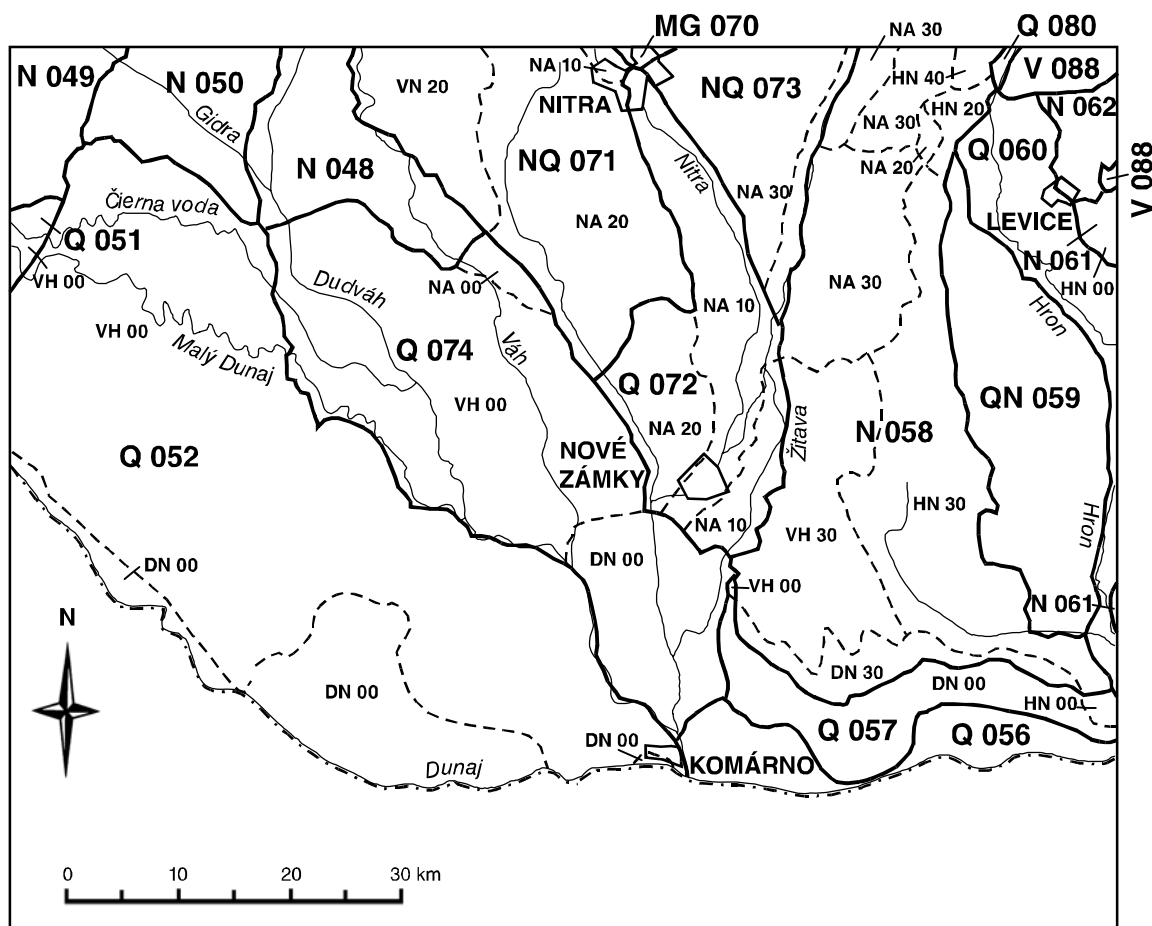
5.1. Regionálne hydrogeologické členenie, hydrogeologická rajonizácia

Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984, 1995) sa na zmapovanom území nachádzajú tieto rajóny (obr. 7):

- Q 048 Kwartér Váhu v Podunajskej nížine severne od čiar Palárikovo – Galanta (539,6 km²);
- N 049 Neogén Trnavskej pahorkatiny (453,1 km²);
- QN 050 Kwartér Trnavskej pahorkatiny (480,3 km²);
- Q 051 Kwartér západného okraja Podunajskej roviny (254,8 km²);
- Q 052 Kwartér juhozápadnej časti Podunajskej roviny (1 897,8 km²);
- Q 056 Kwartér Dunaja v úseku Veľké Kosihy – Chľaba (168,3 km²);
- Q 057 Kwartér dunajských terás na úpätí Hronskej pahorkatiny (196,7 km²);
- N 058 Neogén Hronskej pahorkatiny (1 061,4 km²);
- QN 059 Kwartér hronských terás v Podunajskej nížine (365,2 km²);
- Q 060 Kwartér nivy Hrona v Podunajskej nížine (279,2 km²);
- N 061 Neogén strednej a južnej časti Ipeľskej pahorkatiny (310,5 km²);
- N 062 Neogén Bátovskej pahorkatiny a Čejkovskej znížiny (98,7 km²);
- MG 070 Kryštalinikum a mezozoikum južnej a strednej časti Tribeča (351,9 km²);
- NQ 071 Neogén Nitrianskej pahorkatiny (1 577,0 km²);
- Q 072 Kwartér Nitry od mesta Nitra po Nové Zámky (376,4 km²);
- NQ 073 Neogén Žitavskej pahorkatiny (369,8 km²);
- Q 074 Kwartér medziriečia Podunajskej roviny (848,8 km²);
- Q 080 Kwartér nivy Hrona a Slatiny od Slovenskej Lupče po Tlmače (80,5 km²);
- V 088 Neovulkanity severných svahov Štiavnických vrchov a Javoria (1 003,2 km²).

Prevažná väčšina uvedených rajónov zasahuje do mapovaného územia iba menšou či väčšou časťou z celkovej uvádzanej plochy. Celou plochou ležia na území zobrazenom na liste Nitra iba hydrogeologické rajóny Q 057, QN 059, Q 072, Q 074 a takmer celý rajón Q 056. Niektoré rajóny sa členia na nasledujúce subrajóny a čiastkové rajóny (v zátvorke sa opäť uvádza ich celková plocha bez ohľadu na plochu, ktorou zasahujú na územie listu Nitra):

- Q 051:
 - DN 00 – subrajón povodia Dunaja (64,5 km²);
 - VH 00 – subrajón povodia Váhu (190,3 km²).
- Q 052:
 - DN 00 – subrajón povodia Dunaja (458,1 km²);
 - VH 00 – subrajón povodia Váhu (1 439,7 km²).
- Q 057:
 - DN 00 – subrajón povodia Dunaja (184,0 km²);
 - HN 00 – subrajón povodia Hrona (11,2 km²).
- N 058:
 - Subrajón povodia Nitry (308 km²):
 - NA 10 – čiastkový rajón neogénu severne od toku Širočina (124,4 km²);
 - NA 20 – čiastkový rajón neovulkanitov (5,5 km²);
 - NA 30 – čiastkový rajón neogénu južne od toku Širočina (178,3 km²).
 - Subrajón povodia Váhu (254,2 km²):
 - VH 30 – čiastkový rajón neogénu južne od potoka Liska (254,2 km²).



Obr. 7. Hydrogeologické rajóny (Šuba et al., 1995).

Subrajón povodia Hrona (413,7 km²):

HN 20 – čiastkový rajón neovulkanitov (26,1 km²);

HN 30 – čiastkový rajón neogénu južne od Kozmálovských vrškov (353,2 km²);

HN 40 – čiastkový rajón neogénu severne od Kozmálovských vrškov (34,4 km²).

Subrajón povodia Dunaja (85,3 km²):

DN 30 – čiastkový rajón neogénu (85,3 km²).

N 061:

HN 00 – subrajón povodia Hrona (109,0 km²).

MG 070:

NA 10 – čiastkový rajón skupiny Zobora (78,0 km²).

NQ 071:

Subrajón povodia Nitry (1 376,5 km²):

NA 10 – čiastkový rajón kvartéru Nitry a dolných tokov Bebravy a Nitrice (150,3 km²);

NA 20 – čiastkový rajón neogénu Nitrianskej pahorkatiny (1 158,8 km²).

Subrajón povodia Váhu (200,5 km²):

VH 20 – čiastkový rajón neogénu Nitrianskej pahorkatiny (200,5 km²).

Q 072:

Subrajón povodia Nitry (310,1 km²):

NA 10 – čiastkový rajón alúvia Nitry (203,3 km²);

NA 20 – čiastkový rajón kvartéru medzi Nitrou a Váhom (106,8 km²).

Subrajón povodia Váhu (66,3 km²):

VH 10 – čiastkový rajón kvartéru medzi Nitrou a Žitavou (66,3 km²).

NQ 073:

NA 10 – čiastkový rajón kvartéru Žitavy (55,3 km²);

NA 20 – čiastkový rajón neogénu (256,0 km²).

Q 074:

Subrajón povodia Váhu (753,5 km²):

VH 00 – čiastkový rajón kvartéru (753,5 km²).

Subrajón povodia Dunaja (69,9 km²):

DN 00 – čiastkový rajón kvartéru (69,9 km²).

Subrajón povodia Nitry (25,4 km²):

NA 00 – čiastkový rajón kvartéru (25,4 km²).

5.2. Hydrogeologické kolektory

Mezozoikum a kryštalinikum

Horniny mezozoika a kryštalinika vystupujú na povrch iba vo veľmi malých plochách v jz. výbežku Tribeča (Zobor). Kryštalinikum zastupujú biotitické kremenné diority a granodiority. Mezozoikum reprezentujú spodnotriasové kremence, stredotriasové vápence s polohami dolomitov, dolomity stredného až vrchného triasu, piesčité krinoidové a rohovcové vápence strednej a vrchnej jury a rohovcové vápence spodnej kriedy.

Podzemné vody pripovrchovej zóny kryštalinika môžu byť drénované spodnotriasovými kremencami na sz. okraji Tribeča alebo môžu prestupovať na v. okraji Tribeča do sedimentov neogénu a kvartéru. Hydrogeologicky priaznivé mezozoické sedimenty – triasové karbonáty s krasovo-puklinovou priepustnosťou – vystupujú na území len útržkovito v Zobore, na jeho jv. úpätí pri Pohraničiach a v pravobrežnej časti mesta Nitra. Odvodňujú sa v prameňoch a prestupoch do kvartérnych a neogénnych kolektorov.

Geotermálne vody v komárňanskej kryhe sa viažu na hlboko uložené triasové karbonáty s napájaním z J z pohorí Gerece a Pilis.

Neovulkanity

Neovulkanické horniny – andezity a ich pyroklastiká (tufy a tufity) – vystupujú na malej ploche v sv. cípe zmapovaného územia. Sedimenty neogénu (íly, tufity a slieňovce) na J od územia neovulkanitov vytvárajú bariéru podzemným vodám zostupujúcim z vulkanického komplexu. Škvarka (1974) uviedol, že vrchná časť vulkanického komplexu je silnejšie zvetraná, s puklinami vyplnenými produktmi zvetrávania. V prevažnej časti zlomových pásiem sú vo vrchnej časti slabšie priepustné pyroklastiká, kým vo väčšej hĺbke (30 – 100 m) sú priepustnejšie rozpukané andezity.

Neogénne sedimenty

V tejto kapitole sa hodnotia iba podzemné vody neogénu v hĺbke, ktorá umožňuje ich využitie ako pitné vody, t. j. iba vody akrotopogovej zóny v zmysle Kleczkowského (1966). Vody hlbšie uložených kolektorov sa opisujú v kapitole o minerálnych a termálnych vodách. Prvú rajonizáciu vôd neogénnych kolektorov Podunajskej nížiny navrhol Porubský (1964). Celé územie označil ako „podunajskú artézsku oblasť“, rozdelenú na „artézske rajóny“ – bratislavský, galantský, novozámocko-komárňanský a štúrovský. Odlišné delenie prezentovali Bujalka et al. (1967), ktorí vymedzili 3 „artézske“ rajóny – podkarpatský, dolnovážsky a hransko-žitavský. Fatul (1973) tu navyše vymedzil oblasť Žitného ostrova a oblasť Ipeľskej pahorkatiny. Od označovania napätých vrstvových vôd s výtláčnou hladinou pod terénom ako „artézske“ sa v súčasnosti upustilo, lebo je v rozpore s pôvodným významom termínu aj s platnou slovenskou terminológiou. Označenie „podkarpatský“ nahrádzame vhodnejším a presnejším označením, „podmalokarpatský“. Vzhľadom na odlišné použitie termínu „rajón“ v zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984, 1995) sme na označenie jednotlivých vymedzených územných jednotiek použili termín „oblasť“. V ďalšom texte tak vychádzame z upravenej kombinácie priestorového členenia vrstvových vôd neogénu na území podľa Bujalku et al. (1967) a Fatula (1973) v tejto forme:

– podmalokarpatská oblasť,

- dolnovážska oblasť,
- hronsko-žitavská oblasť,
- oblasť Ipeľskej pahorkatiny.

Treba upozorniť na skutočnosť, že členenie použité v nasledujúcom opise hydrogeológie neogénu a hydraulických vlastností neogénnych sedimentov sa líši od nomenklatúry a geologického členenia (Vass et al., 1988) uplatneného v kapitole *Prehľad geológie* a na obr. 6. Jednotlivé oblasti a opisované depresie sa líšia od vymedzenia jednotlivých panví a priehlbín. Pri hydrogeologickom opise neogénu sme však použili toto členenie v záujme zachovania aspoň minimálnej kontinuity s textom pôvodných vysvetliviek (Franko et al., 1976) a publikovanou mapou [Franko a Pospíšil (eds.), 1983].

Vďaka panvovej stavbe, prítomnosti kolektorov v najvrchnejších častiach neogénu a prepojeniu týchto kolektorov s povrchom alebo podzemnými vodami pripovrchových zvodní sú na tomto území priaznivé podmienky na vznik napätých vrstvomých vôd v neogénnych kolektoroch. Panvová stavba sa odráža v postupnom misovitom poklesávaní najmladších stupňov pliocénu od okrajov panvy do jej centra v okolí Gabčíkova. Sklon vrstiev upadajúcich do stredu depresie je zhruba 5°. Na s. okraji územia a medzi Komárnom a Nitrou je misovité poklesávanie zvýraznené poklesovou zlomovou tektonikou. Prítomnosť hydrogeologických kolektorov v najvrchnejších častiach neogénu je daný výskytom vrstiev a polôh pieskov a štrkov medzi pelitmi. Najvýznamnejšie vrstvomé kolektory pontu sú v strednej časti pliocénnej depresie, kde bolo poklesávanie najintenzívnejšie. Na okrajoch nížiny sa popri pieskoch usadzovali aj štrky. Vo v. časti nížiny, kde bolo poklesávanie najmenej intenzívne, je hrúbka pontu najmenšia a výskyt piesčitých polôh zriedkavejší, pričom ich hrúbka je menšia.

Podzemné vody plytko uložených kolektorov neogénu sa dopĺňajú zrážkami a povrchovými vodami na pahorkatinách a z kvartérnych riečnych kolektorov. Najlepšie a stále dopĺňanie vrstvomých vôd sa zabezpečuje z podzemných vôd kvartérnych riečnych kolektorov. V menšej miere sa vrstvomé vody neogénnych kolektorov dopĺňajú z povrchových tokov, kde neogénne kolektory v terénnych depresiách na pahorkatinách vychádzajú na povrch.

Na publikovanej hydrogeologickej mape (Franko a Pospíšil, 1983) je vyznačených okolo 170 vrtov do vrstvomých kolektorov neogénu, z toho v podmalokarpatskej oblasti 15, v dolnovážskej 63, v hronsko-žitavskej 77, v oblasti Ipeľskej pahorkatiny a neovulkanitov 9 a v oblasti Žitného ostrova 3. Hrúbka kolektorov v otvorených úsekoch vrtov sa najčastejšie pohybuje v rozmedzí 1 – 13 m s priemerom 5,3 m. Po doplnení novších údajov bolo možné z vrstvomých kolektorov neogénu do hĺbky 300 m zhodnotiť 30 údajov v podmalokarpatskej oblasti, 134 údajov v dolnovážskej oblasti, 195 údajov v hronsko-žitavskej oblasti a 8 údajov v oblasti Ipeľskej pahorkatiny.

So zreteľom na litologický charakter kolektorov neogénu ich charakterizuje priepustnosť medzizrnového typu (medzizrnovo-puklinovú alebo puklinovú priepustnosť majú iba paleogénne pieskovce v jv. časti územia medzi Kravanmi a Obidom). S kladnými výtlačnými úrovňami a artézskymi prelivmi vrtov do plytko uložených neogénnych kolektorov sa stretávame najmä medzi Šenkvicami a Vištukom v podmalokarpatskej oblasti, v okolí Galanty, Šale, Vlčian, Močenka, Mojmíroviec a Nových Zámkov v dolnovážskej oblasti a pri Nevidzanoch, Loku, Hule a Bátorových Kosihách v hronsko-žitavskej oblasti.

Podmalokarpatská oblasť sa rozprestiera v sz. časti územia na Z od spojnice obcí Kvetoslavov a Križovan nad Váhom. Medzi Križovanmi nad Váhom a Novou Dedinkou neogén zakrývajú spraše Trnavskej sprašovej tabule (v sv. časti oblasti sú pod sprašami piesčité štrky tejto tabule) a náplavy potokov Gidra a Sisek. Na J od tejto čiary neogén prekrývajú piesčité štrky. Takmer všetky vrty do neogénu sa v opisovanej časti podmalokarpatskej oblasti sústreďujú do územia prekrytého iba sprašami. Neogén na povrchu budujú sedimenty pontu a dáku, v podloží sú sedimenty panónu. Kolektory sú tvorené prevažne pieskami, ojedinele štrkami, pieskovecami, zlepenkami a šlírom. Štruktúrne založenie oblasti je dané postupným ponáraním v. svahov Malých Karpát a inovskej hrasti spolu s neogénnou výplňou po stupňovitých zlomoch smerom do blatnianskej priehlbiny. Stupňovité zlomové poklesy s výškou skoku až 300 m v sz. časti oblasti prerušujú súvislé pokračovanie kolektorov, takže rozsiahlejšie nádrže vrstvomých vôd sa tu nevytvorili.

Dolnovážska oblasť je najpriaznivejšia a súčasne aj najrozsiahlejšia oblasť spomedzi opisovaných oblastí neogénu. Zaberá celú centrálnu časť Podunajskej panvy od Dunaja až po j. výbežky Tribeča; zo štruktúrneho hľadiska k nej patrí aj oblasť Žitného ostrova, opísaná osobitne. Východnú hranicu tvorí rieka Nitra, ďalej Žitava v úseku Úľany nad Žitavou – Dvory nad Žitavou a odtiaľ prebieha táto hranica smerom k Iži na V od

Komárna. Obdobne, ako bola jeho z. hranica (v. hranica podmalokarpatskej oblasti) štruktúrne vymedzená okrajovými zlomami (ciferskými a trnavskými) inovskej hrasti, je štruktúrne vymedzená aj v. hranica oblasti. Tvorí ju systém šurianskych, levických, novozámockých, hurbanovských a komárňanských zlomov smeru JZ – SV až ZJZ – VSV. Tieto zlomy oddeľujú centrálnu depresiu od dubníckej depresie, patriacej už do hronsko-žitavskej oblasti. Takmer v celej oblasti sa vrstvové vody viažu na sedimenty pontu alebo pontu a dáku. V ich podloží sú sedimenty panónu. Južne od Nitrianskej a Žitavskej pahorkatiny sú sedimenty pontu a dáku prekryté piesčito-štrkovými uloženinami kvartéru. V ich podloží v území medzi Šamorínom, Vojtechovcami, Janovcami, Majcichovom, Galantou, Poľným Kesovom, Milanovcami, Veľkým Cetínom, Dolným Ohajom, Dvormi nad Žitavou a Ižou sú vyvinuté štrky a piesky rumanu (kolárovske súvrstvie). Vrstvy dáku, pontu a panónu sa z okrajov oblasti skláňajú do jej stredu – do centrálnej depresie. Priaznivé štruktúrne podmienky na vývoj rozsiahlejších vrstvových nádrží podzemnej vody sú vytvorené v pokojných s. častiach oblasti, akými sú jz. časti galantsko-rišňovskej depresie (medzi inovskou a nitrianskou hrast'ou) a komjatickej depresie (medzi nitrianskou a levickou hrast'ou). Priaznivé podmienky sú aj v centrálnej depresii, do ktorej uvedené depresie postupne prechádzajú. Hrúbka sedimentov pontu a dáku je pomerne veľká a pohybuje sa od 200 – 500 m na inovskej hrasti do 2 000 m v strede centrálnej depresie pri Gabčíkove. Vrstvy pontu a dáku sa tak ako v predchádzajúcej oblasti usadzovali vo fluvialno-lakustrickom prostredí. Predstavujú striedajúce sa íly a piesky s ojedinelými polohami štrkov. V severnej časti oblasti s ponorenými chrbtami Tribeča a Považského Inovca je vývoj sedimentov najpestrejší, s častým striedaním kolektorov a izolátorov. Smerom do stredu panvy menšie polohy kolektorov sa vyklinujú a zachovávajú sa iba súvislé hrubšie vrstvy.

Územie Žitného ostrova, ktoré pôvodne vyčlenil Fatul (1973) ako samostatný „rajón“, je z hľadiska štruktúrnej príslušnosti súčasťou dolnovážskej oblasti. Vzhľadom na bohaté zdroje podzemnej vody v kolektoroch kvartéru a rumanu sú tu vrty na získanie pitnej vody v kolektoroch pontu a dáku celkom ojedinelé. Najvýznamnejším kolektorom pontu a dáku sú tu piesčité štrky kolárovskeho súvrstvia.

Hronsko-žitavská oblasť leží na V od dolnovážskej oblasti, na V až po rieku Hron a na J po Dunaj. Popri nížinnej časti zasahuje aj do Žitavskej a Hronskej pahorkatiny. Západná hranica sa zhoduje s v. hranicou dolnovážskej oblasti, v. hranicu tvorí hronský zlom – tektonické rozhranie Podunajskej nížiny a Ipel'skej pahorkatiny, v ktorej vystupujú na povrch staršie sedimenty sarmatského veku. Z neogénnych štruktúr sú v tejto oblasti zastúpené v zmysle nového regionálneho geologického členenia (Vass et al., 1988) v. časť komjatickej depresie, z. časť železovskej priehlbiny a najvýchodnejší cíp Gabčíkovskej panvy spolu so štúrovským paleogénom. Franko et al. (1976) tu popri sv. časti komjatickej depresie vymedzili levickú hrast', dubnícku depresiu a komárňanskú okrajovú kryhu.

Pod kvartérnymi uloženinami tu vystupujú sedimenty dáku, pontu a panónu. Sedimenty panónu vystupujú pod kvartérom zhruba vo v. polovici oblasti na V od čiary Volkovce – Machovce – Dolný Pial – Farná – Ľuba – Kravany nad Dunajom a vo v. a s. časti Žitavskej pahorkatiny. V ostatných častiach oblasti sú panónske sedimenty prekryté vrstvami pontu a dáku. Na SV sa spod panónskych sedimentov vynárajú neovulkanity Kozmálovských vŕškov, po obvode lemované sarmatskými ílmi, pieskami, pieskovicami, štrkami a zlepenkami. Tie isté sedimenty sa spolu so sedimentmi paleogénu nachádzajú pod uloženinami kvartéru v jv. časti oblasti na JZ od kravianskeho a hronského zlomu. Panón a pont – dák vychádzajú pod kvartérne spráše alebo priamo na povrch na Žitavskej a Hronskej pahorkatine, inde sú prekryté kvartérnymi štrkovými náplavami riek. Sedimenty sarmatu, panónu a pontu – dáku upadajú od j., v. a sv. okrajov oblasti smerom do centrálnej depresie dolnovážskej oblasti, pričom rastie aj ich hrúbka.

Vývoj a zloženie sedimentov pontu – dáku je podobné ako v dolnovážskej oblasti, vcelku však hronsko-žitavská oblasť je na nádrže vrstvových podzemných vôd v neogénnych kolektoroch chudobnejšia. Je to dané jednak neprítomnosťou sedimentov pontu – dáku vo v. časti oblasti, jednak väčším tektonickým porušením. Podobne ako v dolnovážskej oblasti, aj tu je najpestrejší vývoj na S. Vo v. časti komjatickej priehlbiny prevažujú v panóne piesky a štrky nad aleuritickými ílmi. Pri okrajoch priehlbiny prevažujú detritické sedimenty a íly sú zriedkavé, v z. časti sú piesky a štrky zastúpené zriedkavejšie. So vzd'alovaním od okrajov priehlbiny pribúdajú polohy piesčitých ílov. Pont je vo v. časti vyvinutý nepravidelne, ale z hydrogeologického hľadiska najpriaznivejšie. Dosahuje hrúbku až 200 m a predstavuje striedanie pieskov, štrkov a aleuritických ílov. Patria k nemu aj tzv. nemčinianske štrkopiesky. Smerom do stredu panvy pribúdajú pelity, štrky a piesky sa rýchlo vyklinujú a zachovávajú sa iba najvýraznejšie polohy jemnozrnných pieskov. Podľa Brestenskej (1964) je na S od čiary Zobor – Kalná nad Hronom vrchný pliocén vyvinutý slabou alebo

celkom chýba, na juh od nej má značnú hrúbku. Súčasne je to hranica medzi severnejším, detritickejším a južným, pelitickejším vývojom. Vo v. časti oblasti je zastúpený iba panón, na piesčité polohy chudobnejší ako pont – dák, ktorý naň nasadá na Z. Hrúbka pliocénu od v. okraja oblasti postupne na Z rastie až na hrúbku do 2 000 m (z toho hrúbka pontu – dáku na Pohronskej tabuli dosahuje až 600 m).

Oblasť *Ipeľskej pahorkatiny* zaberá na zmapovanom území iba úzky pruh na sv. okraji. Väčšia časť prislúcha k územiu Bátovskej kotliny, kde sú kolektory reprezentované pieskovecami, tufmi a tufitmi, ojedinele štrkami a pieskami. V doline Hrona ich tvoria piesky, ojedinele piesčité štrky.

Kvartér

Najdôležitejší hydrogeologický celok na území zobrazenom na liste Nitra sú kvartérne náplavy jednotlivých riek. Pokrývajú prevažnú väčšinu územia. Osobitné postavenie majú sedimenty Dunaja, vodohospodárskym významom vysoko prevyšujúce ostatné náplavy. Významné sú svojou hrúbkou a hydraulickými vlastnosťami najmä v oblasti gabčíkovskej depresie. Vplyv premenlivej transportnej sily Dunaja a jeho divočenie po ploche dunajského náplavového kužeľa v období kvartéru sa prejavil v heterogénnej sedimentácii s premenlivou zrnitosťou. Neustále menenie koryta, jeho prekladanie a vytváranie bočných ramien mali za následok zrnitostne nevyrovnanú sedimentáciu. V tesnej blízkosti tu možno nájsť vedľa seba piesky a štrky, ktoré sa na veľmi krátku vzdialenosť vyklinujú a opäť sa objavujú. Pri z. okraji územia sa často vyskytujú hrubozrné štrky s pieskom s priemerom obliakov až vyše 100 mm.

Zväčšujúca sa hrúbka sedimentov od okrajov územia k stredu Žitného ostrova naznačuje vplyv tektoniky (Pospíšil et al., 1978). Najväčšia hrúbka sa vyskytuje na línii Šamorín – Rohovce – Nárada s maximom v oblasti Baky a Gabčíkova. Redukcia sedimentov nastáva na gabčíkovských zlomoch (západný o 150 m, východný o 80 m). Zakončenie celej depresie v pozdĺžnom smere je dané systémom zlomov pri Klížskej Nemej, ktoré redukujú hrúbku štrkov s pieskami lokálne až na 15 m. V území na S od Komárna ide už iba o hrúbku 5 – 12 m.

Od stredu Žitného ostrova na S sa postupne tiež redukuje hrúbka náplavov, až v území na J od Malého Dunaja hrasť neogénnych ílov znižuje hrúbku komplexu štrkov a pieskov na 50 m. Za ňou nastáva nové prehlbovanie a pri Malom Dunaji (vrt MD-1; Takáčová a Pospíšil, 1969) štrky dosahujú hrúbku 100 m. Ďalej na S – v okolí Jelky – dosahujú štrky hrúbku 40 – 65 m, smerom k Sencu však ich hrúbka klesá na 8 – 12 m. Smerom na východ hrúbka štrkov rastie na vyše 100 m pri Kolárove. Za Kolárovom smerom na V sa hrúbka značne redukuje až na 10 – 12 m v blízkosti rieky Nitry.

V území od Klížskej Nemej po Štúrovo tvoria náplavy Dunaja len úzky pás pri rieke a ďalej smerom na S sú vyvinuté staršie dunajské terasy. Medzi Čičovom, Trávníkom a Klížskou Nemou sa objavujú prvé ílovité preplástky už v hĺbke 14 – 15 m, pod nimi sú však vyvinuté ešte viaceré, prevažne piesčité polohy. Smerom na V je hrúbka náplavov premenlivá (na V od Veľkých Kosíh 7 až 21 m, pri Zlatnej na Ostrove 10 – 12 m, v úzkom pruhu na V od Zlatnej 13 – 16 m, ďalej ku Komárnu okolo 10 m a medzi Komárnom a Obidom piesky a drobné štrčky majú hrúbku 5 – 12 m). V oblasti Čenkovského lesa a Kravian nad Dunajom majú štrkové a piesčité náplavy hrúbku 6 – 11 m, na J od Mužly a Obidu 5 – 6 m.

Podzemná voda v náplavoch má bezprostredný vzťah k hladine v rieke. Za súčasného stavu hlavným zdrojom dopĺňania podzemných vôd je rieka Dunaj. Jej vplyv so vzdialenosťou od toku vyznieva a v strede Žitného ostrova nie je možné podľa údajov režimového pozorovania identifikovať bezprostredný a jednoznačný vplyv Dunaja. Významnou črtou sedimentov Dunaja je ich anizotropia, čo možno využiť pri ochrane kvality zdrojov podzemnej vody. Podzemná voda je do hĺbky okolo 30 m znečistená najmä poľnohospodárskou činnosťou a na zásobovanie pitnou vodou nevyhovuje. Na odber vody sa preto využívajú hlbšie polohy náplavov. Anizotropia sťažuje prítok vody z malej hĺbky a prípadný prítok nekvalitnej vody prichádzajúci k aktívnym úsekom studní pretekaním z malej hĺbky po zmiešaní s kvalitnou vodou z hĺbky väčšej ako 50 m nevyvolá podstatné zhoršenie kvality odoberanej vody. Pre hydrogeologické pomery kvartérnych uloženín na Žitnom ostrove malo zásadný význam vybudovanie Vodného diela Gabčíkovo.

Náplavy dolného toku Váhu v s. časti územia tvoria štrky, ale smerom na J prechádzajú do hrubozrnných pieskov s drobným štrkom (okolie Zemného).

Náplavy Nitry a Hrona tvoria drobné štrky a ich hrúbka sa pohybuje okolo 10 m. Ich podzemná voda je však znečistená a obsah Fe a Mn ju vylučuje z využitia bez úpravy. Dunajské a hronské terasy veľký hydrogeo-

logický význam nemajú. Ich podzemné vody však možno využiť na miestne zásobovanie. Zaberajú pomerne rozsiahle plochy. Na báze majú štrky a piesčité štrky hrubé 2,5 až 5 m, ojedinele aj vyše 5 m. Nad nimi sú prachovité a piesčité hliny, spraše a viate piesky. Východne od Marcelovej smerom k Štúrovu spraše dosahujú hrúbku až 15 m. Petrograficky majú štrky podobné zloženie ako würmské náplavy Dunaja, iba na štúrovskej terase sa objavujú aj obliaky vulkanitov. Štrky sú strednozrné, obliaky veľké až 30 cm sú iba ojedinelé.

5.3. Vodné dielo Gabčíkovo a podzemné vody

Projekt Gabčíkovo – Nagymaros mal za cieľ nielen produkciu elektrickej energie, ale jeho cieľom bolo aj zlepšenie splavnosti Dunaja, riadenie prietoku a prechodu ľadu a ochrana prírodného prostredia. Projekt predpokladal zmeny prirodzeného režimu a prietoku Dunaja v úseku hať Dunakiliti – vyústenie kanála pri Sape. Stály prítok do riečnych ramien mali zabezpečovať hate pri Dunakiliti na maďarskej strane a pri Dobrohošti na slovenskej strane. Hrúbka dunajských štrkov stúpa od niekoľko metrov pri Bratislave (za z. okrajom zmapovaného územia) až do 462 m pri Gabčíkove, odkiaľ klesá na niekoľko metrov v smere toku od Sapu ku Komárnu.

Tektonická subsidencia územia determinovala sklon povrchu terénu, rýchlosť prúdenia v Dunaji a následne aj vytvorenie tzv. dunajskej vnútrozemskej delty – aluviálnej delty niže granitového prahu pri Bratislave s jej typickou morfológiou – vetvením Dunaja do premenlivých riečnych meandrov, so sedimentáciou hrubozrnných sedimentov, zmenami gradientu a podobne. Hornou hranicou vývoja delty bol granitový prah podložia vyše Bratislavy, dolnou hranicou andezitový prah niže Štúrova pri Nagymarosi. Veľká vnútrozemská delta predstavuje značne priepustný a rozsiahly hydrogeologický kolektor schopný viesť a akumulovať značný objem podzemnej vody. Voda z Dunaja infiltruje do deltových sedimentov a prúdi vo forme podzemnej vody zhruba rovnobežne s Dunajom. Smerom po toku klesá sklon rieky, sedimenty sa zjemňujú a ich priepustnosť klesá. Podzemná voda sa potom vracia do Dunaja prostredníctvom riečnych ramien, prítokov Dunaja a drenážnych kanálov. Zmeny prirodzených podmienok prúdenia nastávajú na granitových a andezitových prahoch ohraničujúcich deltu zhora a zdola, ako aj v miestach, kde sklon toku výrazne klesá spolu s poklesom rýchlosti prúdenia. Práve na takýchto miestach sa navrhlo vybudovanie vodných diel Gabčíkovo, Wolfsthal v Rakúsku a Nagymaros v Maďarsku.

Intenzívna výstavba hrádz v 20. storočí mala za následok výrazné zvýšenie a oveľa strmší nástup prietokových maxim Dunaja. Výstavba hrádz narušila prirodzenú zonálnosť vegetácie smerom od toku k vyššiemu okoliu toku a značná časť pôdy na vyššie položených miestach sa začala poľnohospodársky využívať. V priestore medzi hrádzami začali súčasne oveľa častejšie vznikať záplavy plôch medzi hrádzami a riečne ramená sa tu intenzívnejšie preplachovali a zbavovali nánosov. Obmedzilo sa aj spontánne meandrovanie toku a komunikácia medzi ramenami. Tieto aktivity mali za následok:

- väčšiu hĺbku vody a oveľa väčšiu rýchlosť prietoku v Dunaji spolu so zvýšením erózie,
- pokles transportu cez granitový prah na hornom okraji vnútrozemskej delty, zníženie riečnej sedimentácie a intenzívnejšiu eróziu v riečnom koryte,
- prerušenie komunikácie s riečnymi ramenami a ich vysychanie,
- celkový pokles hladiny vody v Dunaji,
- celkový pokles úrovni podzemnej vody a zmeny v prúdení podzemnej vody.

Dlhodobý významný pokles úrovni podzemnej vody počas posledných 30 rokov pred uvedením gabčíkovského vodného diela do prevádzky bol zreteľný najmä v hornej časti Podunajskej nížiny v okolí Bratislavy. Tento pokles dlhodobo negatívne ovplyvnil prírodné podmienky najmä v inundačnom území a mal za následok negatívne dôsledky pre poľnohospodárstvo, lesné hospodárstvo a zdroje podzemnej vody.

Vďaka vybudovaniu Vodného diela Gabčíkovo je v súčasnosti zabezpečený trvalý prítok do riečnych ramien na oboch brehoch Dunaja. Plochy pokryté povrchovou vodou sa zväčšili a kvalita vody v riečnych ramenách sa veľmi výrazne zlepšila (Mucha et al., 1999). Pomery v riečnych ramenách sú blízke pomerom z 60. rokov 20. storočia pred intenzívnym vybudovaním hrádz na brehoch Dunaja. Inundačné plochy na slovenskej strane – územie medzi Dunajom a ochrannými hrádzami – boli niekoľkokrát umelo zaplavené na základe záverov biologického monitoringu. Hlavným efektom vybudovania vodného diela bolo všeobecné zvýšenie hladiny podzemnej vody, najmä v územiach postihnutých v predchádzajúcom období dlhodobým sústavným poklesom hladiny.

6. HYDRAULICKÉ VLASTNOSTI HORNÍN

6.1. Zásady hodnotenia

V pôvodnom rukopise vysvetliviek k listu Nitra (Franko et al., 1976) boli uvedené spravidla iba rozpätia rádov hodnôt hydraulických parametrov hornín príslušného celku alebo územia. V územiach, kde bol k dispozícii dostatočný počet údajov z hydrodynamických skúšok vo vrtoch, sme pri prepracovaní pôvodného textu na základe týchto údajov prehodnotili pôvodné regionálne hodnotenie hydraulických parametrov hornín s použitím postupov navrhnutých a aplikovaných v našich starších prácach (Jetel, 1968, 1974, 1985a, b, 1993, 1995). Uplatnili sme pri tom najnovšie inovácie spresňujúce a optimalizujúce získané výsledky hodnotenia (Jetel, 1998, 2002b).

Základným princípom regionálneho hodnotenia bolo maximálne využitie dostupných archívnych informácií z hydrodynamických skúšok stanovením hodnôt aproximatívnych logaritmických parametrov odvodených z mernej výdatnosti – indexu priepustnosti Z (Jetel, 1964, 1968) a indexu prietočnosti Y (Jetel a Krásný, 1968; Jetel, 1974). Po stanovení súhrnných štatistických charakteristík distribúcie týchto parametrov v jednotlivých litostratigrafických jednotkách, litofáciách a častiach územia sa potom transformáciou týchto charakteristík na geohydraulické parametre odvodili adekvátne charakteristiky distribúcie hodnôt koeficientu prietočnosti T a koeficientu filtrácie k v jednotlivých súboroch.

Odhady štatistických charakteristík rozdelenia hodnôt koeficientu prietočnosti T jednotlivých hodnotených súborov údajov sa odvodzovali zo zodpovedajúcich charakteristík rozdelenia aproximatívneho logaritmického parametra – indexu prietočnosti Y – podľa vzťahu (Jetel, 1985a, b, 1995)

$$T = \text{antilog}(Y + d - 9) = 10^{(Y+d-9)},$$

kde d = logaritmická prepočtová diferencia. Hodnoty prepočtovej diferencie odvodené podľa tejto závislosti z príslušných hodnôt indexu prietočnosti Y sa potom použili aj pri odvodení hodnôt koeficientu filtrácie k z indexu Z podľa vzťahu

$$k = \text{antilog}(Z + d - 9) = 10^{(Z+d-9)}.$$

Pri adekvátnej transformácii podľa uvedených vzťahov zodpovedajú minimálnym, maximálnym a mediánovým hodnotám indexov Y a Z rovnaké štatistické charakteristiky [minimá, maximá a mediány – $Md(k)$ a $Md(T)$] koeficientov prietočnosti T a filtrácie k . Pri prepočte priemerných hodnôt logaritmických parametrov Y a Z na príslušné priemerné hodnoty koeficientu prietočnosti T a koeficientu filtrácie k však vzhľadom na logaritmický charakter indexov Y a Z zodpovedajú aritmetickým priemerom logaritmických parametrov $M(Y)$ a $M(Z)$ hodnoty geometrických priemerov koeficientov prietočnosti a filtrácie $G(T)$ a $G(k)$. Preto ich stanovíme s použitím rovníc (Jetel, 1995):

$$\begin{aligned} G(T) &= \text{antilog}[M(Y) + d - 9] = 10^{[M(Y)+d-9]}, \\ G(k) &= \text{antilog}[M(Z) + d - 9] = 10^{[M(Z)+d-9]}. \end{aligned}$$

Normálne (Gaussovo) rozdelenie logaritmických parametrov Y a Z indikuje lognormálne (Galtonovo) rozdelenie príslušného nelogaritmického koeficientu (T , k). Variabilitu možno charakterizovať smerodajnou odchýlkou logaritmického parametra, ktorá je prakticky totožná so smerodajnou odchýlkou logaritmov nelogaritmického koeficientu (Jetel, 1995).

Pri kvartérnych kolektoroch sme pri prepočte hodnôt indexu prietočnosti Y na zodpovedajúce odhady hodnôt koeficientu prietočnosti T použili hodnoty logaritmicko-prepočtovej diferencie d , stanovené na základe zovšeobecneného empirického vzťahu

$$d = 0,07 Y - 0,29,$$

ktorý sme pôvodne odvodili pre fluválne kvartérne kolektory Košickej kotliny v predchádzajúcich prácach (Jetel a Vranovská, 1989; Jetel, 1998a). Pri kolektoroch sedimentárneho neogénu sme pri prepočte hodnôt

aproximatívnych logaritmických parametrov – indexov Y a Z – na príslušné odhady koeficientu prietochnosti T a koeficientu filtrácie k použili na stanovenie logaritmickej prepočtovej diferencie d vzťahu

$$d = 0,07 Y - 0,09,$$

odvodený pôvodne pre neogén Košickej kotliny (Jetel, 1993, 1998), zovšeobecnením uvedeného vzťahu stanoveného pre jednotlivé vrty. Pri hodnotení súborov údajov z neovulkanitov sa prepočtová diferencia stanovala z empirického vzťahu (Jetel, 1993)

$$d = 0,13 Y - 0,40,$$

ktorý používa pri zhodnotení neovulkanitov aj Olekšák (2002a, b).

Pri klasifikácii hydraulických parametrov hornín je v ďalšom texte použitá osemstupňová klasifikácia priepustnosti kolektorov (Jetel, 1982) a šesťstupňová klasifikácia prietochnosti zvodnencov (Krásný, 1993).

V súboroch s dostatočným množstvom údajov o dĺžke a hĺbkovej pozícii otvoreného úseku sa skúmala aj regresná závislosť indexu priepustnosti Z od hĺbky stredu otvoreného úseku H_m , vyjadrená lineárnou regresnou rovnicou typu

$$Z = a + b H_m.$$

Hodnoty výberového koeficientu lineárnej korelácie r a parametrov regresnej rovnice a , b spolu s vyjadrením štatistickej istoty P (%) existencie lineárnej korelácie v danom súbore údajov uvádza tabuľka 6.

6.2. Mezozoické horniny

Hydraulické vlastnosti jurských a sčasti aj strednotriasových a spodnokriedových vápencov Zobora skúmali Bím et al. (1984). Zistené hodnoty indexu prietochnosti v úsekoch do hĺbky 100 – 170 m (výnimočne 315 m) na zmapovanom území a na jeho s. okraji (tab. 4) majú rozpätie $Y = 5,64 - 7,11$ s aritmetickým priemerom $M(Y) = 6,26$ a smerodajnou odchýlkou $s(Y) = 0,45$. Priemerná efektívna prietochnosť skúmaných úsekov tak zodpovedá vysokej prietochnosti triedy IIc. Priemernú priepustnosť vzťahujúcu sa na celú dĺžku otvorených úsekov vyjadrujú hodnoty indexu priepustnosti $Z = 3,55 - 5,12$ s aritmetickým priemerom $M(Z) = 4,27$ (tab. 5). Priemernú priepustnosť vápencov v skúšaných úsekoch tak možno označiť ako miernu (IV. trieda, priemerný koeficient filtrácie v ráde $n \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Závislosť priepustnosti od hĺbky v skúmanom súbore údajov z mezozoických karbonátov (tab. 6) nie je štatisticky významná.

Súbory:

- N1 neogén podmalokarpatskej oblasti,
- N2 kolárovske piesky – roman (na území okresu Galanta),
- N3 kolárovske štrky a piesky – roman (na území okresu Galanta),
- N4 volkovské piesky – dák (na území okresu Galanta),
- N5 volkovské štrky a piesky – dák (na území okresu Galanta),
- N6 neogénne piesky medziriečia,
- N7 neogénne piesčité štrky medziriečia,
- N8 neogén dolnovážskej oblasti – vrty s údajmi o hodnote Y ,
- N9 neogén dolnovážskej oblasti – vrty s úplnou dokumentáciou,
- N10 staršie vrty v neogéne jv. časti komjatickej priehlbiny,
- N11 nové vrty v neogéne jv. časti komjatickej priehlbiny,
- N12 staršie vrty v kolektoroch romanu v dubníckej depresii (z. časti železovskej priehlbiny),
- N13 staršie vrty v kolektoroch dáku v centrálnom pruhu dubníckej depresie,
- N14 staršie vrty v kolektoroch dáku mimo centrálného pruhu dubníckej depresie,
- N15 staršie vrty v kolektoroch pontu v dubníckej depresii,
- N16 nové vrty v dubníckej depresii (z. časti železovskej priehlbiny),
- N17 neogén hronsko-žitavskej oblasti – vrty s údajmi o hodnote Y ,
- N18 neogén hronsko-žitavskej oblasti – vrty s úplnou dokumentáciou,
- N19 neogén Ipel'skej pahorkatiny (okolie Levíc),
- N20 volkovské súvrstvie – dák (piesky, štrky) v sv. časti Podunajskej nížiny,

- N21 volkovské súvrstvie – dák (piesky, štrky) v širšom okolí Levíc,
- N22 ivanské súvrstvie – panón (piesky štrky) v sv. časti Podunajskej nížiny,
- N23 vrábeľské súvrstvie – sarmat (piesky, silty, pieskovce) v širšom okolí Levíc.

Oblasť neogénu: pm = podmalokarpatská, dv = dolnovážska, hž = hronsko-žitavská, ip = Ipeľskej pahorkatiny; charakteristika: N = neogén; pNr, šNr = piesky romanu, štrky a piesky romanu; pN, šN = neogénne piesky, neogénne štrky; Nd = dák, Npa = panón, Ns = sarmat; Mz-Zo = mezozoikum j. časti Zobora.

Na získanie údajov na zostavenie jednotlivých súborov boli použité tieto zdroje: N2 – N5: Benková et al. (1998), N6 a N7: Sýkorová et al. (1992), N10 a N11: Machmerová et al. (1993), N12 – N16: Čubrik et al. (1995), N20 a N22: Malík et al. (1999), N21 a N23: Cicmanová a Olekšák (2001), Olekšák (2002), Mz: Bím et al. (1984).

Tab. 4. Rozdelenie hodnôt indexu prietochnosti *Y* v súboroch údajov z neogénnych a mezozoických kolektorov do hĺbky 400 m.

Súbor	Oblasť	Charakteristika	<i>n</i>	<i>Y</i> min	<i>Y</i> max	Md (<i>Y</i>)	M (<i>Y</i>)	S (<i>Y</i>)
N1	pm	N	30	4,02	7,03	5,80	5,74	0,621
N2	dv	pNr	44	4,65	6,96	5,82	5,83	0,515
N3	dv	šNr	25	4,02	7,66	5,91	5,87	0,800
N4	dv	pNd	63	4,38	7,00	5,70	5,71	0,563
N5	dv	šNd	9	5,35	6,68	6,10	6,19	0,406
N6	dv	pN	20	5,15	6,63	5,84	5,89	0,493
N7	dv	šN	46	3,70	7,31	5,99	5,95	0,732
N8	dv	N	134	3,70	7,31	5,90	5,89	0,647
N9	dv	N	70	4,09	7,30	5,88	5,82	0,633
Súbor	Oblasť	Charakteristika	<i>n</i>	<i>Y</i> min	<i>Y</i> max	Md (<i>Y</i>)	M (<i>Y</i>)	S (<i>Y</i>)
N10	hž	N	97	3,95	6,45	5,18	5,16	0,511
N11	hž	N	23	4,08	6,74	4,96	5,11	0,607
N12	hž	Nr	9	5,31	6,25	5,95	5,78	0,350
N13	hž	Nd	8	4,78	6,60	5,65	5,64	0,622
N14	hž	Nd	47	4,07	5,87	5,25	5,22	0,301
N15	hž	Npt	5	4,90	6,77	5,35	5,45	0,990
N16	hž	N	14	4,58	5,86	5,36	5,28	0,394
N17	hž	N	195	3,56	6,81	5,20	5,21	0,594
N18	hž	N	109	3,56	6,81	5,31	5,27	0,646
N19	ip	N	8	4,21	5,68	5,05	5,04	0,535
N20	hž + ip	Nd	17	4,67	5,92	5,22	5,20	0,420
N21	hž + ip	Nd	50	3,26	5,92	5,06	4,93	0,656
N22	hž + ip	Npa	39	3,35	6,45	5,27	5,23	0,691
N23	hž + ip	Ns	65	4,41	6,27	5,45	5,32	0,443
Mz		Mz-Zo	7	5,64	7,11	6,20	6,26	0,450

n = počet údajov; *Y* min, *Y* max, Md(*Y*), M(*Y*) = minimálna hodnota, maximálna hodnota, medián a aritmetický priemer indexu prietochnosti *Y*; s(*Y*) = smerodajná odchýlka indexu *Y*.

Tab. 5. Rozdelenie hodnôt indexu priepustnosti *Z* v súboroch údajov z neogénnych a mezozoických kolektorov do hĺbky 400 m.

Súbor	Oblasť	Charakteristika	<i>n</i>	<i>Z</i> min	<i>Z</i> max	Md (<i>Z</i>)	M (<i>Z</i>)	S (<i>Z</i>)
N1	pm	N	30	3,40	6,21	4,81	4,80	0,721
N9	dv	N	68	3,09	6,15	4,73	4,74	0,701
N11	hž	N	23	3,00	5,48	4,96	4,10	0,579
N12	hž	Nr	9	4,15	5,04	4,75	4,76	0,440
N13	hž	Nd	8	3,03	5,50	4,50	4,54	0,852
N14	hž	Nd	47	2,85	5,15	4,05	3,98	0,521
N15	hž	Npt	5	3,70	5,72	4,25	4,38	1,003
N16	hž	N	14	3,26	4,48	4,01	4,00	0,354
N18	hž	N	106	2,56	6,15	4,20	4,21	0,703
N19	ip	N	6	2,91	4,69	3,95	3,90	0,661
N21	hž + ip	Nd	50	2,05	5,48	3,66	3,54	0,796
N23	hž + ip	Ns	65	2,16	4,58	3,49	3,58	0,585
Mz		Mz-Zo	7	3,55	5,21	4,28	4,27	0,572

n = počet údajov; *Z* min, *Z* max, Md(*Z*), M(*Z*) = minimálna hodnota, maximálna hodnota, medián a aritmetický priemer indexu prietochnosti *Z*; s(*Z*) = smerodajná odchýlka indexu *Z*. Ostatné symboly ako v tab. 4.

Tab. 6. Charakteristiky závislosti hodnôt indexu priepustnosti Z v súboroch údajov z neogénnych a mezozoických kolektorov od hĺbky.

Súbor	n	h_{\max}	H_{\min}	H_{\max}	$Md(H)$	P (%)	r	a	b	Z_{50}	Z_{100}	Z_{200}
N1	30	200	10	167	43	96,5	-0,387	5,17	-0,007 84	4,78	4,69	3,61
N9	69	412	11	333	66	100,0	-0,603	5,26	-0,006 20	4,96	4,65	4,03
N11	23	233	43	227	127	79,8	-0,276	4,45	-0,002 64	4,32	4,19	3,92
N16	14	295	43	263	136	-	(0,062)					
N18	105	315	13	310	78	99,98	-0,352	4,60	-0,003 97	4,40	4,20	3,80
N19	6	178	23	165	52	85,3	-0,668	4,46	-0,008 23	4,05	3,64	2,81
Mz	7	315	69	184	88	(46,4)	-0,285	4,66	-0,003 74	4,47	4,29	3,91

h_{\max} = maximálna hĺbka dolného okraja skúšaného úseku, H_{\min} = minimálna hĺbka stredu skúšaného úseku, H_{\max} = maximálna hĺbka stredu skúšaného úseku, $Md(H)$ = medián hĺbok stredu skúšaného úseku, P = štatistická istota existencie lineárneho korelačného vzťahu, r = výberový koeficient lineárnej korelácie, a = lokujúca regresná konštanta, b = regresný koeficient; Z_{50} , Z_{100} , Z_{200} = očakávaná priemerná hodnota indexu Z v hĺbke 50, 100 a 200 m. Označenia súborov ako v tab. 4.

