

Vysvetlivky

k základnej hydrogeologickej mape SR

1 : 200 000

list 44 Bratislava

Vladimír HANZEL

Stanislav RAPANT

Ondrej FRANKO

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Bratislava
2012



VYSVETLIVKY

K ZÁKLADNEJ
HYDROGEOLOGICKEJ

MAPE SR

LIST 44 BRATISLAVA

1 : 200 000

Recenzenti:

RNDr. Miroslav Bím

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. Ľubomír 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.

VLADIMÍR HANZEL, STANISLAV RAPANT, † ONDREJ FRANKO

VYSVETLIVKY

K ZÁKLADNEJ HYDROGEOLOGICKEJ MAPE SR

LIST 44 BRATISLAVA

1 : 200 000

ZOSTAVIL: VLADIMÍR HANZEL

© ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA BRATISLAVA 2012

ISBN 978-80-89343-80-5

OBSAH

PREDSLOV (P. Malík)	7
ÚVOD (P. Malík)	9
1. PRÍRODNÉ POMERY	10
1.1. Geografické a geomorfologické pomery	10
1.2. Pôdne pomery a charakter vegetácie	13
1.3. Klimatické pomery	13
1.4. Hydrografia a hydrológia	17
2. PREHEAD GEOLOGICKÝCH POMEROV	20
2.1. Regionálne geologické zaradenie	20
2.2. Charakteristika litostratigrafických jednotiek	20
2.2.1. Malé Karpaty	20
2.2.2. Záhorská nížina	21
2.2.3. Podunajská nížina	24
2.3. Tektonika	27
3. HYDROGEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA	30
4. HYDROGEOLOGICKÉ POMERY	34
4.1. Všeobecný prehľad hydrogeologických pomerov	34
4.1.1. Malé Karpaty	34
4.1.2. Záhorská nížina	37
4.1.3. Podunajská nížina	39
4.2. Hydraulické vlastnosti hornín	41
4.2.1. Malé Karpaty	42
4.2.2. Záhorská nížina	46
4.2.3. Podunajská nížina	48
4.3. Obeh a režim podzemnej vody	52
4.3.1. Malé Karpaty	52
4.3.2. Záhorská nížina	58
4.3.3. Podunajská nížina	62
5. HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY	66
5.1. Základná charakteristika	66
5.2. Chemické zloženie podzemnej vody litostratigrafických jednotiek	67
5.2.1. Podzemná voda hornín kryštalínika	67
5.2.2. Podzemná voda sedimentov mezozoika	68
5.2.3. Podzemná voda sedimentov neogénu	68
5.2.4. Podzemná voda sedimentov kvartéru	69
5.3. Úroveň znečistenia podzemnej vody	72
6. MINERÁLNA A TERMÁLNA VODA	74
7. BANSKÁ VODA	81
8. VYUŽITIE A OCHRANA PODZEMNEJ VODY	84
9. LITERATÚRA	89

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 *dotnes 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

ÚVOD

V tejto publikácii je charakteristika územia zobrazeného na základnej hydrogeologickej mape ČSSR v mierke 1 : 200 000, list 44 Bratislava, a na mape chemizmu podzemnej vody.

Hydrogeologická mapa Bratislavy bola prvým listom tejto edície zo Západných Karpát. Je to neúplný list územia, ktorého severný okraj predstavuje spojnica Vysoká pri Morave – Lozorno – Modra a východný okraj spojnica Šenkvice – Mliečno. Južný a západný okraj predstavuje štátna hranica s Maďarskou republikou a s Rakúskom. Územie ako celok patrí do povodia Dunaja. Zaberá časti troch orografických celkov, a to Záhorskej nížiny, Malých Karpát a Podunajskej nížiny.

Z ekonomického a vodohospodárskeho hľadiska možno toto územie zaradiť medzi najvýznamnejšie oblasti Slovenska, najmä kvôli významným zdrojom podzemnej vody v Podunajskej a Záhorskej nížine.

Hydrogeologickú mapu vrátane mapy chemizmu podzemnej vody v roku 1973 zostavil kolektív autorov: Eugen Kullman – redaktor listu, Pavol Pospíšil a Stanislav Gazda.

Autorský rukopis hydrogeologickej mapy a jej textová časť boli spracované ešte v rokoch 1972 – 1973. Pri zostavovaní mapy sa použil všetok dovtedajší dostupný faktografický materiál. V hlavnej miere sa použili výsledky zhrnuté vo vysvetlivkovej časti k spracovanej makete hydrogeologickej mapy 1 : 200 000, list Bratislava – Viedeň, spracovanej v starom listoklade autorským kolektívom Kullman, Porubský, Gazda, Michalíček, Vaškovský, Baňacký a Krippel.

Redakčná uzávierka mapy bola 21. 12. 1973. Základná hydrogeologická mapa a mapa chemizmu podzemných vôd, list Bratislava, vyšla tlačou až v roku 1983.

Vzhľadom na veľký časový odstup od zostavenia a vydania máp tlačou bolo potrebné vysvetlivky pred vydaním tlačou prepracovať a doplniť o novšie hydrogeologické poznatky, a to tak z hydrogeologického výskumu, ako aj z hydrogeologického prieskumu (Marcin a Kullman, 1995; Hanzel et al., 1993, 2000; Čechová a Pospiechová, 1987; Vaškovský a Hanzel et al., 1984; Kováčik a Malík et al., 1997; Franko et al., 1984; Pospíšil et al., 1980, 1996; Pechočiaková et al., 1980; Repka, 1981; Bondarenková, 1992).

Vysvetlivky k mape v roku 1973 vypracoval E. Kullman, redaktor listu Bratislava, v spolupráci s P. Pospíšilom (hydrogeologické pomery Podunajskej nížiny), S. Gazdom (hydrogeochemické pomery), O. Frankom (minerálne vody) a E. Krippelom (klasifikácia pôd a ráz vegetácie).

Aktualizované zhodnotenie hydrogeologických pomerov na území listu Bratislava pre tlač spracoval V. Hanzel v spolupráci so S. Rapantom (hydrogeochemické pomery) a O. Frankom (minerálne vody).

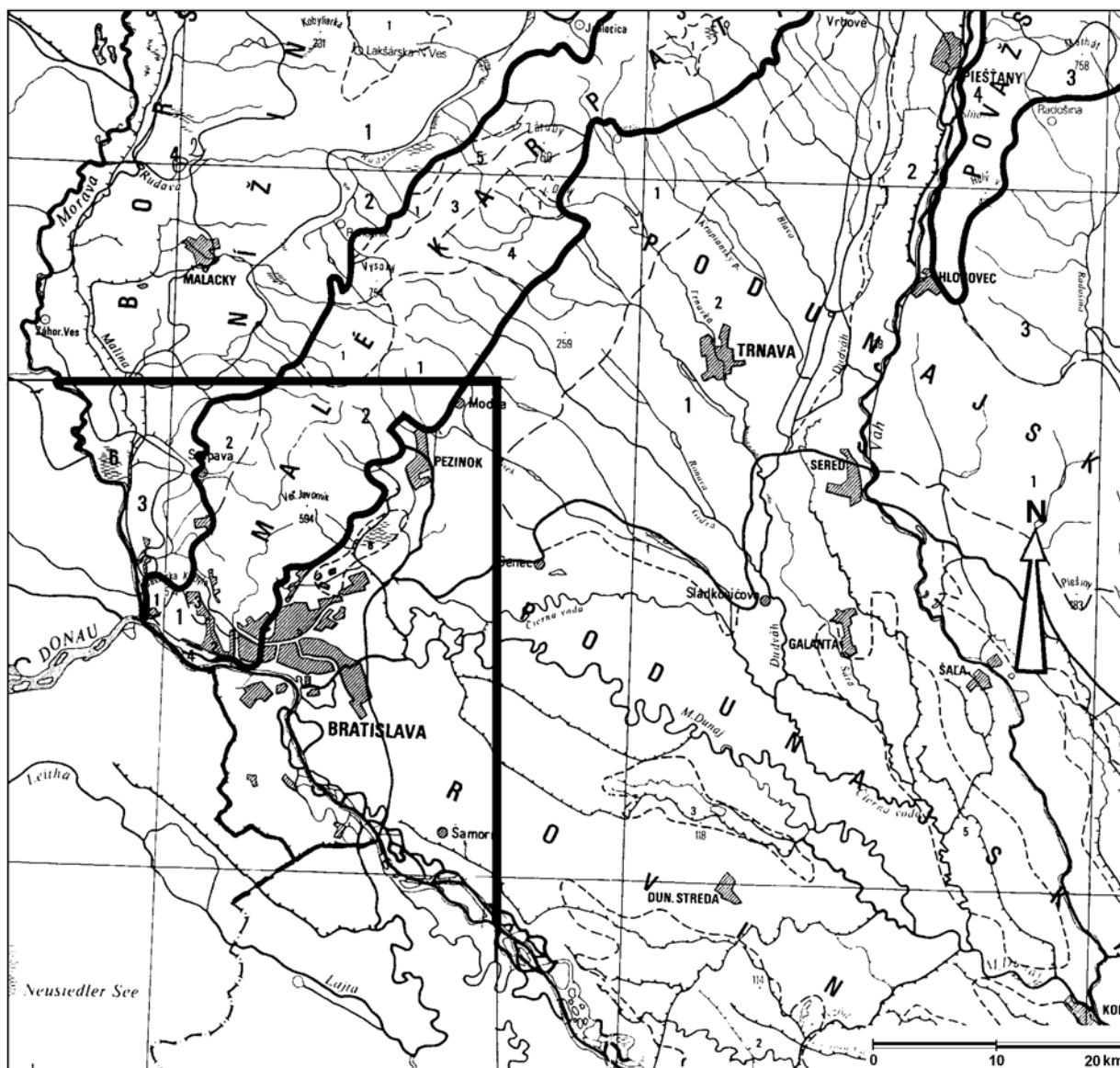
Z pôvodných vysvetliviek bola prevzatá časť o pôdnych pomeroch, podstatná časť o klimatických pomeroch a čiastočne aj časť o hydrologických pomeroch.

1. PRÍRODNÉ POMERY

1.1. Geografické a geomorfologické pomery

Na hodnotené územie zasahuje južná časť pohoria Malé Karpaty a časti dvoch nížin, a to Záhorskej (Bor-skej) a Podunajskej, z ktorých prvá patrí do Viedenskej a druhá do Komárňanskej panvy.

Malé Karpaty. – V zmysle regionálneho geomorfologického členenia podľa Mazúra a Lukniša (1980) sa v Malých Karpatoch na území listu Bratislava vyčleňujú dve oblasti (obr. 1): Devínske Karpaty a Pezinské Karpaty.



Obr. 1. Orografické členenie územia (podľa Mazúra a Lukniša, 1980).

Pezinské a Devínske Karpaty ako súčasť južnej časti Malých Karpát predstavujú zložitú, tektonicky nerovnomerne vyzdvihnutú hrast'ovú morfoštruktúru, morfológicky ostro odlišenú od okolitých nížin, ohraničenú zlomami smeru SV – JZ medzi Podunajskou a Záhorskou nížinou. Ich vyzdvihnutie spôsobili neotek-

tonické pohyby počas niekoľkých etáp. Zložitosť stavby pohoria sa odráža nielen v charaktere uloženia hornín, ale aj v kolísavom až kontrastnom rozšírení hypsometrických výšok a úrovní vyrovnania (erozívno-denudačného povrchu).

Devínske Karpaty rozčleňuje sústava pozdĺžnych a priečných zlomov na samostatné kryhy, a to Devínsku Kobylu, Lamačskú bránu a Devínsku bránu.