Hydraulické vlastnosti hlboko uložených triasových dolomitov a vápencov sú známe z geotermálnych vr-
tov v komárňanskej a levickej kryhe (tab. 23). Koeficient prietochnosti skúšaných úsekov v rozpätí hĺbky
155 – 1 964 m sa pohybuje v hodnotách $T = 5 \cdot 10^{-5} - 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, výnimočne (vo vrte FGŠ-1 Štúrovo
medzi hĺbkou 72 – 132 m) s extrémne vysokou hodnotou $T = 1,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Skúšané úseky (s výnimkou
vrtu FGŠ-1) možno klasifikovať ako zvodnence s nízkou až miernou (strednou) prietochnosťou III. – IV.
triedy. Koeficient priepustnosti skúšaných úsekov má hodnoty $K = 1,7 \cdot 10^{-3} - 15 \mu\text{m}^2$ s extrémnym maximom
560 μm^2 vo vrte FGŠ-1. Koeficient filtrácie skúšaných karbonátov mezozoika v danej hĺbke sa pohybuje
v rozpätí $k = 4 \cdot 10^{-7} - 7 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (výnimočne $8 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ vo vrte FGŠ-1). V priemere patria do triedy
IV (mierne priepustné kolektory).

6.3. Neovulkanity

Údaje o hydraulických vlastnostiach neovulkanických hornín na tomto území sú iba ojedinelé. Sú to
údaje z j. okraja Hodrušskej hornatiny, sčasti už z neovulkanitov zasahujúcich do podložia neogénu v Čaj-
kovej zníženine v s. časti Ipeľskej pahorkatiny. Z vrtu HŠ-4 v Rybníku, ktorý zastihol zlomové pásmo,
voľne vytekalo $50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ vody teplej $19 \text{ }^\circ\text{C}$, pri krátkodobej skúške sa čerpalo až $70 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Z vrtu HŠ-6 vy-
tekalo $30 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ vody teplej $18 \text{ }^\circ\text{C}$ a čerpalo sa $50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Index prietochnosti charakterizujúci toto zlomové
pásmo dosahuje hodnoty $Y = 6,90 - 7,10$ (vysoká až veľmi vysoká prietochnosť I. – II. triedy). Ďalšie vrty
(Hlavatý, 1969) s menšou výdatnosťou sa vyvíjajú mimo tohto pásma pri Gondove (HV II: $14,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri
znížení 19 m) a Čajkove (HV I: $5,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení 9 m). Zistené hodnoty indexu prietochnosti indikujú
v týchto vrtoch miernu (strednú) až vysokú prietochnosť neovulkanických zvodnencov II. – III. triedy. Pri
Novej Dedine sa realizoval vrt HGND-1 (Hlavatý, 1974) s výdatnosťou $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení o 38 m, čo zod-
povedá iba nízkej prietochnosti IV. triedy.

Vzhľadom na malý počet údajov priamo z územia listu Nitra poskytujú reprezentatívnejšiu predstavu
o distribúcii hodnôt hydraulických parametrov v neovulkanitoch štúdie, ktoré charakterizujú neovulkanity
širšej oblasti Štiavnických vrchov (Olekšák, 2002a, b; Cicmanová a Olekšák, 2001) v sv. časti okresu Levi-
ce. Hodnoty indexu prietochnosti tu ležia v intervale $Y = 3,42 - 7,22$ s aritmetickým priemerom $M(Y) = 5,52$
a smerodajnou odchýlkou $s(Y) = 0,79$. Geometrický priemer koeficientu prietochnosti má hodnotu $G(T) =$
 $6,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, čo zodpovedá zvodnencom s miernou (strednou) prietochnosťou a vysokou variabilitou pri-
etochnosti (trieda IIIId).

Priemernú priepustnosť skúšaných úsekov charakterizuje index priepustnosti v rozpätí $Z = 1,63 - 5,51$
s priemerom $M(Z) = 3,95$ a smerodajnou odchýlkou $s(Z) = 0,84$ (Olekšák, 2002a). Z hodnoty $M(Z)$ možno
odvodiť odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k) = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, takže ide v priemere
o mierne priepustné kolektory s veľmi veľkou variabilitou priepustnosti (trieda IVe).

6.4. Neogénne sedimenty

Kolektory v hĺbke do 400 m

Podmalokarpatská oblasť

Z dokumentácie vrtov v akrapogovej zóne podmalokarpatskej oblasti na zmapovanom území bolo možné vyhodnotiť 30 údajov o prietochnosti a priepustnosti (súbor N1). Efektívnu prietochnosť skúšaných úsekov neogénu do maximálnej hĺbky 200 m (tab. 4) charakterizujú hodnoty indexu prietochnosti Y 4,02 – 7,03 s aritmetickým priemerom $M(Y) = 5,74$ a smerodajnou odchýlkou $s(Y) = 0,62$. Aritmetickému priemeru $M(Y)$ zodpovedá geometrický priemer koeficientu prietochnosti $G(T) = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Priemernú prietochnosť neogénnych zvodnencov v skúšaných úsekoch tak možno označiť ako miernu až vysokú, s veľkou variabilitou (trieda II d – III d). Maximálna výdatnosť vrtov má rozpätie 0,26 – 27 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. Najvyššia prietochnosť (predovšetkým zvodnencov romanu) sa vyskytuje v priestore Veľký Grob – Čataj – Cífer – Hrnčiarovce nad Parnou s mernou výdatnosťou $q = 0,23 - 10,71 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, strednou mernou výdatnosťou $Md(q) = 1,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a s priemerným koeficientom prietochnosti $G(T) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Najnižšia prietochnosť (spravidla menšia ako $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) sa vyskytuje v okolí Báhoňa, Vištuka, Šenkvic a Blatného (merná výdatnosť $q = 0,01 - 0,16 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $T < 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Priemernú priepustnosť v skúšaných úsekoch (pri vzťahnutí dosiahnutej výdatnosti na celú dĺžku otvoreného úseku vo vrte) vyjadruje index priepustnosti Z v rozpätí 3,40 – 6,21 s priemerom $M(Z) = 4,80$ a smerodajnou odchýlkou $s(Z) = 0,72$ (tab. 5). Priemernej hodnote $M(Z)$ zodpovedá geometrický priemer koeficientu filtrácie $G(k) = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, takže ide v priemere o dosť silno priepustné kolektory s veľkou variabilitou priepustnosti (trieda III d). Prejavuje sa tu štatisticky významná závislosť (so štatistickou istotou 96,5 %) priemernej priepustnosti od hĺbky (tab. 6), ktorú opisuje lineárna regresná rovnica $Z = 5,17 - 0,00784 H_m$ s korelačným koeficientom $r = -0,387$.

Dolnovážska oblasť

Z dolnovážskej oblasti je k dispozícii väčší počet údajov rôzneho charakteru (súbory N2 – N9) umožňujúcich charakterizovať distribúciu prietochnosti skúmaných neogénnych zvodnencov (tab. 4 a 7) a pre väčšinu vrtov aj priemernú priepustnosť skúmaných neogénnych kolektorov (tab. 5 a 7).

Súhrnné spracovanie hydraulických parametrov skúšaných úsekov romanu (súbory N2 a N3 – kolárovske súvrstvie) a dáku (súbory N4 a N5 – volkovské súvrstvie) na území okresu Galanta podali v regionálnej štúdií Benková et al. (1998). Charakteristiky priemernej prietochnosti (tab. 4 a 7) v skúšaných zvodnencoch romanu triedy II c a II d [N2: $M(Y) = 5,83$, $G(T) = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; N3: $M(Y) = 5,87$, $G(T) = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$] sú veľmi blízke charakteristikám uvedeným v prípade neogénu podmalokarpatskej oblasti, pričom rozdiel medzi úsekmi tvorenými pieskami a štrkami v kolárovskom súvrství nie je významný. Iba veľmi málo významný je rozdiel medzi pieskami a štrkami v skúšaných úsekoch volkovského súvrstvia [N4: $M(Y) = 5,71$, $G(T) = 1,05 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, trieda II c – III c; N5: $M(Y) = 6,19$, $G(T) = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, II c] s vyšším výberovým priemerom v úsekoch s výrazným zastúpením štrkov.

Značný počet údajov o mernej výdatnosti a indexe prietochnosti uvádzajú Sýkorová et al. (1992) z územia označeného ako „medziriečie Podunajskej nížiny“, ktoré sa zhruba zhoduje s vymedzením hydrogeologického rajónu Q 074 vo verzii rajonizácie z r. 1984 (Šuba et al., 1984). Kontúra tohto územia prebieha od Rece (na V od Senca) cez Veľké Úľany, Vozokany, Topoľníky, sv. okolie Zemianskej Olče, s. okolie Kameničnej po Hurbanovo a odtiaľ cez Bajč, Nové Zámky, jz. okolie Palárikova, Selice, Šaľu, Galantu a Sládkovičovo späť k Reci. Pomerne značná časť tohto územia predstavuje j. polovicu územia galantského okresu, takže bola súčasťou územia, ktoré neskôr hodnotili Benková et al. (1998). V súčasne platnej rajonizácii (Šuba et al., 1995) „medziriečie Podunajskej nížiny“ zahŕňa okrem prevažnej väčšiny rajónu Q 074 malú plochu v s. časti rajónu Q 052, malú časť rajónu Q 052 na pravom brehu Malého Dunaja a Váhu medzi Topoľníkmi a Kolárovom a napokon menšiu plochu rajónu Q 072 pri Nových Zámkoch. Z údajov, ktoré uvádzajú vo svojej štúdií Sýkorová et al. (1992), bolo so zreteľom na jednoznačnú stratigrafickú identifikáciu možné použiť na hodnotenie charakteristík prietochnosti 20 údajov z neogénnych

pieskov (súbor N6) s geometrickým priemerom koeficientu prietochnosti $G(T) = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a 46 údajov z neogénnych štrkov (súbor N3) s charakteristikou $G(T) = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. V priemere ide o zvodnence s vysokou prietochnosťou (trieda IIc a IId).

Tab. 7. Priemerné hodnoty koeficientu prietochnosti T a koeficientu filtrácie k v skúmaných súboroch údajov z neogénnych kolektorov do hĺbky 400 m.

Súbor	Obsah	n	$G(T)$ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	c_T	n	$G(k)$ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	c_k						
Podmalokarpatská oblasť													
N1	N	30	$1,1 \cdot 10^{-3}$	IIId – IIIId	30	$1,3 \cdot 10^{-4}$	IIIId						
Dolnovážska oblasť													
N2	pNr	44	$1,4 \cdot 10^{-3}$	IIc									
N3	šNr	25	$1,6 \cdot 10^{-3}$	IId									
N4	pNd	63	$1,05 \cdot 10^{-3}$	IIc – IIIc									
N5	šNd	9	$3,4 \cdot 10^{-3}$	IIc									
N6	pN	20	$1,6 \cdot 10^{-3}$	IIc									
N7	šN	46	$1,9 \cdot 10^{-3}$	IId									
N8	N	134	$1,6 \cdot 10^{-3}$	IId									
N9	N	70	$1,4 \cdot 10^{-3}$	IId				68	$1,1 \cdot 10^{-4}$	IIIId – IVd			
Hronsko-žitavská oblasť													
N10	N	97	$2,7 \cdot 10^{-4}$	IIIc									
N11	N	23	$2,4 \cdot 10^{-4}$	IIIId				23	$2,3 \cdot 10^{-5}$	IVc			
N12	N	14	$3,6 \cdot 10^{-4}$	IIIb				14	$1,9 \cdot 10^{-5}$	IVb			
N13	N	195	$3,1 \cdot 10^{-4}$	IIIc									
N14	N	109	$3,5 \cdot 10^{-4}$	IIIId	106	$3,1 \cdot 10^{-5}$	IVd						
Oblasť Ipeľskej pahorkatiny													
N15	N	8	$2,0 \cdot 10^{-4}$	IIIc	6	$1,4 \cdot 10^{-5}$	IVd						
Spojené súbory z hronsko-žitavskej oblasti a oblasti Ipeľskej pahorkatiny													
N16	Nd	17	$3,0 \cdot 10^{-4}$	IIIc									
N17	Nd	50	$1,5 \cdot 10^{-4}$	IIIId				50	$6,2 \cdot 10^{-6}$	Vd			
N18	Npa	39	$3,2 \cdot 10^{-4}$	IIIId									
N19	Ns	65	$4,0 \cdot 10^{-4}$	IIIc							65	$7,3 \cdot 10^{-6}$	Vc

Vymedzenie súborov a ich obsahu je uvedené pri tab. 4.

n = počet údajov; $G(T)$ = geometrický priemer koeficientu prietochnosti T ; c_T = trieda prietochnosti podľa klasifikácie, ktorú navrhol Krásný (1993); $G(k)$ = geometrický priemer koeficientu filtrácie k ; c_k = trieda priepustnosti (Jetel, 1982).

Po doplnení údajov uvedených v pôvodnom texte vysvetliviek (Franko et al., 1976) o údaje, ktoré uvádzajú Sýkorová et al. (1992), a o údaje z nových vrtov situovaných v dolnovážskej oblasti neogénu bol zostavený súbor 134 údajov o prietochnosti neogénnych zvodnencov dolnovážskej oblasti (súbor N8, tab. 4) s rozpätím indexu prietochnosti $Y = 3,70 - 7,31$, aritmetickým priemerom $M(Y) = 5,89$ a smerodajnou odchýlkou $s(Y) = 0,65$. Podľa zodpovedajúceho geometrického priemeru koeficientu prietochnosti $G(T) = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ možno priemernú prietochnosť skúšaných neogénnych zvodnencov dolnovážskej oblasti označiť ako vysokú, s veľkou variabilitou (trieda IId). Maximálna výdatnosť prevažnej väčšiny vrtov sa pohybuje od $0,20$ do $33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ s mediánom okolo $4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Merná výdatnosť vrtov v neogénnych kolektoroch dolnovážskej oblasti dosahuje maximálne hodnoty okolo $20 - 50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, v 90 % prípadoch však ležia v intervale $q = 0,06 - 8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Medián hodnôt mernej výdatnosti $Md(q) = 0,79 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Najvyššia priemerná úroveň prietochnosti neogénnych zvodnencov v dolnovážskej oblasti $G(T) = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ je charakteristická pre územie na dolnom toku Nitra a Váhu v pruhu, ktorý sa tiahne od Lipovej v s. okolí Šurian cez Nové Zámky, Starú Gútu a Vrbovú nad Váhom až po v. časť Žitného ostrova pri Kameničnej a Okoličnej na Ostrove. Merná výdatnosť má v tejto najpriaznivejšej časti dolnovážskej oblasti rozpätie $q = 0,23 - 20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ okolo mediánu $Md(q) = 3,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Vysoká priemerná prietochnosť s priemerom $G(T) = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ je potom príznačná aj pre celé širšie územie vymedzené čiarou Tvrdošovce – s. okolie Šurian – Nové Zámky – Hurbanovo – Komárno – Trstice – Vlčany – Žihárec – Tvrdošovce s mernou výdatnosťou v rozsahu $q = 0,01 - 20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s mediánom $Md(q) = 1,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Úplnú dokumentáciu s údajmi o prietochnosti aj priepustnosti poskytli v dolnovážskej oblasti hydrodynamické skúšky zo 70 úsekov s maximálnou hĺbkou 412 m (súbor N9). Charakteristiky prietochnosti [$Y = 4,09 - 7,30$, $M(Y) = 5,82$, $G(T) = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$] sa výrazne nelíšia od charakteristík širšieho súboru N8. Priemernú priepustnosť skúšaných úsekov charakterizuje rozpätie indexu $Z = 3,09 - 6,15$ s aritmetickým priemerom $M(Z) = 4,74$ a smerodajnou odchýlkou $s(Z) = 0,70$. Podľa zodpovedajúcej hodnoty geometrického priemeru $G(k) = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ možno klasifikovať priemernú priepustnosť skúšaných neogénnych kolektorov dolnovážskej oblasti ako dosť silnú, s veľkou variabilitou (trieda III_d). Mimoriadne štatisticky významná ($P = 100,0 \%$) je závislosť priemernej priepustnosti od hĺbky. Pokles priemernej hodnoty indexu priepustnosti Z s hĺbkou stredu skúšaného úseku H_m opisuje regresná rovnica

$$Z = 5,26 - 0,00620 H_m$$

s výberovým koeficientom lineárnej korelácie $r = -0,603$. Ako ukazujú odhady indexu Z pre vybranú hĺbku, oproti očakávanej hodnote $Z = 4,96$ v hĺbke 50 m klesá očakávaná hodnota v hĺbke 200 m na 4,03, t. j. takmer o jeden rád priepustnosti. Túto skutočnosť treba brať do úvahy pri porovnávaní údajov z úsekov s odlišnou hĺbkovou pozíciou a pri prognózach priepustnosti v jednotlivých oblastiach.

Hronsko-žitavská oblasť

Z hronsko-žitavskej oblasti neogénu je k dispozícii najväčší počet údajov o prietochnosti a priepustnosti zo všetkých vymedzených oblastí neogénu na zmapovanom území (súbory N10 – N18 a sčasti aj N20 – N23). Prispeli k tomu najmä regionálne štúdie a záverečné správy z vyhládavacieho prieskumu, ktoré tu prezentovali Machmerová et al. (1993) pre z. jv. časti komjatickej priehlbiny („levickú hrast“) a Čubrík et al. (1995) zo z. časti železovskej priehlbiny („dubnickej depresie“). Celková úroveň prietochnosti a priepustnosti je v tejto oblasti nižšia ako v susednej dolnovážskej oblasti. Z juhovýchodnej časti komjatickej priehlbiny je k dispozícii 97 údajov o prietochnosti zo starších vrtov [súbor N10: $M(Y) = 5,16$] a 23 údajov o prietochnosti a priepustnosti z nových vrtov vyhládavacieho prieskumu [súbor N11: $M(Y) = 5,11$, $G(T) = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $M(Z) = 4,10$, $G(k) = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$].

Z „dubnickej depresie“, t. j. zo z. časti železovskej priehlbiny podali Čubrík et al. (1995) oddelené zhodnotenie starších vrtov v kolektoroch romanu, dáku a pontu (súbory N12 – N15). V súbore N12 reprezentujúcom kolektory romanu s mernou výdatnosťou $q = 0,20$ až $1,8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a mediánom $Md(q) = 0,89 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ hodnote $M(Y) = 5,78$ zodpovedá priemerný koeficient prietochnosti $G(T) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (vysoká prietochnosť, trieda II_b). Priemernú priepustnosť v súbore N12 charakterizuje hodnota $G(k) = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (mierne až dosť silno priepustné kolektory, trieda II_c – III_c).

Súbor N13 zahŕňa údaje z priaznivo vyvinutých sedimentov dáku v tektonicky vymedzenom pruhu prebiehajúcom v smere SZ – JV v centrálnom úseku „dubnickej depresie“. Charakteristiky priemernej prietochnosti a priepustnosti sú v porovnaní so súborom N12 o niečo nižšie [$q = 0,06 - 4,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $Md(q) = 0,45 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $M(Y) = 5,64$, $G(T) = 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ – mierna prietochnosť III_d; $G(k) = 7 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ – mierna priepustnosť III_c].

Skúšané kolektory dáku v z. časti železovskej priehlbiny mimo vymedzeného pruhu priaznivého vývoja dáku charakterizuje súbor N14 [$q = 0,01 - 0,74 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $Md(q) = 0,18 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $M(Y) = 5,22$, $G(T) = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; III_d; $G(k) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ – mierna priepustnosť III_e]. Súbor N15 z údajov o kolektoroch pontu v z. časti železovskej priehlbiny vykazuje o niečo vyššiu priemernú úroveň hydraulických parametrov ako súbor N14. Merná výdatnosť má rozpätie $q = 0,08 - 5,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ so strednou hodnotou $Md(q) = 0,22 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, priemernú prietochnosť charakterizujú hodnoty $M(Y) = 5,45$ a $G(T) = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (mierna priepustnosť III_e). Kolektory majú v priemere miernu priepustnosť [$G(k) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$] triedy III_f s extrémne veľkou variabilitou.

V prípade z. časti železovskej priehlbiny možno zhodnotiť prietochnosť a priepustnosť zo súboru 14 údajov z nových vrtov vyhládavacieho prieskumu [súbor N16: $M(Y) = 5,28$, $G(T) = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $M(Z) = 4,00$, $G(k) = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$].

Doplnením údajov uvedených v pôvodnom texte vysvetliviek (Franko et al., 1976) o údaje, ktoré uvádzajú Machmerová et al. (1993) a Čubrík et al. (1995), a o údaje z ďalších nových vrtov situovaných v hronsko-žitavskej oblasti neogénu bol zostavený súbor N17. Tvorí ho 195 údajov o prietochnosti z celého rozsahu

oblasti [$M(Y) = 5,21$, $s(Y) = 0,59$, $G(T) = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]. Priemernú prietochnosť skúšaných neogénnych zvodnencov hronsko-žitavskej oblasti možno tak klasifikovať ako miernu (strednú), s miernou variabilitou (trieda IIIc).

Maximálna výdatnosť prevažnej väčšiny vrto v neogénnych kolektoroch hronsko-žitavskej oblasti má rozpätie $0,40 - 10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ s mediánom $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Merná výdatnosť dosahuje maximálne okolo $7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, v 90 % prípadov ležia v intervale $q = 0,02 - 2,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ so strednou hodnotou $Md(q) = 0,16 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Najvyššou priemernou prietochnosťou $G(T) = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ sa v hronsko-žitavskej oblasti vyznačuje jz. okolie Levíc medzi obcami Kalná nad Hronom, Turá a Bajka s rozpätím mernej výdatnosti $q = 0,40$ až $-5,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a mediánom $Md(q) = 1,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Vysokú priemernú prietochnosť $G(T) = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ vykazujú aj územia v pruhu od Veľkého Lapáša cez Golianovo, Vráble, Nevidzany, Slepčany a Malé Vozokany až po Mochovce, kde sa merná výdatnosť pohybuje v intervale $q = 0,06 - 6,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ okolo strednej hodnoty $Md(q) = 0,65 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, a ďalej pruh, ktorý sa tiahne od Bátorových Kosíh cez Dulovce, Pribetu, Strekov a Svodín po Veľké Ludince, kde pri priemernej prietochnosti $G(T) = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ dosahuje merná výdatnosť $0,13 - 3,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s mediánom $Md(q) = 0,72 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. O niečo nižšiu úroveň zvýšenej prietochnosti má územie medzi Veľkým Ďurom a Lulou [$q = 0,07 - 3,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $Md(q) = 0,26 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $G(T) = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$], územie na pravom brehu Hrona medzi Ondrejovcami, Tekovskými Lužanmi a Málašom [$q = 0,03 - 0,85 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $Md(q) = 0,35 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $G(T) = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (nadväzujúce na severnejšie územie s vysokou prietochnosťou pri Bajke a Kalnej nad Hronom)] a napokon pruh od Podhájskej do okolia Mane [$q = 0,02$ až $0,91 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $Md(q) = 0,27 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, $G(T) = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$].

Údaje zo 109 hydrodynamických skúšok v starších a nových hydrogeologických vrtoch do neogénu hronsko-žitavskej oblasti s maximálnou hĺbkou skúšaných úsekov 315 m použiteľné na súčasné zhodnotenie prietochnosti aj priepustnosti predstavujú súbor N18. Charakteristiky distribúcie prietochnosti [$Y = 3,56$ až $6,81$, $M(Y) = 5,27$, $s(Y) = 0,65$, $G(T) = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$] sú v tomto súbore blízke charakteristikám súboru N9, priemernú prietochnosť možno označiť ako miernu (strednú), s veľkou variabilitou (trieda III d).

Index priepustnosti skúšaných úsekov v hronsko-žitavskej oblasti (súbor N18) má rozpätie $Z = 2,56$ až $6,15$ s priemerom $M(Z) = 4,21$ a geometrickým priemerom $G(k) = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ide teda v priemere o dosť slabo priepustné kolektory s veľkou variabilitou predstavujúce triedu IV d. Celková úroveň priemernej priepustnosti skúšaných kolektorov neogénu hronsko-žitavskej oblasti je výrazne – zhruba o jeden rád – nižšia ako v dolnovážskej a podmalokarpatskej oblasti.

Vysokú štatistickú významnosť so štatistickou istotou $P = 99,98 \%$ má v neogéne hronsko-žitavskej oblasti korelácia medzi indexom priepustnosti a hĺbkovou pozíciou skúšaného úseku (tab. 6). Pokles priemerneho indexu priepustnosti Z s hĺbkou stredu úseku H_m opisuje rovnica

$$Z = 4,60 - 0,003\,97 H_m \quad (r = -0,352).$$

Očakávaná hodnota indexu priepustnosti v hĺbke 50 m, $Z = 4,40$, poklesne v hĺbke 200 m na $Z = 3,80$.

Oblasť Ipeľskej pahorkatiny

Vo výbežku Ipeľskej pahorkatiny zasahujúcom na zmapované územie je z neogénnych kolektorov k dispozícii iba 8 údajov o prietochnosti a 6 údajov o priepustnosti z úsekov s maximálnou hĺbkou 178 m (súbor N19). Podobne ako v hronsko-žitavskej oblasti sú hodnoty prietochnosti aj tu celkovo nižšie ako v dolnovážskej oblasti [$Y = 4,21 - 5,68$, $M(Y) = 5,04$, $s(Y) = 0,54$]. Podľa geometrického priemeru koeficientu prietochnosti $G(T) = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ možno priemernú prietochnosť zvodnencov v skúšaných úsekoch neogénu Ipeľskej pahorkatiny na zmapovanom území označiť ako miernu (strednú), s miernou variabilitou (trieda IIIc). Výdatnosť vrto v neogénnych zvodnencoch dosahuje $0,6 - 8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, merná výdatnosť má rozpätie $q = 0,01 - 0,44 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Úroveň priepustnosti [$Z = 2,91 - 4,69$, $M(Z) = 3,90$, $s(Z) = 0,66$] je ešte o niečo nižšia (no s veľmi malou štatistickou významnosťou) ako v hronsko-žitavskej oblasti. Geometrický priemer koeficientu prietochnosti $G(T) = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ klasifikuje skúšané kolektory ako dosť slabo priepustné, s veľkou variabilitou priepustnosti. Pomerne významná ($P = 85 \%$) je závislosť priemernej priepustnosti od hĺbky. Vyjadruje ju rovnica

$$Z = 4,46 - 0,008\,23 H_m \quad (r = 0,668).$$

Údaje z oblasti Ipeľskej pahorkatiny sú tiež súčasťou širších súborov, ktoré hodnotili Malík et al. (1999), Cicmanová a Olekšák (2001) a Olekšák (2002) a ktoré súčasne zahŕňajú aj údaje z v. časti hronsko-žitavskej oblasti (súbory N20 – N23). Uvedené súbory v značnej miere presahujú rozsah územia listu Nitra, ich zhodnotenie však uvádzame na doplnenie celkového obrazu o hydraulických parametroch kolektorov neogénu vo východnej časti opisovaného územia. Priemerná prietočnosť v jednotlivých hodnotených súboroch údajov z volkovského (dák), ivanského (panón) a vrábeľského súvrstvia (sarmat) zodpovedá III. triede (stredná prietočnosť). Hodnoty geometrického priemeru koeficientu prietočnosti sa v týchto súboroch pohybujú v rozpätí $G(T) = 1,5 \cdot 10^{-4}$ až $4,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ s najvyšším výberovým priemerom v skúšaných úsekoch vrábeľského súvrstvia. Údaje o priepustnosti boli k dispozícii v súboroch N21 (volkovské súvrstvia) a N23 (vrábeľské súvrstvie). Priemernú priepustnosť tu charakterizujú hodnoty $M(Z) = 3,54 - 3,58$ a $G(k) = 6 \cdot 10^{-6} - 7 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Zistené hodnoty priemerného koeficientu filtrácie klasifikujú skúšané kolektory iba ako dosť slabo priepustné (trieda Vc a Vd), takže ide o najnižšie hodnoty priemernej priepustnosti zo všetkých hodnotených súborov neogénnych kolektorov na zmapovanom území.

Hlboko uložené kolektory neogénu

Hydraulické vlastnosti pieskov až slabo stmelených pieskovecov dáku, pontu a panónu sú známe z geotermálnych vrtov centrálnej depresie Podunajskej panvy (tab. 20). Hodnotené skúšané úseky týchto vrtov sú situované v rozsahu hĺbky 928 – 2 441 m (s mediánom hĺbky stredov skúšaných úsekov 1 500 m).

Koeficient absolútnej prietočnosti v skúšaných úsekoch má rozpätie $T_a = 4 \cdot 10^{-12} - 1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3$ s geometrickým priemerom $G(T_a) = 2,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$, koeficient priepustnosti má hodnoty $K = 0,04 - 0,96 \text{ } \mu\text{m}^2$ s priemerom $G(K) = 0,27 \text{ } \mu\text{m}^2$. Hodnoty koeficientu prietočnosti ležia v intervale $T = 9 \cdot 10^{-5} - 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ okolo priemeru $G(T) = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, priemerné koeficienty filtrácie v hodnotených skúšaných úsekoch majú rozpätie $k = 9 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ s geometrickým priemerom $G(k) = 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Skúšané úseky tak v priemere predstavujú zvodnence s miernou (strednou) prietočnosťou triedy IIIc a v priemere dosť slabo priepustné kolektory triedy Vb.

6.5. Kvartérne kolektory

Na zhodnotenie hydraulických vlastností kvartérnych kolektorov sú k dispozícii početné údaje z hydrogeologických vrtov – prevažne vo fluviálnych štrkoch a pieskoch väčších tokov, pričom v niektorých územiach možno na štatistické hodnotenie distribúcie prietočnosti a priepustnosti využiť údaje usporiadané do väčších súborov pripravených pri spracovaní regionálnych štúdií alebo záverečných správ hydrogeologického prieskumu (Benková et al., 1998; Sýkorová et al., 1992; Dulovičová, 1993; Hároníková, 1988). Pri niektorých menších častiach územia sa s drobnými úpravami použilo hodnotenie uvedené v texte pôvodných vysvetliviek (Pospíšil, 1976b). Prehľad distribúcie hodnôt indexu prietočnosti, indexu priepustnosti, koeficientu prietočnosti a koeficientu filtrácie v skúmaných súboroch údajov z kvartérnych kolektorov poskytujú tabuľky 8 – 10.

Súbory:

- Q1 fluviálne štrky Váhu na S od Galanty a Šale,
- Q2 štrky kvartérnych terás zakryté sprašami na území okresu Galanta,
- Q3 fluviálne štrky Čiernej vody a Váhu na J od Galanty a Šale,
- Q4 fluviálne štrky a piesčité štrky gabčíkovskej depresie na S od Malého Dunaja na území okresu Galanta,
- Q5 kvartérne piesky medziriečia,
- Q6 kvartérne piesčité štrky medziriečia,
- Q7 kvartérne piesčité štrky vo v. časti medziriečia v okolí Nových Zámkov,
- Q8 kvartérne piesky a štrky celého širšieho Žitného ostrova (po Čiernu vodu),
- Q9 fluviálne štrky na lokalite Jelka,
- Q10 fluviálne štrky v centrálnej kryhe pri Blatnej na Ostrove, Dunajskej Strede a Vrakúni,
- Q11 fluviálne štrky na lokalite Gabčíkovo A,
- Q12 fluviálne štrky a piesky Nitry medzi Nitrou a Novými Zámkami,
- Q13 fluviálne holocénne sedimenty Hrona (piesky, štrky, piesčité štrky),
- Q14 fluviálne pleistocénne až holocénne kolektory Hrona (štrky, piesčité štrky a piesky výplne údolnej nivy),
- Q15 proluviálne hlinité štrky ľavostranných prítokov Hrona,

- Q16 fluviálne štrky a piesčité štrky nízkej terasy Hrona (würm),
 Q17 fluviálne štrky a piesčité štrky strednej terasy Hrona (riss),
 Q18 fluviálne štrky a piesčité štrky vrchnej terasy Hrona (mindel).

Na získanie údajov na zostavenie jednotlivých súborov boli použité tieto zdroje: Q1 – Q4: Benková et al. (1998), Q5 – Q7: Sýkorová et al. (1992), Q8: Dulovičová (1993), Q12: Hároníková (1988), Q13 – Q18: Malík et al. (1999).

Tab. 8. Rozdelenie hodnôt indexu prietochnosti Y v súboroch údajov z kvartérnych kolektorov.

Súbor	n	Y min	Y max	Md(Y)	M(Y)	$s(Y)$
Q1	147	5,36	8,17	6,82	6,85	0,460
Q2	14	5,72	7,52	7,03	6,97	0,501
Q3	127	5,53	8,00	6,96	6,90	0,513
Q4	31	6,43	8,39	7,54	7,47	0,492
Q5	23	5,08	6,92	6,48	6,34	0,455
Q6	171	5,10	8,12	6,90	6,87	0,464
Q7	23	5,74	7,54	6,60	6,66	0,475
Q8	286	4,52	8,15	6,34	6,37	0,668
Q9	7	7,57	8,15	7,71	7,80	0,204
Q10	10	6,63	8,09	7,03	7,27	0,514
Q11	13	7,15	8,00	7,72	7,69	0,259
Q12	18	5,35	7,16	6,50	6,53	0,446
Q13	18	5,50	6,59	6,27	6,18	0,322
Q14	162	4,80	7,33	6,48	6,45	0,400
Q15	16	5,09	7,00	6,42	6,37	0,433
Q16	14	5,60	7,18	6,29	6,27	0,400
Q17	50	5,34	7,24	6,58	6,47	0,431
Q18	16	5,43	6,74	5,89	5,91	0,365

n = počet údajov; Y min, Y max, Md(Y), M(Y) = minimálna hodnota, maximálna hodnota, medián a aritmetický priemer indexu prietochnosti Y ; $s(Y)$ = smerodajná odchýlka indexu Y .

Tab. 9. Rozdelenie hodnôt indexu priepustnosti Z vo vybraných súboroch údajov z kvartérnych kolektorov Žitného ostrova.

Súbor	n	Z min	Z max	Md(Z)	M(Z)	$s(Z)$
Q9	7	6,14	6,58	6,31	6,33	0,160
Q10	10	5,73	6,69	6,12	6,18	0,275
Q11	13	5,67	6,52	6,24	6,21	0,273

n = počet údajov; Z min, Z max, Md(Z), M(Z) = minimálna hodnota, maximálna hodnota, medián a aritmetický priemer indexu prietochnosti Z ; $s(Z)$ = smerodajná odchýlka indexu Z .

Tab. 10. Priemerné hodnoty koeficientu prietochnosti T a koeficientu filtrácie k v skúmaných súboroch údajov z kvartérnych kolektorov.

Súbor	n	$G(T) \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	c_T	n	$G(k) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	c_k
Q1	147	$1,1 \cdot 10^{-2}$	Ic	–		
Q2	14	$1,5 \cdot 10^{-2}$	Ic	–		
Q3	127	$1,2 \cdot 10^{-2}$	Ic	–		
Q4	31	$5,1 \cdot 10^{-2}$	Ic	–		
Q5	23	$3,1 \cdot 10^{-3}$	IIc	–		
Q6	171	$1,2 \cdot 10^{-2}$	Ic	–		
Q7	23	$6,9 \cdot 10^{-3}$	IIc	–		
Q8	286	$5,0 \cdot 10^{-3}$	IId	–		
Q9	7	$1,2 \cdot 10^{-1}$	Ib	7	$3,8 \cdot 10^{-3}$	Ila
Q10	10	$3,1 \cdot 10^{-2}$	Ic	10	$2,5 \cdot 10^{-3}$	Ilb
Q11	13	$8,6 \cdot 10^{-1}$	Ib	13	$2,9 \cdot 10^{-3}$	Ilb
Q12	18	$5,0 \cdot 10^{-3}$	IIc	–		
Q13	18	$2,1 \cdot 10^{-3}$	IIb	–		
Q14	162	$4,1 \cdot 10^{-3}$	IIb	–		
Q15	16	$3,4 \cdot 10^{-3}$	IIc	–		
Q16	14	$2,6 \cdot 10^{-3}$	IIb	–		
Q17	50	$4,3 \cdot 10^{-3}$	IIc	–		
Q18	16	$1,1 \cdot 10^{-3}$	IIb	–		

Vymedzenie súborov je uvedené v tab. 8.

n = počet údajov; $G(T)$ = geometrický priemer koeficientu prietochnosti T ; c_T = trieda prietochnosti podľa klasifikácie, ktorú navrhol Krásný (1993); $G(k)$ = geometrický priemer koeficientu filtrácie k ; c_k = trieda priepustnosti (Jetel, 1982).

Kvartér Trnavskej pahorkatiny

Rajón QN 050 Kvartér Trnavskej pahorkatiny zasahuje do zmapovaného územia iba južným okrajom. Charakteristický je pokryv spraší s premenlivou hrúbkou (na Z 3 až 5 m, na V až vyše 20 m). Pod sprašami je vo v. časti (od Voderád a územia Cífer – Hrnčiarovce nad Parnou) vyvinutá poloha štrkov a pieskov premenlivej hrúbky (5 až 10 m), ojedinele aj viac, ktorá patrí pravdepodobne do kvartéru. Pod ňou ležia sedimenty pontu (striedanie ílov a štrkov), tvoriace pravdepodobne spolu s kvartérnymi štrkami spoločnú nádrž podzemnej vody. Prietochnosť štrkov a pieskov kvartéru vyjadrujú hodnoty indexu prietochnosti $Y = 6,3 - 7,1$, takže ide prevažne o zvodnenca s vysokou prietochnosťou II. triedy. Merná výdatnosť sa pohybuje v rozmedzí $q = 2 - 13 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (Pospíšil, 1976).

Kvartér Váhu severne od Galanty a Šale

Hydraulické parametre kvartéru Váhu na S od čiar Galanta – Šaľa (rajón Q 048) na zmapovanom území zhodnotili Benková et al. (1998) pri hodnotení hydrogeologických pomerov územia okresu Galanta. Študovalé fluviálne sedimenty Váhu (súbor Q1 – štrky a piesčité štrky s pokryvom nivných hĺn a pieskov) vystupujú na S od línie Sládkovičovo – Galanta – Šaľa – Selice s tendenciou postupného rastu hrúbky zo S na J. Prehĺbovanie náplavov od Šúroviec po Sereď je veľmi pozvoľné, ďalej na J medzi Sereďou a Galantou je pokles podložia oveľa intenzívnejší. Dosahujú priemernú hrúbku okolo 15 m s maximom okolo 40 m v Galante. Merná výdatnosť q a index prietochnosti Y dosahujú miestami extrémne hodnoty (q až $148 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, Y v rozpätí 5,36 – 8,17). Súbor 147 údajov má pri smerodajnej odchýlke $s(Y) = 0,46$ aritmetický priemer $M(Y) = 6,85$, ktorému zodpovedá geometrický priemer koeficientu prietochnosti $G(T) = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. V priemere majú teda skúmané zvodnenca v skúmanej časti náplavov Váhu veľmi vysokú a mierne variabilnú prietochnosť, takže predstavujú zvodnenca triedy Ic.

Treba poznamenať, že hodnoty $G(T)$ v našom hodnotení sú vyššie ako hodnoty, ktoré uvádzajú Benková et al. (1998). Pri prepočte používali nulovú hodnotu prepočtovej diferencie ($d = 0$). Veľmi vysokú prietochnosť triedy Ic vykazujú aj štrky kvartérnych terás zakryté sprašovým pokryvom (súbor Q2) medzi Veľkým Grobom, Pustými Úľanmi, Sládkovičovom, Malou Mačou a Abrahámom, v okolí Šintavy, Paty a Šoporne a vo v. okolí Šale medzi Gorazdovom a Kenderešom (Benková et al., 1998). Dosahujú priemernú hrúbku okolo 10 m s maximom okolo 20 m na S od Veľkého Grobu. Hodnote $M(Y) = 6,97$ zodpovedá geometrický priemer $G(T) = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, merná výdatnosť má rozpätie $q = 0,5 - 33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s mediánom $Md(q) = 11 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Kvartér medziriečia Podunajskej nížiny (medzi Váhom a Malým Dunajom)

Veľmi významná oblasť kvartérnych náplavov je oblasť označovaná ako „medziriečie Podunajskej nížiny“. Predstavuje z najväčšej časti náplavy Váhu medzi Galantou a j. okolím Kolárova spolu s náplavmi Čiernej vody od v. okolia Senca a na ne nadväzujúcimi náplavami Malého Dunaja od vyústenia Čiernej vody po j. okolie Kolárova a náplavmi dolného úseku Nítry niže Nových Zámkov.

Benková et al. (1998) hodnotili prietochnosť kvartérnych fluviálnych štrkov Váhu a Čiernej vody na území okresu Galanta (od Kráľovej pri Senci po Trstice, Vlčany a Selice) súborom 127 údajov súboru Q3. Podobne ako v náplavoch Váhu na S od Galanty (súbor Q1), aj merná výdatnosť dosahuje veľmi vysoké maximálne hodnoty ($q_{max} = 100 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) s mediánom $Md(q) = 9,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Pri 127 údajoch tohto súboru sa uvádza hodnota $M(Y) = 6,90$ pri rozpätí $Y = 5,53 - 8,00$ a smerodajnej odchýlke $s(Y) = 0,51$. Hodnote $M(Y)$ zodpovedá priemer $G(T) = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, takže ide opäť v priemere o zvodnenca triedy Ic s veľmi vysokou a mierne variabilnou prietochnosťou.

Juhovýchodný okraj medziriečia Podunajskej nížiny charakterizuje súbor Q4. Benková et al. (1998) definujú tento súbor ako údaje zo štrkov a piesčitých štrkov gabčíkovej depresie na S od Malého Dunaja na území okresu Galanta. Súbor Q4 tak zahŕňa údaje, ktoré sú súčasne vyhodnotené v štúdiu o hydrogeológii rajónu Q 052 (Šubová et al., 1993). Ide o súbor s najvyššou úrovňou prietochnosti zo všetkých hodnotených súborov z kvartérnych kolektorov na zmapovanom území. Pri rozpätí indexu prietochnosti $Y = 6,43 - 8,39$ a aritmetickom priemere $M(Y) = 7,47$ je priemerná prietochnosť vyjadrená mimoriadne vysokou hodnotou $G(T) = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (veľmi vysoká a mierne variabilná prietochnosť triedy Ic). Merná výdatnosť leží

v intervale $q = 2,7 - 245 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ okolo mediánu $\text{Md}(q) = 35 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Jednou z lokalít s mimoriadne vysokou prietochnosťou zahrnutých do hodnotenia súboru Q4 je záchytné územie na lokalite Jelka na ľavom brehu Malého Dunaja. Jeho charakteristiky sa uvádzajú v hodnotení kvartéru jv. časti Podunajskej nížiny (súbor Q9).

Sýkorová et al. (1992) uvádzajú z územia medziriečia Podunajskej nížiny niekoľko súborov údajov o prietochnosti kvartérnych a neogénnych zvodnencov spolu s údajmi z vrtov so spoločným vyskúšaním kvartéru a neogénu. Na hodnotenie kvartérnych zvodnencov z tohto územia bolo možné použiť súbor 23 údajov o kvartérnych pieskoch (súbor Q5), 171 údajov o kvartérnych štrkoch (súbor Q6) a 23 údajov o štrkoch vo v. časti územia v okolí Nových Zámok (súbor Q7). Jednotlivé súbory sa sčasti prekrývajú so súborom Q3, ktorý neskôr uviedli Benková et al. (1998). Súbor Q6 z kvartérnych pieskov medziriečia charakterizujú hodnoty $Y = 5,08 - 6,92$ s $M(Y) = 6,34$, $s(Y) = 0,46$ a $G(T) = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Ide tak v priemere o zvodnenec s vysokou a mierne variabilnou prietochnosťou triedy IIc. Rozsiahly súbor Q6 údajov o štrkoch medziriečia vykazuje rozpätie $Y = 5,10 - 8,12$ a aritmetický priemer $M(Y) = 6,87$ pri smerodajnej odchýlke $s(Y) = 0,46$. Hodnota $G(T) = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ klasifikuje skúmané štrky ako zvodnenec triedy Ic s veľmi vysokou, mierne variabilnou variabilitou. Charakteristiky prietochnosti priestorovo širšieho súboru Q6 sa tak veľmi dobre zhodujú s charakteristikami užšieho súboru Q3 reprezentujúceho iba časť územia súboru Q6.

Obdobné charakteristiky prietochnosti vykazuje aj súbor Q7 zo štrkov na v. okraji územia pri Nových Zámokoch. Pri hodnotách $M(Y) = 6,66$ a $G(T) = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ reprezentuje v priemere zvodnenec s vysokou až veľmi vysokou prietochnosťou triedy Ic až IIc.

Kvartér juhozápadnej časti Podunajskej roviny

Juhozápadnú časť kvartéru Podunajskej roviny reprezentujú fluvialne sedimenty Žitného ostrova spolu s prilahlým sz. okrajom gabčíkovej prepadliny medzi Malým Dunajom a Čiernou vodou.

Najrozsiahlejší súbor údajov z jz. časti Podunajskej roviny Q8 možno zostaviť z údajov rozsiahlych tabuliek, ktoré Šubová et al. (1993) v rámci širšej štúdie spracovali ako podklad účelovej hydrogeologickej mapy (Dulovičová, 1993). Súbor zahŕňa 286 údajov z hydrogeologických vrtov z celého hydrogeologického rajónu Q 052 (s výnimkou pravého brehu Dunaja pri Čunove), takže popri území Žitného ostrova na JV od čiar Rovinka – Tomášov (už za z. okrajom zmapovaného územia) – Tureň – v. okraj Senca zachytáva aj údaje z územia na S od Malého Dunaja po Senec a po tok Čiernej vody v úseku medzi Kráľovou pri Senci a Tomášikovom. Severovýchodný okraj územia vymedzuje čiara Senec – Tomášikovo – Topoľníky – Opatovský Sokolec – Lipové. Juhovýchodná hranica územia prebieha od Veľkých Kosíh po Okoličnú na Ostrove. Z hodnôt indexu prietochnosti, ktoré sa uvádzajú v spomenutých tabuľkách, vychádza rozpätie indexu prietochnosti $Y = 4,52 - 8,15$ s aritmetickým priemerom $M(Y) = 6,37$, ktorému by zodpovedal geometrický priemer koeficientu prietochnosti $G(T) = 4,86 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Revízia hodnôt indexov Y a Z a ich konfrontácia s pôvodnou dokumentáciou vrtov však ukázala, že hodnoty uvedené v spomenutých tabuľkách sú v prevažnej väčšine významne podhodnotené a možno ich interpretovať nanajvýš ako určité relatívne ukazovatele pri vzájomnom porovnaní jednotlivých častí územia.

Celý priestor pokrytý súborom údajov Q8 sa člení priečnymi zlomami smeru SV – JZ na niekoľko hlavných krýh. Zahŕňa malú časť severozápadných vysokých krýh na SZ od hamuliakovského zlomu, šamorínsku kryhu medzi hamuliakovským a dobrohoštským zlomom, centrálnu poklesnutú kryhu medzi dobrohoštským a sapským (palkovičovským) zlomom a napokon na JV od sapského zlomu juhovýchodné stúpajúce kryhy. Z porovnania regionálnych priemerov relatívnych hodnôt udávaných v tabuľkách pri súbore Q8 možno usudzovať na výraznejší rozdiel v úrovni prietochnosti. Na jednej strane je to vyššia prietochnosť v šamorínskej a centrálnej poklesnutej kryhe, na druhej strane nízka priemerná prietochnosť v juhovýchodných stúpajúcich kryhách (v priestore Sap – Veľký Meder – Okoč – Okoličná na Ostrove – Veľké Kosíhy).

Maximálne hodnoty efektívnej prietochnosti skúšaných úsekov vrtov v kvartérnych kolektoroch Žitného ostrova na zmapovanom území sa pohybujú v rozpätí $T = 2 \cdot 10^{-1}$ až $4 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a zodpovedajú zvodnencom s veľmi vysokou prietochnosťou I. triedy.

Na ilustráciu úrovne hydraulických parametrov na vybraných lokalitách uvádzame v tab. 8 – 10 súbory údajov z lokality Jelka v šamorínskej kryhe, z centrálnej kryhy v okolí Dunajskej Stredy a z lokality Gabčíkovo A. Súbor Q9 uvádza údaje zo 7 úsekov hydrogeologických vrtov (Takáčová a Pospíšil, 1969) zo zá-

chytného územia Jelka, ktoré je jednou z najvýznamnejších lokalít s odberom podzemnej vody na celom zmapovanom území. Maximálna výdatnosť jednotlivých vrtov v hĺbkovom rozsahu 21 – 68 m dosahuje 115 až 435 l . s⁻¹, merná výdatnosť má rozpätie 37 – 141 l . s⁻¹ . m⁻¹ s mediánom Md(*q*) = 51 l . s⁻¹ . m⁻¹. Mimoriadne vysokej priemernej hodnote indexu prietočnosti M(*Y*) = 7,80 pri rozpätí hodnôt *Y* = 7,57 – 8,15 zodpovedá priemerný koeficient prietočnosti G(*T*) = 1,8 . 10⁻¹ m² . s⁻¹, ktorý klasifikuje skúšané štrky ako zvodnenec s veľmi vysokou prietočnosťou triedy Ib. Maximálny zistený koeficient prietočnosti má hodnotu *T* = 4,3 . 10⁻¹ m² . s⁻¹. Priepustnosť v skúšaných úsekoch charakterizujú hodnoty *Z* = 6,14 – 6,58, priemeru M(*Z*) = 6,33 zodpovedá priemerný koeficient filtrácie G(*k*) = 6 . 10⁻³ m . s⁻¹, takže ide v priemere o silno priepustné kolektory triedy IIa.

Súbor Q10 tvoria údaje z 10 vrtov v strednej časti centrálnej poklesnutej kryhy pri Dunajskej Strede, Vrakúni a Blatnej na Ostrove. Hodnotený úsek vrtov v hĺbke 12 – 85 m vykazujú maximálnu výdatnosť *Q* = 3 – 62 l . s⁻¹ s mernou výdatnosťou *q* = 4 – 123 l . s⁻¹ . m⁻¹ a Md(*q*) = 10,7 l . s⁻¹ . m⁻¹. Pri rozpätí hodnôt *Y* = 6,63 – 8,09 priemeru M(*Y*) = 7,27 zodpovedá priemerný koeficient prietočnosti G(*k*) = 4 . 10⁻³ m . s⁻¹ (silná priepustnosť, trieda IIb).

Súbor Q11 charakterizuje hydraulické parametre významného záchytného územia Gabčíkova (Fatulová, 1984) v centrálnej kryhe. Charakterizuje výsledky skúšok v 13 vrtoch v hĺbkovom rozsahu 50 – 81 m s maximálnou výdatnosťou 105 – 125 l . s⁻¹. Merná výdatnosť leží v intervale *q* = 14 – 100 l . s⁻¹ . m⁻¹ okolo mediánu Md(*q*) = 52 l . s⁻¹ . m⁻¹. Index prietočnosti má rozpätie *Y* = 7,15 – 8,00, z hodnoty M(*Y*) = 7,69 možno odvodiť priemerný koeficient prietočnosti G(*T*) = 1,4 . 10⁻¹ m² . s⁻¹ (veľmi vysoká prietočnosť triedy Ib). Priepustnosť charakterizujú hodnoty *Z* = 5,67 – 6,52, M(*Z*) = 6,21 a G(*k*) = 4,6 . 10⁻³ (trieda priepustnosti IIb).

Odhady priepustnosti kvartérnych kolektorov Žitného ostrova sa hodnotili už v prvých prácach zaoberajúcich sa hydrogeológiou tohto územia. Jakubec a Porubský (1962) uvádzali hodnoty koeficientu filtrácie *k* jednotlivých litologických typov kvartérnych sedimentov Žitného ostrova: čisté štrky vykazujú 3 . 10⁻³ až 5 . 10⁻³ m . s⁻¹, piesčité štrky 8 . 10⁻⁴ – 3 . 10⁻³ m . s⁻¹ a piesky 5 . 10⁻⁵ – 6 . 10⁻⁴ m . s⁻¹. Ako ukazujú konkrétne údaje z jednotlivých hodnotených lokalít, skutočné hodnoty priemerného koeficientu filtrácie v skúšaných úsekoch môžu výraznejšie prekračovať uvedené charakteristiky smerom k nižším aj vyšším hodnotám. Maximálne hodnoty priemerného koeficientu filtrácie sú iba výnimočne okolo 1,5 . 10⁻² m . s⁻¹, častejšie sú hodnoty okolo *k* = 5 . 10⁻³ – 1,0 . 10⁻² m . s⁻¹, zodpovedajúce silno priepustným kolektorom II. triedy.

Pri filtračnej anizotropii vyjadrenej ako pomer koeficientu filtrácie v horizontálnom smere *k_h* ku koeficientu filtrácie vo vertikálnom smere *k_v*, sa uvádza v oblasti gabčíkovskej prepadliny v okolí Šamorína hodnota 12,7 (Mucha in Pospíšil et al., 1976) a v oblasti Gabčíkova hodnoty v rozpätí 11,5 – 25,5. Pri prieskume pre dunajské vodné dielo stanovili Sladký et al. (1956) hodnotu *k_h/k_v* = 16. Priemerný koeficient voľnej zásobnosti *S_v* stanovený z hydrodynamických skúšok (Némethy in Pospíšil, 1976) dosahoval hodnotu *S_v* = 0,18 pri Šamoríne a *S_v* = 0,20 pri Gabčíkove. Takáčová a Pospíšil (1969) uvádzajú z oblasti Jelky hodnoty *S_v* = 0,18 – 0,23.

Kvartér Dunaja v úseku Veľké Kosihy – Štúrovo

Bujalka et al. (1967) uvádzajú, že smerom na V od Komárna v Čenkovskej nive sa zjemňujú dunajské sedimenty, aj keď sa lokálne môžu v celom profile vyskytovať aj štrky. V okolí Kravian nad Dunajom (Duba, 1968) je najpriepustnejšia spodná časť náplavov s priemerným koeficientom filtrácie *k* = 3,5 . 10⁻⁴ m . s⁻¹ (dosť silno priepustný kolektor III. triedy). Ide o fáciu riečného dna. Na týchto priepustnejších hrubozrnnejších náplavoch ležia jemno- až strednozrnne piesky s priemernou hodnotou *k* = 1 . 10⁻⁵ m . s⁻¹ (dosť slabo až mierne priepustné kolektory IV. – V. triedy). V území dunajských terás sa koeficient filtrácie pohybuje od 7 . 10⁻⁵ m . s⁻¹ (Chotín) do 2 . 10⁻³ m . s⁻¹ (Štúrovo). Zvodnenec dosahuje hrúbku 3 – 7 m, pri terénnej hrane klesá až na 1 m.

V súvislosti so zjemňovaním sedimentov klesá smerom na V aj prietočnosť náplavov (Pospíšil, 1976). Pri z. hranici rajónu sa ojedinele vyskytujú ešte hodnoty indexu prietočnosti *Y* väčšie ako 7,0 (zvodnenec I. triedy s veľmi vysokou prietočnosťou), no smerom na V klesajú hodnoty indexu *Y* až na hodnoty okolo 5,8 v okolí Obidu. Prevažná väčšina hodnôt prietočnosti náplavov v rajóne leží v intervale 6,0 – 6,7 (vysoká prietočnosť II. triedy).

Kvartér v doline Nitry od mesta Nitry po Nové Zámky

Hrúbka náplavov Nitry sa v hydrogeologickom rajóne Q 072 medzi Nitrou a Novými Zámkami pohybuje od 7 do 10 m. Od Ivanky pri Nitre sa v podloží kvartéru nachádza štrkopiesčítá formácia, ktorej hrúbka smerom na J rastie, pri Šuranoch až na 30 – 40 m. Spolu s kvartérnymi uloženinami celý zvodnený komplex dosahuje maximálnu hrúbku 45 – 50 m. Celú depresiu zakončuje zlom križujúci nivu Nitry na j. okraji Šurian. Depresia dosahuje najväčšiu hrúbku pri Kostolnom Seku na s. okraji Šurian. Južne od Šurian je štrkopiesčítá formácia redukovaná na preplástky. Od kvartérnych náplavov ju oddeľujú hrubé polohy ílu. Náplavy Nitry v území nad Novými Zámkami dosahujú hrúbku 10 – 11 m a nižšie mesta hrúbka stúpa miestami až na 26 m. Od Úľan nad Žitavou má Nitra spoločnú nivu so Žitavou. V blízkosti Žitavy je hrúbka náplavov menšia, 5 až 7 m. Od Bešeňova stúpa na 8 – 10 m a v okolí Dvorov nad Žitavou opäť rastie na 6 – 8 m. Ide o dosť silno až silno priepustné kolektory II. – III. triedy (koeficient filtrácie 10^{-4} až $10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Zhodnotenie prietochnosti kvartérnych náplavov rieky Nitry medzi Nitrou a Novými Zámkami spracovala Hároníková (1988). Z údajov, ktoré uvádza z vrtov v nive Nitry, možno odvodiť hodnoty indexu prietochnosti v rozpätí $Y = 5,35 - 7,16$ okolo mediánu $Md(Y) = 6,50$ so smerodajnou odchýlkou $s(Y) = 0,45$. Aritmetickému priemeru $M(Y) = 6,53$ zodpovedá odhad geometrického priemeru koeficientu prietochnosti $G(T) = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, čo zodpovedá vysokej prietochnosti triedy IIc. Vcelku možno sledovať rast prietochnosti náplavov Nitry od minimálnych hodnôt na S po hodnoty vyššie ako 7 (veľmi vysoká prietochnosť) pri Nových Zámkoch a Šuranoch.

Kvartér Nitrianskej, Žitavskej a Hronskej pahorkatiny

Formácia štrkov a pieskov vyvinutá v hydrogeologickom rajóne *NQ 071 Neogén Nitrianskej pahorkatiny* zasahuje zo S až do okolia Rastislavíc a Poľného Kesova a na JV sa končí pri Nových Zámkoch. Zarádzuje sa do romanu, ale jej režim úzko súvisí s podzemnou vodou v kvartérnych kolektoroch. Smerom na J pribúdajú piesky, na S od Palárikova už piesky prevládajú a siahajú do hĺbky 51 m. Na S a SZ od Nových Zámkov sú pod sprašami a piesčitými hlinami piesky a štrky až do hĺbky 20 – 25 m. Smerom k rieke Nitra sa formácia vyklinuje. Pod sprašovými hlinami sú len štrky a piesky nitrianskej terasy. Koeficient filtrácie sa pohybuje väčšinou v rozmedzí $2 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hodnoty indexu prietochnosti majú rozpätie $Y = 4,6 - 6,5$ a v časti územia priliehajúcej k alúviu Nitry nad Novými Zámkami prevyšujú 6,5 (Pospíšil, 1976).

Kvartérne kolektory v území Žitavskej pahorkatiny (rajón NQ 073) sú výrazne vyvinuté predovšetkým v pomerne širokej doline Žitavy. Dno doliny v šírke až 1 km tvoria náplavy Žitavy hrubé 3 – 7 m, v priemere okolo 5 m, pričom štrky dosahujú hrúbku 1 – 4 m. Bujalka et al. (1967) uvádzajú, že vo vývoji štrkov a ich priepustnosti nemožno konštatovať žiadnu zákonitosť. Ako uvádza Pospíšil (1976), prietochnosť štrkového zvodnenca možno klasifikovať ako nízku až strednú (III. a IV. trieda). Sú to väčšinou mierne až dosť silno priepustné kolektory III. a IV. triedy ($k = 1,3 \cdot 10^{-5}$ až $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

V rajóne *N 058 Neogén Hronskej pahorkatiny* je najvýznamnejšia terasa v okolí Svodína, ktorú Harčár (1971) označuje ako terasu strekovsko-svodínskej úrovne (prvá vysoká terasa). Na SV od Svodína sa zistila poloha štrkov a pieskov, v ktorej sa striedajú polohy s rôznou zrnitosťou, od strednozrnitého piesku až po hrubozrnité štrky do hrúbky 28 – 34 m (Izsó et al., 1965). Nie je isté, či báza tohto súvrstvia nepatrí už k neogénu.

Kvartér nivy Hrona a hronských terás v Podunajskej nížine

Kvartérne kolektory v nive Hrona a na hronských terasách na zmapovanom území patria do hydrogeologických rajónov Q 059 a Q 060. Náplavy Hrona tvoria štrky a piesky v hrúbke 4 – 10 m. Medzi Kozárovcami, Hronskými Kľačanmi a Kalnou nad Hronom však hrúbka rastie až na 30 m. Priemer obliakov je 10 až 500 mm, smerom po toku pribúda piesok. Značný význam majú pravobrežné hronské terasy, vyvinuté na rozsiahlej ploche. Najpriaznivejší vývoj má terasa medzi Malými Kozmálovcami a čiarou Rohožnica – Kalná nad Hronom dosahujúca hrúbku 20 – 35 m. Na okrajoch terasy klesá hrúbka aj priepustnosť a pribúdajú hliny.

Údaje o prietochnosti kvartérnych kolektorov v doline Hrona v Podunajskej nížine zahŕňajúce aj oblasti mimo zmapovaného územia uvádzajú Benková (1998), Malík et al. (1999) a Gedeon (2001). Súbor Q13 tvoria údaje o fluviaálnych holocénných sedimentoch Hrona. Pri mernej výdatnosti $q = 0,32 - 3,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s mediánom $\text{Md}(q) = 1,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ tu má priemerná prietochnosť hodnotu $G(T) = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Ide teda o zvodnenca s vysokou prietochnosťou triedy IIb. Najväčší rozsah tu má súbor Q14 charakterizujúci pleistocénne až holocénne fluviaálne kolektory v poriečnej nive Hrona s výdatnosťou vrtov dosahujúcou až $33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Hronské Kosihy) a so širokým rozpätím mernej výdatnosti $q = 0,06 - 21 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a strednou hodnotou $\text{Md}(q) = 3,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Priemerná prietochnosť $G(T) = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ indikuje vysokú priemernú prietochnosť zvodnenca poriečnej nivy Hrona (trieda IIb). Obdobnú charakteristiku majú aj zahlinené štrky proluviaálnych kuželov s výdatnosťou vrtov $1 - 25 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a mernou výdatnosťou $q = 0,12 - 10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ [$\text{Md}(q) = 2,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$] v priestore Tlmače – Čajkov a Veľké Kozmálovce – Hronské Kosihy v s. okolí Levíc (súbor Q15). Priemernú prietochnosť II. triedy majú aj zvodnenca terasových stupňov würmu, rissu a mindelu (súbory Q16 – Q18). Najpriaznivejšie charakteristiky má stredná (risská) terasa (súbor Q17), kde výdatnosť vrtov dosahuje až $20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Šarovce) a merná výdatnosť má rozpätie $q = 0,22 - 17,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ okolo strednej hodnoty $\text{Md}(q) = 3,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Priemerná prietochnosť zvodnencov risskej terasy je vyjadrená hodnotou $G(T) = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (vysoká prietochnosť triedy IIc). Naproti tomu, relatívne najnižší výberový priemer koeficientu prietochnosti $G(T) = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pri zaradení do rovnakej triedy prietochnosti tu vykazujú štrky vrchnej (mindelskej) terasy (súbor Q18) s rozpätím mernej výdatnosti $q = 0,27$ až $5,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a mediánom $\text{Md}(q) = 0,78 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Súbor 405 údajov z kvartérnych fluviaálnych sedimentov dolného Hrona v úseku Hronská brána – ústie hodnotil Gedeon (2001). Pri rozpätí hodnôt indexu prietochnosti $Y = 4,18 - 7,32$, aritmetickom priemere $M(Y) = 6,29$ a smerodajnej odchýlke $s(Y) = 0,51$ uvádza hodnotu geometrického priemeru $G(T) = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (vysoká prietochnosť triedy IIc).

Ako uvádza Pospíšil (1976), priepustnosť kolektorov poriečnej nivy Hrona v skúmanom území charakterizujú hodnoty koeficientu filtrácie 10^{-5} až $10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Značný význam majú pravobrežné hronské terasy, vyvinuté na rozsiahlej ploche. Z pravobrežných hronských terás ako dosť silno priepustný kolektor III. triedy (priemerný koeficient filtrácie $10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) možno charakterizovať najmä terasu medzi Malými Kozmálovcami a Kalnou nad Hronom.

7. OBEH A REŽIM PODZEMNEJ VODY

7.1. Rozčlenenie obehových ciest podzemnej vody

Na systém prúdenia podzemnej vody v celom skúmanom území možno aplikovať koncepciu spojených geohydrodynamických systémov (Tóth, 1963, 1972) s rozčlenením obehu na lokálne, intermediárne a regionálne subsystémy prúdenia. Do nich sa z kvantitatívneho a priestorového hľadiska rozdeľuje voda infiltrovaná do horninového prostredia zo zrážok a povrchových recipientov.

Na celkovom odtoku podzemnej vody z najväčšej časti skúmaného územia sa rozhodujúcou mierou podieľajú lokálne subsystémy prúdenia. Predstavujú zostupné prúdenie nehlboko pod povrchom terénu od napájacích plôch smerom k najbližšej lokálnej báze odvodnenia, t. j. do miestnej siete vodných tokov. Najvýznamnejšie lokálne subsystémy sa v skúmanom území viažu na kvartérne fluvialne a proluviálne kolektory. Menej významné je lokálne prúdenie v pripovrchovej zóne neogénnych sedimentov a vo vrstvových neogénnych kolektoroch uložených v malej hĺbke, bezprostredne komunikujúcich s lokálnymi bázami odvodnenia. Lokálny obeh v terénoch typu hydrogeologických masívov (kryštalinikum, mezozoikum a väčšina neovulkanitov) prebieha predovšetkým v pripovrchovej zóne (Jetel, 1990) a so zvýšenou intenzitou aj v pripovrchových úsekoch tektonicky podmienených puklinových zón.

Prevažná časť infiltrovanej vody tak odteká v malej hĺbke pod povrchom, zväčša ako súčasť prvej zvodne (akumulácie podzemnej vody najbližšej k povrchu terénu). Rozhodujúca časť podzemnej vody lokálnych subsystémov prechádza potom do povrchového odtoku formou rozptýleného prestupu do povrchových tokov, malá časť vystupuje na povrch v prameňoch. Pramene napájané z lokálnych subsystémov majú pomerne malú a nestálu výdatnosť a ich vývery sú podmienené morfológiou terénu (depresné pramene) alebo kontaktmi kolektorov s počvovými izolátormi (kontaktné pramene). Najmenej významné je odvodňovanie prameňmi v Podunajskej rovine. V pahorkatinách je odvodňovanie lokálnych subsystémov vo forme prameňov výraznejšie vďaka vyššej reliéfovej energii.

Infiltrovaná voda, ktorá neodtiekla v lokálnych subsystémoch, zostupuje z pripovrchovej zóny a z nehlboko uložených vrstvových kolektorov do väčšej hĺbky laterálne – sklonenými vrstvovými kolektormi (alebo v predkvartérnych spevnených horninách vertikálne po puklinových zónach) – a začleňuje sa do intermediárnych subsystémov alebo do regionálneho subsystému prúdenia. Intermediárne subsystémy odvádzajú podzemnú vodu k drenážnym bázam vyššieho rádu. Úseky ich napájania sú na povrchu oddelené od úsekov ich odvodňovania lokálnymi subsystémami, ktoré sú na ne naložené. Smery prúdenia v intermediárnych obehoch už nekopírujú smery spádnic lokálneho reliéfu, ale zhodujú sa viac-menej s generálnym sklonom povrchu.

V územiach budovaných neogénnymi sedimentmi je intermediárne prúdenie vcelku slabé, s výnimkou prúdenia po ojedinelých, neotektonicky podmienených puklinových zónach. Väčší význam má intermediárne prúdenie v neovulkanitoch. Takisto ako pri lokálnom obehú vystupuje prevažná časť podzemnej vody s intermediárnym obehom na povrch vo forme rozptýleného prírónu do povrchových tokov. Pre intermediárny obeh je príznačné najmä odvodňovanie na puklinových zónach v dolinách väčších tokov. Pramene napájané z intermediárneho obehu vykazujú ustálenejší režim a málo výrazné alebo chýbajúce sezónne kolísanie.

Najhlbší subsystém prúdenia je regionálny subsystém, ktorý spája najvyššie napájacie elevácie územia s hlavnou regionálnou bázou odvodnenia, ktorú predstavujú v jednotlivých častiach územia doliny Dunaja, Váhu, Nitry, Žitavy a Hrona. Do regionálneho subsystému sa začleňujú podzemné vody, ktoré sa nezúčastňujú na odtoku prostredníctvom lokálneho a intermediárneho obehu a zostupujú po vhodných hydraulických komunikáciách (puklinové zóny, sklonené vrstvové kolektory) do väčšej hĺbky. Zostupné vetvy regionálneho subsystému môžu predstavovať niektoré hlboko otvorené poruchové pásma v Tribeči a Štiavnických vrchoch, prevažne však mimo opisovaného územia – na úpätí Malých Karpát, v Považskom Inovci, Pohronskom Inovci a v maďarských pohoriach Gerece a Pilis. Po prekonaní viac-menej horizontálneho tranzitného úse-

ku, kde sa spravidla zvyšuje ich teplota, mineralizácia a obsah plynov, smerujú vody regionálneho subsystému do miest vertikálneho vzostupného odvodňovania rozptýleným príronom (zväčša do kvartérnych náplavov) alebo výnimočne aj minerálnych prameňov. Podstatný význam pri odvodňovaní regionálneho subsystému majú v súčasnosti aj komunikácie antropogénneho pôvodu – predovšetkým hlboké vrty na termálnu a minerálnu vodu. V prírodných piezometrických podmienkach, t. j. bez oživenia prúdenia exploataciou vody, má prúdenie v regionálnom subsystéme veľmi malú rýchlosť a tomu zodpovedajúci malý prietok.

7.2. Napájanie, prúdenie a odtok podzemnej vody

Obeh podzemnej vody v predneogénnych kolektoroch

Podzemné vody kryštalinika Zobora napájané infiltráciou zrážkovej vody nie sú v opisovanom území drénované výraznejšími prameňmi. Podzemnú vodu pripovrchovej zóny môže drénovať spodotriasové kremence na sz. okraji Tribeča alebo môže prestupovať na v. okraji Tribeča do sedimentov neogénu a kvartéru.

Podzemné vody v mezozoických kolektoroch Zobora vystupujúcich na zmapovanom území iba v malých plochách sa napájajú zo zrážok alebo prestupmi z kryštalinika. V Pohraničiaciach z nich vyvierajú dva pramene. Prameň v obci má výdatnosť okolo $17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a prameň Využívaný okolo $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Predpokladá sa (Kullman et al., 1975), že voda pochádza z vápencov na S od Koliňan, kde vystupujú na ploche 8 km^2 . Podľa teploty vody ($12 - 13 \text{ }^\circ\text{C}$) sa usudzuje na hlbší obeh pod neogénom. Predpokladá sa aj to, že výver je podmienený pozdĺžnym zlomom smeru SV – JZ, ktorý z v. strany ohraničuje mezozoický ostrov medzi Pohraničiami a Koliňanmi. Zlom vytvára bariéru zostupnému prúdu podzemnej vody, ktorá potom vyvierá na povrch.

Geotermálne vody v komárňanskej kryhe viazané na hlboko uložené triasové karbonáty prúdia z J na S z infiltračných oblastí v maďarských pohoriach Pilis a Gerece k výverom v Patinciach, Obide a Štúrove.

Obeh podzemnej vody v neovulkanitoch

Podzemné vody v neovulkanických horninách Štiavnických vrchov vystupujúcich na malej ploche v sv. časti územia sa napájajú zo zrážok. Vody prvej zvodne vytvárajúcej sa v pripovrchovej zóne odtekajú vo forme prameňov alebo rozptýlených príronov do povrchových tokov, sčasti však prechádzajú po otvorených puklinových pásmach do intermediárneho obehu a prestupujú do neogénnych sedimentárnych kolektorov priliehajúcich k týmto neovulkanitom na J. Napriek malému rozsahu týchto hornín v opisovanom území sú tu sústredené väčšie zdroje podzemnej vody vďaka zlomu oddeľujúcemu neovulkanity Štiavnických vrchov od čajkovsko-pukaneckej depresie (Škvarka, 1969a, b, 1971, 1974). Sedimentárna výplň depresie (íly, tufity a slieňovce) vytvára bariéru pre podzemné vody zostupujúce z vulkanického komplexu, ktoré sa tu vzdúvajú a vyvierajú, predovšetkým na križovaní zlomov.

Obeh podzemnej vody v sedimentárnych kolektoroch neogénu

Podzemné vody plytko uložených kolektorov neogénu sa dopĺňajú zrážkami a povrchovými vodami na pahorkatinách a z kvartérnych riečnych kolektorov. Napájanie zo zrážok je významné najmä v plytko uložených kolektoroch neogénu mimo pririečnych zón. Okrem iného ho indikujú aj výsledky režimových pozorovaní (Benková et al., 1998). Napájanie zo zrážok prebieha prevažne v zimných mesiacoch, keď je úhrn zrážok vyšší ako celkový výpar. Infiltrácii zrážok v zimných mesiacoch napomáha nedostatok rastlinného pokryvu, plochý reliéf a charakter krycieho nadložia (Bujalka et al., 1967).

Najlepšie a stále dopĺňanie vrstvových vôd v neogénnych kolektoroch je zabezpečené z podzemných vôd kvartérnych fluviaálnych kolektorov v dolinách riek. V menšej miere sa vrstvové vody neogénnych kolektorov dopĺňajú z povrchových tokov, kde neogénne kolektory v terénnych depresiách na pahorkatinách vychádzajú na povrch. Odvodňovanie prebieha predovšetkým rozptýleným príronom do povrchových tokov a kvartérnych kolektorov, v menšej miere v podobe prameňov.

Piezometrické pomery zvodní v neogénnych kolektoroch odrážajú všeobecné zákonitosti hydrogeodynamickzej zonálnosti – všeobecný rast piezometrického napätia s rastúcou hĺbkovou pozíciou zvodne. Ako uvá-

dzajú Franko et al. (1976), možno konštatovať určité rozdiely medzi podmalokarpatskou a dolnovážskou oblasťou neogénu na jednej strane a hrnsko-žitavskou oblasťou na druhej strane.

V podmalokarpatskej oblasti a na ňu nadväzujúcej dolnovážskej oblasti klesá piezometrické napätie zvodní v plytko uložených neogénnych kolektoroch od úrovni okolo 160 – 170 m n. m. na s. okraji územia na úroveň okolo 110 – 120 m n. m. pri Malom Dunaji. Priebeh izopiez naznačuje, že v sz. časti územia prúdenie podzemnej vody v neogénnych zvodnencoch postupuje z jv. svahov Malých Karpát, pričom smer prúdenia zo SZ na JV sa zachováva až po dolinu Váhu od s. okraja územia po Šaľu a Diakovce. Piezometrický gradient klesá z hodnôt okolo $J = 3 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}$ (160 – 140 m n. m.) v sz. cípe územia na hodnoty okolo $J = 7 \cdot 10^{-4}$ (120 – 110 m n. m.) pri Malom Dunaji. Druhé významné napájacie územie – svahy Tribeča – sa prejavuje prúdením na JZ až JJZ. Piezometrický gradient v smere Nitra – Neded klesá od hodnôt okolo $J = 1 \cdot 10^{-2}$ pri úpätí Zobora (170 – 140 m n. m.) až po $J = 6 \cdot 10^{-4}$ medzi Jatovom a Nedom (120 – 110 m n. m.).

V hrnsko-žitavskej oblasti klesá piezometrické napätie zvodní v nehlboko uložených neogénnych kolektoroch od úrovne okolo 170 – 200 m n. m. na s. okraji územia po úroveň okolo 105 – 110 m n. m. pri Dunaji. Výrazne sa tu uplatňujú dve napájacie územia: na Z sú to juhovýchodné svahy Tribeča, na V južné svahy Pohronského Inovca, sz., jz. a jv. svahy Kozmálovských vŕškov a napokon j. a z. svahy Hodrušskej hornatiny. Z týchto území podzemná voda prúdi na J až JZ. V juhozápadnej časti oblasti – v povodí Žitavy, Nitra a dolného Váhu – sa uplatňuje predovšetkým zjz. smer prúdenia. Priebeh piezometrickej hladiny komplikuje depresia zasahujúca do opisovaného územia od Zlatých Moraviec a elevácia Kozmálovských vŕškov, ktorá k nej prilieha na V. Vplyv jz. svahov Kozmálovských vŕškov sa udržiava až po čiaru Úľany nad Žitavou – Tekovské Lužany. Po túto čiaru je piezometrický gradient opisovaných zvodní veľmi strmý (v priemere tu dosahuje hodnotu $J = 4 \cdot 10^{-3} - 9 \cdot 10^{-3}$ so spádom z 200 m n. m. na 140 m n. m., ďalej na J sa však podstatne zmierňuje (na $J = 5 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$) so spádom 140 – 110 m n. m. Podobne je strmý piezometrický sklon ($J = 4 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}$) aj od j. okolia Zlatých Moraviec po čiaru Nitra – Vráble (200 – 140 m n. m.), odkiaľ je už sklon piezometrickej hladiny až po Váh miernejší ($J = 1,0 \cdot 10^{-3} - 1,1 \cdot 10^{-3}$; 140 – 110 m n. m.). Na J od čiar Úľany nad Žitavou – Tekovské Lužany podzemná voda prúdi na JZ, J a JV. Dolina Hrona na J od Svodova funguje ako drén napätých zvodní v neogénnych kolektoroch.

V oblasti Ipeľskej pahorkatiny prúdi podzemná voda v plytko uložených neogénnych kolektoroch z jv. svahov Kozmálovských vŕškov a Hodrušskej hornatiny na JV. Od Starého Tekova po Levice je sklon piezometrickej hladiny medzi izopiezami 200 – 160 m n. m. strmý ($J = 7 \cdot 10^{-3}$), ďalej od Levíc po Jur nad Hronom sa gradient zmierňuje na hodnotu $J = 3 \cdot 10^{-3}$ (160 – 140 m n. m.).

Obeh podzemnej vody v kvartérnych kolektoroch

Hydrogeologickým významom aj plošným rozsahom má na zmapovanom území dominujúce postavenie jz. časť Podunajskej roviny – oblasť gabčíkovskej prepادلiny (hydrogeologický rajón Q 052). Zdrojom napájania podzemnej vody v tejto oblasti je najmä Dunaj v úseku od Bratislavy po Gabčíkovo (Porubský, 1970b). Podľa iných autorov siahla tento úsek s významnou infiltráciou až po Sap (Palkovičovo) a infiltráciu pri všetkých vodných stavoch v Dunaji až na úsek asi 20 km pred Komárnom predpokladal Duba (1968). Pospíšil (1976) na základe tríciových analýz predpokladal, že úsek intenzívnej infiltrácie sa končí pred Bodíkmi, kde hĺbkový vplyv infiltrácie z Dunaja siaha už iba do hĺbky okolo 30 m. Naproti tomu, v úseku s veľmi intenzívnou infiltráciou (úsek medzi Hamuliakovom a Šamorínom – už mimo zmapovaného územia) sa tento vplyv zistil až do hĺbky viac ako 100 m. Podľa týchto výsledkov a ďalších poznatkov bolo možné úsek intenzívnej infiltrácie pred vybudovaním vodného diela Gabčíkovo vymedziť medzi riečnymi kilometrami 1 860 – 1 830, t. j. od zaústenia bývalého Biskupického ramena pri Vlčom hrdle nižšie Bratislavy (za z. okrajom zmapovaného územia) po Bodíky.

Na základe rozboru prúdenia s použitím tríciových analýz Pospíšil (1976) vyčlenil jednak zónu I priliehajúcu k Dunaju s intenzívnou výmenou vody do hĺbky väčšej ako 100 m („zóna tvorby zásob podzemných vôd“), jednak zónu II, označenú ako „zóna transportu a formovania chemizmu“. Na základe tríciovej aktivity sa zóna II člení na vrchnú časť s relatívne rýchlejšim pohybom vody (v priemere okolo 1,15 km za rok) do hĺbky 60 – 70 m a na spodnú časť s pomalším pohybom. Vo v. časti územia bola vyčlenená (Pospíšil, 1976) zóna odvodňovania, v ktorej podzemná voda vystupuje na povrch vplyvom gabčíkovských zlomov a zjem-

ňovania sedimentov. Vzduvaci účinok gabčíkovských zlomov sa prejavoval už v okolí Bodík a Jurovej a vplyv ďalšej hrasti už v okolí Lehníc. V týchto úsekoch sa všade prejavovali intenzívne vývery podzemnej vody do odvodňovacích kanálov.

Opísané vzťahy medzi Dunajom a podzemnou vodou sa do určitej miery zmenili po realizácii Vodného diela Gabčíkovo s prehradením Dunaja pri Čunove (za z. okrajom zmapovaného územia) a s vybudovaním prívodného kanála od Čunova po Sap (Mucha et al., 1995, 1997, 1999; Rodák, 1999). Rýchlosť a smer prúdenia podzemnej vody v užšej pririečnej zóne sú podstatne ovplyvňované hladinovým režimom Dunaja (zdrže) a ľavostranného priesakového kanála. Vertikálny rozdiel piezometrických výšok medzi plytkou a hlbokou pozorovacou úrovňou piezometrov pri Dunaji svedčí o významnej vertikálnej zložke prúdenia (Rodák, 1999). Z bilančných výpočtov (Rodák, 1999) vyplýva, že uvažované zmeny hladiny v Dunaji môžu spôsobiť až 3 – 4-násobné zvýšenie infiltrovaného množstva vody.

Infiltráciou vody z Dunaja vzniká hlavný prúd podzemnej vody, ktorý na tomto území postupuje zhruba rovnobežne s Dunajom. Druhý hlavný prúd postupuje takmer rovnobežne s Malým Dunajom po jeho severnej strane. Napája ho Dunaj na území Bratislavy a prítoky z Malých Karpát (Dubá, 1968). Tretí prúd podzemnej vody tečie dolinou Váhu. Podľa Bujalku et al. (1967) sa v území medzi Kajalom a Kráľovou nad Váhom uplatňuje aj podzemná voda prúdiaca sem zo štrkovej formácie Trnavskej tabule. V území medzi Kráľovou, Veľkými Úľanmi a Jelkou sa potom stretávajú dva prúdy podzemnej vody. Tým sa vytvárajú veľmi priaznivé podmienky na zachytenie a odber vody, čo preukázali aj výsledky prieskumu (Takáčová a Pospíšil, 1969). Príron podzemnej vody z Trnavskej pahorkatiny sa prejavuje napríklad aj v priestore rašeliniska pri Pustých Úľanoch. Kršák (1969) tam zistil odtok podzemnej vody v množstve 94 – 109 l · s⁻¹. K množstvu podzemnej vody tu prispieva aj infiltrácia z Čiernej vody, zistená v minulosti (Bujalka et al., 1967). Dnes po napojení toku na hať na Malom Dunaji v Novej Dedinke je pravdepodobne infiltrácia ešte väčšia, pokiaľ nenastane zakolmatovanie koryta. Z Trnavskej tabule sú zrejme prítoky aj do vážskych náplavov pri s. okraji územia. Časť týchto podzemných vôd drénuje Dudváh do odvodňovacích kanálov.

V minulosti odvádzal značné množstvo podzemnej vody aj Malý Dunaj. V úseku Rastice (Zlaté Klasy) – Trstice – zhruba v dĺžke 30 km – sa tu v minulosti zaznamenával prírastok 2 850 l · s⁻¹ (Gyalokay a Lehký, 1964). Ďalším drénujúcim prvkom bolo klátovské rameno, ktoré je dnes od Malého Dunaja oddelené a celý jeho prietok pochádza z drenáže podzemnej vody.

Podobné drénovanie podzemnej vody sa prejavuje aj v ďalších územiach. Po ľavej strane Váhu od Zemného po Komárno sa prejavujú prítoky z priľahlých terasových území. Podzemnú vodu tu odvádzajú Dlhý kanál a kanál Ibolyás. V okolí Trstíc, Salib a Tešedíkova až po Vlčany a Dedinu Mládeže sa sklon hladiny podzemnej vody znižuje a bezprostredne ho upravujú drenážne systémy. Značná časť podzemnej vody sa drénuje aj Dunajom v úseku, ktorý sa začína asi 20 km vyše Komárna. V ročnom priemere tam priteká do toku 2,5 – 4,0 m³ · s⁻¹ podzemnej vody (Gažovič, 1973).

Posledný, menej významný podzemný prúd postupuje dolinou Nitry. Všetky tieto prúdy sa stretávajú v dolnej časti Žitného ostrova, resp. medzi Malým Dunajom a Váhom alebo Váhom a Nitrou. Pri nízkych stavoch riek je podzemná voda drénovaná do povrchových tokov. Za vysokých stavov sa tu však akumulujú veľké množstvá podzemnej vody bez možnosti odtoku, a preto vystupujú na povrch územia. Aj za týchto stavov však pokračuje infiltrácia z riek (Gyalokay a Lehký, 1964). Pri stave vyššom ako 108,5 na vodočte Kolárovo sa objavuje presakovanie pozdĺž hrádzí v tomto území. V celom území medzi Šaľou a Kolárovom sa predpokladá významný vplyv zrážok infiltrujúcich najmä v zimnom polroku (Gyalokay a Lehký, l. c.). Odtok podzemnej vody uľahčujú drenážne kanály, z ktorých do povrchových tokov prečerpávajú vodu čerpace stanice.

V ďalšej časti územia – v Čenkovskej nive medzi Komárnom a Štúrovom – je režim plytkých podzemných vôd ovplyvňovaný Dunajom len na troch podstatne menších územných celkoch, kde ovplyvnenie umožňujú štruktúrne pomery (Dubá, 1968). Je to územie ohraničené na S a SV staršou terasou v okolí Iže (100 km²), okolie Kravian nad Dunajom (65 km²) a časť územia v okolí Obidu. Infiltrácia pri vysokých stavoch sa tu strieda s drénovaním pri nízkych stavoch. Pri Kravanoch nad Dunajom má značný význam aj infiltrácia zrážkovej vody. Napriek hrubej pokrývke spraší (až 15 m) je vplyv zrážok významný aj na terasách (Bujalka et al., 1967). Infiltrácia tu prebieha najmä v terénnych depresiách, kde hrúbka spraší klesá. Podzemná voda terás sa odvodňuje na ich hranách, časť vystupuje na povrch nižšej terasy, časť sa odvádzajú dre-

náznymi kanálmi. Maximálna výdatnosť výverov sa pohybuje okolo desiatín $l \cdot s^{-1}$. Najzreteľnejšie sú vývery medzi Obidom a Štúrovom (sčasti už za v. okrajom zmapovaného územia).

Pririečna zvodeň Hrona sa napája prevažne z rieky, po pravej strane sa uplatňujú aj prítoky z pravobrežných terás a z ďalších častí Hronskej pahorkatiny. Terasy sa napájajú zo zrážok a odvodňujú sa z veľkej časti povrchovými tokmi. Ich meraním odvodili Bujalka et al. (1967) priemerný merný odtok $0,7 l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$. Podzemnú vodu prúdiacu náplavmi Hrona drénuje Dunaj už za v. okrajom zmapovaného územia.

7.3. Režim podzemnej vody

Sieť pozorovacích objektov na zmapovanom území je rozmiestnená najmä s cieľom pozorovania režimu podzemnej vody kvartéru. Územie pahorkatín je na pozorovacie objekty chudobné. Najväčšia pozornosť sa venovala j. časti Podunajskej nížiny, najmä Žitnému ostrovu. Údaje z režimových pozorovaní sú veľmi nesústavné a nerovnomerne rozložené v priestore i čase. To sa odráža aj na nerovnomerných možnostiach zhodnotenia režimu podzemnej vody a jeho prvkov v jednotlivých hydrogeologických celkoch.

Režim podzemnej vody v predkvartérnych kolektoroch

Údaje o režime podzemnej vody triasových karbonátov Tribeča pri Koliňanoch uvádzajú Franko et al. (1976). Ide o výsledky pozorovaní výdatnosti a teploty vody prameňa v obci Pohranice, ktoré vykonal HMÚ Bratislava v hydrologických rokoch 1973 – 1975. Výdatnosť prameňa sa pohybovala v rozmedzí 14,3 až 18,9 $l \cdot s^{-1}$ s priemerom okolo 17 $l \cdot s^{-1}$, teplota vody vykázala rozpätie 12,4 – 18,6 °C s priemerom okolo 16 °C. Dopĺňanie zásob sa začína začiatkom septembra (výdatnosť začína rásť) a trvá do konca februára. Začiatkom marca sa začne vyprázdňovanie zásob (výdatnosť klesá) a trvá do konca augusta. Maximálna výdatnosť (maximálne dopĺňanie zásob) nastáva koncom februára z topenia snehu. Výdatnosť prameňa reaguje na dažďové zrážky počas celého roka takmer okamžite, s maximálnym oneskorením 2 týždne. Teplota vody sa mení v priebehu roka v závislosti od teploty vzduchu s maximami v júli a auguste a s minimami od konca decembra do februára. Prameň má najvyšší stupeň stálosti výdatnosti s koeficientom nerovnomernosti $K_Q = Q_{max} / Q_{min} = 1,3$. Vysoká stálosť charakterizuje komplex triasových karbonátov ako celok dobre vyrovňavajúci podzemný odtok.

Režim podzemnej vody neovulkanitov na zlomovej línii Rybník – Čajkov posudzoval Škvarka (1974) na základe pozorovania vrtov HŠ-4 Rybník a HŠ-6 Čajkov. Vrt HŠ-4 mal po navítaní zlomového pásma výdatnosť prelivu 50,0 $l \cdot s^{-1}$, po dohlbení však výdatnosť klesala (v júni 1967 na 42,7 $l \cdot s^{-1}$, v júni 1968 na 21,9 $l \cdot s^{-1}$ a v júni 1969 na 14,5 $l \cdot s^{-1}$ s pokračujúcim poklesom). Vrt HŠ-6 mal po navítaní zlomového pásma výdatnosť prelivu 30 $l \cdot s^{-1}$, pričom pri ďalších meraniach sa výdatnosť pohybovala v rozpätí 25,0 – 27,3 $l \cdot s^{-1}$ bez zostupného trendu. Interpretáciu vzájomného vzťahu výdatnosti uvedených vrtov so zreteľom na prúdeň po zlomových komunikáciách uvádzajú Škvarka (1974) a Franko et al. (1976).

Reprezentatívne údaje, ktoré by umožňovali hodnotiť režimové charakteristiky zvodní v neogénnych kolektoroch, sú na území zobrazenom na liste Nitra pomerne zriedkavé. Výsledky sledovania hladín v hydrogeologických vrtoch do neogénu potvrdzujú očakávanú súvislosť medzi kolísaním hladín zvodní v neogénnych kolektoroch v malej hĺbke (do 50 – 100 m pod povrchom terénu) a zmenami stavu hladiny prvej zvodne v kvartérnych kolektoroch. Vzťah medzi kolísaním hladiny zvodne v neogénnom kolektore v hĺbke 57 – 62 m vo vrte v Komárne a zmenami hladiny v Dunaji dokumentoval Porubský (1958). Hladina vo vrte reagovala na zmeny stavu v Dunaji po 34 – 36 hodinách.

Režimové merania v kolektoroch romanu v rovinnom reliéfe mimo pririečnych území indikujú významný vplyv zrážok pri dopĺňaní podzemných vôd. Výsledky týchto pozorovaní svedčia o napájaní zo zrážok, lebo v územiach vzdialených od hlavných tokov nastáva dopĺňanie zásob podzemných vôd a stúpanie hladín už v zimných mesiacoch – najmä vo februári, teda vtedy, keď povrchové toky vykazujú ešte minimálne stavy (Benková et al., 1998). Podmieňujú to najmä klimatické faktory: v mesiacoch apríl až október úhrnný mesačný výpar prevyšuje úhrnné zrážky, kým od novembra do marca zrážky nad výparom prevládajú. V dôsledku toho nastáva v zimných mesiacoch podstatná infiltrácia zrážok. Popri kolektoroch romanu, kde sa uvedené zákonitosti preukázali výsledkami režimových pozorovaní, možno opísané zákonitosti predpokladať aj v starších neogénnych kolektoroch vystupujúcich v podobnej pozícii v malej hĺbke.

Priebeh kolísania hladín podzemnej vody v plytko uložených kolektoroch neogénu ukazuje, že v rokoch s nízkymi zrážkami v zimných mesiacoch trvale klesajú hladiny aj napriek tomu, že letné úhrny sú normálne alebo zvýšené. Roky s vysokým zimným úhrnom, naproti tomu, znamenajú vždy výrazný vzostup hladín podzemnej vody aj pri normálnom celoročnom úhrne (Bujalka et al., 1967; Benková et al., 1998).

Režim podzemnej vody v kvartérnych kolektoroch

Kvartér a neogén Trnavskej pahorkatiny

Na dopĺňanie zásob podzemnej vody a režimu podzemnej vody má v území hydrogeologických rajónov N 049 a QN 050 významný vplyv prítok zo severu, ako aj infiltrácia v plochách s redukovaným sprašovým pokryvom. Hodnoty hydromodulu (amplitúdy kolísania) hladiny podzemnej vody sa na jednotlivých pozorovacích objektoch v rôznych pozorovacích obdobiach pohybujú v rozpätí 0,97 – 3,07 m s mediánom okolo 1,7 m s maximom pri Cíferi a s minimom pri Igrame.

Kvartér Váhu severne od Galanty a Šale

V úseku rajónu Q 048 od Šúroviec po s. okraj Galanty sa režim podzemnej vody formuje pod vplyvom Váhu, zrážok a prítoku z Trnavskej pahorkatiny. Vplyv Váhu sa prejavuje do vzdialenosti 1 km od toku. Amplitúda hladín na SV od Serede ešte vo vzdialenosti 3 – 4 km je väčšia ako 3 m, na J od Serede pri Veľkej Mači iba okolo 1,6 m. Na ľavom brehu Váhu režim výrazne ovplyvňujú drenážne kanály.

Kvartér medziriečia Podunajskej roviny

Územie rajónu Q 074 sa vyznačuje dominantným vplyvom zrážok na režim podzemnej vody. Ide najmä o okolie Veľkých Úľan, Sládkovičova a Galanty. V úzkom páse okolo riek – do 2 km (Gyalokay a Lehký, 1964) – za vysokých stavov hladiny v rieke možno konštatovať významné dopĺňanie podzemnej vody. Pozdĺž Váhu sa takýto vzťah zistil po celej dĺžke, pozdĺž Malého Dunaja až po Aszód. Pás územia priliehajúci k Trnavskej pahorkatine je pod vplyvom prítoku podzemnej vody z tohto celku. V cípe územia medzi Veľkým Grobom a Recou sa zistila amplitúda stavov hladín (hydromodul) od 1,2 m (Reca) do 2,1 m (Veľký Grob), v ostatnom území 2,2 až 2,8 m (Sládkovičovo, Horné Saliby, Kráľov Brod). V dôsledku toho, že zdrojom napájania sú zrážky, maximálne stavy podzemnej vody nastávajú začiatkom apríla, minimum začiatkom novembra. Priemerné hydromoduly potom dosahujú 0,8 – 2,0 m, okrem územia ovplyvňovaného tokmi. Extrémne hodnoty sú závislé od časového stretnutia infiltrácie zrážok a vodných stavov v riekach.

Kvartér juhozápadnej časti Podunajskej nížiny

Režim v tejto oblasti charakterizoval Duba (1968) ako režim celoročného napájania aj súčasného odvádzania (drénovania) podzemnej vody. Územie rozdelil na 3 zóny. V užšej pririečnej zóne každému výkyvu hladiny v rieke zodpovedá výkyv hladiny podzemnej vody. V širšej pririečnej zóne sa na kolísaní hladiny podzemnej vody podieľajú iba väčšie oscilácie v toku alebo dlhodobé stavy. Za jej vonkajšie ohraničenie považuje spojnicu bodov, v ktorých sa v priečných profiloch pretína vodorovná priamka vedená v úrovni maximálnej hladiny v rieke s najvyššou hladinou podzemnej vody. Za touto čiarou už rieka nemôže priamo ovplyvniť brehovou infiltráciou hladinu podzemnej vody. V tretej, vonkajšej pririečnej zóne sa hladina podzemnej vody nachádza vyššie ako hladina v toku. Amplitúda kolísania hladiny (hydromodul) závisí predovšetkým od vzdialenosti od Dunaja. V užšej pririečnej zóne môže byť hydromodul väčší ako 3 m, v širšej pririečnej zóne sa pohybuje spravidla okolo 2 m, vo vonkajšej zóne v širšom okolí Dunajskej Stredy a Blahovej dosahuje iba okolo 1 m.

Prirodzený režim v strednej časti Žitného ostrova ovplyvňujú početné odvodňovacie kanály najmä znížením extrémnych hodnôt. Podľa priebehu kolísania hladín možno rozdeliť územie Žitného ostrova na dve časti. Vo v. časti sa v strede ostrova vplyv Dunaja (prechod jednotlivých vln) prejavuje oveľa menej ako v z. časti. Deliacou čiarou je pravdepodobne hrasť v okolí Okoča znižujúca hrúbku sedimentov zhruba na 36 m. V území za Malým Dunajom sú rozdiely medzi extrémnymi stavmi hladín pomerne veľké (Jelka 1,23 m,

Jánovce 1,84 m), väčšie ako v centrálnej časti ostrova na pravej strane Malého Dunaja. Pri vyústení Klátovského ramena do Malého Dunaja (Trstice – Topoľníky) sa už pravdepodobne začína uplatňovať vzdúvací účinok Váhu od Kolárova. Prejavuje sa to vysokými rozdielmi v extrémoch (pri Topoľníkoch až 2,3 m). Poznatky z územia medzi Malým Dunajom a Čiernou vodou svedčia o zložitom režime podzemnej vody s uplatnením väčšieho počtu činiteľov, pričom rozhodujúci vplyv na napájanie podzemnej vody tu majú zrážky.

Režim podzemnej vody Žitného ostrova oproti stavu, ktorý opisuje Pospišil (1976), ovplyvnila realizácia Vodného diela Gabčíkovo (Mucha et al., 1995, 1997, 1999; Rodák, 1999). Hladinový režim zdrže a ľavostranného priesakového kanála má popri ovplyvnení rýchlosti a smeru prúdenia podzemnej vody aj podstatný vplyv na kolísanie hladín podzemnej vody v užšej pririečnej zóne. Vplyv kolísania hladiny vody v Dunaji sa výrazne prejavuje medzi Dunajom a priesakovým kanálom, ďalej je vplyv na kolísanie už menej výrazný (Rodák, 1999).

Kvartér Dunaja v úseku Veľké Kosihy – Štúrovo

Režim podzemnej vody v rajóne Q 056 je ovplyvňovaný Dunajom, zrážkami, výparom a odvodňovacími kanálmi. Vplyv Dunaja je veľmi intenzívny najmä v užšej pririečnej zóne Čenkovskej nivy. Amplitúda hladiny podzemnej vody v úseku Iža – Kravany nad Dunajom prevyšuje až 5 m, v úseku Klížska Nemá – Komárno je o niečo nižšia (Klížska Nemá 4,1 m, Komárno 3,5 m). Vo v. cípe Žitného ostrova sú vysoké hydromoduly aj pri okraji rajónu (Lipové 2,0 m, Čalovec 1,6 m). Dunaj je však prevažnú časť roka drénom. V úseku Iža – Kravany nad Dunajom sú vody z vyššej terasy, ako aj infiltrované zrážky až 10 mesiacov v roku odvádzané do toku. Významnú úlohu tu majú aj odvodňovacie kanály. V okolí Kravian nad Dunajom dosahuje zóna infiltračného napájania aj drenáže do 150 – 300 m od brehu Dunaja, širšia pririečna zóna dosahuje do 700 až 2 000 m. Za touto vzdialenosťou až po vyššiu terasu režim určujú zrážky a výpar.

Kvartér Nitry od mesta Nitra po Nové Zámky

Pozorovacia sieť v tomto úseku je nedostatočná. Za vysokých stavov sa pririečna zvodň dopĺňa z tokov. Hydromoduly sa v pozorovacom období 1966 – 1970 pohybovali od 0,9 m do 3,2 m, pričom amplitúdy sú väčšie v objektoch na okraji nivy ako vo vlastnej nive.

Kvartér hrnských terás a dolného toku Hrona

Podzemná voda terás Hrona v rajóne QN 059 sa dopĺňa predovšetkým zo zrážok, sčasti aj prítokmi z okolitých neogénnych kolektorov Hronskej pahorkatiny. Pozorovacia sieť je v tomto území veľmi riedka. Amplitúdy kolísania hladín podzemnej vody sa tu pohybujú v rozpätí 1,2 – 2,5 m.

Riedka pozorovacia sieť je na zmapovanom území aj v nive Hrona. Mimoriadne vysoké amplitúdy stavov hladiny pririečnej zvodne sa pozorovali v pravobrežnom úseku hronskej nivy medzi Malými Kozmálovcami a Novým Tekovom, s hodnotami vyššími ako 4 m a maximom 6,1 m.

7.4. Merný odtok podzemnej vody

Merný odtok podzemnej vody v Podunajskej nížine – t. j. na prevažnej väčšine zmapovaného územia – má všeobecne veľmi nízku úroveň – od hodnôt okolo $0,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ po hodnoty okolo $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Na mape odtoku podzemnej vody [Krásny (ed.), 1981] sa najnižšie hodnoty $0,5 - 1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ na základe analógie uvádzajú v celom území Žitného ostrova medzi Dunajom a Malým Dunajom, resp. úsekom Váhu niže vyústenia Malého Dunaja, v prevažnej väčšine Hronskej pahorkatiny od j. okraja po Vrábľe, Dolný Pial a Kalnú nad Hronom a napokon v časti Ipeľskej pahorkatiny zasahujúcej na toto územie. Podľa nomenklatúry použitej na spomínanej mape odtoku podzemnej vody je merný odtok podzemnej vody v uvedených plochách označený ako veľmi nízky (stupeň II).

V ostatných častiach Podunajskej nížiny na území zobrazenom na liste Nitra – v Trnavskej, Nitrianskej a Žitavskej pahorkatine, v s. časti Hronskej pahorkatiny, v medziriečí Podunajskej roviny a v dolinách Dudváhu, Váhu, Nitry, Žitavy a Hrona – sa na mape odtoku podzemnej vody uvádza úroveň merného odtoku

podzemnej vody $1 - 2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. To zodpovedá nízkemu mernému odtoku stupňa III. Tieto hodnoty sa stanovili generalizáciou výsledkov hydrogeologických prieskumov (Bujalka et al., 1967; Porubský et al., 1971) a hodnôt určených z výsledkov meraní jednotlivých vodomerných staníc. Krásný et al. (1982) uvádzajú z tejto časti Podunajskej nížiny (tesne za okrajom zmapovaného územia) napríklad hodnoty $1,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ zo stanice Bernolákovo (Čierna voda) a $1,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ zo Siladíc (Dudváh).

Vyššie hodnoty merného podzemného odtoku sa uvádzajú iba z malých plôch výbežkov Tribeča (2 až $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ na úpätí Zobora – stupeň IV; $3 - 7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ z karbonátového mezozoika – stupeň V – VI) a výbežkov Štiavnických vrchov (zvýšený merný odtok podzemnej vody $3 - 5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ – stupeň V).

8. CHEMICKÉ A FYZIKÁLNE VLASTNOSTI PODZEMNEJ VODY

8.1. Všeobecná charakteristika

Charakteristika jednotlivých typov chemického zloženia podzemnej vody v zmysle prijatej legendy hydrochemickej mapy vychádza predovšetkým z klasifikácie, ktorú navrhol Gazda (1971) v kombinácii s Alekinovou klasifikáciou (Alekin, 1970). Týmto spôsobom je vyjadrené chemické zloženie podzemnej vody – spravidla prvej zvodne – na publikovanej mape chemizmu podzemných vôd [Gazda (ed.), 1983]. V tomto texte je typologické zatriedenie chemického zloženia podzemných vôd v texte podľa možnosti doplnené a spresnené aj zaradením k určitej molárnej fácií a subfácií v zmysle molárnej klasifikácie, ktorú navrhli Jetel a Pačes (1979).