Pezinské Karpaty sú najrozsiahlejšia a najmohutnejšia časť Malých Karpát.

Strednú a východnú časť budujú najmä horniny kryštalinika s hladko modelovaným reliéfom a dobre zachovanými systémami plošín. Nad plošinami na niekoľkých miestach vystupujú vyvýšeniny z relatívne odolnejších hornín (*tvrdoše*).

Malé Karpaty sú typické jadrové pohorie, v ktorom sa popri kryštalickom jadre pohoria a v tvaroch terénu významne uplatňujú mezozoické karbonátové horniny. Na okraji kryštalického jadra obnaženého z južnej a severozápadnej časti sa ako obal zachovali krasovatejúce triasové a jurské vápence. Rozšírenie krasovatejúcich hornín v pohorí a ich usporiadanie do územných celkov s výraznou morfológickou charakteristikou a štruktúrnogeologickou a hydrologickou individualitou podmienilo vyčlenenie určitých krasových územných jednotiek.

Devínsky kras predstavuje u nás ojedinelý krasový fenomén. Okrem recentných, málo významných tvarov skrasovatenia sa tu zachovali pozostatky miocénneho fosilného krasu. Sú to krasové pukliny vyplnené fosilnými sintrami, abrazná jaskyňa vyplnená morskými sedimentmi.

V jurských vápencoch obalovej sekvencie medzi Borinkou a Tureckým vrchom sa vytvorilo krasové územie známe ako Borinský kras. Vyznačuje sa hojným zastúpením krasových javov – škrapy rôznych typov a krasové jaskyne, pričom významným fenoménom sú ponory povrchovej vody v Prepadlom a na Košarisákách. Riečnokrasový fenomén zastupujú kaňonovité doliny, suché a polosuché doliny, nie menej významné sú krasové vyvieracky (najznámejšia je Limbašská vyvieracka a Pajštúnska vyvieracka). V Borinskom krase je dosiaľ zaregistrovaných viac ako 20 jaskýň.

Záhorská nížina (Borská nížina). – Predstavuje východný okraj vnútroalpskej Viedenskej panvy. Na hodnotené územie zasahuje južnou časťou zužujúcou sa smerom na juh, kde sa vyklinuje, a riekou Morava a čiastočne Lamačskou bránou nadväzuje na Podunajskú nížinu. Jej východné ohraničenie tvoria Malé Karpaty. Západné a juhozápadné ohraničenie tvorí rieka Morava. Z hľadiska kvartérnej geológie a z geomorfologického hľadiska sú obe hranice prirodzené, pretože na rakúskej strane je vyvýšené územie s odlišným kvartérnym vývojom, do ktorého sa Morava postupne zarezáva, a vytvára strmý, 30 m vysoký svah (Baňacký et al., 1964).

V Záhorskej nížine ako celku možno vyčleniť 3 základné morfológické pásma (Baňacký et al., 1964): priúpätné pásmo, stredné pásmo a oblasť pozdĺž rieky Moravy. Na hodnotené územie zasahujú 2 pásma, a to južná časť priúpätného pásma a oblasť pozdĺž rieky Moravy.

Priúpätné pásmo tvoria striedajúce sa rovinaté a pahorkovité úseky. Na zmapovanom území sa tiahne jeho južná časť od Lozorna po Stupavu, kde sa pripája na poriečnu nivu Moravy. Toto územie tvorí morfológický prechod medzi nížinou a pohorím.

Oblasť pozdĺž rieky Moravy tvorí pás široký niekoľko km, ktorý sa v niektorých úsekoch značne rozširuje. Toto pásmo ako celok je najmenej členité. Má charakter mierne zvlnenej roviny s deniveláciami nepresahujúcimi 10 m. Túto poriečnu rovinu Moravy môžeme rozdeliť na 2 menšie morfológické jednotky:

- a) nízka poriečna rovina pozdĺž Moravy – najnižšie položené územie na Záhorskej nížine,
- b) mierne vyvýšeniny, miestami s drobno členitým povrchom pri Gajaroch a Jakubove, na území Veľkých a Malých Levár a západne od Závodu.

Z uvedených morfológických zákonitostí sa vymyká najjužnejšia časť nížiny v oblasti Stupava – Lamač – Devínska Nová Ves. Tam možno vyčleniť podkovovitú vyvýšeninu medzi Stupavou a Devínskou Novou Vsou, lamačsko-stupavskú depresiu a priúpätné pásmo v úseku Záhorská Bystrica – Stupava.

Podunajská nížina

V zmysle regionálneho geomorfologického členenia Mazúra a Lukniša (1980) hodnotené územie sa rozprestiera v západnej časti najnižšie položeného morfológického stupňa Podunajskej nížiny, ktorý Hromádka (1956) nazval Podunajská rovina. Územie tvorí takmer ideálnu mladú štruktúrnú poriečnu rovinu s nepatr-

nými deniveláciami povrchu, ktorej vývoj prakticky prebieha aj v súčasnosti. V porovnaní s minulosťou po vybudovaní hrádzi proti inundácii je však značne obmedzený. Celkový sklon povrchu štruktúrnej roviny je zo severozápadu na juhovýchod. Zo severu a západu túto časť Podunajskej nížiny ohraničujú Malé Karpaty a Devínska brána, po pravej strane Dunaj na rakúskom území prechádza do Hundsheimských vrchov.

Podhorská časť územia prechádza do nížiny, v ktorej ako samostatnú geografickú jednotku možno vyčleniť Žitný ostrov. Začína sa pod Bratislavou, resp. na jej okraji.

Zvláštny a významný morfológický prvok v území je Devínska brána, ktorej dĺžka je vyše 9 km (Mazúrová, 1973). Šírka na úrovni hornej časti ostrova Sihoľ je 2 km, pri vyústení do Podunajskej nížiny medzi bratislavským hradným vrškom a Bergom je niečo vyše 5 km.

Územie odvodňuje Dunaj. Terajšie koryto Dunaja má pri Bratislave takmer z.-v. smer, pri Podunajských Biskupiciach sa však oblúkovite stáča a nadobúda sz.-jv. smer.

Po vyústení do Dunaja z Devínskej brány na územie nížiny vytvára rieka bočné ramená a ostrovy, ktoré z hydrogeologického hľadiska majú významné postavenie. Ide najmä o Sedláčkov ostrov pod Devínom a Sihoľ (Vodárenský ostrov) nad Karlovou Vsou. Ďalšie ramená sa tvoria pod Bratislavou. Najmä od Podunajských Biskupíc tvorí Dunaj množstvo oblúkovite ohnutých meandrov rôznej veľkosti. Na prvý pohľad teda netvorí jednotný celok, ale je tu množstvo rôznych veľkých ostrovov, ktoré obteká séria ramien.

Na morfológický vývoj študovaného územia počas holocénu a čiastočne aj pleistocénu mala najväčší vplyv erozívna, transportná a akumulácia činnosť rieky Dunaja a len v menšej miere sa prejavilo pôsobenie vetra. Intenzita jednotlivých spomínaných činností Dunaja sa neprejavovala na celom území a jeho okolí rovnako. Napríklad v okolí Petržalky, ktorej územie má bližší morfo-genetický vzťah k vývoju poriečnej nivy Dunaja v Devínskej bráne, sa činnosť Dunaja v podmienkach mierneho tektonického zdvíhu viacej obmedzovala na vystielanie dna doliny fluvialnými sedimentmi. Naproti tomu, v ostatnej časti územia približne od Podunajských Biskupíc južným smerom v podmienkach širokej doliny sa tvoril mohutný dejekčný kužeľ (s hrúbkou 20 – 160 m). Budujú ho prevažne štrky, štrkopiesky a piesky (Vaškovský et al., 1984).

Aj keď sa študované územie z geomorfologického hľadiska na prvý pohľad zdá rovinou, jeho povrch sa vyznačuje komplikovanou drobnokresbou s výraznými stopami po divočiacjej hydrosieti predovšetkým Dunaja, resp. Malého Dunaja.

Hlavný tok Dunaja rozčleňuje územie západnej časti Podunajskej nížiny na dve časti, a to: na pravej strane Dunaja na petržalsko-rusovsko-čunovskú časť, na ľavej strane rieky leží časť Žitného ostrova.

Ľavá časť študovaného územia v zmysle regionálneho geomorfologického členenia (Lukniš a Mazúr, 1959) sa v pozdĺžnom profile rozprestiera v hornom úseku Žitného ostrova so sklonom povrchu asi 0,35 %. V priečnom profile tohto územia takmer v jeho strede pozorujeme vyvýšený pás pozdĺž Dunaja, resp. Malého Dunaja.

Lukniš a Mazúr (1959) tento pás nazvali jadrom ostrova. Vaškovský a Vaškovská (1977) ho označili ako vyšší stupeň poriečnej nivy Dunaja. Jeho povrch je pretkaný stopami po divočiacich riečiskách Dunaja. Medzi vyšším stupňom poriečnej nivy Dunaja a vlastným terajším tokom Dunaja sa v pozdĺžnom smere tiahne pás zníženia, ktorý Vaškovský (1984) označil ako pririečna niva Dunaja (resp. aj Malého Dunaja). V tomto páse najmä v medzihrádzovom priestore pozdĺž toku Dunaja sa vyvinul pás agradačných valov, ktorý prerušuje pomerne hustá sieť riečisk. Toto zníženie Vaškovský označil ako riečna niva Dunaja (resp. Malého Dunaja) s agradačnými valmi. Podobne pás zníženia má povrch spestrený pomerne hustou sieťou starých riečisk, ktoré sa nachádzajú v rôznych štádiách zachovania.

Aj na pravej strane Dunaja v reliéfe možno rozlišovať dva stupne. Možno tu pozorovať mierne vyvýšený pás, ktorého začiatok sa sústreďuje v sz. a s. časti a pokračuje južným smerom.

Tento vyvýšený pás je asi ekvivalentom jadra Žitného ostrova, a preto ho Vaškovský nazýva vyšším stupňom poriečnej nivy Dunaja. Východne od vyvýšeného pásu k Dunaju smerom do Ovsíšť a potom južným smerom k Starému háju a odtiaľ na východný okraj Rusoviec a Čunova sa tiahne znížený pás pririečnej nivy Dunaja a pozdĺž samotného toku Dunaja pás pririečnej nivy Dunaja s agradačnými valmi. Obidva tieto pásy podliehali inundáciám a ich povrch je tiež rozčlenený spleťou riečisk. Táto časť ďalej južným smerom pokračuje na územie Maďarska, kde sa označuje ako Mošonská rovina.

1.2. Pôdne pomery a charakter vegetácie

Na územie zasahujú časti troch orografických celkov – Záhorskej nížiny, Malých Karpát a Podunajskej nížiny. Každý celok má vyvinuté svoje špecifické pôdne typy a s nimi súvisiacu rastlinnú pokrývku (Krippel in Kullman et al., 1973).

V Záhorskej nížine na vlastných pieskoch sú zastúpené hnedé rankery a rankerové hnedozeme. Časť z nich pokrývajú borovicové monokultúry, časť je osadená ovocnými stromami a najväčšia časť je rozoraná a slúži na poľnohospodárstvo. Podzemná voda je v týchto miestach pomerne hlboko pod terénom. Pôdy sú veľmi chudobné na živiny a môžu na nich rásť iba najmenej náročné rastliny, prípadne miestami je potrebné umelé zavlažovanie.