Chemické zloženie podzemných vôd prvej zvodne, ako aj ostatných podzemných vôd obiehajúcich v malej hĺbke má prevažne kalciovo-hydrogenkarbonátový charakter. Sú to vody výrazného aj nevýrazného Gazdovho typu Ca–(Mg)–HCO₃ (t. j. typu s prevahou zložky A₂) a prevažne typy C^{Ca}_{IIIa}, C^{Ca}_{II} a menej často C^{Ca}_I v Alekinovej klasifikácii. Podľa Gazdu (1976) je početnosť výskytu typu A₂ v charakterizovaných vodách zhruba 75 %. Menej často je zastúpený (15 %) magnéziovo-hydrogenkarbonátový typ (A₂, resp. Alekinove typy C^{Mg}_I a menej C^{Mg}_{II} a C^{Mg}_{IIIa}), vyskytuje sa však – podľa Gazdu (1976) zhruba v 5 % skúmaných vôd – aj typ natriovo-hydrogenkarbonátový (A₁, typy C^{Na}_I a menej i C^{Na}_{II}). Výskyt ostatných základných typov chemického zloženia je obmedzený a viaže sa prevažne iba na určité geologické útvary (napr. kalciovo-sulfátový typ na nízko mineralizované podzemné vody neovulkanitov). Prítomnosť rôznych prechodných a zmiešaných typov v zmysle Gazdovej klasifikácie (početnosť výskytu okolo 5 %) súvisí jednak s výraznejším uplatnením antropogénnych faktorov, jednak so špecifickými podmienkami genézy mineralizácie (súčasné pôsobenie viacerých genetických procesov, miešanie vôd s rôznou genézou, rozptyl podzemných vôd hlbšieho obehu v plytko uložených zvodniach a pod.). V juhovýchodnej časti územia sa často vyskytujú anomálne znečistené podzemné vody s obsahom dusičnanov až okolo 1 000 mg · l⁻¹, ktoré v Alekinovej klasifikácii patria už do kalciovo-nitrátovej alebo magnéziovo-nitrátovej skupiny. Vzhľadom na priestorovo značne diferencovanú distribúciu takýchto vôd je ich výskyt na mape chemizmu zobrazený iba kontúrovou značkou a indexom.

Prevažná väčšina podzemných vôd plytkého aj relatívne hlbšieho obehu predstavuje vody s litomorfnou mineralizáciou (Jetel, 1975). Ich chemické zloženie je v úzkej korelácii s mineralogicko-petrografickým charakterom horninového prostredia, v ktorom obiehajú a v ktorom sa vytvára ich mineralizácia. Z hľadiska genetickej klasifikácie chemického zloženia podzemných vôd Západných Karpát, ktorú prezentoval Gazda (1975), zaraďujeme tieto vody (presnejšie však ich mineralizáciu) do petrogénneho podtypu atmosférogénnych vôd. Určitú výnimku v tomto smere predstavujú vody s potamogénnou mineralizáciou (v pôvodnom znení „fluvio-génne vody“) v prierečných zvodniach (vo fluvialných sedimentoch údolných nív v hydraulikej súvislosti s povrchovým tokom), kde nie je genetická väzba ich chemického zloženia vzhľadom na významný podiel vody infiltrovanej z povrchového toku taká výrazná ako pri vodách s petrogénnou mineralizáciou.

V konkrétnych geologických podmienkach územia sa z mineralizačných procesov prebiehajúcich na fázovom rozhraní hornina/voda uplatňuje najmä rozpúšťanie karbonátov a sadrovca, hydrolytický rozklad silikátov a oxidačno-redukčné, inovýmenné, resp. biochemické procesy. V závislosti od toho, ktorý z týchto procesov sa pri tvorbe petrogénnej mineralizácie uplatňuje ako určujúci, rozlišuje sa niekoľko genetických skupín. Pre neovulkanity Štiavnických vrchov a kryštalínium Tribeča je charakteristický výskyt silikátogénnej a menej aj sulfidogénno-silikátogénnej mineralizácie, pre karbonatické komplexy Tribeča výskyt karbonátogénnej mineralizácie. Rozpúšťanie karbonátov je určujúci mineralizačný proces aj pri tvorbe chemického zloženia podzemnej vody plytkého obehu v sladkovodných a osladených terciérnych sedimentoch Podunajskej nížiny. Výnimkou sú nevápnité variety týchto sedimentov (napr. nemčianske piesky panónu)

s vodami so silikátogénnou mineralizáciou. V podmienkach hlbšieho obehu zrážkovej vody v týchto sedimentoch je tvorba karbonátogénnej mineralizácie obmedzená a tvorí sa prevažne karbonátogénno-hydro-silikátogénna, hydrosilikátogénna alebo polygénna mineralizácia (Gazda, 1976).

Popri mineralogicko-petrografickom charaktere horninového prostredia obehu tvorbu chemického zloženia litomorfných vôd ovplyvňujú aj ďalšie primárne genetické faktory. Je to najmä členitosťou reliéfu, granulometrické zloženie sedimentov, termodynamické a oxidačno-redukčné podmienky obehu a ich zmeny s hĺbkou, stupeň preplynenia obehových ciest oxidom uhličitým a zlomová tektonika. Členitosť reliéfu podmieňuje rýchlosť prúdenia podzemnej vody v hornine k dostupným výverom a spolu s priepustnosťou prostredia do značnej miery určuje výslednú koncentráciu hlavných zložiek vo vodách prvej zvodne (Jetel, 1989, 2002a). Granulometrické zloženie pôsobí jednak priamo – prostredníctvom sumárneho špecifického povrchu častíc, jednak nepriamo – ovplyvňovaním rýchlosti prúdenia.

V hlbšie uložených zvodnencoch terciéru obiehajú vody natrio- hydrogenkarbonátového, natrio- chloridovo- hydrogenkarbonátového alebo natrio- chloridového charakteru. Natrio- hydrogenkarbonátové vody sú podľa Gazdu (1975, 1976) geneticky typické vody s petrogénnou mineralizáciou tvoriacou sa hydrolytickým rozkladom silikátov alebo ionovýmennými procesmi v sladkovodných sedimentoch – najmä pliocénu. Vody charakteru Na–Cl–HCO₃ a Na–Cl reprezentujú podľa Gazdu (1976) prevažne talasogénne („marinogénne“ – reliktné morské) vody, do rôzneho stupňa infiltračne, biogénne alebo petrogénne metamorfované. V podloží terciérnych sedimentov sv. časti Podunajskej nížiny sa lokálne vyskytujú aj natrio- chloridové soľanky halitogénneho pôvodu (Gazda, 1976).

Zložitosť hydrogeochemických pomerov územia dokumentuje popri pestrosti hydrochemických a genetických typov podzemných vôd aj široké rozpätie ich celkovej mineralizácie. V menšej hĺbke sa celková mineralizácia pohybuje v intervale 0,1 – 1,5 g · l⁻¹, miestami až do 5,0 g · l⁻¹. Gazda (1976) ako najčastejšie sa vyskytujúce hodnoty uvádza 0,6 – 0,8 g · l⁻¹ (45 %) a 0,3 – 0,6 g · l⁻¹ (34 %). Najnižšie hodnoty sú charakteristické pre podzemné vody neovulkanitov a kryštalínika a pre spodnú časť kvartérnych štrkov a pieskov gabčíkovej depresie, najvyššie hodnoty pre podzemné vody kvartérnych uloženín jv. časti Podunajskej nížiny. Vody s mineralizáciou pokladanou za talasogénnu v hlboko uložených kolektoroch terciéru v hydrogeologicky uzavretých štruktúrach dosahujú zväčša mineralizáciu okolo 35 – 45 g · l⁻¹. Najvyššia mineralizácia podzemných vôd zistená na tomto území dosahuje hodnoty 90 – 126 g · l⁻¹. Gazda (1976) ich pokladá za halitogénne.

Významný genetický faktor uplatňujúci sa pri tvorbe chemického zloženia podzemných vôd s petrogénnou a potamogénnou mineralizáciou je pôdny pokryv. Hnedé lesné pôdy na neovulkanitoch sú piesčito-hlinité a majú výrazne kyslú reakciu (v povrchovej vrstve s pH okolo 3,5, v spodných horizontoch s pH 4,5 až 5,0), nulovú vápnitosť a relatívne slabú ionovýmennú schopnosť. S výnimkou menej kyslej reakcie (pH 5,3 – 6,5) a rôzne výraznej vápnitosti v kontaktných zónach s čiernozemami, rôzne podtypy hnedozemí vykazujú približne rovnaké fyzikálno-chemické vlastnosti. Humusovo-karbonátové pôdy (rendziny) sú slabo kyslé až alkalické (pH 6,2 až 8,2), silno vápňité (až 50 % CaCO₃) a z hľadiska ionovýmeny aktívnejšie. Silno vápňité a pritom piesčité sú aj všetky typy pôd pokrývajúce Žitný ostrov a prevažujú aj v ostatných častiach Podunajskej nížiny budovaných na povrchu fluvialnými sedimentmi. Obsah CaCO₃ sa v pôdach Žitného ostrova pohybuje prevažne v rozpätí 10 – 30 %. Okrem kalcitu tu bol identifikovaný aj dolomit a druhou najvýznamnejšou zložkou ľahkej frakcie piesčitej zložky po kremeň sú plagioklasy. Špecifický pôdny typ, vyvinutý najmä v j. časti Žitného ostrova, pri sútoku Váhu a Nítry a v jv. cípe zmapovaného územia, sú soľné pôdy. Majú alkalickú reakciu, vysoký podiel Na viazaného v sorpčnom komplexe a sú v nich nahromadené rozličné soli – najmä sírany a uhličitany alkálií a alkalických zemín – vo vrchnej časti profilu alebo priamo na povrchu vo forme bielych povlakov alebo práškovitých výkvetov.

Pri prestupe pôdnym pokryvom sa chemické zloženie zrážkovej vody v závislosti od celého radu faktorov (priepustnosť a hrúbka pôdneho pokryvu, typ pôdy, nadmorská výška a expozícia, ročné obdobie, obsah organických látok, asociácia prítomných mikroorganizmov) v rôznej miere mení. Pôdny pokryv je predovšetkým významný zdroj CO₂, ktorý tu vzniká najmä biochemickým rozkladom organických látok. V našich klimatických podmienkach sa koncentrácia CO₂ v pôdnej atmosfére pohybuje prevažne v rozpätí 0,5 – 5,0 objemových %, čo zodpovedá parciálnemu tlaku CO₂ 0,5 – 5 kPa – až o dva rády väčší ako v atmosfére (0,03 kPa). Spätný výpočet z chemického zloženia podzemných vôd Žitného ostrova (Porubský et al., 1971) vykázal parciálny tlak CO₂ 0,3 až 4,9 kPa. To sa zhoduje s uvedeným rozpätím a dokumentuje rovnovážne nasýtenie zrážkovej vody s CO₂ pri ich prestupe pôdnym pokryvom. Časť hydrolytickej kapacity získanej

rozpúšťaním pôdneho CO₂ uplatňuje infiltrujúca zrážková voda ešte počas zostupu cez pôdny pokryv vo vzťahu k jeho minerálnej zložke. Popri produktoch týchto interakcií sa infiltrujúca voda obohacuje v pôdnom pokryve aj o ďalšie zložky, najmä o rozličné organické látky a produkty činnosti mikroorganizmov (napr. dusitany, dusičnany, amónne ióny atď.), prítomné v množstve až $n \cdot 10^9$ jedincov v 1 g pôdy. Vody zostupujú z pôdneho pokryvu do horninových kolektorov, sú teda už rôzne mineralizovanými roztokmi s charakteristickým chemickým zložením. Podľa výsledkov experimentov pri prestupe zrážkovej vody cez pôdny pokryv v pedologických a klimatických pomeroch zodpovedajúcich zhruba kryštaliniku Tribeča sa dvojnásobne až štvornásobne zvyšuje koncentrácia Ca, Mg, Na a K, resp. až desaťnásobne sa zvyšuje obsah SiO₂ v zostupujúcej vode.

8.2. Podzemná voda granitoidných hornín

Granitoidné horniny vystupujú na povrch na tomto území iba na jz. a j. svahoch Zobora. Sú to hrubozrnné biotitické kremenné diority a granodiority. Ich hlavnými zložkami sú plagioklasy (s An 21 až 29 %) tvoriace asi 60 % horniny, kremeň (asi 24 %) a biotit (asi 11 %). Sú prevažne pokryté rôzne hrubou vrstvou deluviálnych sedimentov a s pripovrchovou zónou granitoidov (do hĺbky okolo 30 – 50 m) vytvárajú spoločný kolektor. Táto skutočnosť spolu s charakterom delúvií (prítomnosť karbonátových klastík), malým výškovým rozpätím reliéfu a intenzívnymi antropogénnymi vplyvmi (vínohrady, záhrady, neodkanalizované osídlenie) podmieňuje špecifické črty chemického zloženia tohto celku – najmä vyššiu mineralizáciu a s výnimkou silno znečistených vôd výrazný kalciovo-hydrogenkarbonátový charakter, na rozdiel od typických vôd kryštalinika Tribeča (porov. Kullman et al., 1975) a ostatných jadrových pohorí Západných Karpát so silikátogénnou a sulfidogénno-silikátogénnou mineralizáciou.

8.3. Podzemná voda mezozoických hornín

Podzemná voda mezozoických hornín Tribeča zasahujúca na zmapované územie je typická voda s karbonátogénnou mineralizáciou. Základný proces tvorby jej chemického zloženia je rozpúšťanie karbonátov (kalcitu a dolomitu), ktoré uvoľňuje do kvapalnej fázy najmä ióny Ca²⁺, Mg²⁺ a HCO₃⁻ a podmieňuje tak výrazný kalciovo-hydrogenkarbonátový alebo kalciovo-magnéziovo-hydrogenkarbonátový charakter chemického zloženia vody. Kvantitatívny efekt tohto procesu je funkciou teploty, tlaku, parciálneho tlaku CO₂ a hydrodynamických podmienok obehu niektorých špecifických faktorov – tzv. rozpúšťacej pórovitosti (Gazda, 1970).

Z ostatných minerálnych zložiek prítomných v karbonátových horninách mezozoika vykazuje obmedzený vplyv najmä prakticky všade prítomný rozptýlený sadrovec, resp. autigénny pyrit. Oba tieto minerály rozpúšťaním, resp. oxidáciou uvoľňujú do podzemných vôd ióny SO₄²⁻ a v závislosti od intenzity pôsobenia podmieňujú tvorbu rôzne výraznej kalciovo-sulfátovej zložky. Zdrojom malého až stopového množstva SiO₂, alkálií, hliníka, Sr, Ba a ďalších zvyčajne prítomných prvkov (B, Li, Cu, Ag, Ti, Mn a Cr) je hydrolytický rozklad silikátov (autigénne živce, glaukonit, chlorit, biotit, ílové minerály) a rozpúšťanie rôznych foriem SiO₂ (opál, chalcedón a kvarcín, vznikajúce počas diagenézy a epigenézy, zrná klastického kremeňa) a akcesorických minerálov (apatit, stroncianit, celestín, rutil a i.).

Hydrogeologicky najvýznamnejší člen mezozoika skupiny Zobora sú karbonáty stredného triasu až aptu. Tvoria hydraulicky jednotný komplex s puklinovou a krasovo-puklinovou priepustnosťou a s veľmi priaznivými podmienkami na infiltráciu a pohyb vody. Kremito-sericitické bridlice spodného triasu tvoria ako počvový izolátor v podloží tohto komplexu pozdĺž spojnice kót Žibrica – Haranč výraznú eleváciu (Bím, 1972), ktorá delí karbonátový komplex na dve, relatívne samostatné štruktúry.

Vo východnej štruktúre má infiltrujúca zrážková voda vytvorené predpoklady na hlbší obeh. Voda zostupuje až na bázu stredného triasu a prúdi ďalej v smere sklonu počvového izolátora, t. j. v smere SZ – JV. V masíve Koliňanského vrchu na okrajovom zlome smeru SV – JZ sa táto voda vzdúva a vystupuje na povrch vo forme výdatných bariérových prameňov v Pohraničiach a v tesnom susedstve s. okraja územia v Koliňanoch. Hlbšie napájanie týchto prameňov dokumentuje zvýšená teplota vody (16 – 21°C) a vyššia mineralizácia (0,7 – 1,0 g · l⁻¹). Zvýšený obsah síranov (100 – 160 mg · l⁻¹) je výsledkom rozpúšťania sadrovca rozptýleného v spodnotriasových bridliciach. Odlišné podmienky tvorby chemického zloženia majú vody prameňov vyvierajúcich asi 400 m na S od obce Pohranice a na jej sz. okraji. Nižšia teplota vody poukazuje

na ich plytší obeh a nezvýšený obsah síranov na tvorbu chemického zloženia vo vlastnom masíve Koliňanského vrchu bez kontaktu so spodnotriasovým súvrstvom.

Najvýznamnejšie prirodzené zdroje odvodňujúce územie na Z od spojnice kót Žibrica – Haranč sú prameňe zo strednotriasových dolomitov na V od obce Podhorany. Prevalu dolomitu v prostredí tvorby chemického zloženia potvrdzuje hodnota koeficientu $r(\text{Mg}/\text{Ca}) = 0,52$. Drobné vývery z jurských vápencov (okrem iného aj Svoradov prameň na Zobore) majú nízku teplotu ($10 - 13 \text{ }^\circ\text{C}$) pri mineralizácii $0,4 \text{ až } 0,6 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Indikuje to ich plytký obeh a relatívne krátkodobý kontakt s horninovým prostredím. Pomerne značné plošné rozšírenie v skupine Zobora majú spodnotriasové kremence. Celková mineralizácia podzemných vôd vyvierajúcich z tohto súvrstvia zriedka prevyšuje $0,4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Tvorí sa najmä hydrolytickým rozkladom živcov, ktoré spolu so sericitom, muskovitom a chloritom sú rôzne veľkou prímесou prevládajúceho kremeňa.

Významné územie s podzemnými vodami v mezozoických karbonátových kolektoroch je komárňanská kryha medzi Komárnom a Štúrovom. Vrty v hĺbke $70 - 1\,000 \text{ m}$ tam zastihli akratotermie s karbonátogénnou mineralizáciou. V malej hĺbke ($68 - 263 \text{ m}$) sú to lokality Patince, Virt a Štúrovo s vodami výrazného (Patince a Virt) alebo nevýrazného (Štúrovo) základného typu Ca-Mg-HCO_3 s mineralizáciou $0,69 \text{ až } 0,78 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Predstavujú subfácie C-Ca-Mg, C-Mg-Ca a C-Ca-S a Alekinove typy $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{II}}$ alebo $\text{C}^{\text{Mg}}_{\text{IIIa}}$ (Virt). Vo väčšej hĺbke ($723 - 1\,000 \text{ m}$) boli akratotermie výrazného základného typu Ca-Mg-HCO_3 s prekvapivo nízkou celkovou mineralizáciou ($0,63 \text{ až } 0,74 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) zastihnuté pri Kravanoch nad Dunajom a Obide. Voda pri Kravanoch nad Dunajom predstavuje subfáciu C-Mg-Ca a typ $\text{C}^{\text{Mg}}_{\text{I}}$, voda z vrtu Obid patrí k subfácii C-Ca-Mg a typu $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{II}}$. Vysoký podiel Mg s hodnotami $0,86 - 1,15$ vo vodách z Kravian nad Dunajom, Virtu, Patiniec a Obidu indikuje tvorbu mineralizácie prevažne v dolomitoch a obmedzený kontakt s vrstvami mezozoika bohatými na sadrovec.

V porovnaní s vodami komárňanskej kryhy podstatne vyššiu úroveň mineralizácie a charakter chemického zloženia majú vody výrazného základného typu Na-Cl z mezozoických kolektorov vo vrtoch v Podhájskej a Vrábľoch. Mineralizácia termálnych vôd na lokalite Podhájska zastihnutých v podloží neogénu v hĺbke $995 - 1\,365 \text{ m}$ dosahuje $18,35 - 19,15 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Sú to vody subfácií Na-Cl-C až Cl-Na-C a typu $\text{Cl}^{\text{Na}}_{\text{II}}$. Vody z mezozoického podložía vo vrtoch Vráble-1 a Vráble-4 majú mineralizáciu ešte podstatne vyššiu ($71,45 \text{ až } 82,05 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) a predstavujú subfácie Cl-Na-C až Cl-Na-Ca a typ $\text{Cl}^{\text{Na}}_{\text{IIIa}}$ až $\text{Cl}^{\text{Na}}_{\text{IIIb}}$.

Mineralizáciu okolo $3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ majú slabo uhličitú termie narazené vrtmi M-1 a M-3 v Komárne v mezozoiku Maďarského stredohoria (Pagáč, 1968). Voda z vrtu M-3 z hĺbky $1\,139 - 1\,184 \text{ m}$ predstavuje prechodný typ $\text{S}_2(\text{SO}_4) - \text{S}_1(\text{Cl})$ a patrí k subfácii Cl-Na-S a typu $\text{Cl}^{\text{Na}}_{\text{II}}$. Franko et al. (1976) pokladajú vody z vrtoch M-1 a M-3 za zmes vlastných vôd mezozoika s karbonátogénno-sulfátogénnou mineralizáciou a infiltračne výrazne degradovaných talasogénných vôd nadložného terciéru.

Na východnom okraji územia v j. okolí Kalinčiakova v plytko uloženom mezozoickom podloží kvartéru (silno porušené vápence v hĺbke 7 m) sa zistila terma s karbonátogénnou mineralizáciou s teplotou $25,2 \text{ }^\circ\text{C}$ a celkovou mineralizáciou okolo $1,0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Je analógiou prirodzených aj umelo odkrytých akratoteriem v Kalinčiakove, Malých Krškanoch a Štúrove, situovaných tesne za v. okrajom zmapovaného územia (tab. 11). Vody z kúpaliska Ilona pri Kalinčiakove na v. okraji územia predstavujú nevýrazný typ Ca-Mg-HCO_3 , subfáciu C-Ca-S a Alekinov typ $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{II}}$ s mineralizáciou okolo $1,0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Tab. 11. Chemické charakteristiky niektorých termálnych vôd v mezozoických horninách (Gazda, 1976).

Lokalita	T_v	CM	S_1	$S_1(\text{Cl})$	$S_2(\text{SO}_4)$	A_2	A_3	$r(\text{Mg}/\text{Ca})$
	$^\circ\text{C}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	ekv. %					
Kalinčiakovo, vrt HBV-2a	25,0	1 005	16,85	2,9	25,8	57,3	0,05	0,51
Kalinčiakovo, vrt HBV-3	25,2	1 000	17,25	13,15	26,0	56,75	st.	0,52
Kalinčiakovo, bazén Ilona	25,5	959	17,25	4,7	24,45	57,5	0,8	0,49
Štúrovo, starý vrt	34,5	700	10,4	7,7	24,25	64,75	0,6	0,66
Štúrovo, vrt FGŠ-1	37,9	722	9,9	5,8	26,5	63,6	st.	0,63
Obid, bazén	24,8	692	9,1	6,55	13,1	77,8	st.	0,81
Patince, vrt SB-1	26,2	684	12,4	8,05	4,9	82,3	0,4	0,96
Patince, vrt SB-2	27,0	715	11,6	5,95	5,3	83,1	st.	0,93
Komárno, vrt M-1	48,2	2 766	32,55	32,55	44,1	21,1	1,05	0,40
Komárno, vrt M-3	50,0	2 918	41,05	36,55	34,5	21,85	1,6	0,43

T_v = teplota vody, CM = celková mineralizácia.

8.4. Podzemná voda neovulkanitov

Mineralizácia podzemnej vody Štiavnických vrchov je prevažne silikátogénna. Intenzita hydrolytického rozkladu silikátových minerálov tvoriacich základné typy horninového prostredia (prevažne pyroxénických andezitov a ich vulkanoklastík). Pri rozklade silikátových minerálov sa uvoľňujú do podzemnej vody najmä hydrogenkarbonáty alkalických zemín a alkálií a formuje sa tak základné chemické zloženie typu Ca–HCO₃, Ca–(Mg)–HCO₃ v plytkom obehú a typu Ca–Na–HCO₃ až Na–HCO₃ v hlbšom obehú.

Celkovú mineralizáciu (iba ojedinele vyššiu ako 1 g · l⁻¹) limituje značná odolnosť silikátových minerálov proti hydrolytickému účinku vody. Mineralizácia vôd plytkého obehú (prevažne menej ako 0,2 g · l⁻¹) je výrazne ovplyvnená aj značnou členitosťou reliéfu s rýchlym odtokom podzemnej vody k miestnej drenážnej báze. To má za následok iba krátkodobý kontakt vody s horninou. V priemere vyššia mineralizácia vôd vulkanoklastík oproti vodám efuzív súvisí najmä s vyššou pórovitosťou a tým aj vyšším merným povrchom vulkanoklastík umožňujúcim tesnejší kontakt vody s minerálmi. Význam tu majú aj určité odlišnosti v mineralogicko-petrografickom zložení vulkanoklastík (prítomnosť exotického materiálu a premenených, okrem iného aj karbonatizovaných andezitov, lokálna prítomnosť CaCO₃ v tmele).

Druhý významný proces podieľajúci sa na tvorbe chemického zloženia podzemných vôd neovulkanitov je oxidácia sulfidov – najmä pyritu, bežnej akcesórie vulkanických hornín. Oxidácia sulfidov je zložitý komplex chemických a biochemických reakcií, z ktorých práve biochemické majú z hľadiska kvantitatívneho efektu procesu rozhodujúci význam (Gazda, 1969). V pripovrchových podmienkach je intenzita oxidačnej degradácie sulfidickej síry vysoká a významne ovplyvňuje zloženie podzemnej vody. Charakteristickým dôsledkom je prítomnosť rôznej výraznej kalciovo-sulfátovej zložky a lokálne až vznik prechodného typu s približne rovnakým zastúpením zložiek A₂ a S₂(SO₄). Takúto mineralizáciu možno z genetického hľadiska označiť ako sulfidicko-silikátogénnu.

Chemické zloženie vôd neovulkanitov môže byť výrazne modifikované hlbším obehom po puklinových zónach tektonického pôvodu. Pre podzemné vody hlbšieho obehú v neovulkanitoch je charakteristická prítomnosť rôznej výraznej zložky A₁ (Na–HCO₃).

Na zmapovanom území sú z neovulkanitov k dispozícii údaje o vrtoch a prameňoch z okolia Rybníka a Čajkova na tektonickom styku neovulkanitov Štiavnických vrchov s neogénom Čajkovskej zníženej (Gazda, 1976). Ide prevažne o vody s mineralizáciou 0,40 – 0,70 g · l⁻¹, výrazného základného typu Ca–Mg–HCO₃ až nevýrazného typu Na–HCO₃, s hodnotami r(Mg/Ca) v rozpätí 0,61 – 1,09.

Malík et al. (1999) pri hodnotení širšieho územia j. časti Štiavnických vrchov na sv. okraji Podunajskej nížiny charakterizujú vody so silikátogénnou a silikátogénno-sulfidogénnou mineralizáciou neogénnych efuzív ako vody výrazného a nevýrazného základného typu Ca–HCO₃ a Ca–Mg–HCO₃, prípadne prechodného typu Ca–HCO₃–SO₄, s mineralizáciou prevažne v rozpätí 0,20 – 0,60 g · l⁻¹, so zvýšeným obsahom SiO₂ (medián H₂SiO₃ 51 mg · l⁻¹) a Al (medián 0,05 mg · l⁻¹). Sú to vody s najnižšou priemernou celkovou mineralizáciou (medián 0,35 g · l⁻¹) z celého hodnoteného územia sv. časti Podunajskej nížiny. V porovnaní s vodami intermediárnych efuzív v iných oblastiach Slovenska s mediánom mineralizácie 0,19 g · l⁻¹ je však úroveň mineralizácie výrazne vyššia. Spomínaní autori to prisudzujú antropogénnym vplyvom. Vody vulkanoklastík so silikátogénnou mineralizáciou potom charakterizuje vyššia mineralizácia (prevažne 0,40 až 0,90 g · l⁻¹, medián 0,80 g · l⁻¹), sú výrazného aj nevýrazného typu Ca–Mg–HCO₃, Ca–HCO₃, prípadne aj prechodného typu Ca–Mg–HCO₃–SO₄, opäť so zvýšeným obsahom SiO₂ (medián H₂SiO₃ 69 mg · l⁻¹) a Al (medián 0,08 mg · l⁻¹). Vysoký obsah dusičnanov (medián 22,4 mg · l⁻¹) a fosforečnanov autori vysvetľujú antropogénnym znečistením.

Predstavu o priemernom charaktere chemického zloženia podzemnej vody v širšom území tvorenom neovulkanitmi na jv. okraji Štiavnických vrchov možno odvodiť z mediánových hodnôt obsahu jednotlivých zložiek, ktoré uvádzajú Malík et al. (1999). Takto odvodené priemerné zloženie vody v efuzívnych horninách charakterizovaného územia vyjadříme Kurlovovou schémou (s vyjadrením podielov jednotlivých hlavných aniónov a kationov v ekv. % na sume kationov, resp. aniónov) ako

$$0,348 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \frac{\text{HCO}_3 \text{ 80,3 SO}_4 \text{ 9,8 NO}_3 \text{ 5,0 Cl 4,7}}{\text{Ca 61,0 Mg 25,7 Na+K+NH}_4 \text{ 13,1}} .$$

Je to voda výrazného základného typu Ca–HCO₃ (A₂ = 80,3 ekv. %), subfácie C–Ca–Mg a typu C^{Ca}_{II}. Podstatne vyššia je priemerná celková mineralizácia vody z vulkanoklastických hornín. Obdobne odvodené priemerné zloženie takejto vody je vyjadrené ako

$$0,802 \text{ g} \cdot \Gamma^{-1} \frac{\text{HCO}_3 \text{ 74,0 SO}_4 \text{ 12,9 Cl 9,0 NO}_3 \text{ 4,0}}{\text{Ca 59,4 Mg 29,9 Na+K+NH}_4 \text{ 10,6}}$$

V tomto prípade ide o vodu výrazného základného typu Ca–Mg–HCO₃, subfácie C–Ca–Mg a typu C^{Ca}_{IIIa}.

8.5. Podzemná voda neogénnych sedimentov

Podzemná voda neogénnych sedimentov v hĺbke do 300 – 400 m

Prevažná väčšina sedimentov neogénu je silno vápnatá. Ak nepôsobia iné genetické faktory, v systéme neogénne sedimenty/zrážková voda sa tvoria v malej hĺbke typické vody s karbonátogénnou mineralizáciou. V dôsledku pomalšieho prúdenia v prostredí s prevažne medzizrnovou priepustnosťou a dotácie CO₂ podmienenej intenzívnou mikrobiálnou činnosťou majú podstatne vyššiu úroveň celkovej mineralizácie v porovnaní s vodami s karbonátogénnou mineralizáciou z karbonátového mezozoika. Hodnoty koeficientu r(Mg/Ca) s mediánom okolo 0,9, s maximom vyšším ako 3,1 a vo viac ako 66 % skúmaných vôd vyššie ako 1,0 pritom naznačujú, že v horninovom prostredí tvorby týchto vôd je popri kalcite významne zastúpený aj dolomit.

Prevažná väčšina vôd v sedimentoch neogénu na zmapovanom území v hĺbke do 400 m má celkovú mineralizáciu v rozpätí 0,3 – 3,2 g · Γ⁻¹. Vody do hĺbky 300 m majú pritom v 90 % prípadov rozpätie celkovej mineralizácie 0,46 – 1,4 g · Γ⁻¹. Medián celkovej mineralizácie vôd Md(CM) do hĺbky 400 m má hodnotu okolo 0,65 g · Γ⁻¹, aritmetický priemer M(CM) = 0,76 g · Γ⁻¹ a geometrický priemer G(CM) = 0,70 g · Γ⁻¹. Distribúcia hodnôt celkovej mineralizácie vykazuje pozitívnu asymetriu (As = 3,3) a extrémne vysokú koncentráciu hodnôt okolo priemeru (Ex = 14,0!).

Najvyššia celková mineralizácia (3,20 g · Γ⁻¹) z hodnotených údajov sa zistila v úseku 305 – 315 m vo vrte Búč (Fatul, 1984) na j. okraji hronsko-žitavskej oblasti. Celková mineralizácia v rozpätí 1,30 – 2,22 g · Γ⁻¹ sa zistila v neogénnych kolektoroch v rozpätí hĺbky 90 – 218 m (Machmerová et al., 1993; Čubřík et al., 1995) medzi Kalnou nad Hronom, Ondrejovcami a Málášom – t. j. vo v. časti hronsko-žitavskej oblasti na Z od Levíc a Želiezoviec.

Celkove možno konštatovať rast priemernej celkovej mineralizácie s hĺbkou. Túto závislosť podľa hydrochemických podkladov, ktoré sú v súčasnosti k dispozícii v prípade vody v neogénnych sedimentoch do hĺbky 20 m, opisuje regresná rovnica

$$CM = 534 + 2,410 H_m$$

pri výberovom koeficiente lineárnej korelácie $r = 0,381$ [CM = priemerná celková mineralizácia v mg · Γ⁻¹, H_m = hĺbka stredu skúšaného úseku vo vrte (m)]. Podľa tejto rovnice je očakávaná hodnota mineralizácie v hĺbke 20 m pod povrchom 0,58 g · Γ⁻¹, v hĺbke 50 m 0,65 g · Γ⁻¹, v hĺbke 100 m 0,78 g · Γ⁻¹, v hĺbke 200 m 1,02 g · Γ⁻¹ a v hĺbke 300 m 1,26 g · Γ⁻¹.

Uvedená regresná rovnica predstavuje spriemerovanie všetkých uvažovaných hodnôt v závislosti od hĺbky. V skutočnosti štatistická závislosť v celom rozsahu uvažovanej hĺbky nie je celkom lineárna, lebo sa prejavujú určité odchýlky v zmysle zvýšenia priemerných hodnôt mineralizácie v blízkosti povrchu. Určitý pokles priemerných hodnôt celkovej mineralizácie medzi najvrchnejším hĺbkovým intervalom 0 až 50 m a intervalom 50 – 100 m, ktorý konštatoval už Gazda (1976) a ktorý sa potvrdil aj po spracovaní nových údajov (tab. 12), vysvetľoval Gazda (1976) jednak antropogénnym znečistením v blízkosti povrchu, jednak aj zmenami termodynamických a oxidačno-redukčných podmienok s hĺbkou – predovšetkým stabilitou sulfidickej síry v redukčných podmienkach a poklesom rozpustnosti karbonátov s rastom teploty.

S rastúcou hĺbkou výrazne klesá hydrogeochemický význam oxidačných procesov a rozpúšťania karbonátov a rastie význam ionovýmenných procesov a hydrolytického rozkladu silikátov. V celkovom chemickom zložení vôd sedimentárneho neogénu sa tieto zmeny prejavujú elimináciou zložky Ca–SO₄ a postupným rastom podielu zložky Na–HCO₃ a napokon aj rastom zložky Na–Cl.

Z hľadiska zastúpenia jednotlivých facií a subfacií v molárnej klasifikácii (Jetel a Pačes, 1979) sú v skúmaných vodách neogénnych sedimentov do hĺbky 400 m najčastejšie zastúpené molárne subfacie C–Ca–Mg (okolo 36 % výskytov), C–Na–Ca (okolo 16 %), C–Mg–Ca (okolo 14 %) a C–Na–Mg (okolo 11 %). Menej často sa stretávame so subfaciami C–Ca–Na, C–Mg–Na, C–Na–Cl, Na–C–Cl, zriedkavejšie aj s inými. Pre každú subfaciu sú pritom charakteristické určité hodnoty celkovej mineralizácie, hĺbky výskytu a niekedy aj relatívna početnosť zastúpenia v jednotlivých regiónoch. Podľa strednej hĺbky výskytu má najmenšiu strednú hĺbku výskytu (okolo 44 m) subfacia C–Ca–S. Strednú hĺbku výskytu ležiacu v intervale 50 – 100 m vykazujú subfacie C–Ca–Mg, C–Mg–Ca a C–Mg–Na, najväčšiu strednú hĺbku (100 až 150 m) majú subfacie C–Na–Ca, C–Ca–Na, C–Na–Mg a C–Na–Cl.

Čo sa týka podielu jednotlivých subfacií v rôznych hĺbkových intervaloch, v najmenšej hĺbke, do 50 m, výrazne prevažuje subfacia C–Ca–Mg, v intervale 50 až 100 m sú popri subfacii C–Ca–Mg pomerne často zastúpené aj subfacie C–Mg–Ca, C–Mg–Na a C–Na–Ca. Vo väčšej hĺbke sa podiel jednotlivých subfacií výrazne mení: v intervale 100 – 200 m je najhojnejšia subfacia C–Na–Ca a C–Na–Mg, kým podiel subfacie C–Ca–Mg už klesá. Najpretejšie zloženie z tohto hľadiska vykazuje pásmo 200 – 300 m s viac-menej rovnomerným zastúpením subfacií C–Na–Mg, C–Na–Ca, C–Ca–Na, C–Mg–Ca a ďalších.

Väčšina uvedených subfacií sa vyskytuje pri mineralizácii 0,30 – 1,00 g · l⁻¹. Vyššie maximálne hodnoty mineralizácie sa vyskytujú pri subfaciách C–Na–Mg, Na–C–Cl a C–Ca–S (do 1,3 g · l⁻¹), C–Na–Ca a C–Na–Cl (do 2,3 g · l⁻¹) a Cl–Na–Ca (do 3,2 g · l⁻¹).

Podľa Alekinovej klasifikácie sú v skúmaných vodách sedimentárneho neogénu najčastejšie zastúpené typy C^{Ca}_I (zhruba 30 %), C^{Na}_I (okolo 23 % výskytov), C^{Mg}_I (okolo 18 %) a napokon typ C^{Ca}_{II} (okolo 16 %). Závislosť podielov jednotlivých typov od hĺbkovej pozície je ešte výraznejšia ako pri molárnych subfaciách. Medián hĺbky výskytu typu C^{Ca}_{IIIa} je okolo 30 m, typu C^{Ca}_{II} okolo 50 m, typu C^{Mg}_I 80 m, typu C^{Ca}_I 120 m a typu C^{Na}_I až okolo 120 m. Pre najmenšiu hĺbku (do 50 m) je charakteristickým predovšetkým typ C^{Ca}_{II}, veľmi hojné sú tu aj typy C^{Ca}_I a C^{Ca}_{IIIa}. V rozmedzí hĺbky 50 – 100 m je najhojnejší typ C^{Mg}_I, často sa vyskytujú aj typy C^{Ca}_I, C^{Ca}_{II} a významne sa začína uplatňovať už aj typ C^{Na}_I. V intervaloch 100 až 200 m a 200 – 300 m dominuje typ C^{Na}_I s častým výskytom typov C^{Ca}_I a C^{Mg}_I. Úroveň celkovej mineralizácie sa pri jednotlivých typoch významne nelíši (s mediánmi okolo 0,58 – 0,67 g · l⁻¹), výnimkou je iba vyššia priemerná mineralizácia typu C^{Na}_I (okolo 1,12 g · l⁻¹) a vôd s prevahou chloridov nad hydrogenkarbonátmi.

Tab. 12. Zmeny priemernej mineralizácie a percentuálneho zastúpenia typov a subfacií vôd kolektorov sedimentárneho neogénu s hĺbkou (do hĺbky 320 m).

Hĺbka (m)	n	G(CM)	M(CM)	vA ₂	nA ₂	A ₁ -A ₂	nA ₁	vA ₁	nS ₁ (Cl)	vS ₁ (Cl)	Zmiešané	
		g · l ⁻¹						%				
< 50	32	0,66	0,69	73	22	–	–	–	< 5	–	< 5	
50 – 100	44	0,65	0,68	79	16	< 5	–	< 5	–	–	–	
100 – 200	28	0,73	0,83	54	11	7	11	11	–	–	7	
200 – 320	11	0,91	1,10	27	9	–	27	27	–	9	–	

Hĺbka (m)	C–Ca–S	C–Ca–Mg	C–Mg–Ca	C–Ca–Na	C–Na–Ca	C–Na–Mg	C–Mg–Na	C–Na–Cl	Na–C–Mg	Na–C–Cl	Na–Cl–C	Cl–Na–Ca
	%											
< 50	< 5	59	13	–	16	–	–	–	< 5	< 5	< 5	–
50 – 100	< 5	43	14	7	11	9	11	< 5	–	–	–	–
100 – 200	–	14	14	7	29	18	< 5	7	–	7	–	–
200 – 320	–	–	18	18	18	27	–	9	–	–	–	9

Hĺbka (m)	C ^{Ca} _{II}	C ^{Ca} _{IIIa}	C ^{Ca} _I	C ^{Mg} _{II}	C ^{Mg} _{IIIa}	C ^{Mg} _I	C ^{Na} _I	Cl ^{Na} _{IIIb}
	%							
< 50	31	19	22	6	6	< 5	9	< 5
50 – 100	21	–	36	< 5	–	30	11	–
100 – 200	–	–	32	–	< 5	21	43	–
200 – 320	–	–	27	–	–	18	45	9

n = počet hodnotených výskytov; G(CM), M(CM) = geometrický a aritmetický priemer celkovej mineralizácie.

Skrátene symboly zložiek a typov v Gazdovej klasifikácii: A₂ = Ca–HCO₃ (Ca–Mg–HCO₃); A₁ = Na–HCO₃; S₁(Cl) = Na–Cl. Základné typy sú označené symbolom príslušnej hlavnej zložky, prechodné typy dvoma symbolmi zložiek, napr. A₁-A₂; vA₂, nA₂ = výrazný a nevýrazný základný typ A₂, vS₁(Cl), nS₁(Cl) = výrazný a nevýrazný základný typ S₁(Cl).

V Gazdovej klasifikácii výrazne prevažuje výrazný základný typ Ca–Mg–HCO₃, resp. Mg–HCO₃. Prevalu týchto typov dokumentuje aj vysoký priemerný obsah zložky A₂ s mediánom Md(A₂) okolo 77 ekv. %. Viac ako 60 % skúmaných vôd vykazuje hodnoty A₂ väčšie ako 67 ekv. % a viac ako 74 % obsahuje viac ako 50 ekv. % A₂. Podstatne menej je zastúpený nevýrazný základný typ Ca–Mg–HCO₃ (Mg–HCO₃), výrazný aj nevýrazný základný typ Na–HCO₃ a prechodný typ A₁–A₂ (Na–Ca–Mg–HCO₃). Aj pri typoch Gazdovej klasifikácie existuje určitý vzťah k hĺbkovej pozícii vody. V hĺbke 0 – 100 m jednoznačne prevláda výrazný základný typ A₂ s určitým menším zastúpením nevýrazného typu A₂. V intervale 100 až 200 m sa popri najčastejšom výraznom základnom type A₂ vyskytujú vo väčšej miere aj ostatné typy – prechodný typ A₁–A₂, výrazný aj nevýrazný základný typ A₁ (Na–HCO₃) a s malým podielom aj ďalšie.

Zmeny jednotlivých hydrochemických charakteristík s hĺbkou – t. j. rozdiely v priemernej celkovej mineralizácii a v relatívnej početnosti jednotlivých typov a subfácií vo vymedzených hĺbkových intervaloch – znázorňuje tabuľka 12. Určité rozdiely v chemickom zložení a úrovni celkovej mineralizácie možno sledovať aj v jednotlivých vymedzených oblastiach neogénu a ich častiach (tab. 13). Sčasti sú však tieto rozdiely podmienené aj rozdielmi v priemernej hĺbke skúšaných úsekov.

Tab. 13. Percentuálne zastúpenie molárných subfácií v jednotlivých regiónoch neogénu (v hĺbke do 400 m).

Subfácia	Región					Spolu
	PM	DV	HŽs	HŽjvjp	HŽžp	
	%	%	%	%	%	%
C–Ca–Mg	71	33	33	18	41	36
C–Ca–Na	–	5	11	11	5	6
C–Ca–S	–	< 5	11	–	–	2
C–Mg–Ca	18	26	–	–	14	14
C–Mg–Na	–	5	–	11	5	5
C–Na–Ca	6	13	22	25	14	16
C–Na–Mg	–	< 5	–	29	18	11
C–Na–Cl	–	8	–	< 5	–	< 5
Cl–Na–Ca	–	–	–	–	5	< 1
Na–C–Ca	–	–	–	< 5	–	< 1
Na–C–Mg	6	–	–	–	5	< 5
Na–C–Cl	–	5	11	–	–	< 5
Na–Cl–C	–	–	11	–	–	< 5
<i>n</i>	17	39	9	28	22	115

Symbole regiónov: PM – podmalokarpatská oblasť, DV – dolnovážska oblasť; hrnsko-žitavská oblasť; HŽs = najsevernejšia časť (s. časť komjatickej priehlbiny na S od čiahy Nitra – Vrábľa – Levice); HŽjvjp = jv. časť komjatickej priehlbiny; HŽžp = z. časť železovskej priehlbiny (dubnícka depresia).

V podmalokarpatskej oblasti dosah vzorkovaných úsekov vo vrtoch do neogénu spravidla nepresahuje hĺbku 110 m s mediánom hĺbky stredu úsekov okolo 40 m. Celková mineralizácia sa pohybuje prevažne v rozpätí 0,30 – 0,93 g · l⁻¹ s mediánom 0,65 g · l⁻¹. Okolo 94 % výskytov tu predstavuje molárnu faciú C–Ca, charakteristická je tu dominancia molárnej subfácie C–Ca–Mg nad subfáciou C–Mg–Ca s ojedinelými výskytmi iných subfácií. Z Alekinových typov je najčastejší typ C^{Ca}_I (47 %), vyskytujú sa aj typy C^{Ca}_{IIIa}, C^{Ca}_{II}, C^{Mg}_{II} a C^{Mg}_{IIIa}. Závislosť mineralizácie od hĺbky tu pritom nie je preukázateľná so zreteľom na malý rozsah hĺbky.

V dolnovážskej oblasti je hĺbkový dosah skúmaných úsekov výrazne väčší, spravidla do 300 m. Priemerná hĺbka stredu skúšaných úsekov sa pohybuje okolo 70 m. Vody majú väčšinou mineralizáciu v rozmedzí 0,33 až 1,30 g · l⁻¹ s mediánom okolo 0,60 g · l⁻¹. Viac-menej vyrovnaný je podiel molárných facií C–Ca, C–Mg a C–Na, s najčastejšími subfáciami C–Ca–Mg, C–Mg–Ca a C–Na–Ca. Pomerne hojné sú typy C^{Ca}_I (28 %), C^{Mg}_I, C^{Ca}_{II} a C^{Na}_I. Závislosť celkovej mineralizácie od hĺbky pri koeficiente lineárnej korelácie r = 0,366 opisuje rovnica

$$CM = 512 + 1,627 H_m$$

(CM v mg · l⁻¹, H_m v m). V hĺbke 100 m tu možno očakávať priemernú mineralizáciu 0,68 g · l⁻¹.

Z najsevernejšej časti hronsko-žitavskej oblasti (t. j. zo severnej časti komjatickej priehlbiny na S od čia ry Nitra – Vráble – Levice) je z kolektorov neogénu k dispozícii pomerne málo reprezentatívnych údajov. Hodnotené úseky vrtov dosahujú maximálne do 110 m s mediánom hĺbky stredu úseku 64 m. Región sa vyznačuje zvýšenou hodnotou priemernej mineralizácie (medián $0,78 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ pri rozpätí mineralizácie $0,69 - 1,23 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). Najčastejšie sa vyskytuje subfácia C–Ca–Mg a C–Na–Ca, dominuje typ C_1^{Ca} (56 %). Rast mineralizácie s hĺbkou nie je z hodnotených údajov preukázateľný.

Najlepšie preskúmanú časť hronsko-žitavskej oblasti predstavuje jv. časť komjatickej priehlbiny na J od čia ry Vráble – Levice (Machmerová et al., 1993). K dispozícii sú tu údaje z úsekov dosahujúcich do hĺbky 220 m s mediánom hĺbky stredu skúšaného úseku 98 m. Celková mineralizácia sa pohybuje prevažne v rozpätí $0,50 - 2,20 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ okolo mediánu $0,70 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Prevažuje molárna fácia C–Na, najčastejšie sa vyskytujú subfácie C–Na–Mg a C–Na–Ca. Najčastejšie (47 %) je zastúpený typ C_1^{Na} , pomerne hojný je aj výskyt typov C_1^{Mg} a C_1^{Ca} . Závislosť priemernej mineralizácie od hĺbkovej pozície je menej výrazná ($r = 0,271$), v hĺbke 100 m možno očakávať priemernú mineralizáciu $0,90 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Ďalšia pomerne dobre preskúmaná časť hronsko-žitavskej oblasti je dubnícka depresia (Čubřík et al., 1995), t. j. západná časť železovskej priehlbiny. Hĺbka vzorkovaných úsekov neogénu je väčšia (do 315 m) ako v ostatných opisovaných oblastiach (s mediánom hĺbky 128 m). Celková mineralizácia má v skúšaných úsekoch rozpätie $0,28 - 3,20 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ s mediánom $0,64 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Prevažuje molárna fácia C–Na nad fáciou C–Ca, najhojnejšie sú výskyt subfácie C–Ca–Mg, menej časté sú subfácie C–Na–Mg, C–Na–Ca a C–Mg–Ca s ojedinelými výskytmi iných subfácií. Najčastejšie sa vyskytujú typy C_1^{Ca} (32 %), C_{II}^{Ca} (23 %) a C_1^{Mg} a C_1^{Na} . Pomerne výrazná je závislosť mineralizácie od hĺbky ($r = 0,504$). Opisuje ju rovnica $CM = 314 + 3,658 H_m$.

V hĺbke 100 m sa očakáva priemerná mineralizácia $0,68 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Z porovnania jednotlivých regiónov vyplýva, že smerom od podmalokarpatskej oblasti a najsevernejšej časti hronsko-žitavskej oblasti na JV možno konštatovať celkové znižovanie priemerného relatívneho obsahu Ca v prospech Na a Mg. Rast podielu Mg sa markantne prejavuje najmä na hodnotách $r(\text{Mg}/\text{Ca})$: medián hodnôt tohto pomeru je najnižší v s. časti hronsko-žitavskej oblasti (0,47) a v podmalokarpatskej oblasti (0,69), najvyšší je v jv. časti komjatickej priehlbiny (0,97) a v z. časti železovskej priehlbiny (0,90) – dubníckej depresii hronsko-žitavskej oblasti. V dubníckej depresii je aj najvyšší priemerný podiel Mg (38 ekv. %) oproti minimálnej priemernej hodnote 10,6 ekv. % Mg v podmalokarpatskej oblasti. Výrazne najvyšší priemerný podiel Na vykazuje jv. časť komjatickej priehlbiny (38 ekv. %) oproti priemernému podielu 11 ekv. % v podmalokarpatskej oblasti a 14 – 17 ekv. % v ostatných regiónoch. Naproti tomu, v jv. časti komjatickej priehlbiny klesá priemerný podiel Ca na 29 % oproti 44 % v dolnovážskej oblasti a v z. časti železovskej priehlbiny a najvyšší priemerný podiel, 50 – 52 ekv. %, je v podmalokarpatskej oblasti a najsevernejšej časti hronsko-žitavskej oblasti.

Priestorové zmeny priemerného podielu Na na úkor Ca najvýraznejšie dokumentujú priemerné (mediánové) hodnoty pomeru $r(\text{Na}/\text{Ca})$, ktoré dosahujú maximum 1,33 v jv. časti komjatickej priehlbiny. Výrazne nižšiu hodnotu, 0,42, majú v z. časti železovskej priehlbiny (v dubníckej depresii), hodnoty $0,32 - 0,36$ v dolnovážskej oblasti a minimálnu úroveň 0,18 v podmalokarpatskej oblasti. Uvedené skutočnosti sú v súlade s predstavou generálneho smeru prúdenia zo SZ v z. časti územia (z podmalokarpatskej oblasti) do j. časti dolnovážskej oblasti a zo S vo v. časti územia – v komjatickej priehlbine (od najsevernejšej časti hronsko-žitavskej oblasti do jv. časti tejto priehlbiny). Od uvedených zákonitostí sa do určitej miery líšia pomery v z. časti železovskej priehlbiny (v dubníckej depresii), kde sa paralelne s rastom podielu Mg neuplatňuje súčasne výraznejší rast podielov Na: prejavuje sa tu najvyšší podiel Mg (38 ekv. %) a vysoká priemerná hodnota $r(\text{Mg}/\text{Ca})$ 0,90, ale nízke hodnoty ukazovateľov rastu Na – priemerný podiel Na 17 ekv. %, priemerný podiel Ca 44 % a priemerná hodnota $r(\text{Na}/\text{Ca})$ 0,42.

Hĺbkový dosah zóny vody s mineralizáciou nižšou ako $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ je v jednotlivých častiach územia rôzny. V priemere sa pohybuje okolo 200 m, často až okolo 300 – 400 m, miestami však bola voda s mineralizáciou do $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ zastihnutá aj v podstatne väčšej hĺbke (vrt Di-2 Diakovce v hĺbke 710 – 800 m, vrt Č-2 Veľký Meder v úseku 1 122 – 1 439 m). Vo vrte Modrany-1 bola voda s mineralizáciou okolo $800 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ zastihnutá dokonca v intervale 2 190 – 2 294 m. Túto vodu však zrejme nie je možné pokladať za reprezentatívnu kolektorovú vodu. Naproti tomu, voda s vyššou mineralizáciou ako $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ je často zastihnutá v blízkosti povrchu, často v dôsledku antropogénneho znečistenia už v kvartérnych kolektoroch prvej zvodne.

Podzemná voda hlboko uložených neogénnych kolektorov

Poznatky o chemickom zložení podzemnej vody hlboko uložených neogénnych kolektorov z hĺbky 400 až 3 050 m poskytli vrty prieskumu na termálnu vodu a ložiská uhl'ovodíkov. Priemerná hĺbka stredov skúšaných úsekov v týchto vrtoch sa pohybuje okolo 1 600 m. Doteraz zistené hodnoty celkovej mineralizácie týchto vôd ležia v intervale 0,50 – 126,40 g . l⁻¹ okolo mediánu 8,40 g . l⁻¹ s aritmetickým priemerom $M(CM) = 16,59 \text{ g . l}^{-1}$ a geometrickým priemerom $G(CM) = 7,64 \text{ g . l}^{-1}$ zo 74 údajov. O celkovej mineralizácii vôd z hľadiska stratigrafickej príslušnosti kolektorov v hĺbke 400 – 3 050 m a podľa jednotlivých oblastí neogénu v jednotlivých oblastiach informuje tabuľka 14. Najvyššia celková mineralizácia, 126,40 g . l⁻¹, sa v skúmaných vrtoch zastihla vrtom Kolárovo-3 v intervale 2 659 – 2 669 m v kolektoroch sarmatu. Druhá najvyššia hodnota mineralizácie (90,68 g . l⁻¹) pochádza z úseku 1 300 – 1 763 m vo vrte GTM-1 Marcelová, kde sú s kolektormi neogénu otvorené aj kolektory triasu.

Tab. 14. Celková mineralizácia podzemných vôd hlboko uložených kolektorov sedimentárneho neogénu.

Stratigrafická príslušnosť kolektora	n	Celková mineralizácia	Medián celkovej mineralizácie	Hĺbkový rozsah vzorkovaných intervalov	Medián hĺbky stredy vzorkovaných úsekov
		g . l ⁻¹		m	
Podmalokarpatská oblasť					
karpát – pont	6	2,61 – 42,40	28,87	928 – 2031	1 681
Dolnovážska oblasť					
dák , dáč – pont	6	0,50 – 13,34	2,49	710 – 1 721	1 306
pont	26	0,87 – 9,81	3,25	403 – 2 488	1 427
panón	8	0,54 – 23,85	8,04	381 – 2 032	1 635
sarmat	5	8,10 – 36,05	26,88	1 609 – 3 048	1 983
báden	7	8,40 – 126,40	36,40	1 078 – 2 700	1 726
Hronsko-žitavská oblasť					
báden – dáč	13	0,76 – 90,66	26,61	962 – 2 520	2 092
Spolu					
karpát – dáč	73	0,50 – 126,40	8,40	381 – 3 048	1 603

Lineárnu korelačnú závislosť priemernej celkovej mineralizácie CM vôd neogénnych sedimentárnych kolektorov od hĺbkovej pozície v uvedenom hĺbkovom intervale vyjadruje koeficient lineárnej korelácie $r = 0,363$ a opisuje ju regresná rovnica $CM = 14,534 H_m - 5 336$ (CM v mg . l⁻¹, hĺbka stredy vzorkovaného úseku H_m v metroch). Očakávaná priemerná mineralizácia má hodnotu 1,93 g . l⁻¹ v hĺbke 500 m, 9,20 g . l⁻¹ v hĺbke 1 000 m, 23,7 g . l⁻¹ v hĺbke 2 000 m a 38,3 g . l⁻¹ v hĺbke 3 000 m.

Charakteristické molárne subfácie v skúmaných vodách neogénnych kolektorov v hĺbke 400 až 3 050 m sú Na–C–Cl (41 % výskytov), Na–Cl–C (34 %) a Cl–Na–Ca (13 %). Ostatné subfácie molárnych facií Na–Cl, Cl–Na a C–Na sa vyskytujú iba ojedinele. Najmenšiu strednú hĺbku výskytu (1 470 m) má subfácia Na–C–Cl, zastihnutá v hĺbke 400 – 2 500 m. Vykazuje aj najnižšiu strednú hodnotu celkovej mineralizácie (medián 2,21 g . l⁻¹) pri rozsahu mineralizácie 0,54 – 13,34 g . l⁻¹. Väčšiu hĺbku a výrazne vyššiu priemernú celkovú mineralizáciu vykazuje subfácia Na–Cl–Ca (hĺbkový rozsah 1 082 až 2 500 m, medián 1 881 m; mineralizácia 2,32 až 32,63 g . l⁻¹, medián 10,56 g . l⁻¹). Najvyššiu celkovú mineralizáciu (26,61 – 126,40 g . l⁻¹) vykazuje subfácia Cl–Na–Ca s mediánom 41,36 g . l⁻¹, zastihnutá v hĺbkovom rozsahu 1 531 až 3 050 m s mediánom 2 115 m. Jestvuje teda určitá hĺbková zonálnosť v ťažiskách výskytu hlavných subfácií – od subfácie Na–C–Cl cez subfáciu Na–Cl–Ca až po najhlbšiu subfáciu Cl–Na–Ca.

Podľa Alekinovej klasifikácie sú v skúmaných vodách najčastejšie zastúpené typy C^{Na}_I (44 % výskytov) pri celkovej mineralizácii 0,50 – 13,34 g . l⁻¹ s mediánom 2,21 g . l⁻¹, Cl^{Na}_I (41 %) s mineralizáciou 1,14 až 39,22 g . l⁻¹ a mediánom 9,81 g . l⁻¹ a napokon typ Cl^{Na}_{IIIb} (13 %) s mineralizáciou 26,61 – 126,40 g . l⁻¹ a mediánom 30,56 g . l⁻¹. Výrazne sa opäť prejavujú rozdiely v hĺbkovej pozícii výskytu jednotlivých typov: typ C^{Na}_I bol zastihnutý v hĺbke do 2 500 m so strednou hĺbkou výskytu 1 250 m, typ Cl^{Na}_I medzi hĺbkou 1 000 a 2 500 m so strednou hĺbkou okolo 1 900 m a typ Cl^{Na}_{IIIb} z hĺbky 1 300 – 3 050 m s mediánom okolo 2 200 m.

V Gazdovej klasifikácii má najčastejší výskyt výrazný základný typ Na–Cl (39 %) a výrazný základný typ Na–HCO₃ (22 %). Pomerne hojné sú aj výskyt nevýrazných základných typov Na–HCO₃ (15 %) a Na–Cl (15 %). Aj pri hodnotení vody podľa tejto klasifikácie sa prejavuje vertikálna zonálnosť. Výrazný základný typ Na–HCO₃ bol zastihnutý iba v hĺbke menšej ako 2 000 m (s mediánom v 1 300 m); vykazuje mineralizáciu od 0,50 do 4,83 g · l⁻¹ okolo mediánu 1,75 g · l⁻¹. Vyššiu úroveň mineralizácie (0,54 – 36,40 g · l⁻¹, medián 5,51 g · l⁻¹) má nevýrazný základný typ Na–HCO₃ vyskytujúci sa v hĺbke 475 až 1 900 m (medián 1 270 m). Ešte vyššia mineralizácia charakterizuje nevýrazný základný typ Na–Cl (2,73 až 42,4 g · l⁻¹, medián 8,40 g · l⁻¹), zastihnutý v rozsahu hĺbky 1 000 – 2 500 m s mediánom 1 600 m. Pre najväčšiu hĺbku (960 až 3 050 m s mediánom okolo 2 000 m) je charakteristickým predovšetkým výrazný základný typ Na–Cl; jeho mineralizácia v skúmaných úsekoch má rozpätie 2,32 až 126,40 g · l⁻¹ okolo mediánu 26,61 g · l⁻¹.

Prehľadnú predstavu o vývoji vertikálnej hydrogeochemickej zonálnosti z hľadiska zastúpenia jednotlivých subfácií a typov poskytuje tabuľka 15. Je zrejmé, že v hĺbke 400 – 1 000 m prevažujú Gazdove typy A₁ – t. j. Na–HCO₃ s prevahou subfácie Na–C–Cl nad subfáciami fácie C–Na a s absolútnou prevahou Alekinovho typu C^{Na}_I. V pásme 1 000 – 2 000 m sú potom v približnej početnej rovnováhe Gazdove typy Na–HCO₃ a Na–Cl pri dominancii subfácií Na–C–Cl a Na–Cl–C a typov C^{Na}_I a Cl^{Na}_I, kým v najhlbšom skúmanom pásme, 2 000 až 3 050 m, absolútne prevažujú Gazdove typy Na–Cl popri ojedinelých výskytoch prechodných a zmiešaných typov s podielom zložky Na–Cl.

Tab. 15. Zmeny priemernej mineralizácie a percentuálneho zastúpenia typov a subfácií vôd hlboko uložených kolektorov sedimentárneho neogénu s hĺbkou.

Hĺbka	G(CM)	M(CM)	vA ₂	nA ₁	vA ₁	A ₂ –S ₁ (Cl)	S ₁ (SO ₄) – S ₁ (Cl)	nS ₁ (Cl)	vS ₁ (Cl)	Zmiešané
m	g · l ⁻¹					%				
400 – 1 000	1,79	4,38	–	40	40	–	–	–	–	20
1 000 – 2 000	8,08	16,26	< 5	21	26	–	< 5	13	32	< 5
2 000 – 3 050	17,13	27,12	–	–	–	5	5	21	63	< 5
Spolu	7,64	16,59	< 2	15	22	< 2	< 5	15	39	< 5

Hĺbka	C–Na	Na–C–Cl	Na–Cl–S	Na–Cl–C	Na–Cl–Ca	Cl–Na–C	Cl–Na–Mg	C–Na–Ca	Cl–Na–K	C ^{Na} _I	C ^{Na} _{II}	Cl ^{Na} _I	Cl ^{Na} _{IIIa}	Cl ^{Na} _{IIIb}
m	%			%			%			%		%		
400 – 1 000	40	60	–	–	–	–	–	–	–	100	–	–	–	–
1 000 – 2 000	–	53	< 5	31	< 5	–	–	9	–	53	–	38	–	< 10
2 000 – 3 050	–	< 10	–	44	–	13	< 10	25	< 10	–	< 10	56	13	25
Spolu	5	39	< 2	33	< 2	5	< 2	13	< 2	42	< 2	39	5	13

Symbole ako v tab. 12.

O zastúpení jednotlivých typov a subfácií podľa stratigrafickej príslušnosti kolektorov informuje tabuľka 16. Z hlboko uložených sedimentárnych kolektorov neogénu je k dispozícii najväčší počet hydrochemických údajov z úsekov otvárajúcich kolektory pontu, resp. spoločne pontu a panónu. Celková mineralizácia sa v týchto úsekoch pohybuje v rozpätí 0,87 – 9,81 g · l⁻¹ s mediánom 3,25 g · l⁻¹. Najčastejšie ide o vodu výrazného základného typu Na–HCO₃, Alekinovho typu C^{Na}_I a molárnej subfácie Na–C–Cl. Vyššiu úroveň celkovej mineralizácie (0,54 – 23,85 g · l⁻¹ s mediánom 8,04 g · l⁻¹) vykazujú úseky otvárajúce iba kolektory panónu, kde je už najčastejšie zastúpený výrazný základný typ Na–Cl s menej hojným nevýrazným typom Na–HCO₃, pričom prevažuje typ Cl^{Na}_I nad typom C^{Na}_I a subfácia Na–Cl–C nad Na–C–Cl. V kolektoroch sarmatu je už priemerná mineralizácia podstatne vyššia (medián 26,88 g · l⁻¹ pri rozpätí 8,10 až 36,05 g · l⁻¹) s výraznou prevahou výrazného základného typu Na–Cl, dominanciou typov Cl^{Na}_I a Cl^{Na}_{IIIb} a prevahou subfácie Na–Cl–C nad subfáciami Cl–Na–C a Cl–Na–Ca.

Najvyššiu úroveň mineralizácie vykazuje voda v hlboko uložených kolektoroch bádenu s mediánom 36,40 g · l⁻¹. Jednoznačne tu dominuje výrazný aj nevýrazný základný typ Na–Cl s najčastejším zastúpením typov Cl^{Na}_{IIIb}, Cl^{Na}_{IIIa} a Cl^{Na}_I s prevahou subfácie Cl–Na–Ca nad subfáciami Cl–Na–C a Na–Cl–C.

Tab. 16. Zastúpenie jednotlivých typov a subfácií vôd hlboko uložených neogénnych kolektorov podľa stratigrafickej príslušnosti kolektorov.

Stratigrafická príslušnosť kolektora	vA ₂	nA ₁	vA ₁	A ₂ -S ₁ (Cl)	S ₁ (SO ₄)-S ₁ (Cl)	nS ₁ (Cl)	vS ₁ (Cl)	Zmiešané
	%							
dák, dák – pont	–	15	57	–	–	< 15	< 15	–
pont	< 5	19	41	–	< 5	11	11	11
panón	–	25	13	–	12	–	50	–
sarmat	–	12	–	–	–	13	75	–
báden	–	10	–	–	–	32	58	–
Spolu miocén + pliocén	< 2	15	22	< 2	3	15	38	4

Stratigrafická príslušnosť kolektora	C-Na	Na-C-Cl	Na-Cl-S	Na-Cl-C	Na-Cl-Ca	Cl-Na-C	Cl-Na-Mg	Cl-Na-Ca	Cl-Na-K
	%								
dák, dák – pont	< 15	57	–	< 15	< 15	–	–	–	–
pont	7	63	–	30	–	–	–	–	–
panón	–	38	12	50	–	–	–	–	–
sarmat	–	14	–	43	–	29	14	–	–
báden	–	–	–	20	–	27	7	47	–
Spolu miocén + pliocén	< 5	38	< 2	31	< 2	9	< 2	12	< 2

Stratigrafická príslušnosť kolektora	CNaI	CNaII	CINaI	CINaIIa	CINaIIb
	%				
dák, dák – pont	71	–	29	–	–
pont	69	–	31	–	–
panón	37	–	63	–	–
sarmat	14	–	43	14	29
báden	12	–	29	24	35
Spolu miocén + pliocén	43	< 2	37	7	13

S₁(SO₄) = Na-SO₄; ostatné symboly ako v tab. 12.

Porovnanie hydrochemických charakteristík vody v hlboko uložených kolektoroch jednotlivých oblastí neogénu naznačuje o niečo vyššiu priemernú úroveň celkovej mineralizácie v hrnsko-žitavskej oblasti oproti prevažnej väčšine dolnovážskej oblasti. Územie s maximálnou zastihnutou mineralizáciou však zasahuje z hrnsko-žitavskej oblasti až do jv. okraja dolnovážskej oblasti, lebo ho vymedzujú vrty Marcelová (90,66 g . l⁻¹), Vráble(VR-1: 64,79 g . l⁻¹) a Kolárovo (43,50 – 126,40 g . l⁻¹). Absolútne maximum sa pritom zistilo vrtom Kolárovo-3 pri jv. okraji dolnovážskej oblasti. Vysoké hodnoty celkovej mineralizácie vo vrtoch Vráble-4 (82,09 g . l⁻¹) a sčasti aj Vráble-1 (71,45 g . l⁻¹) však pochádzajú z úsekov v kolektoroch mezozoika. Pomerne vysoká mineralizácia sa však objavuje ojedinele aj v iných častiach územia – v podmalokarpatskej oblasti (42,40 g . l⁻¹ pri Vištuku) alebo v severnej časti dolnovážskej oblasti (37,60 g . l⁻¹ Ivanka pri Nitre, 36,40 g . l⁻¹ Sereď, 36,05 g . l⁻¹ Abrahám a i.).

V hrnsko-žitavskej oblasti sa okrem vyššej úrovne mineralizácie prejavuje aj celkove „hlbší“ charakter chemického zloženia – zvýšený podiel výrazného typu Na-Cl, prevaha typov Cl^{Na}_{IIIb} a Cl^{Na}_{IIIa} a „hlbokých“ subfácií Cl-Na-Ca a Cl-Na-C. Tieto črty však podmieňuje nielen väčšia hydrogeologická zakrytosť oblasti, ale do značnej miery aj veľká priemerná hĺbka vzorkovaných intervalov (medián 2 092 m).

8.6. Podzemná voda kvartérnych kolektorov

V porovnaní s podzemnou vodou v predkvartérnych kolektoroch, ktorá má v malej hĺbke typickú petrogénnu mineralizáciu rovnako ako podzemná voda kvartérnych kolektorov mimo pririečnych zvodní v nivách povrchových tokov, tvorba chemického zloženia podzemnej vody vo fluvialných kvartérnych

kolektoroch v údolných nivách povrchových tokov vykazuje celý rad špecifických črt. Je to predovšetkým dôsledok toho, že hlavným zdrojom napájania tu nie sú zrážky, ale infiltrujúca povrchová voda s mineralizáciou a chemickým zložením premenlivým pozdĺž toku a v čase. Popri tom sa pri tvorbe chemického zloženia vôd priríečnej zvodne uplatňuje aj vzájomné pôsobenie rôznych prúdov postupujúcich nivou rovnobežne s tokom alebo zostupujúcich zo svahov a z priľahlých predkvartérnych kolektorov alebo vystupujúcich z podložja kvartérnych uloženín. Chemické zloženie vôd priríečnej zvodne je teda často skôr výsledkom miešania vody rôzneho pôvodu a zloženia ako produktom mineralizačných procesov prebiehajúcich na fázovom rozhraní voda/hornina (hydrolytický rozklad silikátov, rozpúšťanie karbonátov a oxidačné procesy, v hlbších častiach kvartérnych depresii aj redukčné procesy). Primárne genetické faktory (litologický charakter sedimentov, charakter priepustnosti, hydrodynamické podmienky obehu) pôsobia v smere zvýrazňovania kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenkarbonátového zloženia prestupujúcich zdrojových vôd. Proti tejto tendencii pôsobia sekundárne antropogénne faktory ako producenti rozličných organických aj anorganických látok, najmä chloridov, dusičnanov a síranov alkalických zemín a alkálií. Pôsobením týchto faktorov sa chemické zloženie vôd posúva k nevýraznému typu Ca-(Mg)-HCO₃, resp. až k rôznym zmiešaným typom s výrazným zastúpením prvej a druhej salinity pri súčasnom raste celkovej mineralizácie, často veľmi podstatnom. Výsledné zloženie potom závisí od pomeru, v akom sa uplatňujú obe uvedené skupiny faktorov.

Na zhodnotenie vody v kvartérnych kolektoroch bolo možné použiť 158 rozborov zo skúšaných úsekov. Ich spodná hranica dosahovala až do hĺbky okolo 90 m, pričom priemerná hĺbka stredy skúšaných úsekov bola 10,8 m. Podzemná voda v kvartérnych kolektoroch na zmapovanom území má celkovú mineralizáciu prevažne v rozpätí 0,27 – 2,30 g · l⁻¹ s mediánom 0,61 g · l⁻¹ a geometrickým priemerom 0,58 g · l⁻¹. V 90 % prípadov je pritom mineralizácia nižšia ako 0,89 g · l⁻¹. Očakávaný rast celkovej mineralizácie s hĺbkou sa neprejavuje, pričom sa v skúmanom súbore 158 rozborov prejavuje dokonca štatisticky významná záporná korelácia (výberový koeficient lineárnej korelácie $r = -0,512!$). Túto zdanlivo paradoxnú situáciu spôsobuje jednak zvýšenie celkovej mineralizácie v blízkosti povrchu v dôsledku antropogénneho znečistenia, jednak skutočnosť, že prevažná väčšina úsekov situovaných vo väčšej hĺbke reprezentuje vrty v šamorínskej a centrálnej kryhe Žitného ostrova – t. j. v území s regionálnym minimom priemernej úrovne celkovej mineralizácie podzemných vôd kvartéru.

Prevažne kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenkarbonátový charakter chemického zloženia skúmaných vôd dokumentuje aj distribúcia hodnôt druhej alkality A₂ s mediánom Md(A₂) 75,6 ekv. %. Hodnoty vyššie ako 50 ekv. % vykazuje 95 % skúmaných prípadov, pričom v 75 % prípadov sú hodnoty A₂ vyššie ako 66,7 ekv. %. To zodpovedá výraznému typu A₂. Podiel Mg/Ca má vcelku výrazne nižšiu úroveň ako vo vodách neogénu; medián r(Mg/Ca) má hodnotu 0,51, Mg je v prevahe nad Ca – t. j. r(Mg/Ca) vyšší ako 1,00 – iba v 10 % prípadov, v 57 % prípadov je pomer r(Mg/Ca) vyšší ako 0,50. Koncentrácia Ca má prevažne rozsah 7 – 268 mg · l⁻¹ s mediánom Md(Ca) = 83 mg · l⁻¹ a geometrickým priemerom G(Ca) = 81 mg · l⁻¹, obsah Mg leží prevažne v intervale 4 – 143 mg · l⁻¹ s mediánom Md(Mg) = 29 mg · l⁻¹ a G(Mg) = 28 mg · l⁻¹.

V skúmaných vodách kvartéru je najčastejšie zastúpená molárna subfácia C-Ca-Mg (64 % výskytov). Popri nej nie sú zriedkavé výskyty subfácie C-Ca-Na (10 %), C-Mg-Ca (7 %) a C-Na-Ca (7 %). Výskyty iných subfácií sú ojedinelé. Z hľadiska Alekinovej klasifikácie sú pre vody v kvartérnych kolektoroch charakteristické predovšetkým typy C^{Ca}_{II} (47 % výskytov) a C^{Ca}_{IIIa} (31 %). Podstatne nižšie zastúpenie majú typy C^{Ca}_I (8 %), C^{Mg}_{IIIa} (4 %), C^{Mg}_{II} (3 %), C^{Na}_I (3 %) a C^{Mg}_I (2 %). Iné typy sa vyskytujú celkom výnimočne. V Gazdovej klasifikácii jednoznačne prevažuje výrazný základný typ Ca-Mg-HCO₃ (77 %) nad nevýrazným základným typom Ca-Mg-HCO₃ (19 %). Výskyty ostatných Gazdových typov sú zriedkavé.

Regionálnu premenlivosť chemického zloženia podzemných vôd kvartéru charakterizuje tabuľka 17. Zachytáva charakteristiky vybraných oblastí kvartéru, z ktorých boli k dispozícii väčšie počty reprezentatívnych údajov. Príznačná je výrazne nízka úroveň celkovej mineralizácie v šamorínskej a centrálnej kryhe Žitného ostrova s priemernými hodnotami 0,36 – 0,47 g · l⁻¹ v porovnaní s vyššou úrovňou mineralizácie (s priemermi 0,63 – 0,79 g · l⁻¹) v priríečných zvodniach Váhu, Čiernej vody, Nítry a Žitavy a v kvartéri Hronskej pahorkatiny a napokon s najvyššou úrovňou mineralizácie (s priemermi 0,81 – 0,87 g · l⁻¹) v priríečnej zvodni Dunaja v Čenkovskej nive. Oproti nivám ostatných prítokov Dunaja vykazuje pomerne nízku úroveň mineralizácie (v priemere okolo 0,56 – 0,57 g · l⁻¹) iba priríečna niva Hrona.

Tab. 17. Celková mineralizácia a percentuálne zastúpenie hlavných typov a subfácií v podzemných vodách kvartérnych kolektorov.

Región	n	R(CM)	Md(CM)	G(CM)	vA ₂	nA ₂
		g · l ⁻¹			%	
Čierna voda	5	0,59 – 0,78	0,71	0,69	100	–
Žitný ostrov – šamorínska kryha a sz. kryhy	15	0,33 – 0,67	0,48	0,48	80	13
Žitný ostrov – centrálna kryha	27	0,28 – 0,49	0,36	0,36	96	4
Žitný ostrov – jv. kryhy	15	0,31 – 0,97	0,60	0,59	73	13
Váh (s Dudváhom)	14	0,44 – 0,93	0,70	0,78	71	21
sútok Váh – Nitra – Dunaj	6	0,52 – 0,92	0,72	0,71	100	–
Nitra	19	0,51 – 1,14	0,72	0,72	74	16
Žitava	13	0,50 – 1,31	0,64	0,71	69	23
Čenkovská niva (Dunaj)	5	0,71 – 1,30	0,81	0,87	20	60
Hronská pahorkatina	13	0,53 – 0,91	0,63	0,66	100	–
Hron	20	0,29 – 1,25	0,56	0,57	55	40

Región	C–Ca–Mg	C–Ca–Na	C–Mg–Ca	C–Na–Ca	C ^{Ca} _{II}	C ^{Ca} _{IIIa}	C ^{Ca} _I	C ^{Mg} _{II}	C ^{Mg} _{IIIa}	C ^{Mg} _I	C ^{Na} _I
	%				%						
Čierna voda	60	40	–	–	60	20	20	–	–	–	–
Žitný ostrov – šamorínska kryha a sz. kryhy	80	7	–	–	33	67	–	–	–	–	–
Žitný ostrov – centrálna kryha	85	11	–	–	56	44	–	–	–	–	–
Žitný ostrov – jv. kryhy	60	7	–	27	67	–	13	–	–	–	20
Váh (s Dudváhom)	50	7	14	21	64	7	14	7	7	–	–
sútok Váh – Nitra – Dunaj	33	33	–	17	50	–	17	17	–	–	–
Nitra	63	–	5	–	47	42	–	–	–	11	–
Žitava	46	8	15	8	38	23	–	15	8	8	8
Čenkovská niva (Dunaj)	60	–	40	–	40	20	–	20	20	–	–
Hronská pahorkatina	62	15	15	8	23	31	31	–	8	8	–
Hron	65	5	15	–	35	40	5	–	15	–	5

R(CM), Md(CM) = rozpätie a medián celkovej mineralizácie; ostatné symboly ako v tab. 12.

Najčastejšie zastúpená molárna subfácia je takmer vo všetkých oblastiach kvartéru subfácia C–Ca–Mg, spravidla predstavujúca 60 – 85 % výskytov v danej oblasti. Najpestrejšie zloženie vykazuje pririečna niva Žitavy, kde sa popri subfácii C–Ca–Mg (46 %) vyskytuje celý rad ďalších. Najnižšie zastúpenie (33 %) subfácie C–Ca–Mg z vymedzených oblastí vykazuje sútok Dunaja, Váhu a Nitry medzi Kolárovom a Komárnom.

Z Alekinových typov výrazne prevažuje typ C^{Ca}_{II} iba v jv. kryhách Žitného ostrova a v náplavoch Váhu, menej výraznú prevahu tohto typu potom vykazuje aj pririečna zvodň Čiernej vody, centrálna kryha Žitného ostrova a sútok Váhu, Nitry a Dunaja. Významným podielom je zastúpený aj v šamorínskej kryhe Žitného ostrova, v náplavoch Nitry, Žitavy, v Čenkovskej nive, na Hronskej pahorkatine a v náplavoch Hrona. Typ C^{Ca}_{IIIa} výrazne prevláda v šamorínskej kryhe a má výrazné zastúpenie aj v centrálnej kryhe Žitného ostrova, v náplavoch Nitry, Žitavy, v kvartéri Hronskej pahorkatiny a v náplavoch Hrona. Naproti tomu, nebol zastihnutý v jv. kryhách Žitného ostrova ani na sútoku Dunaja, Váhu a Nitry.

Gazdov výrazný základný typ Ca–Mg–HCO₃, resp. Ca–HCO₃ má absolútnu prevahu v pririečnej zvodni Čiernej vody, v centrálnej kryhe Žitného ostrova, v oblasti sútoku Dunaj – Váh – Nitra a na Hronskej pahorkatine. Dominuje aj v šamorínskej kryhe, v jv. kryhách Žitného ostrova a v pririečnej zvodni Váhu, Nitry a Žitavy. V náplavoch Nitry a Hrona je často zastúpený aj nevýrazný základný typ Ca–Mg–HCO₃, resp. Ca–HCO₃, ktorý v kvartéri Čenkovskej nivy dokonca prevažuje.

Predmetom podrobnejšieho skúmania chemického zloženia podzemných vôd kvartérnych kolektorov boli podzemné vody širšieho priestoru sv. časti Podunajskej nížiny od Levíc po okolie Želiezoviec vrátane územia ležiaceho už za v. okrajom zmapovaného územia (Malík et al., 1999). Vody s potamogénnou mineralizáciou v nivných sedimentoch Hrona a Ipľa spolu s vodami nízkej terasy Hrona sa tu hodnotia ako vody prevládajúceho typu Ca–Mg–HCO₃ až Ca–Mg–HCO₃–SO₄ s celkovou mineralizáciou prevažne 0,60 až 1,20 g · l⁻¹, so zvýšeným obsahom Al, H₂SiO₃ a niekedy aj As (z neovulkanického materiálu). Vody so silikátogénno-karbonátogénnou mineralizáciou vo fluvialných sedimentoch strednej a vrchnej riečnej terasy Hrona predstavujú zväčša výrazný alebo nevýrazný základný typ Ca–Mg–HCO₃ s mineralizáciou prevažne 0,65 až 1,10 g · l⁻¹, s výraznými prejavmi antropogénneho ovplyvnenia (vysoký obsah dusičnanov s mediánom 72 mg · l⁻¹). Za hlavný mineralizačný proces týchto vôd Malík et al. (1999) pokladajú hydrolytický rozklad silikátov a rozpúšťanie karbonátov. Charakteristický je vysoký obsah Mg (medián 64 mg · l⁻¹), často sa prejavuje aj zvýšená koncentrácia Zn (0,01 – 3,94 mg · l⁻¹ s mediánom 0,20 mg · l⁻¹) a Sr (0,22 až 1,49 mg · l⁻¹, medián 0,58 mg · l⁻¹).

Rozpúšťanie karbonátov sa zo všetkých skupín vôd, ktoré hodnotili Malík et al. (1999), najviac podieľa na mineralizácii vôd v eluviálno-deluviálnych vápнитých pokryvoch a sprašiach na fluvialných pleistocénnych terasách. Prítomnosť MgCO₃ zvyšuje rozpustnosť kalcitu, pričom do roztoku vstupuje prednostne Mg. Prímes sadrovca v tuhej fáze znižuje rozpustnosť kalcitu. V prítomnosti síranov však rastie rozpustnosť dolomitu. Sú to vody výrazného až nevýrazného typu Ca–Mg–HCO₃ alebo prechodného typu Ca–Mg–HCO₃–SO₄ [A₂ – S₂(SO₄)] s celkovou mineralizáciou prevažne 0,50 – 1,00 g · l⁻¹. Hodnota pH je zvýšená (7,85 až 8,00). Malík et al. (1999) vydeľujú napokon aj vody so silikátogénnou mineralizáciou v deluviálnych hlinách, predstavujúcich v hodnotenom území prevažne svahové zvetraniny vulkanoklastík. Sú to vody nevýrazného až výrazného typu Ca–Mg–HCO₃ s celkovou mineralizáciou zväčša v intervale 0,40 – 0,90 g · l⁻¹. Antropogénne znečistenie sa prejavuje zvýšenou koncentráciou dusičnanov (až 522 mg · l⁻¹) s mediánom 49 mg · l⁻¹.

Predstavu o priemernom charaktere chemického zloženia podzemných vôd v širšom území sv. časti Podunajskej nížiny možno odvodiť z mediánových hodnôt obsahu jednotlivých zložiek, ktoré uvádzajú Malík et al. (1999). Z týchto hodnôt sme v prípade vody nivných sedimentov Hrona a Ipľa a nízkej terasy Hrona odvodili priemerné zloženie vyjadrené Kurllovovou schémou

$$0,949 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \quad \frac{\text{HCO}_3 \text{ 59,9 SO}_4 \text{ 21,1 Cl 13,2 NO}_3 \text{ 5,7}}{\text{Ca 57,7 Mg 28,5 Na + K + NH}_4 \text{ 13,8}}$$

Je to voda nevýrazného základného typu Ca–HCO₃ (A₂ = 59,8 ekv. %), subfácie C–Ca–Mg a typu C^{Ca}_{II}. Obdobne odvodené priemerné zloženie vody stredných a vrchných terás Hrona vyjadruje schéma

$$1,023 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \quad \frac{\text{HCO}_3 \text{ 62,4 Cl 15,4 SO}_4 \text{ 12,7 NO}_3 \text{ 9,5}}{\text{Ca 46,1 Mg 43,4 Na + K + NH}_4 \text{ 10,5}}$$

V tomto prípade ide o vodu nevýrazného základného typu Ca–Mg–HCO₃ (A₂ = 62,4 ekv. %), subfácie C–Ca–Mg a typu C^{Ca}_{IIIa}.

Priemerné zloženie vody eolicko-deluviálnych vápнитých pokryvov a spraší na fluvialných pleistocénnych terasách vyjadríme odvodením z mediánových hodnôt, ktoré uvádzajú Malík et al. (1999) v podobe schémy

$$0,997 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \quad \frac{\text{HCO}_3 \text{ 69,6 SO}_4 \text{ 14,7 Cl 8,5 NO}_3 \text{ 7,1}}{\text{Ca 53,1 Mg 33,3 Na + K + NH}_4 \text{ 13,5}}$$

podľa ktorej je to voda výrazného základného typu Ca–Mg–HCO₃ (A₂ = 69,6 ekv. %), subfácie C–Ca–Mg a typu C^{Ca}_{IIIa}, čiže voda, ktorá sa líši od priemernej vody stredných a vrchných terás Hrona vyšším podielom zložky A₂ a prevahou síranov nad chloridmi. Poslednou zo skupín vôd, pri ktorých bolo možné odvodiť priemerné zloženie na základe mediánových hodnôt, ktoré uviedli Malík et al. (1999), sú vody deluviálnych hlin pleistocénu. Vyjadruje ho schéma

$$0,847 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \quad \frac{\text{HCO}_3 \text{ 66,1 SO}_4 \text{ 15,3 Cl 10,6 NO}_3 \text{ 7,9}}{\text{Ca 57,7 Mg 31,4 Na + K + NH}_4 \text{ 10,8}}$$

ktorá zodpovedá vode nevýrazného základného typu Ca–Mg–HCO₃ (A₂ = 66,1 ekv. %), subfácie C–Ca–Mg a typu C^{Ca}_{IIIa}. S výnimkou mierne vyššieho podielu zložky A₂ a nevýrazne nižšej priemernej celkovej mineralizácie sa v podstate nelíši od priemernej vody eolicko-deluviálnych vápнитých pokryvov na pleistocénnych terasách.

Z uvedených schém priemerného zloženia vymedzených skupín podzemnej vody v sv. časti Podunajskej nížiny je zrejmé, že sa tieto skupiny priemerným zložením vzájomne iba veľmi málo odlišujú: všetky predstavujú subfáciu C–Ca–Mg s pomerne úzkym rozpätím priemernej mineralizácie, 0,85 – 1,02 g . l⁻¹, a patria k výraznému alebo nevýraznému typu A₂ s rozpätím mediánových hodnôt A₂ = 59,8 – 69,6 ekv. % a zväčša k Alekinovmu typu C^{Ca}_{IIIa}.

8.7. Kvalita podzemnej vody

Kvalita podzemnej vody neogénnych sedimentov do hĺbky 320 m

Na posúdenie kvality podzemnej vody neogénnych sedimentov v malej hĺbke (do 320 m) sa na zmapovanom území použilo 115 reprezentatívnych rozborov. O zistenej distribúcii ukazovateľov kvality týchto vôd informuje tabuľka 18.

Tab. 18. Distribúcia ukazovateľov kvality pitnej vody v podzemných vodách neogénnych sedimentov do hĺbky 320 m.

	Jednotka	Kritérium STN		Úplnosť počtu údajov (%)	Rozpätie	Md
		Druh	Limit			
Ca + Mg	mmol/l	OH	>1,1; < 5	100	0,12 – 6,50	3,23
CM	mg . l ⁻¹	MH	< 1000	100	284 – 3 200	646
NO ₃ ⁻		NMH	< 50 (OH < 15*)	61	0 – 91,3	0,70
NO ₂ ⁻		NMH	< 0,1	59	0 – 7,25	0,01
NH ₄ ⁺		MH	< 0,5	60	0 – 12,3	0,07
CHSK – Mn		MH	< 3,0	56	0 – 11,6	0,90
Mn		MH	< 0,1	86	0 – 1,01	0,09
Fe		MH	< 0,3	83	0 – 11,42	0,16
PO ₄ ³⁻		–	–	47	0 – 1,85	0,06
Cl ⁻		–	< 100**	100	1,8 – 1 666,2	10,8
SO ₄ ²⁻		MH	< 250	100	0,33 – 211,5	21,4
Mg ²⁺		OH	10 – 30, < 125**	100	0,97 – 84,3	35,0
Ca ²⁺		OH	> 30	100	3,21 – 180,4	71,9

	% vzoriek		% vzoriek
Ca + Mg > 5 mol . l ⁻¹	4,9	Mn > 0,1 mg . l ⁻¹	44,9
Ca + Mg < 1,1 mmol . l ⁻¹	6,6	Fe > 0,3 mg . l ⁻¹	39,4
CM > 1 000 mg . l ⁻¹	14,4	Cl ⁻ > 100 mg . l ^{-1**}	2,7
NO ₃ ⁻ > 15 mg . l ^{-1*}	7,1	SO ₄ ²⁻ > 250 mg . l ⁻¹	0
NO ₃ ⁻ > 50 mg . l ⁻¹	2,1	Mg ²⁺ > 125 mg . l ^{-1**}	0
NO ₂ ⁻ > 0,1 mg . l ⁻¹	17,0	Mg ²⁺ < 10 mg . l ⁻¹	10,1
NH ₄ ⁺ > 0,5 mg . l ⁻¹	27,4	Mg ²⁺ > 30 mg . l ⁻¹	64,3
CHSK – Mn > 3,0 mg . l ⁻¹	13,8	Ca ²⁺ < 30 mg . l ⁻¹	7,2

Úplnosť počtu údajov = percento rozborov so stanovením danej zložky vo vzťahu k celkovému počtu hodnotených rozborov; Md = medián; NMH = najvyššia medzná hodnota, MH = medzná hodnota, OH = odporúčaná hodnota; *) odporúčaná hodnota podľa staršej verzie normy Pitná voda (1991); **) medzná hodnota podľa staršej verzie normy Pitná voda (1991).

Z anorganických ukazovateľov, pri ktorých norma pre pitnú vodu udáva limity na úrovni najvyššej medznej hodnoty NMH (t. j. hodnoty ukazovateľa kvality pitnej vody, ktorej prekročenie vylučuje použitie vody ako pitnej), je k dispozícii dostatočný počet údajov iba o koncentracii dusičnanov (61 % analýz) a dusitanov (59 % analýz). Obsah dusičnanov je síce miestami zvýšený, limit 50 mg . l⁻¹ však prekračujú iba 2 % hodnotených vôd, kým priemerná (mediánová) koncentrácia sa pohybuje iba okolo 0,70 mg . l⁻¹. Najvyššia medzná hodnota dusitanov 0,1 mg . l⁻¹ je prekročená pri 17 % rozborov, kým mediánová kon-

centrácia je iba $0,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Malý súbor údajov o obsahu fluoridov stanovených iba v 19 % hodnotených rozborov naznačuje vyhovujúcu úroveň tejto koncentrácie (medián $0,13 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ pri rozpätí $0,01 - 0,21 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$).

Zo zložiek, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu pitnej vody a zapríčiniť prípadné sťažnosti spotrebiteľov, a pri ktorých norma Pitná voda uvádza limity vo forme medzných hodnôt (MH), kvalitu vôd neogénu v hĺbke do 320 m nepriaznivo ovplyvňuje predovšetkým zvýšený obsah mangánu, železa a amónnych iónov. Mediánová koncentrácia Mn $0,09 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ je takmer totožná s medznou hodnotou, takže v 45 % skúmaných vôd je medzná hodnota prekročená. Medián obsahu Fe $0,16 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ je síce oproti medznej hodnote o niečo nižší, limit však prekračuje 39 % rozborov. Medzná hodnota amónnych iónov je prekročená v 27 % prípadov.

V skúmaných vodách neogénu do hĺbky 320 m sa menej často vyskytuje prekročenie medzných hodnôt celkovej mineralizácie (14 %) a chemickej spotreby kyslíka manganistanom (14 %). Pokiaľ ide o obsah Ca + Mg („tvrdosť vody“), v 89 % prípadov voda vyhovuje odporúčaným hodnotám (iba v 5 % je obsah Ca + Mg vyšší ako $5,0 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ a v 6 % nižší ako $1,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$). Vo vzťahu k ďalším odporúčaným hodnotám má 10 % vôd príliš nízky obsah Ca a 7 % príliš nízku koncentráciu Mg. Pomerne značný podiel vôd (64 %) má však obsah Mg vyšší ako horná hranica odporúčaného rozpätia. Hornú hranicu odporúčaného rozpätia hodnôt pH (8,5) prekračuje iba 5 % vôd.

V súvislosti s hĺbkovými zmenami chemického zloženia podzemnej vody neogénu sa prejavujú aj určité zmeny kvality vody. Tieto zmeny sú výrazné v koncentrácii dusičnanov, kde sa nadlimitné hodnoty objavujú iba do hĺbky 70 m; vo väčšej hĺbke obsah dusičnanov neprevyšuje $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Naproti tomu, v hĺbkovom pásme 200 až 320 m väčšina vôd vykazuje nadlimitný obsah amónnych iónov okolo mediánu $0,73 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. S hĺbkou klesá aj priemerná koncentrácia Mn a Fe a mierne klesá aj obsah Ca + Mg a síranov.

Kvalita podzemnej vody kvartérnych kolektorov

Podkladom na posúdenie kvality podzemnej vody v kvartérnych kolektoroch bolo 158 reprezentatívnych rozborov z územia zobrazených na liste Nitra. Predstavu o distribúcii hodnôt ukazovateľov kvality vody poskytuje tabuľka 19.

O ukazovateľoch, pri ktorých norma určuje hodnoty z hľadiska kvality pitnej vody a ich prekročenie vylučuje jej použitie na tieto účely, je k dispozícii určitý, no pomerne nízky počet údajov. Väčšinou ide iba o koncentráciu dusičnanov a dusitanov. Dusičnany sa stanovili iba v 20 % rozborov, dusitany v 18 %. Zvýšený obsah dusičnanov na viac ako $15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ je tu oveľa častejší (32 % prípadov) ako vo vodách neogénnych sedimentov. Prekročenie najvyššej medznej hodnoty, $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, je tu však takisto pomerne zriedkavé (2,6 % rozborov so stanovením dusičnanov). Prekročenie limitu dusitanov sa tu, na rozdiel od neogénu, nevyskytlo. Treba však brať do úvahy pomerne malý počet analýz so stanovením tohto ukazovateľa.

Zo zložiek, ktorých zvýšený obsah môže nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu vody, sa v hodnotených vodách kvartérnych kolektorov najčastejšie vyskytuje zvýšený obsah Mn. Aj mediánová koncentrácia ($0,16 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) už prekračuje medznú hodnotu, pričom nadlimitnú koncentráciu Mn vykazuje až 62 % vôd. Menej významné je ovplyvnenie kvality vôd kvartéru zvýšeným obsahom Fe (medián $0,09 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Medznú hodnotu obsahu Fe pitnej vody prekračuje len 25 % hodnotených vôd. Medznú hodnotu amónnych iónov prekračuje iba 7,5 % vôd.

Menej často ako vo vodách neogénnych sedimentov sú v skúmaných vodách kvartéru prekročené limity chemickej spotreby kyslíka manganistanom (6 % prípadov) a celkovej mineralizácie (5 %). Odporúčanej hodnote obsahu Ca + Mg („tvrdosti vody“) vyhovuje 88 % rozborov (1,4 % prípadov sú príliš „mäkké“ vody s nedostatočnou koncentráciou Ca + Mg, v 11 % prípadov ide o príliš „tvrdé“ vody s vysokým obsahom Ca + Mg). Z hľadiska odporúčaných hodnôt má iba 2 % vôd príliš nízky obsah Ca aj Mg, v 48 % prípadov však obsah Mg prekračuje odporúčanú koncentráciu. Nepatrný podiel vôd (2 %) prekračujú medznú hodnotu koncentrácie síranov. Iba 3 % vôd prekračuje hornú hranicu odporúčaného rozpätia hodnôt pH (8,5).

Kvalita podzemnej vody kvartérnych kolektorov v jednotlivých regiónoch vykazuje určité, no pomerne málo výrazné rozdiely. Najvyššia priemerná koncentrácia dusičnanov sa zistila v Hronskej pahorkatine a v nive Hrona. Počet rozborov s údajmi o dusičnanech tu však nie je dostatočný na vyslovenie záverov s regionálnou platnosťou. Priemerný (mediánový) obsah Mn má maximálnu úroveň v Čenkovskej nive

(0,73 mg · l⁻¹) a v náplavoch Čiernej vody (0,72 mg · l⁻¹), Váhu s Dudváhom (0,59 mg · l⁻¹) a Nitry (0,55 mg · l⁻¹), kde už aj mediánová koncentrácia vysoko prekračuje medznú hodnotu v zmysle normy. Miernejšie prekročenie medznej hodnoty vykazujú aj mediány koncentrácie Mn vo vodách kvartérnych kolektorov na sútoku Váhu, Nitry a Dunaja (0,32 mg · l⁻¹), jv. stúpajúcich krýh Žitného ostrova (0,22 mg · l⁻¹) a v náplavoch Hrona (0,20 mg · l⁻¹) a Žitavy (0,14 mg · l⁻¹). Mediánový obsah Fe výraznejšie prevyšuje medznú hodnotu na sútoku Váhu, Nitry a Dunaja (0,57 mg · l⁻¹), v Čenkovskej nive (0,45 mg · l⁻¹) a v náplavoch Čiernej vody (0,45 mg · l⁻¹). Malé prevýšenie nad MH vykazujú vody v náplavoch Váhu a Dudváhu (0,31 mg · l⁻¹). Najvyšší priemerný obsah Ca + Mg (najvyššiu „tvrdosť“), okolo 3,94 – 3,99 mmol · l⁻¹, charakterizujú náplavy Nitry spolu so šamorínskou kryhou a jv. stúpajúcimi kryhami Žitného ostrova. Sú to však hodnoty vyhovujúce rozsahu odporúčaných hodnôt pre pitnú vodu. Naproti tomu, minimálny priemerný obsah Ca + Mg vykazuje Čenkovská niva (1,91 mmol/l) a kvartér Hronskej pahorkatiny (2,41 mmol · l⁻¹).

Tab. 19. Distribúcia ukazovateľov kvality pitnej vody v podzemných vodách kvartérnych kolektorov.

	Jednotka	Kritérium STN		Úplnosť počtu údajov (%)	Rozpätie	Md
		Druh	Limit			
Ca + Mg	mmol · l ⁻¹	OH	1,1 – 5,0	100	0,35 – 12,6	3,48
CM	mg · l ⁻¹	MH	< 1 000	100	280 – 2 298	612
NO ₃ ⁻		NMH	(< 15*) < 50	20	0 – 66,7	2,31
NO ₂ ⁻		NMH	< 0,1	18	0 – 0,07	0,01
NH ₄ ⁺		MH	< 0,5	17	0 – 1,9	0
CHSK–Mn		MH	< 3,0	20	0,3 – 10,7	0,88
Mn		MH	< 0,1	76	0 – 3,2	0,16
Fe		MH	< 0,3	89	0 – 5,5	0,09
PO ₄ ³⁻		–	–	17	0 – 0,47	0
Cl ⁻		–	< 100**	100	2,0 – 281,6	14,9
SO ₄ ²⁻		MH	< 250	100	9,9 – 541,9	54,4
Mg ²⁺		OH	10 – 30, < 125**	100	4,1 – 143,0	29,0
Ca ²⁺		OH	> 30	7,2	268,1	82,7

	% vzoriek		% vzoriek
Ca + Mg > 5 mol · l ⁻¹	11,0	Mn > 0,1 mg · l ⁻¹	62,2
Ca + Mg < 1,1 mmol · l ⁻¹	1,4	Fe > 0,3 mg · l ⁻¹	24,4
CM > 1 000 mg · l ⁻¹	5,1	Cl ⁻ > 100 mg · l ⁻¹ **	2,9
NO ₃ ⁻ > 15 mg · l ⁻¹ *	32,0	SO ₄ ²⁻ > 250 mg · l ⁻¹	1,9
NO ₃ ⁻ > 50 mg · l ⁻¹	2,6	Mg ²⁺ > 125 mg · l ⁻¹ **	0,4
NO ₂ ⁻ > 0,1 mg · l ⁻¹	0	Mg ²⁺ < 10 mg · l ⁻¹	1,6
NH ₄ ⁺ > 0,5 mg · l ⁻¹	7,5	Mg ²⁺ > 30 mg · l ⁻¹	47,7
CHSK – Mn > 3,0 mg · l ⁻¹	6,0	Ca ²⁺ < 30 mg · l ⁻¹	1,9

Úplnosť počtu údajov = percento rozborov so stanovením danej zložky vo vzťahu k celkovému počtu hodnotených rozborov; Md = medián; NMH = najvyššia medzná hodnota, MH = medzná hodnota, OH = odporúčaná hodnota; *) odporúčaná hodnota podľa staršej verzie normy Pitná voda (1991); **) medzná hodnota podľa staršej verzie normy Pitná voda (1991).

Z charakteristiky jednotlivých regiónov kvartérnych kolektorov vyplýva, že relatívne nižšiu priemernú úroveň kvality podzemnej vody následkom súčasne zvýšenej koncentrácie Mn aj Fe vykazujú náplavy Čiernej vody, Váhu s Dudváhom, sútoku Váhu, Nitry a Dunaja a náplavy Dunaja v Čenkovskej nive. Relatívne nižšiu priemernú kvalitu v súvislosti so zvýšeným priemerným obsahom Mn a ojedinele zvýšenou koncentráciou dusičnanov možno očakávať aj v podzemnej vode v nive Hrona.

9. TERMÁLNA A MINERÁLNA VODA

9.1. Termálna voda

Na hydrogeologickej a hydrogeochemickej mape (list Nitra) publikovanej v r. 1983 bolo zobrazených iba 11 lokalít termálnych vôd, a to v centrálnej pliocénnej depresii, v dubníckej depresii a v komárňanskej a levickej kryhe. Po získaní nových zdrojov termálnych vôd ďalšími vrtmi počet lokalít s termálnymi vodami v súčasnosti je podstatne väčší.

Prvé výskyty termálnych vôd v skúmanom území sa zistili vrtmi pri prieskume na ložisku uhl'ovodíkov v Diakovciach a Nesvadoch (Gaža, 1972) a hydrogeologickými exploatačnými vrtmi v Komárne (Trávníček, 1971), Dunajskej Strede a Veľkom Mederi (Gaža a Holéczyová, 1971, 1972) a v Podhájskej (Čermák a Gaža, 1973). Ďalšie výskyty sa zistili a overili výskumnými a prieskumnými vrtmi Geologického ústavu D. Štúra a IGHP Žilina.