V alúviu rieky Moravy na miestach s vyššie položenou hladinou podzemnej vody sa vyskytujú oglejené nivné a lužné pôdy. Sú bohatšie na humus a živiny a lepšie sa hodia na poľnohospodárske kultúry. Časť z nich je pokrytá lužnými lesmi (brest, dub, jaseň, vrbý, jelša a pod.), časť slatinnými lúkami (bezkoleneč). Najvyššia časť týchto pôd sa využíva na poľnohospodárstvo, na pestovanie najnáročnejších kultúr (zelenina, kukurica, cukrová repa a pod.).

Časť Malých Karpát je v prevažnej miere tvorená kryštalinikom a poskytuje pôdam kyslý substrát. Vyskytuje sa tu celý rad pôd stredo európskeho hnedozemného typu, z ktorých sú niektoré degradované až na pôdy podzolované. V nižších polohách sú tieto pôdy porastené dubohrabinami, kyslými dúbravami a dúbravami, vo vyšších polohách bučinami. Na menšej ploche v najjužnejšom výbežku Malých Karpát vystupujú vápence a vápnité pieskovce, na ktorých sú vyvinuté pôdy rendzinového typu. Sú porastené hájmi duba plstnatého alebo lesostepnými trávnatými spoločenstvami.

Na oboch stranách Malých Karpát na kvartérnych náplavových a soliflukčných kužeľoch, ktoré sú mohutne vyvinuté najmä na východnej strane, sú hnedozeme s pôvodnými dubohrabinami a dúbravami. Dnes sú prakticky všetky odlesnené a v časti Záhorskej nížiny slúžia poľnohospodárstvu. Na juhovýchodnej strane sú na nich v prevažnej miere založené vinice.

Prechod medzi pohorím Malých Karpát a nížinami na oboch stranách tvoria podhorské depresie vyplnené slatinnými pôdami s vysoko položenou hladinou podzemnej vody, miestami stagnujúcou na povrchu. V Záhorskej nížine pri Lozorne zasahuje do územia časť veľkej podhorskej depresie tiahnucej sa od Cerovej-Lieskového po Zohor. Slatinné pôdy tu boli pôvodne zarastené slatinnými jelšami a lúkami. Dnes sú zväčša odlesnené a odvodnené drenážami a odvodňovacími kanálmi a slúžia poľnohospodárstvu. Na juhovýchodnej strane Malých Karpát túto depresiu reprezentuje rašelinisko Šúr juhovýchodne od Svätého Jura. Slatinné pôdy sú tu čiastočne odvodnené. Väčšia časť z nich je dodnes zarastená slatinnými jelšami, ktoré tvoria Štátnu prírodnú rezerváciu Šúr. Časť je premenená na poľnohospodársku pôdu.

Do južnej časti územia zasahuje Podunajská nížina. V najbližšej zóne Dunaja a Malého Dunaja sú oglejené nivné a lužné pôdy porastené mäkkými (vrbý, topole) a tvrdými (brest, dub, jaseň, jelša) lužnými lesmi. Na týchto miestach je podzemná voda veľmi blízko k povrchu. Miestami stagnuje aj na povrchu a občas vznikajú záplavy (storočná voda). Časť týchto pôd (najmä pri Malom Dunaji a na pravom brehu Dunaja) je odlesnená a slúži poľnohospodárstvu.

Na vyvýšených miestach Podunajskej nížiny so štrkovým substrátom a hrubšou vrstvou hliny s vyšším obsahom vápna sú vyvinuté typy pôd podobné černozemiam, ktoré boli pôvodne porastené trávnatokroviskovými spoločenstvami rastlín (hloh, ruža, lieska, hruška, kostravy, stoklasy a pod.). Dnes sú z týchto porastov iba fragmenty. Väčšia časť je rozoraná a slúži poľnohospodárstvu na pestovanie najnáročnejších kultúr (tabak, kukurica, cukrová repa a pod.).

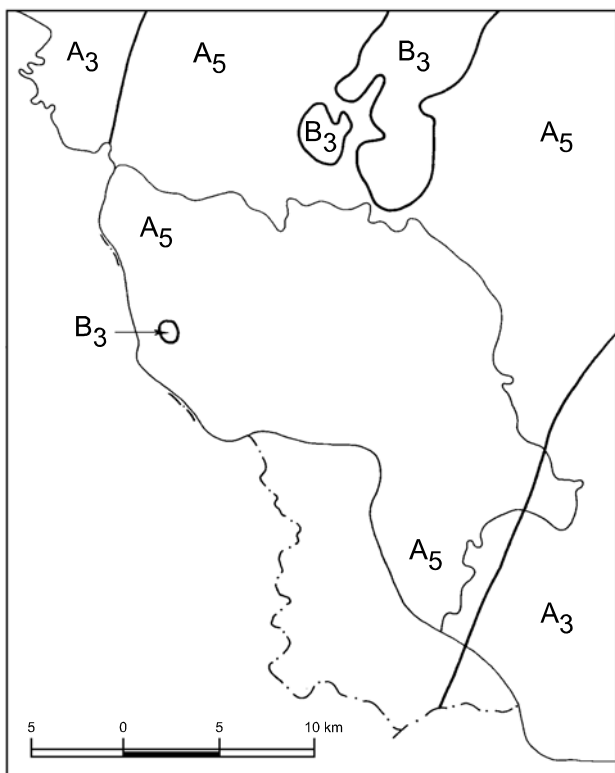
Pôdy a rastlinný kryt na zmapovanom území, s výnimkou centrálnej časti príslušného úseku Malých Karpát, sú silno ovplyvnené človekom. Pôvodné lesné pôdne typy boli odlesnené, rozorané a upravené na poľnohospodárske účely. V Malých Karpatoch sú v prevažnej miere zachované lesné typy, pôvodný lesný kryt je však vymenený.

1.3. Klimatické pomery

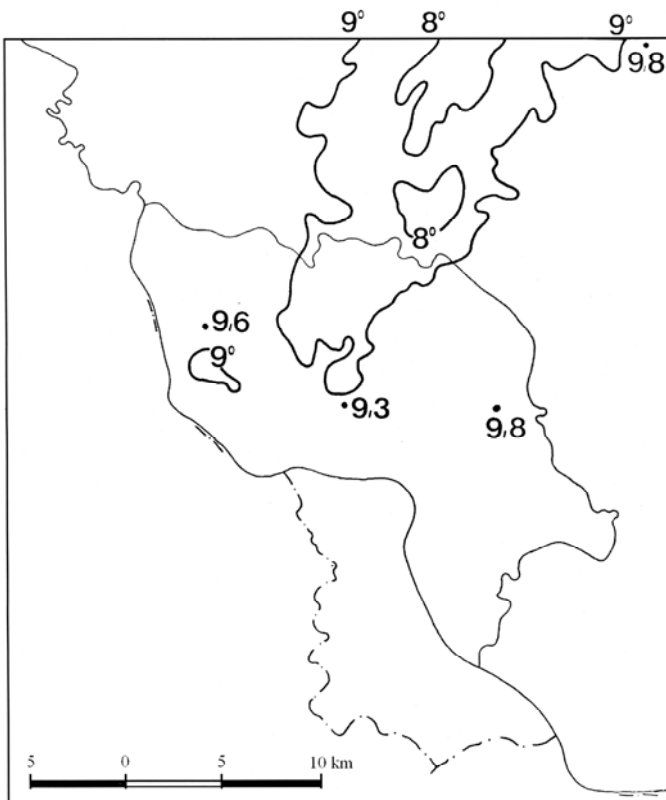
Stručný náčrt klimatických pomerov je obmedzený na charakteristiku klimatických oblastí, teplotných a zrážkových pomerov a hodnotenie celkovej vlhovej bilancie pomocou potenciálneho výparu.

Klimatické oblasti sú vymedzené podľa klasifikácie klimatológov (Atlas podnebia ČSR, 1958). Územie zobrazené na liste Bratislava patrí k najteplejším oblastiam Slovenska. Teplú oblasť, ktorá sa v ČSR členila na 6 klimatických okrskov, zastupuje okrskok A₃ – teplý, mierne suchý, s miernou zimou, nachádzajúci sa na juhovýchode a severozápade územia, a okrskok A₅ – teplý, mierne vlhký, s miernou zimou, ktorý obopína Malé Karpaty približne do výšky 450 m n. m. Mierne teplú oblasť, ktorá má 10 klimatických okrskov, zastupuje okrskok B₃ – mierne teplý, mierne vlhký, vrchovinový. Zaberá juhozápadnú časť Malých Karpát vo výške nad 450 m n. m. (obr. 2).

Teplotné pomery na tomto území sú stručne vyjadrené priemernou mesačnou a ročnou teplotou vzduchu (tab. 1, obr. 3).



Obr. 2. Klimatické oblasti podľa klimateckej klasifikácie



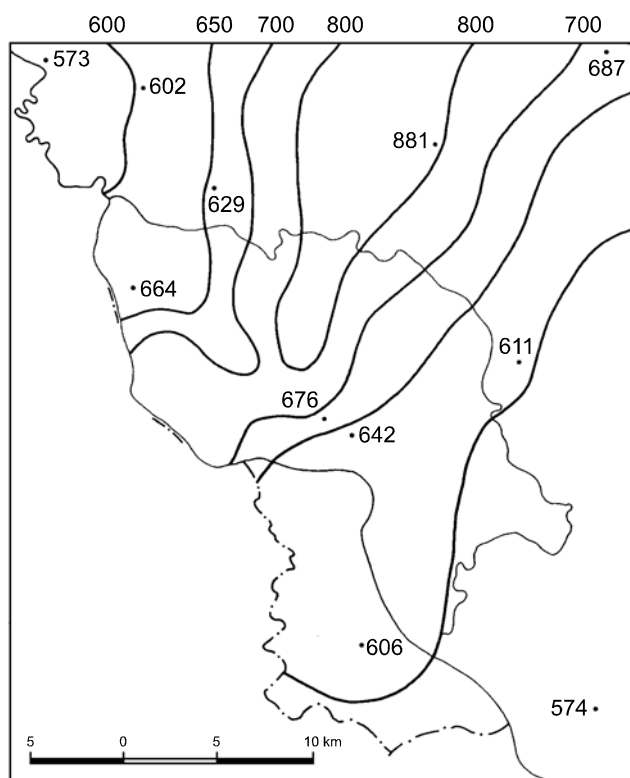
Obr. 3. Priemerná ročná teplota vzduchu v °C (1931 – 1960).

Tab. 1. Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu (°C) 1931 – 1960.

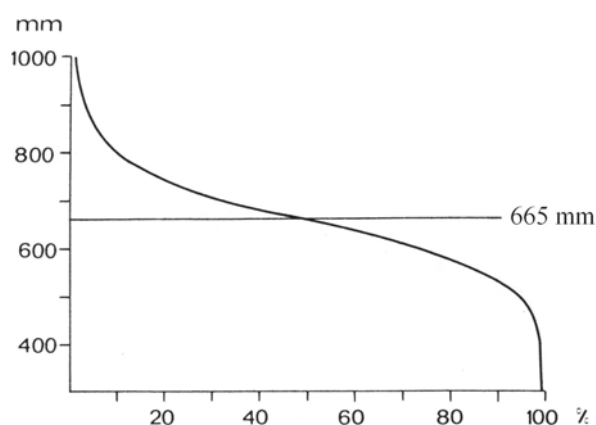
Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	IV – IX	X – III
Bratislava-letisko	-1,9	0,0	4,4	10,2	15,0	18,4	20,4	19,5	15,8	9,9	4,8	0,8	9,8	16,5	3,0
Bratislava-Koliba	-2,6	-0,6	4,0	9,7	14,5	17,7	19,8	19,1	15,7	10,0	4,1	0,1	9,3	16,1	2,5
Devínska Nová Ves	-1,8	-0,1	4,3	10,0	14,8	18,0	19,8	19,3	15,7	10,0	4,1	0,1	9,3	16,1	2,5
Modra	-2,0	0,1	4,4	10,1	15,1	18,4	20,6	19,9	16,0	10,1	4,8	0,5	9,8	16,7	3,0

Nížina juhozápadného Slovenska patrí k najteplejším častiam republiky. Priemerná ročná teplota na nížine je viac ako 9 °C. Zima je tu mierne teplá, priemerná januárová teplota je vyššia ako -3 °C. Leto je tiež teplé, priemerná júlová teplota je viac ako 19 °C. Poloha je značne veterná, najmä v chladnom polroku, preto nie sú tu výraznejšie teplotné inverzie ani tuhé mrazy. V zime sa obvykle striedajú vpády chladného a teplejšieho vzduchu, preto tu nie sú dlhodobé periódy mrazov. Leto má obvykle dlhšie trvajúce teplé obdobia. Teplota vzduchu s výškou klesá. Na svahoch a hrebeni Malých Karpát je preto teplota nižšia, v priemere za rok o 0,50 °C na 100 m.

Zmena s výškou je najväčšia v apríli, v priemere 0,50°/100 m, najmenšia v januári a novembri, 0,40°/100 m. Premennivosť teploty vzduchu je v chladnom polroku podstatne väčšia ako v teplom polroku.



Obr. 4. Priemerný ročný úhrn zrážok v mm (1931 – 1960).



Obr. 5. Klimatická zabezpečenosť ročných úhrnov zrážok v % v Bratislave (1901 – 1960).

Zrážkové pomery v Bratislave a v príľahlej časti Záhorskej nížiny, Podunajskej nížiny a Malých Karpát určuje v prvom rade postup cyklón z oblasti Atlantického oceánu, ktoré spôsobujú, že náveterné svahy Malých Karpát sú vlhkejšie ako záveterné. Zrážkový režim na juhovýchodných svahoch Malých Karpát a Podunajskej nížiny ovplyvňuje aj cyklotónna činnosť, ktorá vzniká na stredomorskom frontálnom pásme. Preto časové rozloženie zrážok v jednotlivých obdobiach roka v dôsledku striedania uvedených vplyvov a orografie je pomerne nerovnomerné. Plošné rozloženie úhrnov zrážok je na priloženej mape (obr. 4). Priemerné ročné úhrny zrážok vzrastajú na Záhorí a v Podunajskej nížine z viac ako 550 na 600 mm a s približovaním k pohoriu na 700 mm. Od úpätia hôr k vrcholom vzrastá množstvo zrážok pri malej horizontálnej vzdialenosti až na viac ako 850 mm. Za oblasti s úhrnom viac ako 850 mm možno pokladať iba vrcholové polohy nad 600 m. Ročný úhrn zrážok charakterizuje veľkú premenlivosť zrážok na území. Najvyšší úhrn v Bratislave za obdobie 1901 – 1960 bol 980 mm (1944), najnižší 447 mm (1908). Krivka zabezpečivosti ročných zrážkových úhrnov je na obr. 5. Z nej možno vyčítať všetky hodnoty zabezpečivosti. Vodorovná čiara v strede označuje dlhodobý priemer zrážok 665 mm. Na zrážkových pomeroch Bratislavy a príľahlých častí Podunajskej nížiny a Záhorskej nížiny sa prejavuje vplyv kontinentálnej klímy, pre ktorú je typické, že hlavné zrážky spadnú v lete, kým zima je na zrážky chudobná. V priebehu roka najvyššie úhrny sú v máji až v auguste, najnižšie v januári a vo februári (tab. 2).

Podobne ako zrážkové úhrny, tak aj počet dní so zrážkami rastie smerom k Malým Karpatom. Snehová pokrývka sa objavuje už v októbri, ale ešte nie je trvalá. Tá nastupuje priemerne začiatkom decembra. Snehová pokrývka mizne v prvej dekáde marca. Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou je v tab. 3.

Tab. 2. Priemerný mesačný a ročný úhrn zrážok v mm za roky 1931 – 1960.

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	IV – IX	X – III
Bratislava-letisko	43	42	41	39	63	56	73	57	35	52	60	50	611	323	288
Bratislava, výsk. ústav	45	45	46	43	69	66	79	67	40	63	60	53	676	364	312
Bratislava, Trnavská I	46	45	42	42	67	60	72	60	37	58	60	53	642	338	304
Bratislava-Devínska Nová Ves	37	39	41	43	74	74	84	72	40	56	56	48	664	387	277
Bratislava-Rusovce	37	37	41	37	65	63	72	64	38	53	54	45	606	339	267
Limbach-hor.	63	62	61	60	78	82	99	87	47	84	87	71	881	453	428
Stupava	39	37	38	40	67	68	82	66	43	56	50	43	629	366	263
Šamorín	35	36	39	33	65	63	70	58	31	50	53	41	574	320	254
Vysoká pri Morave	32	35	32	35	61	64	74	68	41	54	42	36	573	342	231

Tab. 3. Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou (1931 – 1960).

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Bratislava-letisko	14,4	11,6	3,4	0,0	–	–	–	–	–	0,0	0,4	6,7	36,5
Bratislava, výsk. ústav	16,7	12,3	4,3	0,1	–	–	–	–	–	0,0	0,5	7,8	41,5
Limbach-hor.	20,1	18,6	9,4	1,3	0,0	–	–	–	–	0,7	4,5	13,6	68,2
Šamorín	13,1	10,7	3,8	0,1	–	–	–	–	–	–	0,6	6,9	35,2
Vysoká pri Morave	12,9	9,6	4,1	0,3	–	–	–	–	–	0,0	0,5	6,3	33,7

Vlahová bilancia a výpar

Výpar z povrchu pôdy sa u nás určil len empiricky, experimentálne výsledky ešte neumožňujú celouzemné zhodnotenie tohto prvku. Výpar z pôdy celého územia SR empiricky vypočítal Tomlain. Podľa neho je výpar z pôdy v okolí Bratislavy v priemere za rok 478 mm (1957 – 1965).

Potreba vlhky v príslušnej oblasti sa lepšie vyjadří pomocou potenciálneho výparu, t. j. výparu pri dostatku vlhky v pôde. Podľa Tomlaina je potenciálny výpar v priemere za rok v nížine pri Bratislave 773 mm, v teplom polroku 652 mm, pričom zrážky sú v priemere za rok 611 mm a v teplom polroku 329 mm. Nížina pri Bratislave je teda z hľadiska vlhky deficitná o 162 mm za rok a o 329 mm v priemere za teplý polrok. Deficit vlhky s výškou klesá, no celá oblasť zobrazená na liste Bratislava je z hľadiska vlhky deficitná po celý rok. Je tu väčší potenciálny výpar ako zrážky pri dlhodobom hodnotení pomerov.

Údaje o potenciálnom výpारे v stanici Bratislava – Ivanka pri Dunaji sú uvedené v tabuľke 4.

Tab. 4. Potenciálny výpar v stanici Bratislava – Ivanka pri Dunaji za roky 1953 – 1967 (v mm).

Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Potenciálny výpar	4	10	40	47	103	118	126	111	81	40	13	5	698

V území Žitného ostrova, ktorý je v Podunajskej nížine z hydrogeologického hľadiska najdôležitejší, sa pohybuje výpar za zimné mesiace od 108 do 126 mm a za letné mesiace od 337 do 371 mm. Maximá väčšinou pripadajú na máj, keď je dostatok vlhky. V lete sa postupne vysušuje pôda, a preto sa hodnoty výparu znižujú.

V oblasti Záhorskej nížiny a Malých Karpát stanovil výpar Tomlain detailnejšie (Tomlain, 1965) metódou Budyka. Z hydrogeologického hľadiska hlavný význam majú hodnoty výparu z povrchu pôdy (evapotranspirácia). Vo vzťahu k hodnotenému územiu južnej časti Záhorskej nížiny a priľahlej časti Malých Karpát dostatočnú charakteristiku úhrnného výparu (evapotranspirácie) poskytujú údaje z Malaciek (mimo mapovaného územia) a Malých Karpát v nadmorskej výške 500 m, ktoré sú v priloženej tabuľke (tab. 5).

Tab. 5. Priemerné mesačné a ročné hodnoty výparu z povrchu pôdy v mm.

Stanica, obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Malacky, 1957 – 1965	5	6	23	64	71	82	87	67	39	23	11	6	484
Malacky, 1901 – 1960	5	7	31	53	90	78	78	68	44	28	10	4	497
Nadmorská výška 500 m, 1957 – 1965	1	5	20	52	81	91	93	76	50	26	7	1	503

Proces vyparovania závisí jednak od energetických faktorov, jednak od podmienok zavlažovania. V týchto faktoroch sa zásadne líšia nížiny a pohoria. Pokiaľ v Malackách priemerná ročná hodnota výparnosti za roky 1957 – 1965 predstavuje 746 mm, v skutočnosti sa z povrchu pôdy vyparuje množstvo 484 mm. Je to spôsobené nedostatočnými podmienkami zavlažovania. V oblasti Malých Karpát, kde pozorujeme dostatok vlhky v pôde, výpar regulovaný predovšetkým hodnotami radiačnej bilancie sa rovná výparnosti alebo sa od nej len nepatrne líši. V Malých Karpatoch vo výške 360 m n. m. ročná hodnota výparu je okolo 80 % výparnosti a vo výške 500 m n. m. až 90 % ročnej hodnoty výparnosti.

Naproti tomu, v relatívne suchých oblastiach, ako sú napr. Malacky, ročná hodnota skutočného výparu je len 65 % možného výparu.

V priebehu roka najvyššie hodnoty výparu pripadajú na letné mesiace (jún – júl) a minimálne hodnoty výparu pripadajú na zimné mesiace.

1.4. Hydrografia a hydroológia

Územie zobrazené na liste Bratislava prináleží k hlavnému povodiu Dunaja, z ktorého na mape sú čiastkové povodia Moravy (4-17) a Dunaja (4-20). Rozvodnica týchto dvoch čiastkových povodí sa tiahne od sútoku Dunaja s Moravou na kótu Kobyla, odtiaľ smerom na Lamač a pokračuje po hrebeni Malých Karpát.

Z povodia Moravy zasahuje na hodnotené územie len najjužnejšia časť čiastkového povodia Dolná Morava.

V nížinnej časti povodia sú urobené vodohospodárske úpravy. Kanál Malina odvádza vodu z tohto územia a ľavostranné prítoky Maliny privádzajú časť vody z Malých Karpát. Malina je umelý tok a pri vyšších vodných stavoch na rieke Morave treba vodu z tohto kanála prečerpávať. Z oblasti Borinka – Záhorská Bystrica vodu z Malých Karpát odvádzajú toky Stará a Nová mláka.

Povodie Dunaja sa člení na dve čiastkové povodia, a to:

- územie odvodňované priamo Dunajom, resp. Malým Dunajom,
- povodie Čiernej vody.

Priamo do Dunaja ústí potok Bystrica (Vydrica) zbierajúci vodu z južného cípu Malých Karpát. Pod Bratislavou Dunaj dostáva ráz nížinného toku s množstvom ramien. Vývoj riečnej siete v nížinnej časti územia bol zložitý. Prakticky celý Žitný ostrov bol pôvodne rozbrázdnený sieťou ramien, ktorých stopy nachádzame aj dnes. Túto činnosť a divočenie Dunaja obmedzila najmä činnosť človeka – výstavba hrádzi.