Centrálna depresia

Centrálnu depresiu na JZ obmedzuje tok Dunaja medzi Bratislavou a Komáromom, na SZ Malé Karpaty a na SV dobrovodský zlom (ľudinská línia) prebiehajúci v smere SZ – JV od Dobrej Vody cez južné okolie Hlohovca a Nitry k Novým Zámkom a ďalej k Štúrovu. Na JV centrálnu depresiu vymedzuje zhruba tok Nitry. Predstavuje misovitú brachysynklinálnu štruktúru medzi Bratislavou a Komáromom, vyplnenú sedimentmi panónu až kvartéru. Nádrž geotermálnych vôd je odspodu vymedzená regionálnym počvovým izolátorom – ílmi upadajúcim zo všetkých strán do jej stredu, kde zostupuje do hĺbky 3 400 m (Franko et al., 1986, 1989). Predstavuje hydrogeologickú štruktúru s medzivrstvovým pretakaním, prevažne medzizrnovou priepustnosťou a napätou hladinou. Voda má teplotu 42 – 91,5 °C a viaže sa na piesky až pieskovce dáku, pontu a panónu. Zastúpenie piesčitých kolektorov od okraja depresie do jej stredu klesá.

Podľa litologického zloženia sa v nádrži a jej nadloží vyčleňuje 6 hydrogeologických celkov vytvárajúcich komplexy s rôznym podielom kolektorov a izolátorov. Celky sú vymedzené bez ohľadu na stratigrafiu neogénnych stupňov, lebo vrstvy kolektorov a izolátorov sa vo vertikálnom smere striedajú a v horizontálnom smere sa vyklinujú. Kolektory s najvyššími hodnotami koeficientu absolútnej prietochnosti (T_a viac ako 10^{-10} . m²) sú charakteristické pre strednú časť depresie, smerom k okraju hodnoty absolútnej prietochnosti klesajú. Hydraulické parametre kolektorov sú uvedené v tab. 20 (Fendek a Bodiš, 1992). Neogénne kolektory vykazujú hodnoty koeficientu absolútnej prietochnosti prevažne v rozpätí $5 \cdot 10^{-12}$ – $1 \cdot 10^{-10}$. m³ a koeficient priepustnosti spravidla v rozpätí 0,1 – 1 μm^2 (dosť slabá priepustnosť), menej často v intervale 0,04 až 0,1 μm^2 (slabá priepustnosť).

V teplotnom poli depresie do hĺbky 1 000 – 1 500 m vystupujú dve pozitívne anomálie na sz. a jv. okraji depresie podmienené eleváciou podložia. V strednej časti depresie môžeme pozorovať zníženie teploty vyvolané prúdením infiltrovanej vody. Geotermický gradient v depresii v hĺbkovom intervale 0 – 2 500 m sa pohybuje v rozpätí 34,1 – 43,7 K . km⁻¹ s priemerom 39 K . km⁻¹. Priemerná teplota v hĺbke 1 000 m je 48 °C, v hĺbke 2 000 m 87 °C a v hĺbke 3 000 m 125 °C. Hustota zemského tepelného toku sa pohybuje v rozmedzí 67,7 – 87,0 mW . m⁻² s priemernou hodnotou 76 mW . m⁻².

Hydrochemické charakteristiky vôd z exploatačných úsekov geotermálnych vrtov v neogénnych kolektoroch sú uvedené v tab. 21 (Franko et al., 2000; Franko, 2001). Zákonité hĺbkové zmeny chemického zloženia vôd sa odrážajú v raste celkovej mineralizácie a podielu zložky Na–Cl a poklese podielu zložky Na–HCO₃ a pomeru HCO₃/Cl s hĺbkou. Príklad zmien chemického zloženia a celkovej mineralizácie vôd s hĺbkou poskytujú údaje z vrtu Diakovce-1 (Homola, 1960) v tabuľke 22. Od najvrchnejšieho intervalu 710 – 800 m do hĺbky 2 903 až 3 303 m tu rastie celková mineralizácia z 0,50 g . l⁻¹ na 12,41 g . l⁻¹ a pomer r(HCO₃/Cl) klesá z hodnoty 79,21 na 0,27 pri vzraсте prvej salinity S₁ zo 7,8 ekv. % na 79,8 ekv. %.

Tab. 20. Hydraulické parametre pliocénnych kolektorov geotermálnych vôd (O. Franko).

Lokalita	Vrt	Č.	Otvorený úsek	M_e	Q	T_a	T	K	k	c_k
			m	m	$l \cdot s^{-1}$	m^3	$m^2 \cdot s^{-1}$	μm^2	$m \cdot s^{-1}$	
Dunajská Streda	DS-1	109	2 183 – 2 432	56	15,6	$1,1 \cdot 10^{-11}$	$3,9 \cdot 10^{-4}$	0,20	$6,9 \cdot 10^{-6}$	V
Dunajská Streda	DS-2		1 190 – 1 540	137	30,6	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	0,80	$1,7 \cdot 10^{-5}$	V
Veľký Meder	Č-1	176	2 293 – 2 441*	44	7,1	$5,4 \cdot 10^{-12}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	0,12	$4,4 \cdot 10^{-6}$	V
Kráľová pri Senci	FGS-1/A		910 – 1 068**	108	13,1	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$7,4 \cdot 10^{-4}$	0,32	$6,8 \cdot 10^{-6}$	V
Kráľová pri Senci	FGS-1	29	430 – 570**	42	0,57	$7,6 \cdot 10^{-12}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,18	$2,4 \cdot 10^{-6}$	V
Topoľníky	FGT-1	171	1 394 – 2 487**	140	21,3	$4,7 \cdot 10^{-11}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	0,34	$1,2 \cdot 10^{-5}$	V
Komárno	FGK-1	301	904 – 1 075**	105	2,4	$5,2 \cdot 10^{-12}$	$9,2 \cdot 10^{-5}$	0,050	$8,7 \cdot 10^{-7}$	VI
Galanta	FGG-1	120	1 212 – 1 413**	96	14,3	$3,1 \cdot 10^{-11}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	0,32	$7,4 \cdot 10^{-6}$	V
Tvrdošovce	FGTv-1		1 362 – 1 637**	148	18	$3,0 \cdot 10^{-11}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	0,20	$5,1 \cdot 10^{-6}$	V
Horná Potôň	FGHP-1		1 394 – 1 806**	53	18,3	$4,4 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,83	$2,0 \cdot 10^{-5}$	V
Dvory nad Žitavou	FGDŽ-1		1 024 – 1 607*	149	7	$6,3 \cdot 10^{-12}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	0,042	$1,1 \cdot 10^{-6}$	VI
Vlčany	FGV-1		1 244 – 1 832**	87	9,8	$6,6 \cdot 10^{-12}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,076	$2,1 \cdot 10^{-6}$	VI
Gabčíkovo	FGGa-1		1 146 – 1 879**	117	10,2	$5,4 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	0,46	$1,2 \cdot 10^{-5}$	V
Galanta	FGG-2		1 706 – 2 032	92	23,3	$8,8 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	0,96	$2,8 \cdot 10^{-5}$	V
Galanta	FGG-3		1 731 – 1 998	94	25,0	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	0,18	$5,2 \cdot 10^{-6}$	V
Senec	BS-1		928 – 1 181	71	15,2	$4,9 \cdot 10^{-11}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	0,55	$1,3 \cdot 10^{-5}$	V
Diakovce	Di-2		1 413 – 1 500	66	14,7	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,73	$1,8 \cdot 10^{-5}$	V
Nové Zámky	GNZ-1		1 236 – 1 330**	34	3,2	$8,3 \cdot 10^{-12}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	0,24	$5,7 \cdot 10^{-6}$	V
Veľký Meder	Č-1	176		127	16,4	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	0,12	$8,7 \cdot 10^{-6}$	V
Šaľa	HTŠ-1		880 – 1 169	59	3,1	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	0,31	$5,1 \cdot 10^{-6}$	V
Lehnice	BL-1		1 031 – 1 455	139	12	$9,2 \cdot 10^{-11}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,66	$1,5 \cdot 10^{-5}$	V
Čiližská Radvaň	ČR-1		1 814 – 2 016	36	4,1	$4,5 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	0,22	$4,0 \cdot 10^{-6}$	V
Zlaté Klasy	VZK-10		1 331 – 1 457	110	12,5	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,12	$2,9 \cdot 10^{-6}$	V
Horná Potôň	VHP-12-R		1 380 – 1 832	84	22,3	$8,1 \cdot 10^{-11}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	0,97	$2,0 \cdot 10^{-5}$	V
Nárad	VTP-11		1 533 – 2 482	125	17,6	$2,1 \cdot 10^{-11}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$	0,17	$5,8 \cdot 10^{-6}$	V
Zlatná na O. – Ontopa	VZO-13		1 090 – 1 625	94	8,0	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	0,11	$2,1 \cdot 10^{-6}$	V
Zemianska Olča	VZO-14		1 555 – 1 839	77	13,2	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,16	$4,2 \cdot 10^{-6}$	V
Dunajský Klátov	VDK-15		1 423 – 2 222	98	18,6	$1,9 \cdot 10^{-11}$	$5,8 \cdot 10^{-4}$	0,19	$5,8 \cdot 10^{-6}$	V
Čiližská Radvaň	VČR-16		1 390 – 1 745	92	17,5	$6,3 \cdot 10^{-11}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	0,68	$1,6 \cdot 10^{-5}$	V

Č. = číslo na mape z r. 1983; M_e = efektívna hrúbka produktívneho úseku; Q = výdatnosť; T_a = koeficient absolútnej prietočnosti; T = koeficient prietočnosti; K = koeficient priepustnosti; k = koeficient filtrácie; c_k = trieda priepustnosti v osemstupňovej klasifikácii priepustnosti (Jetel, 1982); * = dlhodobá hydrodynamická skúška, ** = kontrolné hydrodynamické meranie s odstupom jedného roka.

Všeobecná charakteristika chemického zloženia termálnych vôd v rámci opisu chemického zloženia podzemných vôd hlboko uložených kolektorov neogénu je v kapitole *Chemické a fyzikálne vlastnosti podzemnej vody*, balneologická klasifikácia je uvedená v nasledujúcej podkapitole o minerálnej vode. Podľa hodnôt izotopov ^{18}O a D sú to meteorické vody (Franko et al., 2000). Podľa veku vôd stanoveného podľa izotopu ^{14}C boli pôvodné morské vody nahradené meteorickými pred 42 000 až 9 700 rokmi (Franko, 2001).

K vrtom z centrálnej depresie sa priraduje aj osamelý vrt G-1 v Komjaticiach v komjatickej priehlbine v s. pokračovaní centrálnej depresie. Z vrtu vyteká $12 l \cdot s^{-1}$ vody teplej $78 \text{ }^\circ C$ typu Na-Cl s celkovou mineralizáciou okolo $20 g \cdot l^{-1}$.

Komárňanská kryha

Komárňanská kryha je morfológicky členitá mezozoická štruktúra Maďarského stredohoria (poklesnutá kryha pohorí Gerece a Pilis) južne od hurbanovského zlomu medzi Komárnom a Štúrovom. Hurbanovský zlom smeru V – Z prebieha od Salky cez s. okolie Gbeliec k Hurbanovu. Zo štruktúrneho hľadiska sa člení na komárňanskú vysokú kryhu a na komárňanskú okrajovú kryhu (Franko et al., 1984; Remšík et al., 1992).

Tab. 21. Chemické zloženie termálnych vôd neogénu (O. Franko).

Č.	Lokalita	Vrt	Rok realizácie vrtu /rok vzorkovania	Strati-grafia	t(°C) pH	CO ₂ H ₂ S (mg · l ⁻¹)	Typ vody	CM (g · l ⁻¹)	Iónové zloženie (ekv. %)	r(HCO ₃ /Cl)	δ ¹⁸ O δD (‰)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Centrálna depresia											
109	Dunajská Streda	DS-1	1971/1992	Npt	91 7,8	54,45 0,01	vS ₁ (Cl)	7,26	Na 97 NH ₄ 1 Ca 1 Cl 69 HCO ₃ 30 SO ₄ 1	0,44	-10,9 -77,0
176	Veľ. Meder (Čalovo)	Č-1	1972/1992	Npt	74,3 7,5	26,14 0	vA ₁	1,10	Na 96 Ca 1 K 1 HCO ₃ 95 SO ₄ 3 Cl 1	76,78	-9,8 -68,2
	Kráľová pri Senci	FGS-1/A	1974/1992	Npa – Npt	45,8 6,8	431,62 0,1	nA ₁	8,28	Na 92 K 3 Ca 2 HCO ₃ 58 Cl 41	1,42	-11,1 -77,2
29	Kráľová pri Senci	FGS-1	1971/1979	Npt	27,5 6,6	546,9 0,13	nA ₁	2,52	Na 58 Mg 20 Ca 19 HCO ₃ 96 Cl 3 SO ₄ 1	53,30	–
171	Topoľníky	FGT-1	1974 – 1975 /1992	Npt	68 7,1	84,94 0,9	vA ₁	1,81	Na 96 NH ₄ 1 Ca 1 HCO ₃ 81 Cl 15 SO ₄ 3	5,48	-12,8 -90,8
301	Komárno	FGK-1	1974 – 1976/ 1980	Npa – Npt	40,5 8,4	0 n.	vA ₁	1,93	Na 95 NH ₄ 2 Ca 1 HCO ₃ 75 Cl 22 CO ₂ 2	3,47	–
120	Galanta	FGG-1	1975/1992	Npt	57,3 7,77	105,6 n.	vA ₁	3,49	Na 97 K 1 Ca 1 HCO ₃ 82 Cl 16 F 2	5,24	-11,1 -78,0
	Tvrdošovce	FGTv-1	1976 – 1978 /1992	Npt	67,5 7,6	58,81 n.	vA ₁	2,49	Na 96 NH ₄ 2 Ca 1 HCO ₃ 85 Cl 14	6,08	-11,17 –
	Horná Potôň	FGHP-1	1977 – 1978 /1992	Npt	67,5 7,5	78,41 n.	nS ₁ (Cl)	4,51	Na 97 NH ₄ 1 Ca 1 K 1 Cl 51 HCO ₃ 49	0,96	-10,05 –
	Dvory nad Žitavou	FGDŽ-1	1979 – 1980 /1980	Npt	62,0 7,65	10,94 0	nS ₁ (Cl)	3,38	Na 94 Ca 2 NH ₄ 2 Cl 54 HCO ₃ 46	0,84	-9,1 –
	Vlčany	FGV-1	1980 – 1982 /1992	Npt	62,6 7,4	41,38 0,1	vA ₁	1,89	Na 97 Ca 2 K 1 HCO ₃ 87 Cl 9 SO ₄ 2 F 1	9,93	-11,83 –
	Gabčíkovo	FGGa-1	1981 – 1982 /1982	Npt	53,0 8,0	0,0 –	vA ₁	1,13	Na 96 Ca 2 Mg 1 K 1 HCO ₃ 83 Cl 17	4,95	-12,56 –
	Galanta	FGG-2	1982 – 1983 /1998	Npa	78,7 7,58	2,2 0,28	vA ₁	4,83	Na 98 Ca 1 K 1 HCO ₃ 71 Cl 19 SO ₄ 10	3,82	–
	Galanta	FGG-3	1984/1998	Npa	59,8 7,77	2,2 0,1	nA ₁	5,59	Na 98 K 1 Ca 1 HCO ₃ 52 Cl 47 SO ₄ 10	1,12	–
	Senec	BS-1	1980 – 1981 /1982	Npt	48,0 7,6	29,9 0,0	nA ₁	2,61	Na 94 Ca 2 K 1 Mg 1 NH ₄ 1 HCO ₃ 61 Cl 39	1,59	–
	Diakovce	Di-1	/1992	Npt	27,2 8,66	0 n.	vA ₁	0,50	Na 87 Ca 7 Mg 4 K 1 HCO ₃ 87 SO ₄ 6 CO ₂ 5 Cl 1 F 1	74,21	-13,8 -96,0
	Diakovce	Di-2	1982/1992	Npa – Npt	62,7 8,0	39,6 n.	vA ₁	2,15	Na 97 Ca 1 K 1 NH ₄ 1 HCO ₃ 68 Cl 30 F 2	2,27	-11,43 –
	Nové Zámky	GNZ-1	1982 – 1983 /1992	Npt	55,7 8,29	0 n.	nA ₁	3,36	Na 96 NH ₄ 1 Ca 1 K 1 Mg 1 HCO ₃ 60 Cl 37 F 2 SO ₄ 1	1,60	-9,88 –
	Veľký Meder (Čalovo)	Č-2	1982 – 1983 /1992	Npt	53,5 8,13	4,4 n.	vA ₁	0,87	Na 95 Ca 2 Mg 1 K 1 NH ₄ 1 HCO ₃ 89 Cl 7 F 2 SO ₄ 2	12,53	-13,41 –
	Šaľa	HTŠ-2	1983/1992	Npt	57,6 8,11	35,2 n.	vA ₁	1,60	Na 95 Ca 2 Mg 2 K 1 HCO ₃ 85 Cl 11 SO ₄ 3 F 1	7,90	-11,74 –
	Lehnice	BL-1	1984 – 1985 /1985	Npt – Nd	54,0 8,0	0,0 0,0	vA ₁	3,04	Na 98 NH ₄ 1 K 1 HCO ₃ 85 Cl 14 SO ₄ 1	6,2	–
	Čiližská Radvaň	ČR-1	1985 – 1986 /1992	Npa – Npt	83,0 7,3	56,6 0,05	vA ₁	1,49	Na 96 K 1 NH ₄ Ca 1 HCO ₃ 96 SO ₄ 2 Cl 2	59,02	-12,46 –
	Zlaté Klasy	VZK-10	1986 – 1987 /1987	Npt	65,0 7,7	37,4 –	vS ₁ (Cl)	8,40	Na 96 K 2 Ca 1 Mg 1 Cl 70 HCO ₃ 30	0,40	–
	Ľárada (Topoľovec)	VTP-11	1987 – 1988 /1992	Npa – Npt	74,0 7,6	3,03 0,1	vA ₁	1,15	Na 96 Ca 1 NH ₄ 1 K 1 HCO ₃ 96 CO ₂ 3 Cl 1	97,60	-12,74 –
	Zlatná na Ostrove	VZO-13	1988 – 1990 /1990	Npa – Npt	50,2 8,0	26,8 –	vS ₁ (Cl)	2,32	Na 89 Ca 4 Mg 4 Fe 1 K 1 Cl 67 HCO ₃ 33	0,50	–
	Zemianska Oľča	VZO-14	1989 – 1990 /1990	Npt	74,3 9,65	0 0,61	vA ₁	2,54	Na 97 NH ₄ 1 Mg 1 K 1 HCO ₃ 74 Cl 26	2,83	–
	Dunajský Klátov	VDK-15	1989 – 1990 /1990	Npa – Npt	74 7,8	62,20 –	nA ₁	2,69	Na 97 Ca 1 K 1 Mg 1 HCO ₃ 57 Cl 37 SO ₄ 6	1,50	–
	Čiližská Radvaň	VČR-16	1989 – 1990 /1991	Npt	65,1 8,4	20,68 0	vA ₁	0,88	Na 94 Ca 3 Mg 2 K 1 HCO ₃ 97 SO ₄ 2 Cl 1	9,23	–
	Dunajská Streda	DS-2	1985/1992	Npt – Nd	54,5 8,7	0 n.	vA ₁	1,38	Na 96 Ca 1 Al 1 K 1 Mg 1 HCO ₃ 77 Cl 15 CO ₂ 5 F 3	5,17	-12,44 –
	Komjatice	G-1	1989/1990	Npa	55 7,3	2,4 0	vS ₁ (Cl)	19,98	Na 94 Ca 3 Mg 2 K 1 Cl 94 HCO ₃ 6	0,06	–
320	Nesvady	K-3	1963 – 1964 /1976	Npa	48,0 6,98	220,0 0	vS ₁ (Cl)	12,33	Na 93 Ca 3 K 2 Mg 1 Cl 86 HCO ₃ 14	0,16	-1,98 –
Dubnícka depresia											
	Bruty	GTV-1	1989 – 1990 /1991	Nb	75 7,15	– –	vS ₁ (Cl)	32,35	Na 95 Ca 4 Mg 1 Cl 98 HCO ₃ 2	0,02	–
	Želiezovce	HGŽ-3	1989 – 1990 /1990	Nb	47 7,3	3216,4 –	nS ₁ (Cl)	6,81	Na 55 Mg 19 Ca 19 K 7 Cl 65 HCO ₃ 33 SO ₄ 2	0,51	–
	Svätý Peter	PGT-11	1990/1991	Npa – Nd	41,5 8,0	4,40 0	nS ₁ (Cl)	2,73	Na 93 Ca 3 Mg 2 NH ₄ 2 Cl 64 HCO ₃ 36	0,56	–

Tab. 22. Vertikálne zmeny chemického zloženia termálnej vody vo vrte Diakovce-1 (O. Franko).

Hĺbka m	Stratigrafia kolektora	CM g . l ⁻¹	S ₁	A ₁	A ₂	r(HCO ₃ /Cl)
		ekv. %				
710 – 800	dák	0,50	7,81	80,72	10,84	79,21
1 170 – 1 176	pont	1,00	30,0	62,0	8,0	5,50
1 437 – 1 446	pont	2,27	29,4	67,2	3,4	2,44
1 682 – 1 689	panón	2,71	29,4	66,2	4,4	2,71
1 718 – 1 802	panón	5,45	50,0	46,8	3,2	1,00
2 098 – 2 101	panón	5,46	47,6	51,2	1,2	1,18
2 367 – 2 373	panón	5,12	37,4	60,4	2,2	3,60
2 401 – 2 410	sarmat	6,61	52,8	45,4	1,8	1,08
2 450 – 2 451	sarmat	6,69	42,4	56,8	0,8	1,76
2 637 – 2 543	sarmat	8,51	66,4	32,2	1,4	0,56
2 648 – 2 653	sarmat	10,45	71,6	24,2	2,2	0,42
2 714 – 2 719	sarmat	14,32	84,4	13,2	2,4	0,18
2 793 – 2 802	vrchný bádén	11,86	85,0	13,0	2,0	0,18
2 903 – 3 303	vrchný bádén	12,41	79,8	12,0	2,2	0,27

Tab. 23. Hydraulicke parametre mezozoických kolektorov geotermálnych vôd (O. Franko).

Lokalita	Vrt	Č.	Otvorený úsek m	M _e m	Q l . s ⁻¹	T _a m ³	T m ² . s ⁻¹	K µm ²	k m . s ⁻¹	c _k
Vysoká komárňanská kryha										
Virt	VŠE		155 – 263	20	3,0	1,4 . 10 ⁻¹¹ – 2,2 . 10 ⁻¹¹	1,5 . 10 ⁻⁴ – 2,4 . 10 ⁻⁴	0,71 – 1,11	7,7 . 10 ⁻⁶ – 1,2 . 10 ⁻⁵	IV – V
Štúrovo*	FGŠ-1		72 – 132	16	45 – 53	8,9 . 10 ⁻⁹	1,2 . 10 ⁻¹	560	7,8 . 10 ⁻³	II
Kravany nad Dunajom	FGKr-1		717 – 1 031	16	6,0	3,1 . 10 ⁻¹¹	2,0 . 10 ⁻⁴	1,31	1,3 . 10 ⁻⁵	IV
Virt	HVB-1		140 – 233	20	0,5	1,2 . 10 ⁻¹⁰ – 3,1 . 10 ⁻¹⁰	1,3 . 10 ⁻³ – 3,3 . 10 ⁻³	5,91 – 15,3	6,4 . 10 ⁻⁵ – 1,6 . 10 ⁻⁴	III – IV
Okrajová komárňanská kryha										
Komárno	M-3	353	1 139 – 1 184	11	5,3	6,3 . 10 ⁻¹² – 1,2 . 10 ⁻¹¹	1,2 . 10 ⁻⁴ – 2,2 . 10 ⁻⁴	0,58 – 1,08	1,1 . 10 ⁻⁴ – 2,0 . 10 ⁻⁴	IV – V
Komárno	FGK-1	301	1 689 – 1 964	115	3,3	1,9 . 10 ⁻¹² – 8,7 . 10 ⁻¹²	5,1 . 10 ⁻⁵ – 2,3 . 10 ⁻⁴	0,017 – 0,076	4,4 . 10 ⁻⁷ – 2,0 . 10 ⁻⁶	VI
Levická kryha										
Podhájska	Po-1	409	1 170 – 1 740	240	41,7	2,6 . 10 ⁻¹² – 4,8 . 10 ⁻¹²	8,3 . 10 ⁻⁵ – 1,1 . 10 ⁻⁴	0,028 – 0,203	6,9 . 10 ⁻⁷ – 5,5 . 10 ⁻⁶	V – VI
Podhájska	GRP-1		995 – 1 365	210	35,0	9,8 . 10 ⁻¹²	1,6 . 10 ⁻⁴ – 2,7 . 10 ⁻⁴	0,278 – 0,465	7,6 . 10 ⁻⁶ – 1,3 . 10 ⁻⁵	V

*) tesne za v. okrajom zmapovaného územia; Č. = číslo na mape z r. 1983; M_e = efektívna hrúbka produktívneho úseku; Q = výdatnosť; T_a = koeficient absolútnej prietochnosti; T = koeficient prietochnosti; K = koeficient priepustnosti; k = koeficient filtrácie; c_k = trieda priepustnosti v osemstupňovej klasifikácii priepustnosti (Jetel, 1982).

Termálna voda v obidvoch kryhách sa viaže na triasové vápence a dolomity predterciérneho, resp. predkriedového podložia. Hydraulicke parametre kolektorov sú uvedené v tabuľke 23. V mezozoických kolektoroch sa koeficient absolútnej prietochnosti pohybuje spravidla v rozpätí T_a = 3 . 10⁻¹² – 3 . 10⁻¹⁰ . m³. Kolektory sú zväčša dosť slabo až slabo priepustné (vo vrte Štúrovo, už za v. okrajom zmapovaného územia, výnimočne – na zlomovej línii – sú silno priepustné). Údaje o chemickom zložení termálnej vody komárňanskej kryhy uvádza tabuľka 24.

Komárňanskú vysokú kryhu ohraničuje izobata 700 až 800 m predkriedového karbonátového podložia, resp. tektonické línie prebiehajúce v blízkosti týchto izobát. Je to štruktúra s intenzívnym obehom vody, silne ochladená, kde sa do hĺbky 600 – 800 m vyskytujú vody s teplotou 20 – 22 °C, do hĺbky 1 100 až 1 300 m vody s teplotou 24,5 až 26,5 °C a do hĺbky 3 500 m s teplotou 40 °C. Priemerný geotermický gradient v hĺbkovom intervale 0 až 1 000 m tu dosahuje hodnotu iba 14,3 K . km⁻¹. Vody sú typu Ca–Mg–HCO₃, s celkovou mineralizáciou okolo 0,70 g . l⁻¹ (v oblasti Štúrova so zvýšeným podielom zložky Ca–SO₄ – kontakt so sadrovcom). Patria k vodám s karbonátogénnou mineralizáciou. Prírodný prameň termálnej vody s teplotou 22 °C vyviera v Obide. Prírodné vývery termálnej vody v celej tejto oblasti drénuje Dunaj.

Tab. 24. Chemické zloženie termálnych vôd mezozoika (O. Franko).

Č.	Lokalita	Vrt	Rok realizácie vrtu / rok vzorkovania	Stratigrafia	t (°C) pH	CO ₂ H ₂ S (g · l ⁻¹)	Typ vody	CM (g · l ⁻¹)	Iónové zloženie (ekv. %)	r(Mg/ Ca)	δ ¹⁸ O (‰) δD (‰)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vysoká komárňanská kryha											
	Patince	SB-2	1970/1992	T – J1	26,6 7,71	48,4 n.	vA ₂	0,72	Ca 45 Mg 44 Na 10 K 1 HCO ₃ 80 SO ₄ 12 Cl 6 F 2	0,97	-10,8 -75,5
	Virt	VŠE	/1976	T	20,5 7,05	147,4 1,6	vA ₂	0,73	Mg 47 Ca 47 Na 3 HCO ₃ 82 SO ₄ 12 Cl 8	1,00	–
	Štúrovo*	FGS-1	1972 – 1975 /1992	T	38,4 7,51	57,3 n.	nA ₂	0,74	Ca 54 Mg 37 Na 7 K 1 HCO ₃ 62 SO ₄ 29 Cl 5 F 4	0,89	-11,2 –
	Obid	FGO-1	1973 – 1979 /1979	T	21,2 7,2	53,4 0,03	vA ₂	0,74	Ca 47 Mg 41 Na 6 Fe 4 HCO ₃ 87 SO ₄ 8 Cl 5	0,86	-12,8 -90,8
	Kravany n/ Duna- jom	FGKr-1	1975/1978	T	20,0 7,4	70,4 0,9	vA ₂	0,66	Mg 43 Ca 37 Na 17 Fe 2 HCO ₃ 75 Cl 22 CO ₂ 2	1,15	–
Okrajová komárňanská kryha											
353	Komárno	M-3	1975 – 1976 /1992	Jd	51,0 6,45	530 0	S ₂ (SO ₄) – S ₁ (Cl)	3,10	Ca 42 Na 36 Mg 14 K 2 SO ₄ 43 Cl 35 HCO ₃ 20	0,39	-12,6 –
	Marcelová	GTM-1	1986 – 1987 /1987	T – Nb	54,0 6,6	48,4 n.	vS ₁ (Cl)	90,68	Na 72 Ca 11 Mg 8 K 1 Cl 98 SO ₄ 2	0,38	–
Levická kryha											
409	Podhájska	Po-1	1973/1992	T – Nb	76,1 7,06	563 n.	vS ₁ (Cl)	19,21	Na 80 Ca 12 K 4 Mg 3 Li 1 Cl 84 HCO ₃ 11 SO ₄ 5	0,27	-6,95 -48,2
	Podhájska	GRP-1	1985 – 1986 /1986	T	70,0 6,75	444 0	vS ₁ (Cl)	19,15	Na 83 Ca 12 Mg 3 K 1 Li 1 Cl 82 HCO ₃ 12 SO ₄ 6	0,24	–

Č. = číslo na mape z r. 1983; * tesne za v. okrajom zmapovaného územia; stratigrafia: T = trias, Jd = doger, J1 = lias, Nb = bádén.

Komárňanská okrajová kryha vystupuje po obvode vysokej kryhy na Z, S a V. Je v nej akumulovaná termálna voda s teplotou vyššou ako 40 °C (najvyššia doteraz zistená teplota je tu 68 °C). Geotermický gradient sa tu pohybuje v rozmedzí 32,2 – 35,8 K · km⁻¹. V oblasti Komárna sa vyskytuje prechodný typ s prevahou zložky Ca–SO₄ a zvýšeným obsahom zložky Na–Cl s mineralizáciou 2,8 až 3,9 g · l⁻¹. Podľa hodnôt izotopov ¹⁸O a D z vrtu M-1 v Komárne (Franko, 2001) ide o vody meteorického pôvodu (sledujú ich líniu GMWL) so zmiešanou karbonátogénno-sulfátogénno a talasogénno mineralizáciou. K vodám meteorického pôvodu patria aj termálne vody z vysokej kryhy. Odlišný charakter chemického zloženia má v okrajovej komárňanskej kryhe horúca soľanka výrazného typu Na–Cl z vrtu GMT-1 Marcelová (Křágo a Tyleček, 1988) s mimoriadne vysokou mineralizáciou, 90,7 g · l⁻¹, a vysokým obsahom J, Li, Mg a Sr.

Dubnícka depresia

Dubnícka depresia sa rozprestiera na S od hurbanovského zlomu. Predterciárny reliéf stúpa od tohto zlomu z hĺbky okolo 3 000 m na 500 – 600 m južne od Levíc (levická kryha vo forme plošiny je severným okrajom dubníckej depresie). V depresii sa termálna voda viaže na bazálne klastiká bádenu v hĺbke 1 000 až 2 000 m. Termálna voda tu bola zastihnutá vrtmi VTB-1 Bruty a HGŽ-3 Želiezovce. Hydraulicke parametre slabo priepustných kolektorov uvádzajú Fendek et al. (1989). Vody patria k typu Na–Cl s talasogénno mineralizáciou (Franko et al., 1995). Chemické zloženie charakterizujú údaje v tabuľke 21.

Levická kryha

V severovýchodnej časti Podunajskej panvy sa nachádza levická kryha. Predstavuje nevelkú plošinu budovanú mezozoikom chočského príkrovu a vyšších príkrovov. V ich podloží je miestami zachovaný mezozoický obal kryštalinika (Fusán et al., 1971). Geotermálnu štruktúru predstavuje mezozoikum týchto príkrovov spolu s podložným obalovým mezozoikom a nadložnými bazálnymi klastikami neogénu. Mezozoikum príkrovov ako plošina mierne upadá v smere z V na Z z hĺbky okolo 700 m do hĺbky 1 300 – 1 500 m. V štruktúre sa vyskytuje geotermálna voda s teplotou 70 – 80 °C a viaže sa na triasové dolomity a kremence a bazálne bádenské zlepenca a pieskovce. Teplotné pole štruktúry charakterizuje pomerne vysoký geoter-

mický gradient dosahujúci 50 K/km. Priemerná hustota tepelného toku je tu 78 mW/m². Hydraulické parametre kolektorov uvádzajú Fendek et al. (1989). V priemere sú to slabo priepustné kolektory.

Geotermálne vody levickej kryhy sú výrazného typu Na–Cl (tab. 21) s celkovou mineralizáciou 12 až 20 g · l⁻¹ rastúcou z V na Z. Bodiš a Franko (1986) pokladajú tieto vody za talasogénne vody, ktoré vznikli v neogéne (najskôr v bádene) vsiaknutím do dna sedimentačného bazénu, do triasových dolomitov, kde sa zachovali. Na základe izotopového zloženia (Vrt Po-1: $\delta^{18}\text{O} = -6,90 \text{ ‰}$, $\delta\text{D} = -48,2 \text{ ‰}$) možno konštatovať, že vody sú oproti meteorickým vodám obohatené o kyslík a deutérium. Vplyv meteorických vôd sa v súčasnosti neprejavuje, resp. je veľmi malý (Fendek et al., 1989).

Využívanie termálnej vody

Termálna voda na tomto území sa využíva jednak na kúpanie v bazénoch, jednak na vykurovanie. Najnovší prehľad využívania geotermálnej energie týchto vôd uvádzajú Franko a Fendek (2000). O využívaní na priame vykurovanie informuje tabuľka 25. Priestorové vykurovanie sa najviac využíva v Galante (sídliisko Sever, nemocnica, domov dôchodcov), Diakovciach (reštaurácia, ubytovanie), Topoľníkoch (športová hala, hospodárska budova), Dunajskej Strede (krytá plaváreň), Veľkom Mederi (krytá plaváreň), Komárne (krytá plaváreň) a v Podhájskej (hotel, reštaurácia). Skleníky a fóliovníky sa vykurojú v Kráľovej pri Senci, Topoľníkoch, Tvrdošovciach, Hornej Potôni, Vlčanoch, Dunajskej Strede, Veľkom Mederi, Čiližskej Radvani, Nárade, Dunajskom Klátove a v Podhájskej. V cestovnom ruchu (kúpele, bazény) sa využívajú termálne vody v Komárne, Topoľníkoch, Sládkovičove (Galanta-1), Dunajskej Strede, Veľkom Mederi, Diakovciach, Nových Zámkoch, Šali a Podhájskej. V cestovnom ruchu sa využívajú aj vody v Patinciach, Virte a Štúrove (už za v. okrajom zmapovaného územia).

Z vrtov na území listu Nitra uvedených v tabuľke 25 sa exploatuje 372 l · s⁻¹. Spolu s termálnymi vodami v Patinciach, Virte a tesne na v. okraji územia v Štúrove sa tak v opisovanom území exploatuje okolo 490 l · s⁻¹ termálnych vôd.

Tab. 25. Využívanie geotermálnej energie na priame vykurovanie (december 1999) (O. Franko).

Lokalita	Maximálne využitie			Ročné využitie	
	Q		Teplota (°C)	Priemer. výdatnosť	Využitá energia
	l · s ⁻¹	vstupná	výstupná	l · s ⁻¹	TJ za rok
Komárno	5	40	33	4	3,7
Kráľová pri Senci	13	52	41	5	7,2
Topoľníky	23	74	35	12	61,7
Galanta-1	10	61	35	10	34,3
Galanta-2, -3	50	80	40	20	105,5
Tvrdošovce	20	70	34	15	71,2
Horná Potôň	20	68	36	16	67,5
Vlčany	10	58	22	6	28,5
Gabčíkovo	10	52	30	3	8,7
Dunajská Streda-1	15	91	40	10,5	70,6
Dunajská Streda-2	23	55	30	16	52,8
Veľký Meder-1	10	73	44	8	30,6
Veľký Meder-2	16	57	30	16	57,0
Diakovce-2	12	63	30	10	43,5
Nové Zámky	4	59	27	4	16,9
Šaľa	3	42	28	3	5,5
Čiližská Radvaň-1	6	82	32	6	39,6
Čiližská Radvaň-1b	17	64	32	12	50,6
Nárad	10	61	35	10	34,3
Dunajský Klátov	10	74	33	10	54,1
Podhájska	45	80	41	20	102,9
Podhájska	40	tepelné čerpadlo		0,15	
Spolu	372			216,5	946,9

9. 2. Minerálna voda

Výskyty minerálnej vody boli zastihnuté hlbokými vrtmi realizovanými zväčša pri prieskume ložísk uhľovodíkov alebo geotermálnych vôd v hlbších úsekoch neogénu, mezozoika a paleozoika. Podľa zloženia nekyslých plynov ide o vody dusíkové a metánové, ojedinele sa vyskytujú aj vody so zvýšeným obsahom CO₂. Jednotlivé výskyty termálnych minerálnych vôd veľmi často vykazujú zvýšený obsah farmakologicky významných iónov, prvkov a zlúčenín v zmysle vyhlášky Ministerstva zdravotníctva SR č. 212/2000. Z nomenklatúry a kritérií tejto vyhlášky vychádzajú aj charakteristiky minerálnych vôd uvedené v ďalšom texte.

Minerálna voda v predterciérnych kolektoroch

V podloží neogénu – v mezozoiku a kryštaliniku – bola zastihnutá termálna minerálna vody predovšetkým vo vysokej a okrajovej komárňanskej kryhe a v levickej kryhe. Z vysokej komárňanskej kryhy sú známe slabo mineralizované vody s mineralizáciou 0,66 – 0,74 g · l⁻¹, zastihnuté v rozsahu hĺbky 128 až 1 021 m vrtmi na lokalitách Patince (vrt SB-2), Virt (VŠE), Obid (FGO-1), Kravany nad Dunajom (FGKr-1) a tesne za okrajom mapovaného územia aj v Štúrove v hĺbke 72 – 132 m (vrt FGŠ-1). Pre vody tejto skupiny je príznačný zvýšený podiel Mg s hodnotami r(Mg/Ca) = 0,86 – 1,15. Sú to vody hydrogenuhličitanové, vápenato-horečnaté (Patince), hydrogenuhličitanové, horečnato-vápenaté (Virt, Obid), hydrogenuhličitanovo-chloridové, horečnato-vápenaté (Kravany), vlahné (20,0 až 26,6 °C). Zaujímavý charakter má voda z vrtu Štúrovo: predstavuje hydrogenuhličitanovo-síranovú vápenato-horečnatú uhličitú vodu (1,23 g · l⁻¹ CO₂), teplú (38,8 °C), so zvýšeným obsahom fluóru a bóru (136 mg · l⁻¹ HBO₂).

Odlíšny charakter majú termálne minerálne vody z okrajovej komárňanskej kryhy z vrtov Komárno (M-3) a Marcelová (GTM-1). Vrt M-3 Komárno zastihol v hĺbke 1 139 – 1 184 m stredne mineralizovanú (3,10 g · l⁻¹) síranovo-chloridovú vápenato-sodnú vodu, horúcu (51,0 °C), so zvýšeným obsahom fluóru a horčíka. Má aj mierne zvýšený obsah voľného CO₂ (0,53 g · l⁻¹). Termálna minerálna voda z vrtu GTM-1 Marcelová pochádza z úseku 1 300 až 1 762 m, zahŕňajúceho spolu triasové karbonáty a bazálne sedimenty neogénu. Je to soľanka, ktorá v porovnaní s ostatnými vodami z tohto územia má mimoriadne vysokú mineralizáciu, 90,68 g · l⁻¹, a predstavuje chloridovú sodnú vodu, jódovú (23,1 mg · l⁻¹ J), so zvýšeným obsahom lítia (51,4 mg · l⁻¹) a horčíka (1 439 mg · l⁻¹).

V levickej kryhe sa využíva termálna minerálna voda v Podhájskej z kolektorov triasu a bádenu (vrty Po-1 a GRP-1). Je to chloridová sodná soľanka, horúca (70 až 76 °C), so zvýšeným obsahom horčíka a s celkovou mineralizáciou 19,2 g · l⁻¹. Vykazuje aj mierne zvýšený obsah voľného CO₂ (0,44 – 0,56 g · l⁻¹).

Okrem termálnych vôd z komárňanských kryh a z levickej kryhy uvedených v tab. 24 boli termálne minerálne vody v predterciérnych kolektoroch zastihnuté aj v najspodnejšom úseku vrtu Mojmirovce-1 a na lokalite Vráble vo vrtoch VR-1 a VR-4. V úseku vrtu Mojmirovce-1 (2 095 – 2 125 m) otvárajúcom podložné kryštalinikum spolu s kolektormi sarmatu sa zistila chloridovo-hydrogenuhličitanová sodná soľanka, jódová, s celkovou mineralizáciou 27,94 g · l⁻¹. Vrt VR-1 zastihol v triasových kolektoroch v hĺbke 2 538 – 2 572 m chloridovú sodnú soľanku s mineralizáciou 71,8 g · l⁻¹, jódovú, so zvýšeným obsahom železa a horčíka. Vrt VR-4 narazil v úseku 2 526 – 2 531 m v podložnom mezozoiku chloridovú sodnú soľanku s mineralizáciou 82,2 g · l⁻¹ so zvýšeným obsahom Mg.

Minerálna voda v neogénnych kolektoroch

Slabo mineralizovanú termálnu vodu v neogénnych kolektoroch zastihli vrty Di-1 v Diakovciach (vrt Di-1), vo Veľkom Mederi (vrt Č-2), v Čiližskej Radvani (vrt VČR-16) a vrt Nitra-1 (N-1). Sú to vody hydrogenuhličitanové, sodné, s mineralizáciou 0,50 – 0,88 g · l⁻¹ a s teplotou na ústí od 25,0 °C (Nitra) do 65,1 °C (VČR-16); sú to teda vody vlahné až horúce. Vrt N-1 Nitra vykázal zvýšený obsah bóru (135 mg · l⁻¹ HBO₂).

Podstatnú časť minerálnych vôd zastihnutých hlbokými vrtmi v neogénnych kolektoroch možno označiť ako stredne mineralizované hydrogenuhličitanové sodné vody, horúce. Patria sem termálne vody zastihnuté vrtmi na lokalitách Veľký Meder (vrt Č-1), Gabčíkovo (FGGa-1), Ňárad (VTP-11), Dunajská Streda (DS-2), Čiližská Radvan (ČR-1), Šaľa (HTŠ-1), Topoľníky (FGT-1), Vlčany (FGV-1), Tvrdošovce (FGTv-1), Kráľová pri Senci (FGS-1), Lehnice (BL-1) a Galanta (FGG-1, FGG-2). S výnimkou vlahnej vody z vrtu FGS-1 sú to

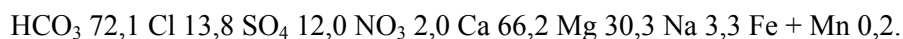
horúce vody s teplotou na ústí od 53 °C (Gabčíkovo) do 83 °C (Čiližská Radvaň). Ich celková mineralizácia má zväčša rozpätie 1,00 – 1,89 g · l⁻¹, menej často 2,49 – 4,83 g · l⁻¹. Voda z vrtu FGG-1 Galanta vykazuje zvýšený obsah fluóru, vody z vrtu Č-1 Veľký Meder a FGT-1 Topoľníky majú zvýšený obsah F a H₂SiO₃. Voda z vrtu Č-1 vo Veľkom Mederi je, navyše, klasifikovaná ako voda jódová.

Stredne mineralizované (ojedinele až silno mineralizované) hydrogenuhlíčanovo-chloridové sodné vody zastihli vrty na lokalitách Komárno (vrt FGK-1), Diakovce (Di-2), Zemianska Olča (VZO-14), Senec (BS-1), Dunajský Klátov (VDK-15), Nové Zámky (GNZ-1), Galanta (FGG-3), Kráľová pri Senci (FGS-1/A) a Eliášovce (VZK-11). Ich mineralizácia sa pohybuje väčšinou v intervale 1,93 – 3,36 g · l⁻¹, výnimkou sú vrty FGG-3 Galanta (5,59 g · l⁻¹), FGS-1/A Kráľová pri Senci (8,28 g · l⁻¹) a VZK-11 Eliášovce (13,34 g · l⁻¹). Teplá voda z vrtu FGK-1 má teplotu iba 40,5 °C, na ostatných lokalitách ide o horúce vody s teplotou od 45,8 °C (FGS-1/A) do 74,3 °C (Zemianska Olča). Voda z vrtu FGS-1/A Kráľová pri Senci má zvýšený obsah F a H₂SiO₃.

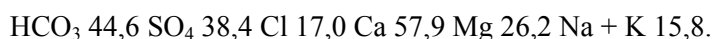
Značný rozsah mineralizácie (2,32 – 39,38 g · l⁻¹) majú chloridovo-hydrogenuhlíčanové sodné vody zastihnuté vrtmi na lokalitách Zlatná na Ostrove (vrt VZO-13), Svätý Peter (PGT-11), Dvory nad Žitavou (FGDŽ-1), Horná Potôň (FGHP-1), Želiezovce (HGŽ-3), Dunajská Streda (DS-1), Zlaté Klasy (VZK-10), Vráble (VR-2, VR-3) a Sereď (Se-5). Ide o vody, ktoré možno označiť ako stredne až silno mineralizované. Vody z lokalít Sereď a Vráble sú však už klasifikované ako soľanky (Se-5: 28,89 g · l⁻¹, VR-2: 39,38 g · l⁻¹). Podľa teploty (47 – 91 °C) sú to vody horúce, s maximom teploty vo vrte DS-1. Obsah voľného CO₂ 3,22 g · l⁻¹ klasifikuje vodu z vrtu Želiezovce ako vodu uhličitú. Ako vody jódové možno označiť vody z vrtu VZK-10 Zlaté Klasy a DS-1 Dunajská Streda, pričom voda z vrtu DS-1 má, navyše, aj zvýšený obsah F a H₂SiO₃. Vody z vrtov Se-5, VR-2 a VR-3 sú kvôli vysokému obsahu NaCl klasifikované v zmysle *vyhlášky MZ SR č. 212/2000* ako vody slané, vo vrtoch VR-2 a VR-3 so zvýšeným obsahom horčička.

Najčastejší typ minerálnych vôd zastihnutých hlbokými vrtmi v neogénnych kolektoroch sú chloridové sodné vody. Zistili sa na lokalitách Nesvady (vrt K-3), Komjatice (G-1), Dubník (vrt Dubník-1), Mojmirovce (vrt Mojmirovce-1), Nová Vieska (NV-1), Kráľová nad Váhom (K-1), Báhoň (B-1), Cífer (C-1), Bruty (GTV-1), Ivanka pri Nitre (Ivanka-1), Vráble (VR-1), Marcelová (GTM-1 – s prítokmi z neogénu aj triasu) a Kolárovo (Ko-3). S výnimkou vrtu Nesvady (12,33 g · l⁻¹) sa výskyty týchto vôd klasifikujú ako soľanky s celkovou mineralizáciou prevažne v rozpätí 17,86 – 65,00 g · l⁻¹, s extrémnymi maximami vo vrte Kolárovo (126,40 g · l⁻¹) a vo vrte GTM-1 Marcelová (90,68 g · l⁻¹). Balneologicky sa klasifikujú ako vody slané. Väčšinou ide o vody horúce, voda z vrtu Báhoň je iba vlažná (28,0 °C). Voda z vrtu Nesvady je jódová, so zvýšeným obsahom fluóru a H₂SiO₃. Vo vode z vrtu Dubník-1 sa zistil obsah voľného CO₂ 1,85 g · l⁻¹; je to voda uhličitá, jódová, so zvýšeným obsahom Mg. Jódové (s obsahom I vyšším ako 2 mg · l⁻¹) sú aj vody z vrtu Mojmirovce-1, Nová Vieska-1, K-1 Kráľová nad Váhom, Báhoň-1 a Cífer-1. Prevažná väčšina chloridových sodných soľanek tejto skupiny vykazuje zvýšený obsah horčička. Soľanka z úseku 2 519 až 2 520 m vrtu NV-1 Nová Vieska vykazuje zvýšený obsah bóru (201 mg · l⁻¹ HBO₂).

Okrem termálnej vody a slanej vody z hlbokých vrtov sú výskyty ostatných typov minerálnych vôd na tomto území prakticky bezvýznamné. Treba sa zmieniť nanajvýš o výskyte sírnej vody v studni v Žemliaroch na ľavom brehu Hrona južne od Levíc (Krahulec et al., 1978). Ide o stredne mineralizovanú hydrogenuhlíčanovú vápenato-horečnatú sulfidickú vodu, studenú, s obsahom 3,7 mg · l⁻¹ H₂S, celkovou mineralizáciou 1,22 g · l⁻¹ a so zložením



V jv. okolí Žemliar vrt HGZ-1 narazil stredne mineralizovanú hydrogenuhlíčanovo-síranovú vápenato-horečnatú vodu s mineralizáciou 1,89 – 1,98 g · l⁻¹ (Jalč a Vráblová, 1982) a s obsahom H₂S do 4 mg · l⁻¹. Voda z vrtu hlbokého 40 m má zloženie



Odporúčaná výdatnosť zdroja je 1 l · s⁻¹. Využíva sa ako úžitková voda pre roľnícke družstvo (Rebro, 1996).

10. VYUŽITIE A ZÁSADY OCHRANY PODZEMNEJ VODY

10. 1. Využitelné zdroje podzemnej vody

Územie zobrazené na liste Nitra je najmä v jz. časti mimoriadne bohaté na využitelné zdroje podzemnej vody. Sú tu však aj rozsiahle územia s nedostatkom pitnej aj úžitkovej podzemnej vody. Pri hodnotení jednotlivých častí územia vychádzame jednak z údajov regionálnych štúdií (Šubová et al., 1993) a i., jednak z dostupných vodohospodárskych bilancií zdrojov podzemných vôd (Kullman et al., 1998; Znášiková et al., 2002). Vybrané údaje z týchto podkladov sú uvedené v tabuľkách 26 – 28.

Najbohatšie zdroje podzemnej vody sú na tomto území sústredené v kvartérnych kolektoroch Žitného ostrova (hydrogeologický rajón Q 052). Po väčšom množstve čiastkových výpočtov využitelného množstva v tejto oblasti sa v rokoch 1991 – 1993 prišlo k systematickému a komplexnému prehodnoteniu využitelného množstva celého rajónu so stavom k 31. 12. 1991, t. j. pred uvedením Vodného diela Gabčíkovo do prevádzky (Šubová et al., 1993). Hlavné výsledky tejto štúdie, opravené podľa záverov jej oponentského konania z r. 1994, uvádza tabuľka 26. Za celé skúmané územie rajónu sa prijala celková hodnota využitelného množstva $17\,700\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, z toho $2\,380\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v kategórii A, $8\,070\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v kategórii C₁ a $7\,250\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v kategórii C₂. Na územie listu Nitra z tohto množstva pripadá celkovo $7\,700\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, z toho $900\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v kategórii A, $3\,550\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ C₁ a $3\,250\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ C₂. Lokalita s najvyšším vyčísleným množstvom je Gabčíkovo ($3\,000\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v kategórii a + C₁). Ďalšie významné využitelné množstvo na Žitnom ostrove na území listu Nitra bolo vyčíslené v záchytnom území Báč, Baka (v území medzi prívodným kanálom a starým tokom Dunaja), Lehnice a Jelka. Spomenuté údaje s odlišnou hodnotou iba v lokalite Báč sa udávajú aj vo vodohospodárskej bilancii Slovenského hydrometeorologického ústavu (Kullman et al., 1998), kde sa v území rajónu Q 052 udáva navyše aj $200\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ z lokality Komárno a $400\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ z rozptýlených lokálnych zdrojov (tab. 27).