Na petržalskej strane existovali živé ramená až k železnici Petržalka – Rajka a územie Rusoviec aj Čunova bolo celé pokryté sieťou ramien. Vývoj dnešnej formy koryta Dunaja je usmernený najmä činnosťou človeka. Posledný veľký zásah – vytvorenie tzv. jednotného koryta a budovanie nových hrádzi – mal za následok likvidáciu ďalších ramien. Výstavba dunajského vodného diela úplne pretvorila Dunaj na celom našom úseku.

Celkový spád Dunaja bol pred výstavbou veľmi nevyrovnaný. V Devínskej bráne bol 0,41 ‰, po toku sa zmierňoval, až v Sape (Palkovičove) bol 0,15 ‰ a v ďalšom úseku 0,06 ‰.

Sieť ramien na našom území je bohatá. Najvýznamnejšie sú Biskupické a Kalinkovské rameno na ľavej strane a Rusovské rameno na pravej strane. Funkcia ramien je v súčasnosti podstatne zmenená a ovplyvnená výstavbou Čunovskej zdrže a celej sústavy vodného diela Gabčíkovo. Pred prehradením Dunaja a naplnením Čunovskej zdrže bola hladina podzemnej vody hlboko pod povrchom terénu. Po roku 1992, po napustení Čunovskej zdrže sa hladina podzemnej vody zvýšila a Biskupické rameno a terénne depresie sa opäť naplnili vodou. V úseku od Bratislavy po Gabčíkovo je povodňová voda Dunaja rozdelená do derivačného kanála, starého riečného koryta Dunaja a do sústavy bočných ramien. To spôsobuje určité rozptýlenie povodňovej vody. Priesakové kanály po oboch stranách čunovskej vodnej nádrže a po oboch stranách derivačného prírodného kanála boli vybudované na zachytávanie nadbytočnej priesakovej vody zo zdrže. Voda z priesakových kanálov sa používa do zavlažovacích kanálov Žitného ostrova. Dôvodom vybudovania systému zavlažovacích kanálov Žitného ostrova bol predchádzajúci dlhodobý pokles hladiny podzemnej vody. Tieto zariadenia berú vodu pomocou niekoľkých odberných objektov pozdĺž zdrže a prírodného kanála.

Malý Dunaj, najmä na zmapovanom území, je tiež silne ovplyvnený ľudskou činnosťou. Vtok do koryta sa ovláda zátvorným objektom, ktorý do značnej miery reguluje množstvo vody vtekajúce do koryta. Koryto od tohto objektu bolo vyrovnané prepojením meandrov v dĺžke okolo 14 km pri súčasnom prehĺbení dna. Ďalej pri obci Nová Dedinka je vybudovaná zdrž, z ktorej je umožnený odtok vody do Čiernej vody. Tým sa aj tento tok dostáva takmer úplne do závislosti od vplyvu človeka. Priamo do Malého Dunaja vteká ešte Šúrsky kanál, ktorý odvodňuje východnú časť Malých Karpát.

Nížinné územie východne od Bratislavy nemá prirodzenú riečnu sieť. Urobili sa tu rozsiahle melioračné práce a prietoky sú ovplyvňované umelými zásahmi. Oblasť pri Vajnoroch sa odvodňuje pod Šúrskeho kanálom do Čiernej vody. Samotná Čierna voda dostáva v súčasnosti vodu z Malého Dunaja haťou v Novej Dedinke, a to najmä na závlahy.

V strede územia Žitného ostrova sa nachádza vyvýšená časť územia pleistocénneho veku. Vlhké depresie po oboch jej stranách smerom k Malému Dunaju a Dunaju nenápadne prechádzajú do agradačných valov.

Tab. 6. Charakteristické hydrologické údaje z povrchových tokov.

Hydrologické číslo	Stanica	Tok	Plocha povodia (km ²)	Hydrolog. obdobie	Merný odtok (l · s ⁻¹ · km ⁻²)	Prietoky prekrčené				Ročný priemer	Min. prietok	Max. prietok
						dní v roku (m ³ · s ⁻¹)						
						270	330	355	364			
1-4-17-02-001-01	Moravský Svätý Ján	Morava	24 129,30	1931 – 1960	4,52	43,50	27,20	18,80	13,00	109,00	7,70	1 508,00
1-4-20-01-004-01	Bratislava-Spariská	Bystrička	7,25	1929 – 1940	8,96	0,026	0,012	0,008	0,005	0,078	0,001	0,960
1-4-20-01-006-01	Bratislava-Červený most	Bystrička	32,06	1930 – 1944	7,50	0,10	0,05	0,03	0,02	0,174	0,001	1,520
1-4-20-01-007-01	Bratislava-vodočet	Dunaj	131 338,20	1931 – 1960	15,17	1 300,00	980,00	800,00	600,00	1 993,00	570,00	10 401,00

Tab. 6a. Priemerný mesačný a extrémny prietok (SHMÚ, 1999).

Povodie	Stanica	Tok	Hydrologické číslo	Plocha povodia (km ²)	Hydrolog. rok	Min. Max.		Priemerný mesačný a extrémny prietok za rok 1998												Priem.		
						m ³ · s ⁻¹		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
						Min.	Max.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Moravy	Záhorská Ves	Morava	1-4-17-02-044-01	25 521,30	1977 – 1997	11,35	946,0	95,5	79,2	87,0	103,9	57,0	57,8	52,1	40,8	117,5	178,3	216,9	101,0	25,9	413,6	98,9
	Borinka	Stupava	1-4-17-02-097-01	33,76	1974 – 1997	0,02	5,53	0,24	0,24	0,23	0,20	0,10	0,07	0,06	0,06	0,38	0,68	0,52	0,44	0,04	1,91	0,27
	Bratislava-Devín	Dunaj	1-4-20-01-001-01	131 244,0	1990 – 1997	754,9	9 429	1 389	1 146	1 859	1 927	1 765	2 052	2 168	1 562	2 253	2 155	3 268	2 048	945,8	5 700	1 968
	Spariská	Vydrica	1-4-20-01-004-01	7,25	1931 – 1997	0,0	3,95	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,12	0,12	0,08	0,006	2,864	0,049
Dunaja	Červený most	Vydrica	1-4-20-01-005-01	22,60	1965 – 1997	0,001	7,50	0,08	0,06	0,07	0,09	0,07	0,08	0,04	0,03	0,14	0,47	0,75	0,64	0,025	4,536	0,217
	Bratislava	Dunaj	1-4-20-01-006-01	131 329,10	1901 – 1997	580	10 400	1 390	1 146	1 856	1 928	1 767	2 051	2 168	1 564	2 251	2 149	3 274	2 048	944,4	5 700	1 968
	Malé Palenisko	Malý Dunaj	1-4-21-15-001-01	0,10	1968 – 1997	0,03	96,74	21,63	11,21	9,29	14,36	23,81	26,39	25,99	26,58	24,31	20,75	23,52	23,51	6,03	32,54	21,01
	Pezinok	Blatina	1-4-21-15-002-01	19,09	1961 – 1997	0,06	11,07	0,13	0,23	0,10	0,16	0,10	0,14	0,05	0,04	0,24	0,41	0,27	0,20	0,01	1,56	0,17
	Svätý Jur	Šurský kanál	1-4-21-15-009-01	106,10	1968 – 1997	0,03	29,27	0,55	0,43	0,41	0,60	0,26	0,48	0,32	0,06	0,85	1,11	0,75	0,35	0,03	29,27	0,51
	Vajnory	Račiansky potok	1-4-21-15-010-01	19,54	1968 – 1997	0,01	6,11	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,23	0,23	0,17	0,02	1,81	0,08
	Nová Dedinka	Malý Dunaj	1-4-21-15-012-03	51,67	1974 – 1997	4,37	126,1	21,19	10,88	13,94	15,83	21,15	20,42	24,52	22,09	20,23	20,43	21,28	20,06	10,14	70,06	19,40
	Bernolákovo	Čierna voda	1-4-21-15-013-01	72,18	1961 – 1997	0,00	9,39	0,16	0,18	0,12	0,12	0,04	0,06	0,05	0,04	0,09	0,55	0,47	0,35	0,01	1,17	0,19

Územie zobrazené na okraji listu Bratislava po vyústení Dunaja do nížiny predstavuje plochý náplavový kužel.

Na zmapovanom území bolo v minulosti 13 vodomerných staníc, v niektorých staniach sa však pozorovali iba vodné stavy bez vyčísl'ovania prietoku. Základné charakteristické hydrologické údaje z povrchových tokov sú uvedené v tab. 6.

Rieka Morava má charakter stredoeurópskej rieky s maximálnym prietokom v jarných mesiacoch (topenie snehovej pokrývky). Zrážkové maximá, ktoré sú v letných mesiacoch, vplyvom vysokého výparu sa prejavujú menej výrazne. Minimálny prietok sa vyskytuje v suchých jesenných mesiacoch a v zime.

Prietok Moravy sa vyčísl'uje od roku 1977 v stanici Záhorská Ves. Hydrologické charakteristiky sú spracované v tabuľke 6a.

Z hľadiska podzemnej vody treba uviesť, že vysoké vodné stavy v rieke Morave, ktoré majú vplyv na podzemnú vodu, sa vyskytujú aj v letných mesiacoch. Vysoké vodné stavy Dunaja spôsobujú vzdúvanie vody v toku Moravy v celom území zobrazenom na mape. Od 1. 7. 1973 sa začal vyčísl'ovať prietok na Stupave v Borinke.

Prietok Dunaja sa v minulosti vyčísl'oval iba vo vodomernej stanici v Bratislave. Prietok z tejto stanice je spracovaný v tab. 6 a 6a za obdobie 1931 – 1960 a 1901 až 1997. Od roku 1990 sa prietok vyčísl'uje aj v stanici Bratislava-Devín.

Dunaj má 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.

Vysoké vodné stavy sa vyskytujú pri ľadových zápchach, keď aj pri pomerne nízkom prietoku voda zapl'ňa inundácie.

Prítoky Dunaja majú kratšie rady pozorovania. Ich minimálny a maximálny prietok je v tab. 6a, v ktorej sú na porovnanie a ilustráciu uvedené aj hodnoty priemerného mesačného a extrémneho prietoku za rok 1998.

2. PREHLAD GEOLÓGIE

2.1. Regionálne geologické zaradenie

Územie zobrazené na mapovom liste 44 Bratislava v mierke 1 : 200 000 svojim rozsahom zaberá na SZ juhovýchodnú časť slovenského úseku Viedenskej panvy (geograficky jv. časť Záhorskej nížiny), južnú časť pohoria Malé Karpaty (devínska a južná časť Pezinských Karpát) a juhozápadnú časť Podunajskej panvy (geograficky Podunajskej nížiny).

Hodnotené územie Malých Karpát patrí k jadrovým pohoriam a predstavuje západný okraj Západných Karpát. Je to popaleogénna hrasť, od treťohorných panví oddelená pozdĺžnymi zlomami, a to zo západu od Viedenskej panvy (jej súčasťou je Záhorská nížina) a z východu od Podunajskej nížiny. Záhorská nížina (Borská nížina) je okrajovou časťou vnútroalpskej Viedenskej panvy. Východná časť územia patrí k Podunajskej panve, ktorá je podľa Budaya (1967) severným pokračovaním Zadunajskej panvy v Maďarsku. Na západe ju ohraničujú Malé Karpaty a ďalej v Rakúsku Hunsdheimske vrchy. Terajšia panva je výsledkom mladých, najmä pliocénnych a kvartérnych pohybov. Naše územie v užšom ponímaní je časťou Komárňanskej panvy, tvoriacej územie medzi Bratislavou a Komárnom. Centrum poklesávania podľa Janáčka je v oblasti Gabčíkova, zatiaľ čo hodnotené územie predstavuje len okrajovú časť panvy.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú útvary paleozoika, mezozoika, neogénu a kvartéru.