Tab. 26. Využitelné množstvo podzemnej vody na Žitnom ostrove podľa výsledkov prehodnotenia pred uvedením Vodného diela Gabčíkovo z r. 1993 do prevádzky (Šubová et al., 1993) (hodnoty opravené v zmysle záverov oponentúry).

Lokalita	Využitelné množstvo $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$		
	C ₂	C ₁	A
Kalinkovo*	–	2 340	660
Šamorín*	–	2 180	820
Báč	1 500	–	–
Lehnice	250	750	–
Jelka	–	200	500
Gabčíkovo	–	2 600	400
Baka	1 500	–	–
Biskupické rameno – Čilistov*	4 000	–	–
Spolu	7 250	8 070	2 380

*lokality mimo územia listu Nitra

Druhý najvýznamnejší hydrogeologický rajón z hľadiska koncentrácie využitelných zdrojov podzemnej vody je rajón Q 074 Kvartér medziriečia Podunajskej roviny. Zahŕňa náplavy Váhu na J od čiar Sládkovičovo – Galanta – Šaľa spolu s náplavami Nitry a Žitavy na J od Nových Zámkov a s náplavami Čiernej vody od Sládkovičova po jej vyústenie medzi Topoľníkmi a Kolárovom. O rozmiestnení využitelných zdrojov v rajóne informuje tabuľka 27. Väčšie zdroje sú tu sústredené v náplavoch Váhu pri Šali a Zemnom, v náplavoch Nitry a Žitavy pri Imeli a Hurbanove a v náplavoch Čiernej vody a jej ľavostranných prítokov pri Galante, Mostovej a Jahodnej. Kullman et al. (1998) udávajú v rajóne Q 074 celkové využitelné množstvo $1\,440\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, z toho $1\,290\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v subrajóne povodia Váhu, $130\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v subrajóne povodia Dunaja a $20\text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ v subrajóne povodia Nitry.

Tab. 27. Bilancia využiteľného množstva a odberov podzemnej vody (Kullman et al., 1998).

Bilančný profil	Lokalita	Využiteľné množstvo (l . s ⁻¹)	Odber (l . s ⁻¹)
Q – 048 Kvartér Váhu v Podunajskej nížine na S od čiar Šaľa – Galanta			
Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody	Vlčkovce	30,0	20,0
	Sládkovičovo	20,0	5,1
	rozptýlené lokálne zdroje	10,0	3,2
Váh – Šaľa	Sereď	30,0	10,4
	rozptýlené lokálne zdroje	20,0	3,0
Váh – Komoča	rozptýlené lokálne zdroje	10,0	0,0
Dunaj – Komárno, pod	Váhovce – Gáň	10,0	0,2
	rozptýlené lokálne zdroje	10,0	1,3
N – 049 Neogén Trnavskej pahorkatiny			
Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody	Vištuk	5,8	0,0
Q – 050 Kvartér Trnavskej pahorkatiny			
Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody	Cífer	80,6	6,9
	Čataj	44,7	7,0
	Veľký Grob	26,1	0,0
	Pusté Úľany	20,0	2,7
	Abrahám	20,0	2,4
Q – 051 Kvartér západného okraja Podunajskej roviny			
Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody	Senec	35,0	2,2
Q – 052 Kvartér jz. časti Podunajskej roviny			
Subrajón povodia Dunaja DN 00			
Dunaj – Komárno, pod	Báč	2 000,0	0,0
	Baka	1 500,0	0,0
	Gabčíkovo	3 000,0	541,5
	Komárno	200,0	152,8
	rozptýlené lokálne zdroje	400,0	69,7
Subrajón povodia Váhu VH 00			
Dunaj – Komárno, pod	Lehnice	1 000,0	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	1 300,0	5,9
Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody	Jelka	500,0	503,6
	rozptýlené lokálne zdroje	200,0	39,8
Q – 056 Kvartér Dunaja v úseku Komárno – Chľaba			
Dunaj – štátna hranica	Kravany nad Dunajom	54,0	3,8
	Moča – Radvaň n. D.	19,0	2,7
	Patince	30,0	2,3
	Iža, Bokroš	20,0	2,5
	Komárno	50,0	1,0
	rozptýlené lokálne zdroje	60,0	1,9
Q – 057 Kvartér dunajských terás na úpätí Hronskej pahorkatiny			
Subrajón povodia Dunaja			
Dunaj – štátna hranica	Hurbanovo	35,0	0,3
	Marcelová	45,0	10,6
	Moča	5,0	0,9
	Bátorove Kosihy	20,0	0,8
	rozptýlené lokálne zdroje	50,0	0,5
Subrajón povodia Hrona			
Hron – ústie	rozptýlené lokálne zdroje	5,0	0,0
N – 058 Neogén Hronskej pahorkatiny			
Subrajón povodia Nitry			
Čiastkový rajón neogénu severne od toku Širočiny NA 10			
Žitava – Dolný Ohaj	Veľké Vozokany	5,2	0,1
	Nemčiňany	24,8	0,9
	Malé Vozokany	21,4	9,9
	Nevidzany	36,3	0,1
	Tajná	11,0	0,1
	Horný Ohaj	20,3	0,2
	rozptýlené lokálne zdroje	5,0	1,1

Tab. 27 – pokračovanie.

Bilančný profil	Lokalita	Využiteľné množstvo (l . s ⁻¹)	Odber (l . s ⁻¹)
Čiastkový rajón neovulkanitov NA 20			
Žitava – Dolný Ohaj	rozptýlené lokálne zdroje	5,0	0,0
Čiastkový rajón neogénu južne od toku Širočiny NA 30			
Žitava – Dolný Ohaj	Vráble	4,5	0,0
	Melek	4,4	0,0
	Lula	6,3	0,1
	Podhájska	12,4	5,6
	Hul	5,0	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	34,0	8,1
Subrajón povodia Váhu			
Čiastkový rajón neogénu južne od potoka Liška VH 30			
Dunaj – Komárno, pod	Branovo	5,0	0,6
	Dvory nad Žitavou	47,2	4,4
	Pribeta	18,7	2,4
	Bajč	6,0	0,8
	Dulovce	8,0	0,8
	rozptýlené lokálne zdroje	14,0	4,3
Subrajón povodia Hrona			
Čiastkový rajón neovulkanitov HN 20			
Hron – Kozmálovce	Nový Tekov	7,0	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	3,0	0,1
Čiastkový rajón neogénu južne od Kozmálovských vrškov HN 30			
Hron – Kamenín	Veľký Ďur	7,5	0,1
	Dolný Pial	12,0	1,4
	rozptýlené lokálne zdroje	22,0	8,0
Hron – ústie	Jasová	6,6	0,8
	Dubník	7,0	2,1
	Strekov	17,0	3,4
	Nová Vieska	7,0	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	21,0	1,8
Subrajón povodia Dunaja			
Čiastkový rajón neogénu DN 30			
Dunaj – štátna hranica	Bohatá	10,0	0,5
	Hurbanovo	4,0	0,0
	Svätý Peter	14,7	0,0
	Bátorove Kosihy	10,0	3,0
	rozptýlené lokálne zdroje	4,0	0,7
QN – 059 Kvartér hronských terás v Podunajskej nížine			
Hron – Kamenín	Bajka, D. Pial, Ondrejovce	30,0	0,2
	Tekovské Lužany	16,0	0,4
	Málaš, Zálagoš	50,0	0,4
	Želiezovce	100,0	5,3
	Nýrovce, Farná	25,0	0,5
	Šarovce, Svodov	25,0	2,8
	Keť, Kuraľany	10,0	0,5
	Pohronský Ruskov	10,0	0,1
rozptýlené lokálne zdroje	21,0	1,7	
Hron – ústie	Kamenín	10,0	0,2
Q – 060 Kvartér nivy Hrona v Podunajskej nížine			
Hron – Kamenín	Tlmače – Kalná n. H.	466,0	54,7
	Levice	190,0	21,6
	Turá, Vyšné, Žemliare	14,0	1,0
	Mýtné Ludany	50,0	5,2
	Jur nad Hronom	6,0	0,1
	Šarovce, Svodov	15,0	0,3
	Želiezovce	35,0	0,4
	Hronovce, Domaša	20,0	2,3
	rozptýlené lokálne zdroje	50,0	1,8
Hron – ústie	Kamenný Most	10,0	0,1

Tab. 27 – pokračovanie.

Bilančný profil	Lokalita	Využiteľné množstvo (l . s ⁻¹)	Odber (l . s ⁻¹)
N – 062 Neogén Bátovskej pahorkatiny a Čajkovskej zníženi			
Hron – Kamenín	Nová Dedina	7,0	2,5
	Čajkov	4,0	0,1
	Kamenec, Zajačia dolina	3,0	0,3
MG – 070 Kryštalinikum a mezozoikum južnej a strednej časti Tribeča			
Čiastkový rajón skupiny Zobora NA 10			
Nitra – Nové Zámky	Pohranice	17,8	1,4
	rozptýlené lokálne zdroje	8,2	0,0
NQ – 071 Neogén Nitrianskej pahorkatiny			
Subrajón povodia Nitry			
Čiastkový rajón kvartéru Nitry NA 10			
Nitra – Nitra, pod	Nitra – Mlynárce	12,5	1,7
	Nitra	164,0	1,9
Čiastkový rajón neogénu Nitrianskej pahorkatiny NA 20			
Nitra – Nové Zámky	Horné a Dolné Krškany	5,0	1,6
	Lehota	4,0	0,5
	Veľké Zálužie	5,5	2,1
	Močenok	13,0	0,4
	Močenok – Duslo Šaľa	51,0	31,9
	Mojmírovce	6,0	1,5
	Nový Pereš	5,0	0,1
	Poľný Kesov	6,5	2,1
	Tvrdošovce	37,0	0,7
	rozptýlené lokálne zdroje	21,4	9,0
Subrajón povodia Váhu			
Čiastkový rajón neogénu Nitrianskej pahorkatiny VH 20			
Váh – Šaľa	Šalgočka	4,0	3,1
	Pusté Sady	10,0	0,7
	Báb	8,0	0,9
	Močenok	20,0	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	6,0	4,8
Q – 072 Kvartér Nitry od mesta Nitra po Nové Zámky			
Subrajón povodia Nitry			
Čiastkový rajón alúvia Nitry NA 10			
Nitra – Nitra, pod	Nitra	21,0	5,6
	Horné a Dolné Krškany	3,0	1,7
Nitra – Dolný Ohaj, nad	Dolné Krškany	8,5	1,2
	Dvorčany	12,0	5,5
	Veľké Janíkovce	11,5	0,0
	Ivanka pri Nitre	25,0	1,0
	Gergeľová	74,0	0,2
	Veľký Cetín	8,9	2,1
	Veľký Cetín – Branč	80,8	0,0
	Veľký Kýr – Milanovce	23,2	4,8
	Vinodol	4,0	2,0
	Černík – Komjatice	58,0	0,0
	Komjatice	50,0	0,3
	rozptýlené lokálne zdroje	25,0	0,8
	Nitra – Nové Zámky	Lipová	10,0
Šurany		65,0	2,4
Bánov		6,0	1,1
Nové Zámky-sever		137,7	0,9
Nové Zámky		81,0	13,6
rozptýlené lokálne zdroje		10,0	0,4

Tab. 27 – pokračovanie.

Bilančný profil	Lokalita	Využiteľné množstvo (l . s ⁻¹)	Odber (l . s ⁻¹)
Čiastkový rajón kvartéru medzi Nitrou a Váhom NA 20			
Nitra – Nové Zámky	Rastislavice – Tlmače	25,0	0,0
	Tvrdošovce – Čiky	16,4	0,0
	Palárikovo – Ľudovítov	7,0	0,0
	Palárikovo – Bánov	10,6	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	14,0	0,9
Subrajón povodia Váhu			
Čiastkový rajón kvartéru medzi Nitrou a Žitavou VH 10			
Nitra – Nové Zámky	Dolný Ohaj	13,0	4,8
	Bešeňov	9,6	2,3
	Nové Zámky – Dvory n. Žitavou	20,0	1,0
	rozptýlené lokálne zdroje	20,0	0,0
NQ – 073 Neogén Žitavskej pahorkatiny			
Čiastkový rajón kvartéru Žitavy NA 10			
Žitava – Dolný Ohaj	Nová Ves nad Žitavou	5,3	0,3
	Vráble – Horný Ohaj	15,0	0,00
	Vráble	11,0	3,5
	Lúčnica nad Žitavou	10,9	0,3
	Žitavce	6,2	0,0
	Michal nad Žitavou	9,2	0,0
	Kmeťovo	15,5	1,8
	Maňa	5,4	1,0
rozptýlené lokálne zdroje	9,2	0,8	
Čiastkový rajón neogénu NA 20			
Žitava – Dolný Ohaj	Janíkovce	4,5	0,0
	rozptýlené lokálne zdroje	6,0	1,7
Q – 074 Neogén medziriečia Podunajskej roviny			
Subrajón povodia Váhu			
Čiastkový rajón kvartéru VH 00			
Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody	Košúty	60,0	0,1
	rozptýlené lokálne zdroje	50,0	3,5
Váh – Šaľa	Šaľa	150,0	1,9
	rozptýlené lokálne zdroje	20,0	0,5

Ďalšie rajóny s veľmi významnými využitelnými zdrojmi podzemnej vody v kvartérnych kolektoroch sú kvartér nivy Hrona v Podunajskej nížine (Q 060) a kvartér Nitry od mesta Nitra po Nové Zámky (Q 072). V rajóne Q 060 udávajú Kullman et al. (1998) celkové využitelné množstvo 856 l . s⁻¹ so značnou koncentráciou podzemnej vody (okolo 470 l . s⁻¹) v neotektonickej kozmálovskej depresii s anomálnou hrúbkou náplavov Hrona medzi Tlmačmi a Kalnou nad Hronom a pri Leviciach. V rajóne Q 072 s udávaným celkovým využitelným množstvom 850 l . s⁻¹ sa najväčšie sústredenie využitelných zdrojov udáva v lokalite Nové Zámky, a to predovšetkým v severnej časti (tab. 27).

Podstatne menší význam pre využitie zdrojov podzemných vôd kvartéru majú ostatné kvartérne hydrogeologické rajóny na tomto území. Celkové využitelné množstvo v jednotlivých rajónoch 140 – 300 l . s⁻¹ (tab. 27) udávajú Kullman et al. (1998) v kvartéri hronských terás Podunajskej nížiny (rajón QN 059) s väčšou koncentráciou zdrojov pri Želiezovciach, v náplavoch Dunaja medzi Komárnom a Obidom (Q 056), v kvartéri Trnavskej pahorkatiny (Q 050) (najmä v okolí Cífera), v čiastkovom rajóne kvartéru rieky Nitry rajónu Neogén Nitrianskej pahorkatiny (NQ 071), v kvartéri dunajských terás na úpätí Hronskej pahorkatiny (Q 057) a v kvartéri Váhu medzi Šaľou, Galantou a s. okolím Serede (Q 049). Ostatné kvartérne rajóny majú iba malý význam.

Vcelku malý význam majú rajóny neogénu. Z nich vykazuje relatívne vyššie celkové využitelné množstvo, okolo 450 l . s⁻¹, iba neogén Hronskej pahorkatiny (N 058) s menšou koncentráciou využitelných zdrojov v okolí Dvorov nad Žitavou (tab. 27).

Tabuľka 27 uvádza aj údaje o odberoch podzemnej vody, ktoré udávajú v bilancii podzemných vôd Slovenska Kullman et al. (1998). Najväčšie sústredené odbery sa tu uvádzajú v lokalitách Gabčíkovo ($541 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Jelka ($504 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Komárno ($153 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Tlmače – Kalná nad Hronom ($55 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Imeľ ($48 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Močenok – Duslo Šaľa ($32 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Levice ($22 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a Nové Zámky ($15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Tieto údaje však poskytujú iba orientačnú informáciu vzhľadom na značnú časovú obmedzenosť ich platnosti, problémy s reprezentatívnou evidenciou skutočných odberov a nevyhnutnosť sústavnej aktualizácie pri rozvoji vodárenského využívania podzemnej vody. Pritom niektoré údaje uvedené v tejto bilancii sú evidentne podhodnotené, napr. odbery na lokalitách Dvorčiansky Les a Lúky – Gergeľová pre Nitru, kde iné zdroje udávajú odlišné hodnoty: Franko et al. (1976) $250 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, Hároníková (1988) $205 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, odlišné hodnoty odberov udávané v iných podkladoch, napr. na lokalitách Nové Zámky ($106 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Komárno ($92 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Šurany ($70 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Levice ($60 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Šaľa ($40 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Dunajská Streda ($34 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Svodín ($20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a i.

Štátny vodohospodársky plán ráta so sústredenými odbermi podzemnej vody najmä v priestore Žitného ostrova. Na území listu Nitra sú to popri hlavných záchytných územiach (s odbermi na lokalite vyše $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) Jelka a Gabčíkovo a starších lokalitách s menšími odbermi (Jahodná, Topoľníky, Čiližská Radvaň, Veľký Meder, Čalovec, Dedina Mládeže) predovšetkým lokality Lehnice (vyše $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Dunajská Streda (200 až $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a Komárno ($200 - 500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Z menších perspektívnych lokalít s odbermi podzemnej vody menšími ako $200 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ sú to na opisovanej časti Žitného ostrova lokality Kvetoslavov, Zlaté Klasy, Nový Život, Veľká Paka, Holice, Tomášikovo, Vrakúň, Boheľov, Opatovský Sokolec, Kolárovo a Kameničná.

V ostatných častiach územia je perspektívnych záchytných území s väčšou kapacitou podstatne menej. Z lokalít s možnosťou sústredného odberu väčšieho množstva (do $200 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ na lokalitu) ide o lokality v kvartéri Nitry (Nitra, Dvorčany, Lúky – Gergeľová, Branč, Komjatice, Nové Zámky), Dunaja niže Komárna (Kravany nad Dunajom), Hrona (Veľké Kozmálovce, Kalná nad Hronom), Váhu (Sereď, Šoporňa, Kajaľ, Dlhá nad Váhom, Šaľa, Zemné, Komoča), v medzirieči Podunajskej roviny (Galanta, Horné a Dolné Saliby, Kráľov Brod) a lokality Senec, Boldog, Kráľová pri Senci a Močenok.

Najnovší prehľad stavu evidencie stanoveného využiteľného množstva podzemnej vody na území listu Nitra je v tabuľke 28, prevzatej z *Prehľadu množstiev podzemných vôd hydrogeologických celkov SR* (Znášiková et al., 2002).

Tab. 28. Bilancované využiteľné množstvo podzemnej vody (Znášiková et al., 2002).

Hydrogeol. rajón	Geologicko-geografické začlenenie	Geologický útvar	Prírodné zdroje	Využiteľné množstvo podzemnej vody			Pozn.	Evidenčné číslo v archíve ŠGÚDŠ	
				C ₂	C ₂	z toho C ₁			z toho B
$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$									
Q 052	Veľký Žitný ostrov*	kvartér	–	–	14 800	–	–	1)	29201
	Gabčíkovo	kvartér	–	–	–	3 000	–	1)	37962
QN 059	kvartér hronských terás **	kvartér neogén	304	494	–	–	–	2)	64547
QN 074	lokality Pavlov Dvor (na S od Hurbanova)	neogén	–	90	90	–	–	3)	45474, 70932
N 049	neogén Trnavskej pahorkatiny*	neogén	965	297	133	–	–	4)	75962
N 058	neogén Hronskej pahorkatiny – komjatická depresia*	neogén	217	140	67	–	–	3)	–
	levická hrast'	neogén	168	76	32	–	–	4)	80438
	dubnícka depresia	neogén	80	75	24,5	–	–	5)	80939
NQ 073	neogén Žitavskej pahorkatiny*	neogén	130	63	–	–	–	6)	–
Q 072	kvartér Nitry od mesta Nitry po Nové Zámky ***	kvartér neogén	–	9	–	–	–	7)	–

* iba čiastočne na území listu Nitra; ** pravá strana toku Hrona medzi Starým Tekovom a Kamenínom; *** lokality Nitry (5 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$), Černík (2 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$) a Mojzesovo (2 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$); 1) horizontálna a vertikálna variabilita chemického zloženia podzemných vôd; 2) vyšší obsah dusičnanov, chloridov, síranov a bakteriologické znečistenie; 3) voda vyhovuje STN; 4) zvýšený obsah amónnych iónov; 5) zvýšený obsah Fe a Mn; 6) voda vyžaduje úpravu pre vyššiu koncentráciu Fe, Mn, dusičnanov a amónnych iónov; 7) zvýšený obsah Fe, Mn a amónnych iónov.

Bilančný stav zdrojov podzemnej vody v jednotlivých rajónoch na území listu Nitra podľa údajov Štátnej vodohospodárskej bilancie, ktoré uvádzajú Kullman et al. (1998), sa hodnotí v prevažnej väčšine rajónov ako dobrý – t. j. s pomerom hodnoty celkového využiteľného množstva k hodnote celkového odberu podzemnej

vody v hodnotenom území väčším ako 3,33. Iba v rajóne Q 048 Kvartér Váhu v Podunajskej nížine na S od čiar Šaľa – Galanta a v rajóne QN 050 Kvartér Trnavskej pahorkatiny sa udáva stav uspokojivý (s pomerom využiteľného množstva k celkovému odberu v rozpätí 1,43 až 3,33).

Hlavná vodárenská sústava na zmapovanom území je Podunajská vodárenská sústava. Zásobuje vodou vyše 410 000 obyvateľov na území 6 okresov. Hlavné záchytné územia Gabčíkovo a Jelka sú vzájomne prepojené hlavným prívodom v sieti Gabčíkovo – Nové Zámky – Želiezovce s odbočkami na Štúrovo a Levice a s prepojením cez Šaľu a Galantu k Jelke s odbočkou Galanta – Sereď a s napojením na s. časť tejto siete na trase Šaľa – Nitra – Topoľčany – Partizánske – Bánovce nad Bebravou. Okrem toho je tu vybudovaných aj niekoľko menších vodárenských systémov (Zlaté Moravce – Vráble, Dunajská Streda, Komárno).

10. 2. Modul využiteľného množstva podzemnej vody

Relatívnu mernú produktivitu jednotlivých častí územia – hydrogeologických rajónov a čiastkových rajónov – z hľadiska využiteľného množstva podzemnej vody možno porovnávať pomocou hodnôt modulu využiteľného množstva podzemnej vody, t. j. podielu celkového využiteľného množstva podzemnej vody na území rajónu a plochy rajónu. Úroveň tohto modulu v jednotlivých rajónoch prehľadne zobrazuje *Mapa využiteľných zásob podzemných vôd Slovenska* (Šuba et al., 1991). V tab. 29 uvádzame hodnoty modulu využiteľného množstva, ktoré sme pre jednotlivé rajóny a čiastkové rajóny odvodili z údajov o využiteľnom množstve udávaných v *Štátnej vodohospodárskej bilancii* (Kullman et al., 1998).

Tab. 29. Modul využiteľného množstva podzemnej vody.

Hydrogeologický rajón	MVM (l . s ⁻¹ . km ⁻²)	Čiastkový rajón	MVM (l . s ⁻¹ . km ⁻²)
Q – 048*	2,41*		
N – 049*	0,33*		
Q – 050*	1,38*		
Q – 051*	15,01*	VH 00*	0,66*
Q – 052*	10,91*	DN 00*	38,64*
		VH 00	2,08
Q – 056	1,90		
Q – 057	0,97		
N – 058*	0,51*	NA 10*	1,31*
		NA 20	0,91
		NA 30	0,37
		VH 30	0,39
		HN 20*	0,38
		HN 30	0,28
		DN 30	0,50
QN – 059	0,81		
Q – 060	3,21		
N – 062*	0,30*		
MG – 070*	0,93*	NA 10*	2,70*
NQ – 071*	0,76*	NA 10*	4,04
		NA 20*	0,37*
		VH 20*	0,53*
Q – 072	2,26	NA 10	3,52
		NA 20	0,68
		VH 10	0,94
NQ – 073*	0,48*	NA 10*	2,27*
		NA 20	0,20
Q – 074	1,70	VH 00	1,71
		DN 00	1,86
		NA 00	0,79
Q – 080*	2,82*		

MVM = modul využiteľného množstva; *sčasti mimo územia listu Nitra.

Hydrogeologický rajón s maximálnou hodnotou modulu využiteľného množstva podzemnej vody na území listu Nitra je za súčasného stavu poznania Kvartér jz. časti Podunajskej nížiny (rajón Q 052) spolu

s priľahlým rajónom Q 051 Kvartér z. okraja Podunajskej roviny. Ten však zasahuje na toto územie iba veľmi malou plochou v okolí Senca. Rajón Q 052 s modulom $10,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ zahŕňa Žitný ostrov (vrátane jeho najzápadnejšej časti pri Šamoríne, ležiacej už mimo zmapovaného územia) spolu s ľavým brehom Malého Dunaja od Senca po z. okolie Tomášikova. Extrémne vysokú hodnotu modulu využiteľného množstva, $38,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, potom v rajóne Q 052 vykazuje subrajón povodia Dunaja DN 00, v ktorom ležia všetky významné záchytné územia Žitného ostrova, s výnimkou lokalít Lehnice a Jelka.

Modul využiteľného množstva v rozpätí $2 - 5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ vykazuje kvartér nivy Hrona v Podunajskej nížine (rajón Q 060; $3,21 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$), kvartér rieky Nitry v úseku Nitra – Nové Zámky (rajón Q 072) s veľmi priaznivým čiastkovým rajónom alúvia Nitry NA 10 (modul $3,52 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$) a subrajón povodia Váhu VH 00 rajónu Q 052 (s lokalitami Lehnice a Jelka).

Z rajónov, ktoré zasahujú na územie listu Nitra iba časťou plochy, zvýšený modul využiteľného množstva podzemnej vody v rozpätí $2 - 5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ vykazuje čiastkový rajón skupiny Zobora NA 10 v rajóne kryštalínika a mezozoika MG 070 južnej a strednej časti Tribeča, kvartér Váhu v Podunajskej nížine na S od čiar Šaľa – Galanta (Q 048), čiastkový rajón NA 10 rajónu NQ 071 Neogén Nitrianskej pahorkatiny, čiastkový rajón povodia Žitavy NA 10 rajónu NQ 073 Neogén Žitavskej pahorkatiny a kvartér nivy Hrona od Slovenskej Lupče po Tlmače (Q 080).

Rozpätie modulu $1 - 2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ potom charakterizuje kvartér medziriečia Podunajskej roviny (Q 074) a kvartér Dunaja medzi Komárnom a Chľabou (Q 056, malou časťou mimo zmapovaného územia). Z rajónov zasahujúcich na územie listu Nitra iba sčasti je to kvartér Trnavskej pahorkatiny (Q 050, väčšinou mimo mapovaného územia) a čiastkový rajón neogénu severne od toku Širočiny NA 10 v rajóne N 058 Neogén Hronskej pahorkatiny.

Údaje o stave využitia termálnej vody na tomto území boli už uvedené v kapitole o termálnej a minerálnej vode a v tabuľke 25.

10.3. Problémy a zásady ochrany podzemnej vody

Hlavným princípom kvantitatívnej ochrany zdrojov podzemnej vody je dodržiavanie hodnôt odberov podzemnej vody na takej úrovni, ktorá neprekračuje využiteľné množstvo schválené podľa výpočtov schváľovaných Komisiou pre klasifikáciu zdrojov a zásob podzemných vôd. V častiach územia bez schváleného využiteľného množstva treba pri dimenzovaní odberov podzemnej vody rešpektovať predovšetkým trvalú zabezpečenosť napájania využívaných zdrojov so zreteľom na veľkosť prírodných zdrojov alebo potenciálnu brehovú infiltráciu.

Ochrana kvality podzemných vôd sa zameriava na minimalizáciu pôsobenia faktorov znečisťovania podzemných vôd, ktoré sú súčasne hlavnými znečisťujúcimi faktormi životného prostredia. Ťažisko problematiky ochrany kvality podzemných vôd je ochrana podzemných vôd Žitného ostrova. Má tri hlavné aspekty – ochranu pred znečistením infiltrujúcimi vodami povrchových tokov, predovšetkým Dunaja, ktorý je hlavným zdrojom napájania tejto najbohatšej nádrže podzemných vôd na Slovensku, ochranu pred znečistením priemyselným a komunálnym odpadom a ochranu pred poľnohospodárskym znečistením. Tieto aspekty sú však súčasne podstatné aj pri ochrane podzemných vôd v ostatných častiach územia listu Nitra, a to predovšetkým v územiach s využiteľnými zdrojmi podzemných vôd v kvartérnych kolektoroch. Významnú pozornosť treba venovať aj otvoreným vodným plochám štrkovísk. Môžu spôsobiť priame znečistenie podzemných vôd, s ktorými sú v kontakte.

Infiltrácia povrchovej vody z Dunaja do kvartérnych kolektorov Žitného ostrova prináša do zvodneného prostredia bežné zložky povrchových vôd spolu s anorganickými aj organickými polutantmi, súčasne však vo zvodnených kolektoroch vyvoláva celú reťaz chemických reakcií. Tie ovplyvňujú stupeň a druh znečistenia podzemnej vody v kladnom aj zápornom zmysle. Opatrenia na ochranu podzemných vôd musia vychádzať z dôkladnej znalosti kvantitatívnej aj kvalitatívnej stránky uvedených procesov.

Ako ukázali v hydrochemickom hodnotení Žitného ostrova Klaučo et al. (1993), pri infiltrácii dunajskej vody existuje prirodzená nestabilná zóna ovplyvnenia kvality podzemnej vody v dôsledku oxidačno-redukčných procesov spojených so zvyšovaním koncentrácie Fe, Mn a dusitanov. Vznikajú tak oblasti s nadlimitnou koncentráciou, do ktorých by nemalo podstatnou mierou zasahovať prúdenie vyvolané čerpaním

podzemnej vody. Ide najmä o úrovně od hĺbky 15 – 20 m do 50 – 70 m v pásme zasahujúcom do vzdialenosti 300 – 500 m od brehovej čiary Dunaja alebo prírodného kanála.

Procesy zmeny kvality podzemnej vody v príbrežnej zóne zdrže vodného diela Gabčíkovo najnovšie na základe výsledkov monitorovania podzemných vôd po uvedení vodného diela do prevádzky skúmal Rodák (1999). Monitoring kvality podzemnej vody poukazuje na rozhodujúcu úlohu oxidačno-redukčných procesov pri tvorbe chemického zloženia podzemnej vody. Oxidačno-redukčné procesy majú v značnej miere sezónny charakter v súvislosti s kvalitou, prietokmi a hladinou vody v Dunaji, polohou a kolísaním hladiny podzemnej vody a pod. Sezónne vplyvy sa výrazne prejavujú napríklad na teplote vody, obsahu rozpusteného kyslíka, mernej elektrickej vodivosti, obsahu dusičnanov, dusitanov, amónnych iónov, fosforečnanov, síranov, chloridov, hydrogenuhličitanov, sodíka, draslíka, vápnika a horčíka.

Za hlavné oxidačno-redukčné procesy prebiehajúce pri infiltrácii sa považujú aeróbna respirácia, oxidácia amónnych iónov, dusitanov a mangánu (prípadne ďalších reduktantov), postupná denitrifikácia a rozpúšťanie alebo zrážanie minerálov Mn. Priebeh niektorých oxidačno-redukčných reakcií je pomerne pomalý a závisí od kinetiky reakcií, takže pri vysokej rýchlosti prúdenia voda nebýva v úplnej oxidačno-redukčnej rovnováhe so všetkými rozpustenými a nerozpustenými látkami. Sled priebehu oxidačno-redukčných procesov vytvára v zvodnenom prostredí sled vzájomne súvisiacich reakčných zón. V najtesnejšej blízkosti koryta Dunaja sa nachádza zóna charakterizovaná kvalitou infiltrujúcej vody s vysokým obsahom rozpusteného kyslíka, organických látok a dusičnanov. Na túto zónu nadväzuje ohraničená zóna so zvýšeným obsahom mangánu a dusitanov. Na konci profilu leží zóna so zníženým obsahom dusičnanov a organických látok. Reakčný systém a poloha zón je v stave dynamickej rovnováhy, citlivo reagujúcej aj na relatívne malé zmeny hydrologických a hydrochemických pomerov Dunaja.

Najvýznamnejší donor elektrónov sú organické látky. Rozpustený kyslík, ktorého prakticky jediným zdrojom je dunajská voda, môže v závislosti od hladiny a kvality vody v Dunaji prenikať do vzdialenejších častí zvodneného prostredia alebo sa spotrebuje pri oxidácii organických látok skôr, ako voda dosiahne pozorovací objekt umiestnený 10 m od brehu Dunaja (Rodák, 1999).

V rámci hydrogeochemického profilu sa postupne redukujú dusičnany na dusitany, úplná denitrifikácia s úbytkom zlúčenín dusíka vo forme N_2 však nastáva len v malom rozsahu. Rodák (1999) predpokladá, že medziprodukty denitrifikácie sa spätne oxidujú minerálmi Mn. To blokuje proces úplnej denitrifikácie a udržuje v podzemnej vode zvýšenú koncentráciu dusitanov. Výskyt mangánu súvisí s denitrifikačnými procesmi v suboxickom prostredí. Zdrojom vyššej koncentrácie Mn v podzemnej vode nie je dunajská voda, ale rozpúšťanie mangánových minerálov v sedimentoch zvodnenej vrstvy a dnových sedimentoch Dunaja (zdrže). Zvýšená koncentrácia Mn v podzemnej vode sa viaže na ohraničenú zónu (podobne ako pri dusitanoch), ktorá je premenlivá v závislosti od kvality dunajskej vody. Je pravdepodobné, že mangán v prítomnosti dusičnanov sa môže postupne vyzrážať vo forme minerálov.

Modelové riešenie reaktívneho transportu látok v príbrežnej zóne zdrže Vodného diela Gabčíkovo (Rodák, 1999) ukázalo, že pri uvažovaných podmienkach sa 2 až 4 mg \cdot l⁻¹ aktívneho organického uhlíka oxiduje vo vode rozpusteným kyslíkom alebo dusičnanmi do 80 – 100 dní po infiltrácii dunajskej vody. Kyslík rozpustený v dunajskej vode a infiltrujúci v množstve 8,4 – 13,6 mg \cdot l⁻¹ sa zredukuje oxidáciou organických látok, dusitanov, mangánu a ďalších reduktantov v závislosti od kvality dunajskej vody za 40 až 150 dní po infiltrácii. Dusičnany vykazujú zmeny koncentrácie v závislosti od prítomnosti iných oxidantov. Pri vysokom obsahu rozpusteného kyslíka a nízkom obsahu organického uhlíka (2 mg \cdot l⁻¹) sa po spotrebe kyslíka obsah dusičnanov znižuje len mierne. Proces je určený nízkym obsahom organických látok v sedimentoch zvodnenej vrstvy. Pri vysokom obsahu organických látok v dunajskej vode (4 mg \cdot l⁻¹) však môže nastať rýchla redukcia dusičnanov už v priebehu 250 dní. Pri priemernom obsahu (okolo 3 mg \cdot l⁻¹) sa zaznamenáva iba mierny pokles obsahu dusičnanov s ustálením ich koncentrácie po oxidácii rozpustených organických látok. V modelovom riešení sa uvažovalo, že koncentrácia dusitanov vo vode rastie pri redukcii dusičnanov, pričom donorom elektrónov môže byť organický uhlík alebo mangán rozpustený vo vode. Dusitany sú vo vode nestále a v prítomnosti organických látok podliehajú ďalšej redukcii s produkciou plynného dusíka. V prípade priemernej a vyššej kvality infiltrujúcej dunajskej vody sa koncentrácia dusitanov a mangánu opäť znižuje po 250 – 300 dňoch od infiltrácie. V prípade nižšej kvality dunajskej vody možno po úplnej spotrebe dusičnanov očakávať zvýšenú koncentráciu Mn, kontrolovanú ďalšími geochemickými procesmi. Výsledky

modelovania poskytnú podklady na prognózovanie kvality podzemnej vody a tým aj na optimalizáciu využívania podzemnej vody a jej ochrany.

Ochrana kvality podzemných vôd pririeknych zvodní napájaných povrchovou vodou iných tokov na území listu Nitra sa na rozdiel od príbrežnej zóny Dunaja musí sústrediť v oveľa väčšej miere predovšetkým na prieniky polutantov pochádzajúcich z priemyselnej výroby a sčasti aj z poľnohospodárskej výroby. Zdrojom znečistenia podzemných vôd v s. a sv. časti Žitného ostrova sú vody infiltrujúce z Malého Dunaja, ktorý prináša značné množstvo priemyselných aj komunálnych polutantov. Uplatňované ochranné opatrenia síce znižujú úroveň tohto znečistenia (ropné uhľovodíky a fenoly z chladiacích vôd Slovnaftu, mimo územia listu Nitra v sz. časti Žitného ostrova ropné látky z areálu Slovnaftu a odpadová voda bratislavských chemických závodov), povrchová voda Malého Dunaja však zostáva potenciálnym zdrojom znečistenia podzemnej vody v území priliehajúcom k jeho pravému aj ľavému brehu. Najväčšie zdroje znečistenia povrchových vôd ďalších veľkých tokov na tomto území priemyselnou odpadovou vodou sú na rieke Váh Niklová huta Sereď (síran, amónne ióny), Duslo Šaľa (amónne ióny, dusičnany, chloridy, síran, fluór, meď, arzén a organické látky), počas kampane aj cukrovary v Sereďi a Sládkovičove (znečistenie Dudváhu), na rieke Nitra priemyselné komplexy v Nitre a Nových Zámkoch, na Žitave elektrotechnický priemysel vo Vrábľoch, škrobáreň v Dolnom Ohaji, na Hrone priemyselné komplexy v Tlmačoch, Leviciach a počas kampane cukrovar v Pohronskom Ruskove. Popri tom sú tieto toky zaťažené aj z ďalších zdrojov znečistenia za s. okrajom zmapovaného územia, najmä z banskopriemyselného komplexu Nováky – Prievidza, z priemyselných komplexov v Ružomberku a Žiline, z potravinárskeho priemyslu v Leopoldove, z Calexu v Zlatých Moravciach a i. Menej významné zdroje znečistenia uvedených povrchových tokov sú neodkanalizované splašky a odtoky z neriadených skládok. Budovaním nových čistiarní odpadovej vody na celom území sa znečistenie povrchovej vody postupne výrazne obmedzuje. Sledovaniu a ochrane kvality povrchovej vody však treba venovať sústavnú pozornosť aj naďalej.

Určitá časť znečistenia transportovaného povrchovými vodami uvedených tokov prestupuje do podzemných vôd pririeknych zvodní a nepriaznivo ovplyvňuje ich kvalitu. Miestami do tej miery, že dokonca celkom vylučuje využitie zdrojov podzemných vôd v záchytných územiach, ktoré by za iných podmienok pri lepšej kvalite podzemnej vody boli schopné dodávať do vodovodných sietí značné množstvo pitnej vody. Najväčší problém spôsobuje prienik anorganických polutantov, ktoré sú v povrchových aj podzemných vodách prevažne stabilné a ľahko transportovateľné, a preto môžu ovplyvňovať chemické zloženie podzemnej vody aj v značných vzdialenostiach od zdroja znečistenia. Organické polutanty sa z kvapalnej fázy efektom samočistiacich procesov pomerne rýchlo eliminujú (s výnimkou ropných produktov a iných fyzikálno-chemicky, resp. biochemicky ťažko likvidovateľných látok – saponátov, pesticídov a pod.). Základným princípom ochrany kvality podzemných vôd pririeknych zvodní je predovšetkým zlepšovanie kvality povrchových vôd napájacích tokov zdokonaľovaním systémov čistenia odpadových vôd v celej dĺžke toku.

Významný zdroj znečistenia podzemných vôd je poľnohospodárstvo. Znečisťuje podzemné vody chemickými polutantmi z rastlinnej výroby a tuhým aj kvapalným odpadom živočíšnej výroby. Chemické polutanty predstavujú predovšetkým minerálne hnojivá znečisťujúce podzemné vody rôznymi typmi liadkov, síranom amónnym, močovinou, fosforečnanmi a draslíkom. Z jednotlivých zložiek minerálnych hnojív sa z pôdy do horninového prostredia najintenzívnejšie vyplavujú síran a chloridy, menej intenzívne draslík, vápnik a dusičnany, najmenej intenzívne fosfor. Ďalšie chemické znečistenie spôsobujú rozličné ochranné chemikálie, medzi nimi napriek výraznému obmedzeniu ich spotreby aj dlhodobo stabilné a výborne migrujúce chlórované uhľovodíky. Živočíšna výroba produkuje značné množstvo kvapalných aj tuhých fekálií. Zdrojom významnej organickej aj bakteriálnej kontaminácie sú aj silážne šťavy. Možný extrémny kvantitatívny efekt poľnohospodárskeho znečistenia podzemnej vody dokumentujú údaje, ktoré uviedol Květ (1965) z Hronskej pahorkatiny. Z okolia obcí Gbelce, Bátorove Kosihy a Svodín uvádza z kvartérnych sedimentov početné výskyty vôd zložitého typu $\text{Ca-Na-Cl-NO}_3\text{-SO}_4$ s celkovou mineralizáciou 1,53 – 5,00 g · l⁻¹ a s obsahom chloridov až 500 mg · l⁻¹, dusičnanov až 1 000 mg · l⁻¹ a síranov až 2 000 mg · l⁻¹. Častý výskyt takýchto vôd v celej jv. časti územia listu Nitra konštatuje aj Jacko (1960).

Popri aktívnej ochrane podzemných vôd pred poľnohospodárskym znečistením racionalizáciou používania chemických látok v rastlinnej aj živočíšnej výrobe a budovaním čistiarní odpadových vôd sa uplatňuje nepriama ochrana zdrojov podzemných vôd. Uskutočňuje sa adekvátnou stratégiou exploatacie podzemných vôd Žitného ostrova využívaním podzemných vôd z väčšej hĺbky (spravidla viac ako 60 až 70 m), ktoré nie sú zne-

hodnotené alebo ohrozené prienikom antropogénneho znečistenia akumulovaného v najvrchnejších partiách zvodneného prostredia do hĺbky okolo 30 m. Tejto požiadavke treba prispôbiť konštrukciu vertikálnych záchytných objektov s potrebným hĺbkovým umiestnením exploatačných intervalov.

Zdrojom nepriameho znečistenia podzemnej vody môžu byť aj exhaláty, ktoré znečisťujú podzemnú vodu po prechode z ovzdušia do pôdy a povrchovej vody najmä produktmi ich reakcií s vodou a pôdou. Podľa stupňa kontaminácie ovzdušia je územie listu Nitra značne diferencované. Kým jeho j. a v. časť (okresy Dunajská Streda, Komárno a Levice) patrí medzi relatívne najmenej znečistené oblasti Slovenska, v ostatných častiach územia je celková produkcia tuhých a plyných emisií vysoká. Vzhľadom na prevažujúce z. a sz. prúdenie vzdušných mäs sa v jz. časti územia (na Žitnom ostrove) prejavujú exhaláty produkované priemyselným komplexom mesta Bratislavy (väčšinou SO₂). Hoci je kvantitatívny efekt znečistenia podzemnej vody exhalátmi na tomto území v porovnaní s efektmi iných druhov znečistenia pomerne málo významný, súčasťou komplexu opatrení na ochranu zdrojov podzemnej vody je aj sústavné znižovanie množstva emisií.

Rozsiahlym zdrojom potenciálneho znečistenia podzemných vôd sú ropovody a produktovody. Pri havárii týchto objektov sa môže znehodnotiť značný objem podzemnej vody. Potenciálne ohrozenie podzemných vôd predstavujú aj železnice a cestná sieť, kde môže nastať znečistenie podzemnej vody najmä pri haváriách. Početnými potenciálnymi zdrojmi znečistenia podzemnej vody sú po celom území aj čerpacie stanice pohonných hmôt.

Záverom treba zdôrazniť, že požiadavka ochrany kvality podzemnej vody pred znečistením je na území listu Nitra najaktuálnejšia pri podzemných vodách kvartérnych kolektorov, a to vzhľadom na ich vysokú zraniteľnosť. Pri dodržiavaní zásad zamedzenia prínosu znečisťujúcich látok z povrchu kvartérnych kolektorov (najmä minimalizáciou produkcie polutantov z poľnohospodárskych aktivít) je tu zásadnou požiadavkou starostlivosť o udržiavanie potrebnej kvality povrchových vôd, ktoré sú významným zdrojom napájania pririečnych zvodní. Nevyhnutnou podmienkou zlepšenia stavu kvality podzemných vôd je dobudovanie efektívnej siete čistiarní odpadových vôd systematicky po celom skúmanom území.

LITERATÚRA

- Abrahám, P., 1998: Hydrogeologické pomery republikového úložiska rádioaktívnych odpadov Mochovce. Diplom. práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 53 s.
- Adam, Z. a Dlabáč, M., 1961: Nové poznatky o tektonice Podunajskej nížiny. In: Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha), roč. 36, č. 3, s. 189 – 198.
- Adam, Z. a Dlabáč, M., 1969: Vysvětlivky k mapám mocnosti a litofaciálního vývoje Podunajskej nížiny. In: Západ. Karpaty (Bratislava), 11, s. 156 – 172.
- Alekin, O. A., 1970: Osnovy gidrochimii. Leningrad, Gidrometeoizdat, 443 s.
- Árva, J., 1978: Okoč – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 6 s.
- Árva, J., Otepka, J. a Hošek, S., 1981: Mochovce – zložisko rádioaktívnych odpadov – predbežný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum – záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 33 s.
- Bartková, E., Novomestská, D., Košťov, K. a Khírová, K., 1988: Hurbanovo – Ímeľ, vodný zdroj. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bartková, E. a Solymosiová, E., 1986: Vlčany – Barkát, prieskum pre vodný zdroj. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 14 s.
- Bátory, V., 1967a: Dolný Hron – pozorovacie vrty. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bátory, V., 1967b: Levice – Želiezovce a Pohronský Ruskov – zdroje pitnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bátory, V., 1976: Pohronský Ruskov – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 17 s.
- Bátory, V., Némethyová, M. a Novomestská, D., 1981a: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HČ-2 Čajkov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 13 s.
- Bátory, V., Némethyová, M. a Novomestská, D., 1981b: Hronské Kosihy – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 37 s.
- Bella, Š., 1950: Žitný ostrov. Bratislava.
- Benková, K., 1998: Hydrogeologické pomery. In: Nagy, A. (ed.): Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – východná časť, 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, s. 127 – 142.
- Benková, K., Marcin, D. a Remšík, A., 1998: Vysvetlivky k hydrogeologickej mape modelového územia okresu Galanta v mierke 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 73 s.
- Beňák, P., Otepka, J. a Hušek, J., 1981: Mochovce – zložisko rádioaktívnych odpadov, predbežný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.
- Beňák, P. a Pospiechová, O., 1979: Artézske vody Dolnej Žitavy a Nitry – Levická hrásť (štúdia). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bím, M., Bačová, Z., Kazmuková, M., Vychodil, J., Bímová, J., Kovařík, K., Karaba, B., Gazda, S., Tkáčová, H. a Biely, A., 1984: Mezozoikum skupiny Zobora. Záverečná správa z hydrogeologického prieskumu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 207 s.
- Bím, M. a Bačová, Z., 1986: Záverečná správa Pohranice – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 20 s.
- Bodiš, D. a Franko, O., 1986: Genéza geotermálnych vôd Slovenska vo vzťahu k ich exploatacii. In: Zbor. ref. z vedec. semin. Geotermálna energia Slovenska a jej využitie. Konferencie, Sympóziá, Semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 71 – 79.
- Bondarenková, Z., 1996: Horná Potôň – vyhodnotenie geotermálneho vrtu VHP-12-R a hydrogeologického vrtu HG-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 25 s.
- Bondarenková, Z., 1989: Zlaté Klasy – Trnávka, výpočet zásob termálnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bondarenková, Z., Drahoš, M., Kovařík, K., Roháčiková, A., Motlíková, H. a Klaučo, S., 1985a: Galanta – podrobný hydrogeologický a geotermálny prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bondarenková, Z., Franko, O., Hramec, J. a Haluška, M., 1980: Senec a Streda nad Bodrogom – geotermálne vrty FGS-1, FGS-1A, TGS-1 – záverečná správa z vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu, časti I. – VI. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Bondarenková, Z., Klaučo, S., Motlíková, H. a Drahoš, M., 1983: Senec – termálny vrt. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 90 s.
- Bondarenková, Z., Michalič, J. a Vika, K., 1986a: Čiližská Radvaň – termálny vrt. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bondarenková, Z., Motlíková, H. a Drahoš, M., 1985b: Lehnice – termálny vrt, vyhládavací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. geol. úst. D. Štúra.
- Bondarenková, Z., Motlíková, H. a Drahoš, M., 1986b: Dunajská Streda – termálny vrt DS-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bondarenková, Z. a Roháčiková, H., 1984: Nové Zámky – termálny vrt GNZ-1 – vyhládavací prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 63 s.
- Bondarenková, Z., Roháčiková, A., Repiský, I. a Šulc, E., 1984: Šaľa – termálny vrt. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 58 s.
- Bondarenková, Z., Vranovská, A., Fendek, M. a Král, M., 1998: Centrálna depresia Podunajskej panvy, oblasť Galanta – regionálne hydrogeotermálne zhodnotenie. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 116 s.
- Brestenská, E., 1964: Základný geologický výskum pliocénu a vrchného miocénu sv. časti Podunajskej nížiny. In: Spr. geol. Výsk. v R. 1963 – Slovensko (Bratislava), 2, s. 140 – 142.
- Bučeková, M., 1980: Padán – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.
- Bučeková, M., 1981: Mad – účelový hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bučeková, M., Gašparik, J., Motlíková, H. a Jalč, D., 1981: Rohovce – Trnávka, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 11 s.
- Buday, T. a Seneš, J., 1967: Podunajská pánev. In: Buday, T. et al.: Regionální geologie ČSSR II, Západní Karpaty, sv. 2. Praha, Ústř. Úst. geol., s. 425 – 442.
- Buday, T. a Špička, V., 1967: Vliv podloží na stavbu a vývoj mezihorských depresí se zřetelom k poměrům v Podunajské pánvi. In: Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), 7, s. 153 – 187.
- Buday, T., Cambel, B., Maheľ, M., Brestenská, E., Kamenický, J., Kullman, E., Matějka, A., Salaj, J. a Zaťko, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXXV, M-33-XXXVI, Wien – Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 248 s.
- Buday, I., Cicha, I., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Koráb, T., Kuthan, M., Nemčok, J., Pícha, F., Roth, Z., Seneš, J., Scheibner, E., Stráník, Z., Vaškovský, I. a Žebera, K., 1967: Regionální geologie ČSSR II, Západní Karpaty, sv. 2. Praha, Ústř. Úst. geol., 651 s.
- Bujalka, P., 1956: Hydrogeologický prieskum na Žitnom ostrove – Veľké Dvorníky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bujalka, P., 1960: Hydrogeologický prieskum VŽO (Veľkého Žitného ostrova). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bujalka, P., 1962: Hydrogeologický prieskum Podunajskej nížiny – časť II. Predbežná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bujalka, P., Fatul, R., Modlitbová, O. a Urbanec, J., 1967: Hydrogeologický prieskum strednej a južnej časti Podunajskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukovská, E., 1976a: Vyhodnotenie širokopriemerového vrtu na lokalite Bodíky – Horný Bar. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukovská, E., 1976b: Vyhodnotenie širokopriemerového vrtu HMB-2 na lokalite Horný Bar – Šuľany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukovská, E., 1977a: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu na lokalite Gabčíkovo. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukovská, E., 1977b: Vyhodnotenie širokopriemerového vrtu HP-2 na lokalite Pastuchy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukvová, J., 1982: Neogén dubníckej depresie – štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukvová, J. a Motlíková, H., 1982: Kostolná Gala (Holice) – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 10 s.
- Cicmanová, S. a Olekšák, S., 2001: Účelová hydrogeologická mapa severovýchodnej časti okresu Levice. In: Pramuka, S. et al.: Súbor máp geologických faktorov životného prostredia severovýchodnej časti okresu Levice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 88 s.
- Čermák, D. a Gaža, B., 1973: Záverečná správa o hlbokjej termálnej studni Podhájska –1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Čubřík, M., Fatulová, E., Bačová, Z., Fatul, R., Jalč, D., Plich, J., Jarkovský, J., Pokovičová, K., Vrábel, J., Čellár, S., Tomlain, J., Banský, V., Kovařík, K. a Škripeková, L., 1995: Závěrečná správa Neogén dubníckej depresie – vyhládavací prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 213 s.
- Dobrovoda, P., 1990: Závěrečná správa Duslo Šaľa – zdroj pitnej vody – vyhládavací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 8 s.
- Dobrovoda, P., 1991: Závěrečná správa Duslo – Šaľa – hydrogeologický prieskum, zdroj pitnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 s.
- Duba, D., 1964: Riešenie zmien výšky hladiny spodných vôd okolia Kravian vyvolaných výstavbou vodného diela Nagymaros. In: Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), č. 32.
- Duba, D., 1968: Hydrológia podzemných vôd. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 352 s.
- Duba, D., Gyalokay, M., Zajíček, V. a Supek, I., 1955: Súčasný režim spodných vôd v oblasti Devín – Visegrád. Manuskript. Bratislava, archív Výsk. úst. vod. hospod.
- Dulovičová, K., 1988: Veľká Paka – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HVP-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Dulovičová, K., 1993: Tabuľka základných údajov z vybraných hydrogeologických vrtov. In: Šubová, A. et al.: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd k 31. 12. 1991, hydrogeologická štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Dulovičová, K. a Novomestská, D., 1989: Voderady – vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HVV-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 19 s.
- Dzúrik, J., Michalič, J. a Vranovský, P., 1989: Gabčíkovo – zdroj pitnej vody, účelový hydrogeologický prieskum pre doškoľovacie stredisko. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 70 s.
- Ďungelová, H., 1981: Tôň – predbežný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 27 s.
- Elečko, M., Tkáčová, H., Kováčik, M., Caudt, E., Halouzka, R., Hušták, J., Kubeš, P., Malík, P., Nagy, A., Petro, L., Piovarčí, M., Pristaš, J., Rapant, S., Remšík, A., Šefara, J. a Vozár, J., 1996: Podunajsko – DANREG – národný projekt – geofyzikálny prieskum, vypracovanie máp a štúdie. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Elek, T. a Lehký, M., 1971: Návrh na využitie podzemných vôd Žitného ostrova pre vodárenské účely. Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Fatul, R., 1971: Gabčíkovo – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Fatul, R., 1974: Gabčíkovo – Varjaš, lokalita B (hydrogeologický prieskum). Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Fatul, R., 1975: Kravany nad Dunajom – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Fatul, R., 1984: Závěrečná správa o výsledkoch hydrogeologického prieskumu na lokalite Búč. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Fatul, R., 1985: Závěrečná správa o výsledku hydrogeologického prieskumu na lokalite Komárno – nový cintorín. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 6 s.
- Fatul, R., 1989: Závěrečná správa o výsledku hydrogeologického prieskumu Šrobárová. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fatul, R. a Haviarová, E., 1973: Artézske vody Podunajskej nížiny – štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 86 s.
- Fatulová, E., 1974: Gabčíkovo – Varjaš, lokalita B, podrobný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fatulová, E., 1976: Predbežné hodnotenie výsledkov hydrogeologického prieskumu z lokality Gabčíkovo, alternatíva A. Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Fatulová, E., 1984: Gabčíkovo – skupinový vodovod, I. stavba, podrobný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 28 s.
- Fatulová, E. a Bačová, Z., 1984: SVD – Gabčíkovo – opatrenie na ochranu podzemných vôd za účelom vybudovania systému pozorovacích vrtov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fatulová, E. a Bačová, Z., 1988: Igram – Čataj – Veľký Grob – predbežný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 32 s.
- Fatulová, E., Jalč, D., Bačová, Z., Kazmuková, M., Ambros, Z., Petrovič, P. a Májovský, I., 1989: Závěrečná správa Neogén Trnavskej pahorkatiny – vyhládavací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 183 s.
- Fecek, P., 1981: Neogén Ipeľskej pahorkatiny – vyhládavací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fendek, M., 1998: Hydrogeotermálne podmienky exploatacie a reinjektáže geotermálnych vôd v Podhájskej. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 4, č. 1, s. 5 – 15.