2.2. Charakteristika litostratigrafických jednotiek

2.2.1. Malé Karpaty

Malé Karpaty sú úzka hrasť predneogénneho podložja vynárajúca sa medzi hrubými uloženinami mlado-treťohorných panví Záhorskej nížiny a Podunajskej nížiny. Na hodnotenom území ich reprezentujú Devínske Karpaty a južná časť Pezinských Karpát. Na ich zložitej geologickej stavbe sa podieľajú základné centrálno-karpatské jednotky, tatrický fundament a jeho mezozoický sedimentárny pokryv.

Tatrikum je tvorené niekoľkými tektonickými jednotkami, z ktorých na tomto území je iba borinská (sub-autochtónna) a bratislavská (alochtónna) jednotka (Plašienka et al., 1989).

Kryštalínium. – Predmezozoický fundament jadrového pohoria Malých Karpát tvoria dva samostatné celky – bratislavský a modranský masív. Z dvoch tretín ho budujú granitoidné horniny a z jednej tretiny metamorfované horniny. Na území listu Bratislava sú zastúpené muskoviticko-biotitické granity až granodiority, dvojsľudové granity a granodiority a dioritické horniny.

Peliticko-psamitické metamorfované horniny sú v bratislavskom aj modranskom masíve. Na JZ bratislavského masívu v oblasti Dúbravská Hlavica – Hrubá pleš – Borinka tvoria súvislé pásma, metamorfované plášť bratislavského masívu. Z litologicko-petrografického hľadiska možno vyčleniť biotitické svorové ruly a pararuly, metakvarcity, zelené bridlice a lokálne v oblasti Prepadlého sú známe výskyty šošovkovitých telies metamorfovaných karbonátov. Uprostred granitoidných hornín, ako aj v rámci metamorfovaného plášťa sa nachádzajú amfibolity.

Mladšie paleozoikum je zastúpené devínskym súvrstvím (vrchný perm), ktoré tvoria drobnozrnne zlepené, lokálne s vložkami piesčitých bridlíc. Obnažené je v oblasti devínskej hradnej skaly.

Mezozoické komplexy malokarpatského tatrika Plašienka (1989) začleňuje do šiestich litostratigrafických sukcesí bratislavskej jednotky. Z nich sa v hodnotenom území nachádza iba borinská a devínska sukcesia. Čiastočne do územia zasahuje aj južný okraj orešianskej jednotky.

Borinská sukcesia je okrem malých výstupov jej triasového podložja jediný reprezentant borinskej tektonickej jednotky. Celý jurský až spodnokriedový sled borinskej sukcesie Plašienka (1987) zaraďuje do 4 súvrství – Prepadlého, Korenca, marianskeho a Somára.

Súvrstvie Prepadlého predstavuje najmä komplex borinských vápencov, prítomné sú slieňovce, biodetritické piesčité vápence a pieskovce. Hrúbka súvrstvia je 200 až 400 m. Vekovo patrí do sinemúru až pliensbachu, resp. až toarku.

Súvrstvie Korenca je vekovo ekvivalentom súvrstvia Prepadlého. Hrúbka súvrstvia je 800 m. Je to súbor ílovcov a slieňovcov, často s gradačne zvrstvenými polohami pieskovcov až piesčitých vápencov. Borinské vápence a karbonatické brekcie tvoria v súvrství nepravidelné polohy a šošovky sklzového pôvodu, niekedy s blokmi až megaolistolitmi triasových karbonátov, napr. komplex triasových vápencov a dolomitov pajštúnskej hradnej skaly, ktorý je typickým olistolitom. Pôvodné súvrstvie Korenca sa označovalo ako grestenské vrstvy. Najväčšiu rozlohu dosahuje medzi Borinkou a Pernekom.

Marianske súvrstvie pozostáva najmä zo známych marianskych pokrývačských bridlíc. Sú to čierne slieňité bridlice s vložkami krinoidovo-piesčitých vápencov. Prítomné sú polohy manganolitov a telesá masívnych vápencov a polymiktných brekcií. Hrúbka súvrstvia je 400 až 500 m. Vekovo patria k toarku, pravdepodobne k dogeru až malmu. Súvrstvie Somára je najvrchnejšia časť borinskej sukcesie. Leží v nadloží všetkých opísaných súvrství. Dosahuje hrúbku 500 m a viac. Predpokladá sa vek doger – malm, prípadne až spodná krieda. Tvoria ho najmä mohutné masy nestratifikovaných polymiktných brekcií, označované ako brekcie Somára. Komplex brekcií sa skladá z niekoľkých cyklov. Bázu cyklov tvorí poloha pieskovcov a nesúvislých vápencov hrubá 10 až 40 m. V pieskovcoch sú často olistolity spodnotriasových kremencov. Hlavné masy nestratifikovaných brekcií v jednotlivých cykloch majú hrúbku 100 – 150 m.

Jursko-kriedové sedimenty **devínskej sukcesie** sa nachádzajú väčšinou ako nevelké odkryvy roztrúsené najmä na sz. svahoch Devínskej Kobyly.

Transgresívne na erodovanom substráte – hrubom komplexe stredotriasových karbonátov – a celkove v autochtónnej pozícii vo vzťahu k predalpínskemu fundamentu bratislavskej tektonickej jednotky ležia brekciovitú biodetritické a kalové vápence liasu.

Strednú a vrchnú juru zastupujú kremité vápence a silicity. Spodnú kriedu predstavujú rohovcové vápence. Vystupujú v lome v mestskej časti Devínska Nová Ves pri rybníku. Tu sa nachádzajú aj slieňité bridlice patriace asi k albu(?).

Orešianska jednotka zasahuje na toto územie iba malou časťou v Hrubej doline (sz. nad Pezinkom). Vystupujú tu kremence a vápence mezozoika.

Rozšírenie kvartérnych sedimentov v oblasti Malých Karpát je zanedbateľné. Výnimkou sú úpätia pohoria, kde majú proluviálne a deluviálne sedimenty výraznejšiu hrúbku. Pokrývka svahových sedimentov vo forme piesčitých hĺn tu nepresahuje hrúbku niekoľko metrov.

2.2.2. Záhorská nížina

Južná časť Borskej nížiny (Záhorskej nížiny) ako východná časť Viedenskej panvy sa rozprestiera medzi Malými Karpatmi, riekou Moravou a riekou Rudavou.

Je vyplnená sedimentmi kvartéru a neogénnymi sedimentmi (od bádenu až po dák) ležiacimi v nížine na podloží mezozoických, prípadne starších súvrstviach.

Hlavný stavebný prvok panvy sú kryhy obmedzené zlomami. Panvu členíme tektonicky, podľa priebehu hlavných pozdĺžnych zlomových línií na niekoľko elevačných a depresných pásiem sv.-jz. smeru (Buday, 1962). Menej výrazné sú priečne tektonické línie, zhruba kolmé na karpatský smer. Jednotlivé tektonické celky obmedzené zlomami vykazujú rozdielny litologický charakter neogénnych a kvartérnych sedimentov. Detailnejšie na to poukazujeme pri charakteristike litostratigrafických jednotiek v jednotlivých tektonických celkoch.

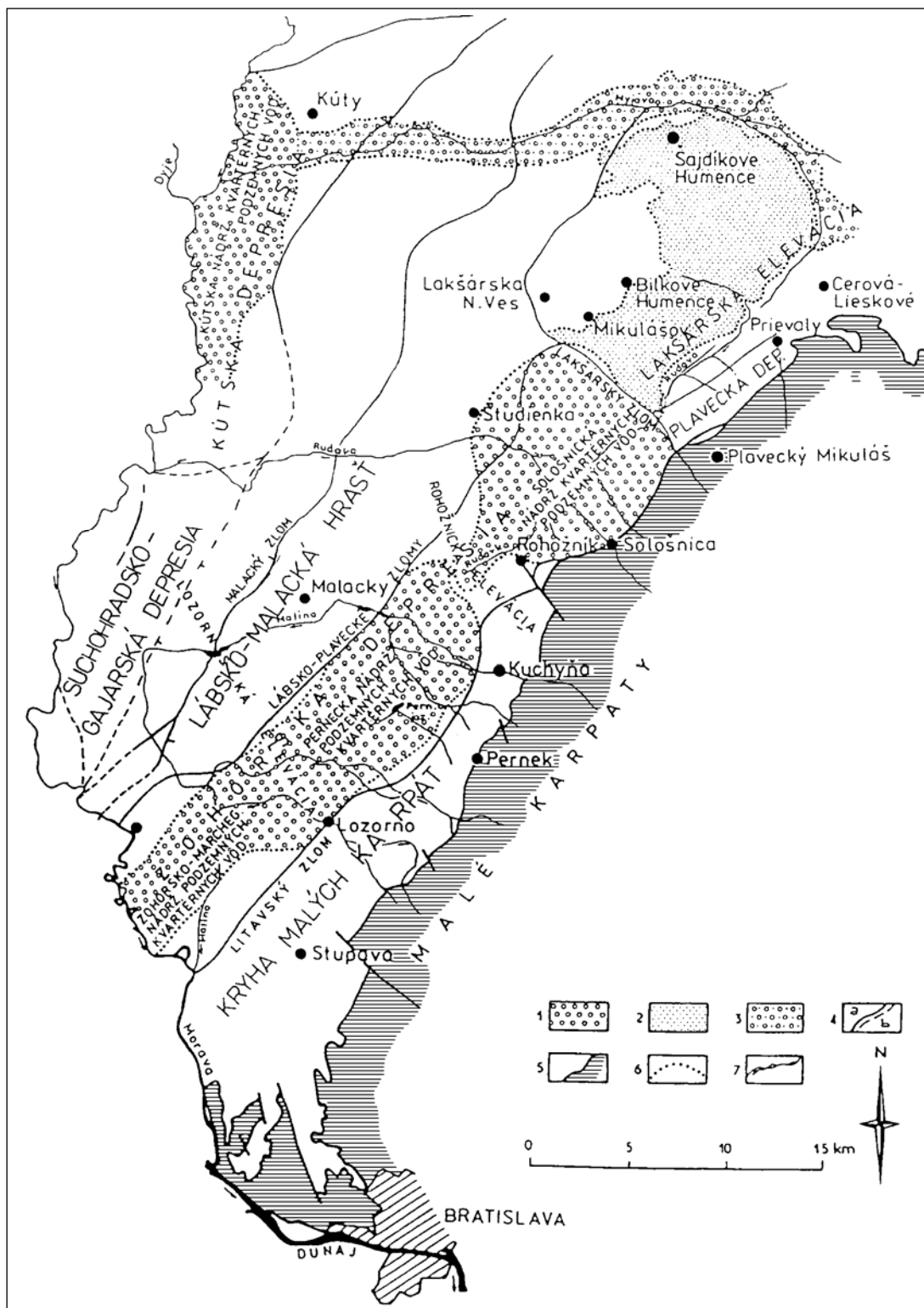
V zmapovanom území možno vymedziť od okraja Malých Karpát tieto tektonické celky (Vass a Elečko, 1995) (obr. 6):

- a) kryha Malých Karpát (relikty za okrajovým malokarpatským zlomom na strane pohoria),
- b) zohorská depresia,
- c) lábsko-malacká hrast'.