- Fendek, M. a Bodiš, D., 1992: Možnosti reinjektáže geotermálnych vôd v centrálnej depresii podunajskej panvy. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. geol. (Bratislava), č. 10, s. 131 – 157.
- Fendek, M., Bodiš, D., Boorová, D., Franko, J., Jenčí, J., Kohút, M., Král, M. a Papšíková, M., 1989: Reinjektážny vrt GRP-1 Podhájska. In: Region. Geol. Západ. Karpát (Bratislava), č. 24, s. 59 – 103.
- Fendeková, M., 2001: Identifikácia ovplyvnenia hladín podzemných vôd výstavbou a prevádzkou vodného diela Kráľová. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 7, č. 2, s. 112 – 122.
- Franko, J. a Fendek, M., 2000: Aktualizácia využívania geotermálnej energie na Slovensku. In: Zbor. z II. slov. konf. Využívanie geotermálnych vôd v priemysle, poľnohospodárstve a pre rekreáciu. Bratislava, Slov. geol. spoločnosť, s. 22 – 34.
- Franko, O., 1958: Hydrogeologické pomery okolia Galanty. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., 1964: Problematika výskumu termálnych vôd Slovenska. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 32, s. 123 – 140.
- Franko, O., 1971: Nové údaje o geotermických pomeroch v Západných Karpatoch a ich význam pri štúdiu hlbokých geologických štruktúr a termálnych vôd. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 56, s. 35 – 46.
- Franko, O., 1975: Rozdelenie a klasifikácia hydrogeologických štruktúr minerálnych vôd. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 63.
- Franko, O., 1980: Geothermal energy resources in Slovakia (conditions, methods and results of research). In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 3, s. 61 – 120.
- Franko, O., 1986: Náčrt rozvoja geotermálnej energie v Slovenskej socialistickej republike. In: Geotermálna energia Slovenska a jej využitie. Zbor. ref. z vedec. semin. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 9 – 15.
- Franko, O., 1989: Geologické podklady o zdrojoch geotermálnej energie v okrese Nové Zámky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 16 s.
- Franko, O., 2000: Pôvod CO₂, H₂S a SO₄ v minerálnych a termálnych vodách Západných Karpát z pohľadu stálych izotopov a horninového prostredia. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 6, s. 102 – 113.
- Franko, O., 2001: Pôvod a vývoj minerálnych a termálnych vôd Slovenska v priestore a čase z pohľadu veku travertínov a izotopov ¹⁸O, H a ¹⁴C. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 7, č. 2, s. 26 – 45.
- Franko, O., Remšík, A., Fendek, M., Bodiš, D., Priehodská, Z., Vass, B., Král, M. a Jančí, J., 1984: Geotermálna energia centrálnej depresie podunajskej panvy – prognózne zásoby. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O. a Bodiš, D., 1989: Paleohydrogeology of mineral waters of the Inner West Carpathians. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 8, s. 145 – 163.
- Franko, O., Bodiš, D., Fendek, M., Remšík, A., Jančí, J. a Král, M., 1989: Methods of research and evaluation of geothermal resources in pore environment of Pannonian Basin. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 8, s. 165 – 192.
- Franko, O. a Fendek, M., 1985: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGG-2 Galanta. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., Fusán, O., Král, M., Remšík, A., Fendek, M., Bodiš, D., Drozd, V. a Vika, K., 1995: Atlas geotermálnej energie Slovenska. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., Gazda, S. a Michalíček, M., 1975: Tvorba a klasifikácia minerálnych vôd Západných Karpát. Bratislava, Veda – Geol. Úst. D. Štúra, 230 s.
- Franko, O. a Gaža, B., 1972: Zhodnotenie centrálnej pliocénnej depresie podunajskej panvy pre vyhľadávanie vysoko-termálnych vôd. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 84 s.
- Franko, O., Halmešová, S., Remšík, A. a Zbořil, E., 1984: Tektonická mapa predkriedového podložia komárňanskej kryhy a jej hydrogeotermálny význam. In: Zbor. ref. z VIII. celoštát. hydrogeol. konf. Konferencie, Sympóziá, Semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 185 – 188.
- Franko, O., Michalko, J. a Šivo, A., 2000: Isotopes of oxygen and ¹⁴C in the geothermal waters of the Pliocene sediments of Danube basin. In: Sympozja i Konferencje (Kraków), 45, s. 221 – 240.
- Franko, O. a Mucha, I., 1974: Problematika výpočtu zásob termálnych vôd centrálnej depresie Podunajskej nížiny. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 6, č. 3, s. 195 – 212.
- Franko, O. a Pospíšil, P. (eds.), 1983: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1 : 200 000 – List 45 Nitra. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., Pospíšil, P. a Gazda, S., 1976: Hydrogeológia územia listu 45 Nitra mapy ČSSR 1 : 200 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 216 s.
- Franko, O., Remšík, A. a Fendek, M. (eds.), 1995: Atlas geotermálnej energie Slovenska. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 286 s.
- Franko, O., Remšík, A., Fendek, M. a Bodiš, D., 1986: Hydrogeotermálne pomery centrálnej depresie podunajskej panvy. In: Region. Geol. Západ. Karpát – Spr. o Výsk. Geol. Úst. D. Štúra (Bratislava), č. 21, s. 251 – 260.

- Franko, O. a Zbořil, L., 1972: Zhodnotenie východnej časti komárňanskej vysokej kryhy pre vyhľadávanie termálnych vôd. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 50 s.
- Frankovič, J., 1960: Hydrogeologické pomery štrkopiesčitej formácie Trnavskej tabule. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fusán, O., Ibrmajer, I., Plančár, J. a Slávik, J., 1971: Geologická stavba podložia zakrytých oblastí južnej časti Západných Karpát. In: Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), č. 15.
- Gazda, S., 1970: Formovanie chemizmu podzemných vôd mezozoika Západných Karpát. In: Zbor. Zachytávanie a využívanie krasových vôd. Považská Bystrica, Slov. ved.-techn. spol., s. 39 – 52.
- Gazda, S., 1971: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. In: Hydrogeol. Ročenka 1969 – 1970 (Praha – Brno), s. 122 – 126.
- Gazda, S., 1974: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. In: Materiály z III. celoslov. geol. konfer., II. časť. Bratislava, Slov. geol. úrad – Geol. Úst. D. Štúra, s. 43 – 50.
- Gazda, S., 1976: Chemické a fyzikálne vlastnosti podzemných vôd. In: Franko, O. et al.: Hydrogeológia územia listu 45 Nitra mapy ČSSR 1 : 200 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, s. 142 – 201.
- Gazda, S. (ed.), 1983: Mapa chemizmu podzemných vôd ČSSR 1 : 200 000 – List 45 Nitra. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Gazda, S. a Pospíšil, P., 1974: Problematika ochrany podzemnej vody Žitného ostrova z hľadiska súčasných hydrogeologických a hydrogeochemických poznatkov. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 6, č. 3, s. 255 – 271.
- Gazda, S., Rapant, S. a Repka, T., 1983: Hydrochemické vzťahy povrchových a podzemných vôd v prierečnej zóne Dunaja. In: Gazda, S. a Vrana, K. (ed.): Hydrogeochemické problémy znečisťovania prírodných vôd. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 109 – 114.
- Gaža, B., 1968a: Hlboký štruktúrny prieskum komjatickej depresie. Výročná správa za r. 1968. Vrt Zlaté Moravce-1 a Vrable-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Gaža, B., 1968b: Geologické zhodnotenie hlbokého štruktúrneho vrtu Dubník-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Gaža, B., 1972: Zistenie termálnych vôd v pliocéne centrálnej depresie Podunajskej panvy a možnosti ich využitia. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 4, č. 4, s. 29 – 38.
- Gaža, B. a Beinhauerová, M., 1976: Príspevok ku geológii zlatomoraveckého zálivu. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 8, s. 221 – 240.
- Gaža, B. a Beinhauerová, M., 1977: Tektonika neogénu jv. časti Podunajskej panvy. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 9, č. 4, s. 259 – 274.
- Gaža, B. a Holéczyová, Z., 1971: Dunajská Streda – termálny vrt. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Gaža, B. a Holéczyová, Z., 1972: Čalovo – termálny vrt. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Gažovič, F., 1973: Hydrologický režim hydrodynamických zásob podzemných vôd na území Žitného ostrova. In: Vodní Hospodářství (Praha), 12, Řada A, s. 305.
- Gedeon, M., 2001: Mapa hydraulických vlastností hornín povodia Hrona v mierke 1 : 50 000. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 7, č. 2, s. 87 – 100.
- Gedeon, M. a Hanúšik, V., 2001: Dvojrzmerný model prúdenia podzemných vôd a šírenia znečistenia pre RÚ RAO Mochovce. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 7, č. 2, s. 123 – 132.
- Gyalokay, D., Cabala, B., Valentko, F., Jakubec, L. a Porubský, A., 1966: HC Gabčíkovo – terénny veľkopokus čerpania zo širokoprofilových studní. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Gyalokay, M., 1965: Určenie prítoku podzemných vôd do územia Žitného ostrova metódou vodnej bilancie. In: Vodosp. Čas. (Bratislava), roč. 4, č. 2.
- Gyalokay, M., 1968: Príspevok k problematike podzemnej vody Žitného ostrova a jej súvislosti s vodami Dunaja. Práce a Štúdie. Bratislava, Výsk. úst. vod. hosp.
- Gyalokay, M. a Lehký, M., 1964: Výskum režimu podzemných vôd v oblasti Šaľa n/Váhom – Kolárovo. Manuskript. Bratislava, archív Výsk. úst. vod. hosp.
- Hálek, V., 1965: Experimentální výzkum včetně vyhodnocení čerpacího pokusu u Gabčíkova. Závěreč. zpráva z výzkum. úkolu S-1-10/213-26. Manuskript. Brno, VÚVSH.
- Hálek, V., 1991: Prověření vodárenské využitelnosti zásob podzemních vod Žitného ostrova v předpokládaném množství $18,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ za podmínky provozu Vodního díla Gabčíkovo. Manuskript. Brno, VUT, VÚVSH.
- Halouzka, R., 1968: Geologický výskum kvartéru j. časti dolného Pohronia a Ipeľskej pahorkatiny. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Halouzka, R., 1982: Dolné Pohronie – kvartér a morfológia. Kandid. dizert. práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Halouzka, R., 1998: Kvartér. In: Nagy, A. (ed.), 1998: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – východná časť, 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, s. 80 – 110.
- Harčár, J., 1967: Geologický výskum kvartéru Hronskej pahorkatiny a údolia Žitavy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Harčár, J., 1971: Spräse v okolí Svodína na Hronskej pahorkatine. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 34.
- Harčár, J., 1975: Podiel tektoniky na kvartérno-geologickom a morfológickom vývoji Pohronskej pahorkatiny a doliny Žitavy. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 27, č. 1.
- Harčár, J., 1981: Stručná charakteristika terás Žitavy a Podunajskej nížiny. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 33, č. 1.
- Harčár, J. a Priečhodská, Z., 1977: Geologická mapa a vysvetlivky 1 : 25 000, list Kolta (M-34-113-D-d). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Harčár, J. a Priečhodská, Z., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 45-232, 45-234 (Šurany 2, 4) a 45-243 (Želiezovce). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Harčár, J. a Priečhodská, Z., 1988: Geologická mapa Podunajskej nížiny, severovýchodná časť. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Hároniková, Z., 1988: Hydrogeologické pomery kvartéru Nitry od Nitry po Nové Zámky. Diplom. práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 57 s.
- Hlavatý, Z., 1969: Rybník – Pukanec – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hlavatý, Z., 1974: Nová Dedina – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hlavatý, Z., 1990: Dobrohošť – vodný zdroj, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Holéczyová, Z., 1972: Patince – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Holéczyová, Z., 1974: Virt – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Holéczyová, Z. a Porubský, A., 1974: Žriedelná štruktúra Patince – Virt a jej umiestnenie v sústave podunajského žriedelného regiónu. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 26, č. 3.
- Homola, V., 1957: Přehled geologických poměrů Malé dunajské nížiny a nejhlubší vrty v ČSR. In: Čas. Miner. geol. (Praha), roč. 2, č. 4.
- Homola, V., 1960a: Opěrná vrtba Nová Vieska-1 a perspektivy naftonosnosti jihovýchodní části Malé dunajské nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Homola, V., 1960b: Opěrná vrtba Diakovce-1 v Malé dunajské nížině. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hromec, J., 1960: Závěrečná správa o štruktúrnem prieskume v oblasti Šurany – Pozba za r. 1960. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hrouzek, S., 1982: Hydrogeologický prieskum termálnych vôd – Patince. Závěrečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hušek, J., 1980: Pohranice – hospodársky dvor – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hyroššová, E., Modlitba, I., Drobáň, V., Modtitbová, O., Balaga, Haviar, L., Tabačík, F., Fatul, R. a Urbanec, J., 1969: Cífer – Voderady – Hrnčiarovce – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 52 s.
- Izsó, J., Ostrolucký, P. a Hlavatý, Z., 1965: Hydrogeologický prieskum – Podunajská nížina – VIII. časť. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Izsó, J. a Pavúr, K., 1966: Hydrogeologický prieskum – Podunajská nížina – VII. časť. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jacko, R., 1960: Príspevok k chemickému zloženiu spodných vôd v Podunajskej nížine v priestore Komárno – Chľaba. In: Vodohosp. Čas. (Bratislava), roč. 8, č. 4, s. 357 – 376.
- Jakubec, L., Mach, C. a Porubský, A., 1960: Vodné dielo Nagymaros. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jakubec, L. a Porubský, A., 1962: Dunaj – čsl. úsek. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jalč, D., 1980: JRD Šarovce – Malá Turá, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 6 s.
- Jalč, D., 1982: Tekovské Lužany – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 4 s.
- Jalč, D., Beňáková, E., Bačová, Z. a Fatul, R., 1979: Kravany n/D. – doplňujúci hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 40 s.
- Jalč, D. a Motlíková, H., 1974: Nové Zámky – rekreačný areál Štrand – Sihot', artézska studňa, vyhl'adávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 13 s.

- Jalč, D. a Tomanovič, F., 1997: Závěrečná správa Senec – zdroj nezávadnej pitnej vody pre mestskú aglomeráciu a rekreačnú zónu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 15 s.
- Jalč, D. a Vrábľová, M., 1982: Žemliare – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 5 s.
- Janáček, J., 1967: Tektonický výskum v oblasti vodného diela Dunaj. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jendraššák, E., 1981: Čičov – Trávník – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu Hr-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jendraššák, E. a Novomestská, D., 1988: Šárovce – doplňujúci hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 22 s.
- Jetel, J., 1968: A new comparative regional parameter of permeability for hydrogeologic maps. In: *Mém. Assoc. Int. Hydrogéol.*, 8, Congr. Istanbul 1967, Istanbul, s. 101 – 107.
- Jetel, J., 1970: Scheme of hydrogeochemical zoning in the Bohemian Cretaceous and Permocarboneous. In: *Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, roč. 45, č. 3, s. 183 – 186.
- Jetel, J., 1974: Complètement régional de l'information sur les paramètres pétrophysiques en vue de l'élaboration des modèles des systèmes aquifères. In: *Mém. Ass. Int. Hydrogéol.*, 10, Congr. de Montpellier 1974, 1, Paris, s. 199 – 203.
- Jetel, J., 1975: Klasifikácia chemizmu podzemných vôd. In: *Geol. Práce, Spr. (Bratislava)*, č. 62, s. 9 – 18.
- Jetel, J., 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. In: *Knih. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, č. 58, 246 s.
- Jetel, J., 1985: Metody regionálního hodnocení hydraulických vlastností hornin. In: *Metod. Příruč. Ústř. Úst. Geol. (Praha)*, 1, 147 s.
- Jetel, J., 1989: Relationship between hydrogeochemical characteristics of near-surface zone of rock massif and hydrodynamic conditions. In: *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava)*, č. 8, s. 67 – 104.
- Jetel, J., 1990: Praktické dôsledky priestorovej neuniformity prietochnosti pripovrchovej zóny v hydrogeologickom masíve. In: *Geol. Průzk. (Praha)*, roč. 32, č. 2, s. 42 – 46.
- Jetel, J., 1993: Stanovenie hydraulických parametrov hornín pre regionálne prognózy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 177 s.
- Jetel, J., 1995: Utilizing data on specific capacities of wells and water-injection rates in regional assessment of permeability and transmissivity. In: *Slovak Geol. Mag. (Bratislava)*, roč. 1, č. 1, s. 7 – 18.
- Jetel, J., 1998: Regionálne hodnotenie hydraulických parametrov hornín a jeho aplikácia v modelovom území neogénnych kolektorov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 110 s.
- Jetel, J., 2002a: Hodnotenie priemernej prietochnosti a priepustnosti v horských územiach nepriamymi metódami. In: *Podzemná Voda (Bratislava)*, roč. 8, č. 2, s. 24 – 32.
- Jetel, J., 2002b: Stanovenie hydraulických parametrov hornín hydrodynamickými skúškami. In: *Miner. slov. (Bratislava)*, roč. 34, č. 5 – 6, s. 251 – 262.
- Jetel, J. a Krásný, J., 1968: Approximative aquifer characteristics in regional hydrogeological study. In: *Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, roč. 43, č. 6, s. 459 – 461.
- Jetel, J. a Pačes, T., 1979: A simple chemical classification of natural waters based on molar concentrations. In: *Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, roč. 54, č. 4, s. 233 – 235.
- Jetel, J. a Vranovská, A., 1989: Košická kotlina (severná časť). In: Jetel, J. et al.: *Vysvetlivky k hydrogeologickej mape 1 : 50 000 Košická kotlina a Slanské vrchy (sev. časť)*. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, s. 9 – 34.
- Jezný, M. a Januš, J., 1998: Marcelová – mineralizované vody z vrtu GTM-1 s obsahom jódových a brómových solí – výpočet zásob. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 30 s.
- Kertész, A., Bačová, Z., Drahoš, M., Kazmuková, M., Vrábel, I., Vychodil, K., Habaň, J. a Jeleňová, M., 1984: Dolný Hron – pravostranné terasy. Závěrečná správa z hydrogeologického prieskumu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kertész, A., Ďungelová, H. a Ševčíková, J., 1984: Dolný Peter – doplňujúci hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 26 s.
- Kertész, A. a Motlíková, M., 1980: Pribeta (okr. Komárno) – vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Kertész, A., Plich, J. a Pospiechová, O., 1986: Pohronský Ruskov – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 s.
- Klaučo, S., 1982: Zhodnotenie režimového pozorovania chemického zloženia podzemných vôd Žitného ostrova za roky 1979 – 1982. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Klaučo, S., 1992: Hodnotenie stavu prirodzeného prostredia územia dotknutého výstavbou vodného diela na Dunaji pred napustením nádrže. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Klaučo, S., Pokorná, A. a Filová, J., 1993: Hydrochemické hodnotenie podzemných vôd – Žitný ostrov. Čiastková záverečná správa. In: Šubová, A. et al.: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd k 31. 12. 1991, hydrogeologická štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 82 s.
- Klaučo, S., Filová, J. a Kovářík, K., 1998: Niklová huta v Seredi: historické znečistenie z výroby niklu. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 4, č. 2, s. 93 – 99.
- Kleczkowski, A., 1966: The acratopege zone in Poland. In: Bull. Acad. Polon. Sci., sér. géol. et géograph. (Warszawa), roč. 14, č. 2, s. 99 – 105.
- Kľago, M. a Tyleček, B., 1988: Marcelová – Patince, geotermálne vody – vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kľago, M., Zbořil, L. a Vandrová, G., 1984: Nitra – hydrotermálne vrty, hydrogeologická štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 40 s.
- Košťálik, J., 1974: Charakteristika a stratigrafia fosilných pôd a spraší Nitrianskej pahorkatiny. Bratislava, Vyd. Slov. Akad. Vied.
- Kováč, M. a Hók, J., 1993: The Central Slovak Fault System – The Field Evidence of a Strike-Slip. In: Geol. carpath. (Bratislava), roč. 44, č. 3, s. 155 – 159.
- Kováč, M., Holcová, K. a Nagymarosy, A., 1999: Paleogeography, paleobathymetry and relative sea-level changes in the Danube Basin and adjacent areas. In: Geol. carpath. (Bratislava), roč. 50, č. 4, s. 325 – 338.
- Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarik, J. a Zeman, J., 1977: Minerálne vody Slovenska. Balneografia a krenografia. 1. Martin, Osveta, 456 s.
- Krahulec, P., Rebro, A., Uhliarik, J. a Zeman, J., 1978: Minerálne vody Slovenska. Krenografia. 2. Martin, Osveta, 1 040 s.
- Krásný, J. (ed.), 1981: Mapa odtoku podzemní vody ČSSR. Praha, Český hydrometeorol. ústav.
- Krásný, J., 1993: Classification of transmissivity magnitude and variation. In: Ground Water, roč. 31, č. 2, s. 230 – 236.
- Krásný, J., Kněžek, M., Šubová, A., Daňková, H., Matuška, M. a Hanzel, V., 1982: Odtok podzemní vody na území Československa. Praha, Český hydrometeorol. ústav, 50 s.
- Kršák, M., 1969: Veľký Grob – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu rašelinísk pre závlahu pozemkov JRD. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kršák, M., 1970: Dunajská Streda – hydrogeologické vyhodnotenie novovybudovaných vodných zdrojov HDS-1 a HDS-2 pre mestskú vodáreň. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 18 s.
- Kršák, M., 1971: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP-5 pre LZ – bažantnicu v Palárikove. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Krumlová, J., 1964: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu vrtov N-1 a N-2 na lokalite Nový Trh. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Krumlová, J., 1968: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu vrtu H-1 v obci Holice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., Franko, O., Gazda, S., Jetel, J., škvarka, L. a Porubský, A., 1975: Základná hydrogeologická mapa 1 : 200 000, list 35 Trnava. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E. a Chalupka, J., 1995: Pokles výdatnosti zdrojov podzemných vôd na Slovensku a hodnotenie jeho príčin. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 1, č. 1, s. 58 – 73.
- Kullman, E., Kissane, S. a Šalaga, I., 1999: The influence of climatic changes on the groundwater resources and reserves in Slovakia. In: Slovak Geol. Mag. (Bratislava), roč. 5, č. 1, s. 23 – 35.
- Kullman, E., Mihálik, F., Patschová, A., Letmann, Š., Gavurnik, J., Slamka, I., Čaučík, P., Možiešiková, K. a Juráčková, D., 1998: Štátna vodohospodárska bilancia za rok 1996, časť Podzemné vody. Bratislava, Slovenský hydrometeorol. ústav, 264 s.
- Kuthan, M., Biely, A., Brestenská, E., Brlay, A., Krist, E., Kullman, E. a Mazúr, E., 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Nitra, M-34-XXXI. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 171 s.
- Květ, R., 1965: Detailní povrchový hydrochemický průzkum širšího okolí Nové Viesky. In: Práce Výzk. Úst. čs. naft. Dolů (Brno), 22, s. 119 – 124.
- Laurenčík, J., 1983: Čergov – vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 5 s.
- Laurenčík, J., 1984: Záverečná správa hydrogeologického prieskumného vrtu na lokalite Cífer. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 s.
- Laurenčíková, T., 1986: Záverečná správa z hydrogeologického prieskumného vrtu NHJ-1 Janov Dvor. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Laurenčíková, T., 1990: Hrnčiarovce – ZŠ, hydrogeologický prieskumný vrt HHG-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Lehký, M. a Gyalokay, M., 1964: Režim spodných vôd Žitného ostrova. Manuskript. Bratislava, archív Výsk. úst. vod. hospod., 25 s.
- Lehocký, J., 1980: Vplyv sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros na zásoby a kvalitu podzemnej vody na priľahlom území s prihliadnutím aj na znečisťovateľov. Manuskript. Bratislava, archív Výsk. úst. vod. hospod., s. 1 – 68.
- Lindtner, J. a Chalupka, J., 1992: Dlhodobý vývoj režimu podzemných vôd na území Žitného ostrova. In: Práce a Štúdie (Bratislava), č. 125, Výsk. úst. vod. hospod.
- Lipovská, M., 1981: Bajka – hydrogeologický prieskum kvartérnych náplavov Hrona. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 24 s.
- Lipovská, M., 1982: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HZO-3 na lokalite Zemianska Olča. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lipovská, M., 1985a: Baloň – Čiližská Radvaň – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HB-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lipovská, M., 1985b: Zlaté Klasy – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu ZK-5. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lipovská, M., 1986a: Horná Potôň – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP-1. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 19 s.
- Lipovská, M., 1979: Tlmače – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HTP-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Lipovská, M. a Novomestská, D., 1983: Nýrovce – vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HNY-2 a HNY-3. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 19 s.
- Lipovská, M., Novomestská, D. a Khírová, K., 1987: Čerpacia skúška na vrte HS-1 na lokalite Štvrtok na Ostrove. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lipovská, M., Novomestská, D., Palkovičová, M. a Markóová, H., 1985: Vyhodnotenie prieskumného hydrogeologického vrtu HVG-1 na lokalite Vrakúň. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 13 s.
- Lipovská, M., Solymosiová, E. a Khírová, K., 1988: Blatná na Ostrove – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HB-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lipovská, M. a Ševčík, J., 1986: Štvrtok na Ostrove – vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HŠ-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 26 s.
- Lukniš, M., 1946: Poznámky ku geomorfológii Beckovskej brány a priľahlých území. In: Práce Št. geol. Úst., Zoš. (Bratislava), 15.
- Lukniš, M. a Bučko, Š., 1953: Geomorfologické pomery Podunajskej nížiny v oblasti medzi Novými Zámkami a Komárnom. In: Geogr. Čas. (Bratislava), 3 – 4.
- Lukniš, M. a Mazúr, E., 1959: Geomorfologické regióny Žitného ostrova. In: Geogr. Čas. (Bratislava), 3.
- Machmerová, E., Banský, V., Roháčiková, A., Bačová, Z., Vrábek, J., Obernauer, M., a Tomlain, J., 1993: Levická hrásť – artézske vody PDN, vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 235 s.
- Machmerová, E., Drábik, A. a Motlíková, H., 1984: Dunajský Klátov – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 5 s.
- Machmerová, E. a Hlavatá, O., 1987: Okoč – Opatovský Sokolec – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 8 s.
- Machmerová, E. a Motlíková, H., 1980: Dolný Píal – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Machmerová, E. a Motlíková, H., 1983: Benkova Potôň – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 s.
- Machmerová, E. a Motlíková, H., 1985: Baloň – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Machmerová, E. a Motlíková, H., 1988: Dvorníky – Dunajská Streda, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 s.
- Májovský, J., 1969: Veľký Žitný ostrov – geofyzikálny prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 29 s.
- Mako, J., Broul, J., Gajdoš, V., Matys, M. a Rozimant, K., 1998: Izolovanie znečistenia skládky RSTO Duslo Šaľa a návrh kontroly jeho účinnosti. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 4, č. 2, s. 84 – 92.

- Malík, P., Benková, K., Helma, J. a Slaninka, I., 1999: Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa severovýchodnej časti Podunajskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 253 s.
- Mazúr, E. a Lukniš, M., 1978: Regionálne geomorfologické členenie SSR a ČSSR. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 30, č. 2, s. 101 – 122.
- Mazúr, E., Lukniš, M., Balatka, B., Loučková, J. a Sládek, J., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR – mapa. Bratislava, Slovenská kartografia.
- Melioris, L. a Vass, D., 1982: Hydrogeologické a geologické pomery levicekej žriedelnej línie. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 4, s. 7 – 56.
- Michalíček, M., 1960: Geochemie hlubinných vod a sedimentů Malé dunajské nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Michalíček, M., 1966: Hydrogeochemie hlubinných vod Podunajské nížiny a mezozoického podloží. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 124 s.
- Michalko, J., 1998: Izotopová charakteristika podzemných vôd Slovenska. Kandid. dizert. práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 94 s.
- Mišigová, I., 1992: Regionálne hodnotenie koeficientu filtrácie v oblasti Žitného ostrova. In: Vodohosp. Čas. (Bratislava), roč. 40, č. 5, s. 468 – 472.
- Mucha, I., Banský, L., Hlavatý, Z. a Rodák, D., 1992a: Optimalizácia dokončenia vodného diela Gabčíkovo na území ČSFR z hľadiska vplyvov na podzemnú vodu. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK.
- Mucha, I., Banský, L., Hlavatý, Z. a Rodák, D., 1992b: Možnosti samočistiacich procesov pri brehovej infiltrácii a kvalita podzemnej vody vodných zdrojov. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK.
- Mucha, I., Banský, L., Rodák, D., Hlavatý, Z., Gedeon, M. a Mažáriková, K., 1995: Characteristics of surface and ground water regime on the impact area of the Gabčíkovo section of the G/N project (monitoring report). Reply submitted by the Slovak republic. Data and monitoring reports (1995), Vol. III, 20 June 1995. International Court of Justice, Gabčíkovo – Nagymaros project (Hungary/Slovakia).
- Mucha, I., Paulíková, E. a Hlavatý, Z., 1993: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd. Čiastková záverečná správa. In: Šubová, A. et al.: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd k 31. 12. 1991, hydrogeologická štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Mucha, I., Rodák, D., Hlavatý, Z. a Banský, L., 1997: Environmental aspects of the design and construction of the Gabčíkovo Hydroelectric Power Project on the River Danube. In: Proc. Intern Symp. Engin. geol. and the Environment, Athens, Greece; Balkema, Rotterdam, s. 2 809 – 2 817.
- Mucha, I., Rodák, D., Hlavatý, Z., Banský, L. a Kučárová, K., 1999: Development of ground water regime in the area of the Gabčíkovo Hydroelectric Power Project. In: Slovak Geol. Mag. (Bratislava), roč. 5, č. 1 – 2, s. 151 – 167.
- Nagy, A. (ed.), 1998: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – východná časť, 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 187 s.
- Némethyová, M., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HTL-4 na lokalite Nový Tekov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M., 1984: Levice – Kalinčiakovo, rekreačná oblasť Margita. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M. a Bukovská, E., 1973: Tlmače – vodáreň – vyhodnotenie hydrogeologického širokopriemerového vrtu HŠG-6. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 5 s.
- Némethyová, M. a Novomestská, D., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HTL-4 na lokalite Tekovské Lužany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 11 s.
- Némethyová, M., Novomestská, D., Kraus, I. a Ševčík, J., 1987: Michal na Ostrove – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M. a Solymosiová, E., 1984: Rekreačná oblasť Margita – Ilona, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 17 s.
- Noruláková, H., 1976: Medveďov – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Noruláková, H., 1979: Sládečkovce – 2 x 6 b. j. – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 14 s.
- Noruláková, H., Hlavatý, Z., Fecek, P. a Motlíková, H., 1976: Veľké Kozmálovce – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 26 s.
- Olekšák, S., 2002a: Priepustnosť a prietočnosť neovulkanitov vybraných území Slovenska. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 8, č. 1, s. 5 – 16.
- Olekšák, S., 2002b: Hydraulické parametre hornín širšieho okolia Levíc. In: Podzemná Voda (Bratislava), roč. 8, č. 2, s. 133 – 140.

- Ondříková, L., Janek, O. a Potyš, Z., 1969: Tlmače – Levice, predbežný hydrogeologický prieskum na lokalitách Malé Kozmálovce, Nový Tekov, Marušová a Kálna nad Hronom. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pagáč, I., 1968: Výsledok vrtu Komárno-1 a možnosť získania zdrojov teplej vody v Podunajskej panve. In: Zem. Plyn Nafta (Hodonín), roč. 13, č. 2.
- Pechočiaková, A., 1966: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu NŽ-1 na lokalite Nový Život. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pechočiaková, A., 1969: Pohronský Ruskov – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HPR-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pechočiaková, A., 1974: Dobrohošť – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 55 s.
- Pechočiaková, A. a Hauskrecht, I., 1974: Lúč na Ostrove – vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 6 s.
- Pechočiaková, A. a Pospíšil, P., 1967: Sereď – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Pekař, J., 1965: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HV-1 na lokalite Vojka – Dobrohošť. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R., 1974: Dvory nad Žitavou, prehodnotenie zásob podzemných vôd – štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R., 1975: Nové Zámky – podrobný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R., Hauskrecht, I. a Novomestská, D., 1983: Ochrana vodných zdrojov Žitného ostrova na príklade Lehníc. In: Gazda, S. a Vrana, K. (ed.): Hydrogeochemické problémy znečistenia prírodných vôd. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 127 – 133.
- Polák, R. a Novomestská, D., 1982a: Lehnice – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 116 s.
- Polák, R. a Novomestská, D., 1982b: Svodín – Gbelce, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Porubský, A., 1958: Príspevok k poznaniu hydrogeologických pomerov okolia Komárna. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 13.
- Porubský, A., 1962: Hydrogeologický prehľad. In: Seneš, J. et al.: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list L-34-I Nové Zámky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Porubský, A., 1963: Hydrogeologické pomery dunajského územia medzi Komárnom a Chľabou. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 29.
- Porubský, A., 1964: Podzemné vody kvartéru a neogénu Slovenska. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 32.
- Porubský, A., 1970a: Termálne vody neogénu Podunajskej nížiny. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 22, č. 1.
- Porubský, A., 1970b: Hydrografický región Žitného ostrova a potreba zákonnej ochrany jeho podzemných vôd. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 22, č. 2.
- Porubský, A., 1974: Artézske vody pahorkatín juhozápadného Slovenska (štúdia). In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 26, č. 1, s. 3 – 15.
- Porubský, A., 1991: Vodné bohatstvo Slovenska. Bratislava, Veda, 320 s.
- Porubský, A., Gazda, S., Kněžek, M. a Repka, T., 1971: Veľký Žitný ostrov – regionálny hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 201 s.
- Porubský, A. a Hlavatý, Z., 1968: Levice – kúpele „Margita – Ilona“. Vyhľadávací prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Porubský, A. a Lamoš, D., 1980: Nové Zámky – artézsky vrt, hydrogeologický prieskum pre MsNV. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 18 s.
- Porubský, A. a Ondříková, L., 1967: Hydrogeologická štúdia pre skupinový vodovod Gabčíkovo. Manuskript. Bratislava, archív ZsVAK.
- Porubský, A., Ostrolucký, P. a Izsó, J., 1965: Hydrogeologický prieskum – Podunajská nížina, IX. časť. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pospíšil, P., 1972: Žitný ostrov – posúdenie hydrogeologických pomerov s návrhom vodárenských lokalít. Manuskript. Bratislava, archív Vodné zdroje.
- Pospíšil, P., 1976a: Príspevok tríciových analýz k štúdiu pohybu podzemnej vody v náplavoch Žitného ostrova. In: Vodohosp. Čas. (Bratislava), roč. 24, č. 2.
- Pospíšil, P., 1976b: Kvartér. Hydrofyzikálne vlastnosti hornín kvartéru. Obeh podzemných vôd kvartéru. Režim podzemných vôd kvartéru. In: Franko, O. et al.: Hydrogeológia územia listu 45 Nitra mapy ČSSR 1 : 200 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, s. 65 – 71, 84 – 95, 118 – 120, 123 – 128, 129 – 138.

- Pospíšil, P. a Kučera, K., 1992: Vplyv erózie koryta Dunaja na zdroje podzemnej vody v pririečnej zóne. In: Vodohosp. Čas. (Bratislava), roč. 40, č. 5, s. 459 – 467.
- Pospíšil, P. a Melioris, L., 1981: Poznámky k hydrogeologickému charakteru podložia a výplne Gabčíkovej prepadliny. In: Acta Univ. Comen., Form. Protect. Natur. (Bratislava), VII, s. 15 – 25.
- Pospíšil, P., Vass, D., Melioris, L. a Repka, T., 1978: Neotektonická stavba Žitného ostrova a príslušného územia Podunajskej nížiny. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 10, č. 5, s. 443 – 456.
- Priehodská, Z., 1979: Vysvetlivky k listom 1 : 25 000 Tekovské Lužany a Nýrovce. Neogén. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Priehodská, Z., 1981: Geologická mapa a vysvetlivky k listu 1 : 25 000 Mojmirovce. Neogén. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Priehodská, Z. a Harčár, J. (ed.), 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti Podunajskej nížiny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 114 s.
- Priehodská, Z. a Vass, D., 1986: Geológia neogénu centrálnej depresie podunajskej panvy. In: Region. Geol. Západ. Karpát – Správy o Výsk. Geol. Úst. D. Štúra (Bratislava), č. 21, s. 105 – 111.
- Pristaš, J., 1995: Geologická mapa okresu Galanta. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pristaš, J., Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J. a Töröková, I., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 250 s.
- Pristaš, J., Elečko, M., Havrila, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Tkáčová, H., Liščák, P., Jánová, V., Švasta, J., Remšík, A., Žáková, E. a Töröková, I., 2001: Geologická stavba a neotektonika Nitrianskej pahorkatiny. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 103, s. 43 – 47.
- Rapant, S., Vrana, K. a Bodiš, D., 1996: Geochemický atlas Slovenskej republiky – časť I. Podzemné vody. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 58 s.
- Rebro, A., 1996: Vzácné a obdivované vody Slovenska. Piešťany, Balneologické múzeum, 182 s.
- Remšík, A., 1987: Geotermálne vody vápencovo-dolomitických komplexov podunajskej a Viedenskej panvy. Kandid. dizert. práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Remšík, A., 1988: Hydrogeologické pomery. In: Priehodská, Z. a Harčár, J. (ed.), 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti Podunajskej nížiny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 77 – 83.
- Remšík, A. a Franko, O., 1978: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGK-1 v Komárne. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Remšík, A., Franko, O., 1979a: Základný výskum geotermálnych zdrojov komárňanskej vysokej kryhy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Remšík, A., Franko, O., Biely, A., 1979b: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGKr-1 v Kravanoch n/D. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Remšík, A., Franko, O. a Bodiš, D., 1984: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGV-1 Vlčany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Remšík, A., Franko, O. a Bodiš, D., 1992: Geotermálne zdroje komárňanskej kryhy. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 10, s. 159 – 199.
- Remšík, A., Franko, O., Fendek, M. a Bodiš, D., 1990: Geotermálne vody podunajskej a Viedenskej panvy. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 22, č. 3.
- Remšík, A., Franko, O., Gross, P., Samuel, O. a Vaňová, M., 1980: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGO-1 v Obide. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Repka, T., 1976: Žitný ostrov – hydrogeologický prieskum, využitie podzemných vôd a ich ochrana. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Repka, T. a Bačová, Z., 1978: Žitný ostrov – hydrogeologický prieskum, využitie podzemných vôd a ich ochrana. – II. podetapa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 231 s.
- Repka, T., Hlavatý, Z., Drahoš, M. a Ďungelová, H., 1981: Sládkovičovo – artézske studne, predbežný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 23 s.
- Repka, T., Némethy, P. a Bačová, Z., 1975: Žitný ostrov – 1. etapa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Richter, P. a Motlíková, H., 1984: Plavé Vozokany – účelový hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 11 s.
- Rodák, D., 1999: Procesy tvorby zásob a kvality podzemných vôd v príbrežnej zóne zdrže Vodného diela Gabčíkovo. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK – Katedra hydrogeol.

- Rodák, D. a Mucha, I., 1995: Current activities in the ground water quality monitoring. Monitoring wells, methods of sampling, in situ measurements. In: Zbor. Gabčíkovo part of the Hydroelectric power project – Environmental impact review. Bratislava, PriF UK, s. 71 – 77.
- Seneš, J., Franko, O., Košťálik, J. a Porubský, A., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, L-34-I Nové Zámky. Bratislava, Vyd. Geofond.
- Sladký, R., Bacmaňáková, N. a Tichý, Š., 1956: Sústava vodných diel na Dunaji – prírodný a odpadový kanál. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Svetík, J., 1997: Inžinierskogeologický a hydrogeologický doplnkový prieskum RÚ RAO Mochovce. Manuskript. Mochovce, archív RÚ RAO.
- Svorenčík, V. a Novomestská, D., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HČS-1 na lokalite Čalovo. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 10 s.
- Sýkorová, M., Hlavatá, O., Drahoš, M., Doprovoda, P., Bukvová, J. a Plch, J., 1992: Kvartér a neogén medziriečia Podunajskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 107 s.
- Šarlayová, M., 1971: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HB-1 na lokalite Blatná na O. pre čerpaciu stanicu PH. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 6 s.
- Šarlayová, M., 1975: Topoľníky – vodáreň, vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HT-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.
- Šarlayová, M., 1980: Lehnice – vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HVL-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 8 s.
- Šarlayová, M., 1986a: Čalovo – termálne kúpalisko, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 13 s.
- Šarlayová, M., 1986b: Dunajská Streda – kúpeľno-rekreačný areál. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 11 s.
- Šarlayová, M., Čepela, J. a Palkovičová, M., 1983: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HVH-1 na lokalite Tekovské Lužany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 11 s.
- Šarlayová, M. a Hauskrecht, I., 1976: Rohovce – Báč – vodáreň, vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HR-1a. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Šarlayová, M. a Novomestská, D., 1985: Tekovské Lužany – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 15 s.
- Šedivý, V., 1967: Jelka – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HJ-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Ševčík, M., 1985: Záverečná správa hydrogeologicko-prieskumných prác Tesla Nové Zámky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Ševčík, M., 1986: Tvrdošovce – artézsky zdroj podzemnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.
- Ševčík, M., 1987a: Záverečná správa hydrogeologicko-prieskumných prác Barunka Nové Zámky – vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Ševčík, M., 1987b: Záverečná správa hydrogeologicko-prieskumných prác Tvrdošovce. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 s.
- Škvarka, L., 1969a: Nálezová správa o nových zdrojoch podzemných vôd v oblasti Rybník – Čajkov – Pukanec. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Škvarka, L., 1969b: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HČ-6 Čajkov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Škvarka, L., 1971: Hydrogeologické vyhodnotenie vrtu GK-6 Rybník. In: Karolus, K. et al.: Spracovanie a vyhodnotenie hlbokého štruktúrneho vrtu GK-6 Rybník v Čajkovskej kotline. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Škvarka, L., 1974: Zvodnené zlomové línie v oblasti neovulkanitov Slovenska. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 1, s. 115 – 172.
- Šopinec, F., 1990: vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HLM-2 v Lehniciach. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 15 s.
- Šuba, J., Böhm, V., Bujalka, P., Cibulka, L., Frankovič, J., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P., Zakovič, M., 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. Účelová publikácia. 2. vyd. Bratislava, Slovenský hydrometeorol. ústav, 310 s.
- Šuba, J., Bajo, I., Bujalka, P., Cibulka, L., Guniš, K., Hanzel, V., Jetel, J., Kullman, E., Kullman, E. ml., Leitmann, Š., Mada, I., Mihálik, F., Patschová, A., Porubský, A., Šťastná, K., Šubová, A. a Zakovič, M., 1991: Mapa využitelných zásob podzemných vôd Slovenska. Stav k 31. 12. 1990. Bratislava, Slovenský hydrometeorol. ústav.

- Šuba, J., Bujalka, P., Cibulka, L., Frankovič, J., Hanzel, V., Jetel, J., Kullman, E., Mihálik, F., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P. a Zakovič, M., 1995: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska – verzia 1995. Manuskript. Bratislava, Slovenský hydrometeorol. ústav.
- Šubová, A., Mucha, I. a Klaučo, S., 1993: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd k 31. 12. 1991, hydrogeologická štúdia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 139 s.
- Šuchová, M. a Nigrínyová, J., 1988: Záverečná správa úlohy Šurany – hydrogeologický vrt VŠ-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 27 s.
- Švasta, J. a Remšík, A., 2000: Hydrogeologické pomery. In: Pristaš, J. et al.: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, s. 185 – 194.
- Takáčová, J., 1972: Nové Zámky – vodáreň – vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov č. HN-3 a HN-4. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.
- Takáčová, J. a Pospíšil, P., 1969: Jelka – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Tartal, M., 1972: Selice – zhodnotenie artézskych studní. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 10 s.
- Tartal, M. a Hauskrecht, I., 1974: Zlatná na Ostrove – vyhodnotenie širokopriemerového vrtu HTO-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 s.
- Tartal, M. a Hauskrecht, I., 1975: Palkovičovo – vyhodnotenie širokopriemerového vrtu HP-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 8 s.
- Tóth, J., 1963: a theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. In: J. geophys. Res. (Washington), roč. 68, č. 16, s. 4 795 – 4 812.
- Tóth, J., 1972: Properties and manifestations of regional groundwater movement. In: Int. geol. Congr., 24th Sess., Sect. II, Montreal, s. 153 – 163.
- Trávníček, I., 1971: Záverečná vrtná geologická správa o vrtbe Komárno M-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Tužinský, Á., 1963: Tlmače – Štúrovo, hydrogeologický prieskum riečnych náplavov Hrona, spojený s vybudovaním limnigrafických sond. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Varjú, Z., 2001: Hydrogeologický prieskum vrchného neogénu pre vybudovanie vodných zdrojov HGC-1 a ZB-1 – podrobný hydrogeologický prieskum (Hurbanovo). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 25 s.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Krystek, I., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., Růžička, M. a Vaškovský, I., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Vaškovský, I. a Halouzka, R., 1976: Geologická mapa Podunajskej nížiny – juhovýchodná časť. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Vozár, J., Hók, J., Salaj, J., Šefara, J., Šucha, P. a Vass, D., 1996: Mapa predterciérneho podložja podunajskej panvy – DANREG 1 : 200 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vranovský, P., Motlíková, H., Čellár, S., Fukna, M. a Obernauer, M., 1991: RAO Mochovce – podrobný hydrogeologický prieskum. 33 s.
- Zajíček, V., 1953: Výročná zpráva o režimu podzemních vod na Žitném ostrově. Manuskript. Bratislava, archív Výsk. úst. vod. hospod.
- Zelina, I., 1992: Modelovanie vplyvu vodného diela na podzemnú vodu v príbrežnej oblasti. Diplomová práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 35 s.
- Znášiková, B., Kiripolský, J. a Gargulák, M., 2002: Prehľad množstiev podzemných vôd hydrogeologických celkov Slovenskej republiky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 30 s.
- Žák, D., 1971: Holice – vyhodnotenie hydrogeologického širokopriemerového vrtu HH-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 16 s.
- Žák, D., 1973: Nové Zámky – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 34 s.
- Žák, D., 1979: Palárikovo – Šándorov majer – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HŠM-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Žák, D., 1988: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HH-1 v Hronovciach. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

**VYSVETLIVKY K ZÁKLADNEJ HYDROGEOLOGICKEJ MAPE SR 1 : 200 000
LIST 45 NITRA**

Vydal Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2012

Vedúci odd. Vydavateľstva ŠGÚDŠ a propagácie: RNDr. Ladislav Martinský

Jazyková redaktorka: Ing. Janka Hrtusová

Grafická úprava a technické spracovanie: Gabriela Šipošová

Návrh obálky: Mgr. František Bottlík

Tlač a knižárske spracovanie: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava

ISBN 978-80-89343-79-9

<p>25 Zlín (Gottwaldov)</p>	<p>26 Žilina</p>	<p>27 Poprad</p>	<p>28 Svidník</p>
<p>34 Znojmo</p>	<p>35 Trnava</p>	<p>36 Banská Bystrica</p>	<p>37 Košice</p>
<p>44 Bratislava</p>	<p>45 Nitra</p>	<p>46 Lučenec</p>	<p>47 Rimavská Seč</p>
<p>38 Michalovce</p>			