Okrajová malokarpatská kryhová oblasť je nepoklesnutý relikť bývalého okraja, ktorý sa zachoval za okrajovými zlomami, resp. litavským zlomom. Pod kvartérnymi sedimentmi vystupujú klastické sedimenty bádenu: piesky, pieskovce, brekcie, štrky (zlepence) a sporadicky aj pelitické sedimenty, resp. organogénne vápence. Tieto sedimenty prináležia k lanžhotskému súvrstviu (spodný bádén), jakubovskému súvrstviu,

kam patria aj hrubodetritické devínskonovoveské vrstvy (stredný bádén) a studienčanské súvrstvie s piesčitými sandberskými vrstvami (vrchný bádén).

Sarmatské sedimenty sú vyvinuté v okolí Dúbravky. Tvoria ich organogénne vápence, piesky, pieskovce a íly (Vass a Elečko, 1995).



Obr. 6. Schematická mapa tektonických celkov južnej časti Záhorskej nížiny s vyznačením hydrogeologicke významných oblastí kvartérnych podzemných vôd (zostavil Marcin a Kullman, 1999, s použitím podkladov Elečka a Vassa, 1995).

- 1 – kvartérne nádrže podzemných vôd; 2 – komplex viatych pieskov lakšárskej elevácie; 3 – aluviálne náplavy rieky Myjava;
- 4 – hranice jednotlivých neogénnych tektonických celkov – totožné s hlavnými tektonickými líniami: a) overené, b) predpokladané;
- 5 – okraj Malých Karpát; 6 – ohraničenie významných oblastí kvartérnych podzemných vôd; 7 – vodné toky.

Stabilizácia terciérneho podložia v kvartéri umožnila v tejto oblasti väčšinou vytvorenie kvartérnych sedimentov s malou hrúbkou. Sú to najmä prolúviá kužeľov malokarpatských tokov, zachované vo zvyškoch (Sabol, 1964). Proluviálne a soliflukčné proluviálne sedimenty sú tvorené poloopracovanými až ostrohrannými, rôzne zahlinenými štrkami s piesčitou prímесou, lokálne s prevahou hĺn (Baňacký a Sabol, 1969). Ich hrúbka sa pohybuje od 1 do 6 m. Oblasti medzi kužeľmi, svahy dolín, ako aj priľahlé svahy Malých Karpát sú pokryté deluviálnymi a deluviálno-proluviálnymi hlinito-kamenitými sedimentmi s prevahou hlinitého materiálu v hrúbke 2 až 3 m, maximálne 5 m. Z kvartérnych sedimentov tejto oblasti vo vzťahu k hydrogeológii má väčší význam rozľahlá devínskonovoveská terasa rozprestierajúca sa medzi Devínskou Novou Vsou a Devínskym Jazerom. Hrúbka pieskoštrkovej akumulácie tejto terasy je 2 – 8 m.

Podhorská depresia Malých Karpát, nazývaná aj **zohorská depresia**, tvorí severnú časť rozsiahlej priekopovej prepadliny, ktorá sa tiahne v dĺžke 106 km s premenlivou šírkou od 2 do 12 km od Wiener Neustadtu v Rakúsku cez Moravské pole na územie Slovenska do Záhorskej nížiny.

Táto rozsiahla priekopová prepadlina sa rozprestiera na území dvoch štátov. Je odrazom mladej kvartérnej tektoniky. Priečne elevácie ju rozčleňujú na 3 samostatné depresné celky vyplnené kvartérnymi sedimentmi. Dva z nich sa rozprestierajú na území Rakúska a tretí, najsevernejší, tvoriaci zohorskú depresiu, na území SR. Najjužnejšia z uvedených troch depresií je mitterndorfská depresia. Začína sa na juhu pri Wiener Neustadte a tiahne sa cez Mitterndorf až po Wienerherberg. Je obmedzená sollenausko-moosbrunerským a goldberským zlomom, pozdĺž ktorých poklesla, a vytvára asi 40 km dlhú a 2 – 8 km širokú kvartérnu depresiu vyplnenú pleistocénnymi štrkami. Tieto štrky dosahujú hrúbku až 150 m (Küpper, 1954).

Medzi Dunajom a Moravou v pokračovaní mitterndorfskej depresie na severovýchod je druhá významná samostatná depresia na Moravskom poli, a to depresia Lasser Senke. Je to podobná depresia ako predchádzajúca, poklesnutá pozdĺž zlomov a taktiež vyplnená kvartérnymi sedimentmi (Fink, 1955).

Depresia Lasser Senke sa smerom k Marcheggu splytčuje a vnútri celkovej priekopovej prepadliny v oblasti jz. od Marcheggu prechádza do elevácie, ktorú dokumentuje gänserndorfská terasa würmského veku (Fink, 1955). Ide o malú priečnu eleváciu, pretože pri Marcheggu sa už rozprestiera južný okraj zohorskej depresie, ktorá je podhorskou depresiou Malých Karpát a nachádza sa prakticky v celom rozsahu na území SR. Podobne ako predchádzajúce dve kvartérne depresie v Rakúsku, je to depresia s dĺžkou asi 36 km a šírkou 7 – 8 km, výrazne poklesnutá a obmedzená zlomami.

Vlastná zohorská depresia netvorí jednotný celok. Na jej vývoji sa podieľali aj pohyby pozdĺž priečných zlomov (sz.-jv. smeru), ktoré podmienili jej rozčlenenie na ďalšie čiastkové elevácie a depresie. Dve výrazné elevácie, a to rohožnícka a lozornianska, ktoré tvoria výrazné prieniky pohoria do nížiny, ju rozdeľujú na čiastkové depresie – najsevernejšiu, sološnickú čiastkovú depresiu, strednú, perneckú depresiu a najjužnejšiu, zohorsko-marcheggskú depresiu (Kullman, 1980).

V podloží kvartéru v zohorskej depresii vystupujú neogénne klastické sedimenty s významným podielom pelitických polôh. Najmladšie sedimenty výplne priekopy ležiace pod kvartérnym pokryvom patria ku gbel-skému súvrstviu dáckeého veku. Sú to pestré íly s polohami pieskov a štrkov.

Na juhovýchodnom okraji zohorskej depresie na okrajových vyšších kryhách (západne od Stupavy) pod kvartérom vystupujú sedimenty panónu: piesky a vápnité íly, ako aj sedimenty holičského súvrstvia (sarmat) – piesky/ pieskovce, vápnité íly a štrky/zlepence (Vass a Elečko, 1995).

Vývoj, a najmä hrúbku kvartérnych sedimentov v týchto čiastkových depresiách výrazne ovplyvnila kvartérna poklesová tektonika, ktorá v podhorí Malých Karpát formovala tvorbu náplavových kužeľov. Kým na čiastkových eleváciách kužele tvoria iba zvyšky s malou hrúbkou, v čiastkových depresiách sa za okrajovým zlomom v dôsledku poklesávania v priebehu kvartéru hromadil proluviálny materiál. Tak sa vytvorili hrubé súvrstvia klastických kvartérnych sedimentov, a to v sološnickej depresii s hrúbkou až do 50 m a v perneckej depresii až do 60 m. Prolúviá malokarpatských tokov zaplňali poklesávajúce depresie z juhovýchodu. Zo západu a severozápadu sa depresie v dôsledku intenzívnej eolickej činnosti v plnom rozsahu zaplňali viatymi pieskami. V ich západných častiach to bolo až do hrúbky 60 – 80 m. V stredných častiach depresií v dôsledku prevládajúcich vplyvov buď proluviálnej, alebo eolickej sedimentácie sa striedali proluviálne a eolické sedimenty (Kullman, 1980).

Odlišný charakter majú kvartérne sedimenty v najjužnejšej čiastkovej, zohorsko-marcheggskej depresii, v ktorej sa overili zvodnené kvartérne štrky a piesky hrubé 85 – 92 m. Veľká hrúbka kvartérnych sedimentov v tejto čiastkovej depresii, vytvorených náplavami Moravy a sčasti eolickou činnosťou, je podobne ako v pred-

chádzajúcich čiastkových depresiách dôsledkom súčinnosti intenzívnej a mladej poklesovej tektoniky územia (Kullman, 1980).

Lábsko-malackú hrast' od zohorskej depresie oddeľujú lábsko-plavecké zlomy a zo severozápadu malacké zlomy. Je to oblasť konsolidovaná až v staršom neogéne s vysoko položenými neogénnymi sedimentmi (Buday, 1962) v podloží kvartéru. Na hodnotené územie z tejto tektonickej jednotky zasahuje iba veľmi malá, južná časť štruktúry v oblasti Vysokej pri Morave. Budujú ju sedimenty neogénu, pričom najmladšie z nich prináležia k čárskemu súvrstviu pontského veku. Jeho maximálna hrúbka na hrasti je 400 m južne od Studienky, do 100 m v oblasti Malaciek a okolo 450 m v oblasti Vysokej. Súvrstvie tvoria piesky a íly so šošovkami lignitu. V čiastkových poklesnutých kryhách na hrasti sú zachované erozívne zvyšky gbelského súvrstvia (dák) s podobným litologickým zložením ako v zohorskej depresii (Vass a Elečko, 1995).

Vzhľadom na to, že táto oblasť bola začiatkom pontu vysoko položenou elevačnou zónou, nevytvorili sa podmienky na sedimentáciu väčšej hrúbky kvartérnych uloženín. Neogénne sedimenty v tejto oblasti vystupujú buď priamo na povrchu, alebo sú prekryté kvartérnymi uloženinami s malou hrúbkou. Najväčšiu rozlohu na hrasti z nich zaberajú erozívne zvyšky rôznych terasových stupňov Moravy. Tvoria ich štrky a piesky prevažne s malou hrúbkou (do 4 – 5 m), jemnozrnné až strednozrnné eolické piesky, taktiež väčšinou s malou hrúbkou, a deluviálne sedimenty na svahoch terasových zvyškov zo zahlinených pieskov s prímiesou štrkov, ktoré dosahujú hrúbku v priemere 1 m, maximálne 2 m (Kullman, 1980).

2.2.3. Podunajská nížina

Podunajská nížina ako mohutná medzihorská molasová depresia nemá jednotný geologický vývoj. Jej terajšia výplň pozostáva zo sedimentov, čiastočne aj vulkanitov. Vývoj Podunajskej nížiny ako panvy sa začal až v bádene a pokračoval v sarmate, panóne, potom v pliocéne a čiastočne aj v kvartéri. Paleogénne sedimenty v hodnotenom území ani v celej jz. časti Podunajskej nížiny nie sú zastúpené.

V časti Podunajskej panvy neogénne sedimenty vystupujú na povrch na menších plochách, najmä na styku pohoria s panvou. Sedimenty litologicky pestrých okrajových facií väčšinou reprezentujú neogén. Ich vývoj je spojený s centrami sedimentačných bazénov nachádzajúcich sa mimo zmapovaného územia. Priestorové rozšírenie sedimentov neogénu nie je rovnaké. Sedimenty bádenu sú obmedzene rozšírené sv. od strednej časti mesta Bratislavy. Z neogénu sú najstaršie bádenské andezitové vulkanity vo vrte HGB-1 v Rusovciach (Bondarenková, 1992) v priamom nadloží kryštalinika. Bádenské súvrstvie sa začína hrubými bazálnymi klastikami – brekciami a zlepcami. Je zachytené vo vrtoch FGB-1 Chorvátsky Grob a v ďalších vrtoch v Slovenskom Grobe, Senci a Bernolákove (Franko, 1977).

O niečo rozšírenejšie sú sedimenty sarmatu, ktoré ležia vo vrte HGP-1 diskordantne na bádenskom vulkanickom komplexe. Reprezentujú ho bazálne vápnnité pieskovce a nad nimi monotónne súvrstvie vápnných ílov.

Vývoj sedimentov sarmatu a bádenu bol spojený so sedimentáciou v trnavsko-dubnickej depresii. Počnúc panónom na sledovanom úseku panvy bol vývoj sedimentov spojený už so sedimentáciou v gabčíkovej depresii. Sedimenty panónu sú vyvinuté takmer na celom území. Ich hrúbka od okraja do stredu panvy sa zväčšuje (vo vrte Ma-1 je asi 140 m). Ide o litologicky pestré súvrstvia. V strednej časti panvy sa panón začína sedimentáciou vápnných ílov a štrkov. Vyššie ho zastupujú zelené, modré a sivé íly. V okrajovej časti tieto sedimenty prechádzajú do močiarnych sedimentov s polohami lignitov a uhoľných ílov. Sedimenty pontu majú približne rovnaké rozšírenie ako sedimenty panónu. Zastupujú ich pestro sa striedajúce sladkovodné súvrstvia s polohami pieskov, pieskovcov a pelitov, tzv. pestré vrstvy. Sedimenty dáku a rumanu sú rozšírené menej – stretávame ich viac v j. a jv. časti územia a pokračujú do stredu panvy. Sedimenty dáku zachytil vrt FGČ-1 pri Čilistove a HGB-1 v Rusovciach. Po litologickej stránke sa striedajú íly s pieskami, pričom vo vrchnej časti súvrstvia sú piesky v prevahe.

Sedimenty zaradené k vrchnému pliocénu až rumanu zastihol vrt FGČ-1 pri Čilistove a možno sú aj v najvyššej časti vrtu HGB-1 v Rusovciach. Litologicky sa striedajú pelity s pieskami, pričom v spodnej časti prevládajú pelity a vo vrchnej piesky. Litologicky obdobné súvrstvie na báze s hrubozrnnými pieskami a štrkopieskami s hrúbkou okolo 100,0 m bolo zachytené vrtmi naftového prieskumu medzi Cíferom a Sencom. Ležia diskordantne nad pestrými vrstvami a označujú sa ako kolárovske-gabčíkovské vrstvy (Dlabač, 1959; Janáček, 1967).

Kvartérne sedimenty pokrývajú podstatnú časť Podunajskej nížiny na zmapovanom území. Kvartérny geologický vývoj územia bol podmienený formovaním veľtoku Dunaja a jeho prítokov a zložitými neotektonickými pohybmi, ktoré podmienili genetickú a litologickú pestrosť sedimentov. Dominujúce postavenie v kvartéri majú fluviálne a fluvioлимnické sedimenty. Tvoria sedimentačnú výplň centrálnej depresie Podunajskej panvy a sú vyvinuté superpozične.

V dolinách v priestore pahorkatiny v dôsledku ich neotektonickej stability až mierneho zdvihu sú fluviálne sedimenty zachované v morfológickom slede vo forme terasových stupňov. Z väčšej časti sú zakryté hrubým sprašovým pokryvom.

Okrem fluviálnych sedimentov a eolických spraší sú vyvinuté eolické piesky, deluviálne, eluviálne, deluviálno-fluviálne a organogénne sedimenty a slatiny (spracované podľa Pristaša in Kováčik et al., 1996).

Za najstaršie vrstvy pleistocénu v Podunajskej nížine sa považujú fluviálno-jazerné sedimenty, ktoré tvoria výplň najviac poklesnutej, centrálnej (gabčíkovskej) depresie. V Podunajskej panve ležia na rôznych členoch vrchnej stavby neogénu a kryjú sa s rozsahom kolárovskej (gabčíkovskej) vrstiev (pieskov a siltov). V okrajových častiach depresie ležia na drobných ílovitých a vápniťých štrkoch palárikovských vrstiev.

Uvedené súvrstvie v rámci Podunajskej nížiny odčlenil od stredného fluviálneho súvrstvia Janáček (1967) a zaradil ho do staršieho pleistocénu. Vaškovský a Vaškovská (1977) súvrstvie začlenili do spodného pleistocénu a označili ho ako jazerné, resp. jazerno-riečne sedimenty. Súvrstvie (komplex) je charakteristické cyklickým striedaním pestrých piesčito-štrkovitých sedimentov s časťami a charakteristickými ílovitými polohami.

V centre depresie sa uvedené sedimenty zistili v maximálnej hĺbke 380 m (vrt PA-1), podľa výsledkov geofyziky v hĺbke 450 – 500 m. Ich hrúbka sa pohybuje od 10 do 350 m. Ako bolo uvedené, dominujú v nich piesčité štrky, piesky a polohy hĺn a ílov.

Pre Podunajskú nížinu v strednom pleistocéne je charakteristická rozsiahla, prevažne riečna sedimentácia Dunaja a jeho prítokov. V centrálnej depresii Podunajskej panvy stredné, fluviálne pieskovo-štrkové súvrstvie Dunaja a Váhu vytvára obrovské ploché vejáre náplavových kužeľov. V nich podstatnú časť tvoria vrstvy mladšieho a staršieho obdobia stredného pleistocénu, zakryté pokračujúcou fluviálnou sedimentáciou mladého pleistocénu a holocénu.

V okrajových častiach Podunajskej nížiny fluviálne piesčité štrky ležia na kolárovskej vrstvách, palárikovských vrstvách a dáku. Na povrch vystupujú len v hornej časti jadra Žitného ostrova.

Tento stredný komplex Janáček (1967) označil názvom dunajská štrková séria. Jeho hrúbka nie je rovnaká. Pod Bratislavou je asi 10 – 20 m, v okolí Komárna 8 – 12 m, v okolí Sládkovičova 18 – 24 m a v strednej časti depresie v okolí Gabčíkova dosahuje hrúbku asi 160 m. Stredné súvrstvie (komplex) tvoria prevažne (hrubšie) štrky, piesčité štrky a piesky. Zriedkavejšie sa v ňom vyskytujú hrubé polohy ílovitých, resp. hlinitých sedimentov.

Podľa Vaškovského a Vaškovskej (1977) väčšia hrúbka súvrstvia a zastúpenie hrubšieho štrkového materiálu je odrazom akumulácie s prevládáním korytových facií nad nivou. Jednotlivé faciie sa cyklicky opakujú.

Sedimenty vrchného pleistocénu pokrývajú väčšiu časť územia Podunajskej nížiny. Zastupujú ich fluviálne, fluviálno-eolické, a najmä eolické sedimenty.

Proluviálne sedimenty vrchného pleistocénu (würmu) tvoria úzky lem spodnej časti úpätia Malých Karpát medzi Bratislavou a Modrou. Sú to ploché náplavové kužele malokarpatských tokov tvorené nevytriedeným, neopracovaným štrkovito-piesčitým materiálom. Dominujú v ňom obliaky, bloky a úlomky granitoidov, pieskocov a kremencov. Ich hrúbka sa pohybuje od 2 do 5 m, maximálne do 7 m.

Väčší rozsah majú fluviálne sedimenty nízkej terasy, ktorá sa sporadicky zachovala v doline Dunaja.

Fluviálnu akumuláciu terasy tvoria sivé piesčité, dobre vytriedené štrky, pieskoštrky a piesky. Podobnú stavbu a pozíciu má ekvivalent práterskej terasy, ktorej hrana sa tiahne pozdĺž štátnej hranice s Rakúskom od obce Kittsse po styk slovensko-rakúsko-maďarskej hranice. Terasa vystupuje 4 – 6 m nad nivou Dunaja. Tvoria ju piesčité štrky, na ktorých občas vystupujú previate piesky. Najnižšiu pozíciu v terasových dolinách má dnová akumulácia tokov. Buduje rozsiahle plochy riečnej nivy Dunaja a jeho väčších prítokov. Zvodnené sedimenty dnovej akumulácie riek a potokov Podunajskej nížiny na povrch nevystupujú. Sú odkryté len v štrkoviskách, zväčša však zakryté povodňovými nivnými sedimentmi.

Osobitnou kategóriou sedimentov v doline Dunaja sú fluviálno-eolické vápniť piesky. Tento typ pieskov je uložený na najnižšom stupni Dunaja. Prevládajú tu piesčité sedimenty pri korytových valov migrujúceho

toku Dunaja, ktoré neskôr v podmienkach suchej klímy boli previate. Sú to jemnozrnné piesky s polohami hrubozrnných pieskov až drobných štrčikov. Hrúbka akumulácie je 1 – 7 m.

Eolické sedimenty – spraše – sú popri fluviálnych sedimentoch najviac rozšírené sedimenty Podunajskej nížiny. Súvisle pokrývajú územie Trnavskej pahorkatiny a riečne terasové stupne Dunaja, čím značne maskujú prvotný reliéf. Sprašové pokryvy tvoria zložité komplexy, v ktorých sa striedajú vrstvy typických spraší so svahovými sedimentmi a fosílnymi pôdami. Charakter spraší sa mení v horizontálnom aj vertikálnom smere. Na mierne zvlnenom a rovnom reliéfe pahorkatín a terás riek sú uložené subhorizontálne až horizontálne. Zložitejšie komplexy sa sformovali na naklonených brehoch a v dolinách riek.

Tak ako sa mení stavba sprašových komplexov, mení sa aj hrúbka pokryvov; v priemere je ich hrúbka v rozmedzí 5 – 15 m, 30 m, maximálne 40 m. Väčšia časť sprašových komplexov sa sformovala v období stredného a mladého pleistocénu.

Naviate piesky sú charakteristický genetický typ kvartérnych sedimentov Podunajskej nížiny. Ich výskyt sa viažu na nižšie položené časti nížiny pozdĺž väčších tokov. Smerom k terasám a pahorkatinám sa rozsah naviatych pieskov znižuje a napokon sa úplne vytrácajú.

Naviate piesky na Podunajskej nížine sú väčšinou uložené na fluviálnych sedimentoch dnových akumulácií nív riek, nízkych terasách, čiastočne stredných terasách a na svahoch pahorkatín. Hrúbka eolických pieskov nie je rovnaká. Najmenšia (2,5 m) je v prípade pieskov agradačných valov. Najväčšia hrúbka je v okolí Marcelovej.

K sedimentom veku pleistocén až holocén sa začleňujú polygenetické deluviálne sedimenty úpätí pohorí a pahorkatín a prechodné fluviálne sedimenty Žitného ostrova.

Deluviálne sedimenty tvoria nesúvislý a veľmi nerovnomerne hrubý pokryv a líšia sa svojím látkovým zložením.

Deluviálne (svahové) hlinito-kamenité sedimenty lemujú svahy na styku pahorkatín a pohorí, čiastočne terás a nív potokov. Lemujú predovšetkým spodné časti svahov východného okraja Malých Karpát. Ich hrúbka je variabilná, od 1 do 2 m, na úpätí viac exponovaných svahov až 15 m.

Deluviálne sprašovité hliny tvoria nesúvislý a veľmi nerovnomerne hrubý pokryv. Budujú svahy a úpätia pahorkatín. Tvoria ich svetložlté až žltohnedé odvápnené hliny.

Fluviálne vrstvy prechodného obdobia pleistocénu a holocénu tvoria staršie vrchné súvrstvie Podunajskej roviny. Jeho súčasťou sú predovšetkým nízke terasy Dunaja, vyvýšené jadro Žitného ostrova a staršie agradačné valy, ktoré sa nachádzajú medzi terasami a mladším, holocénnym krytom Žitného ostrova.

Jadro Žitného ostrova má centrálné postavenie a je to morfológicky najvyššie postavené územie. Tiahne sa prakticky po celej dĺžke Žitného ostrova od Podunajských Biskupíc po Komárno. V tomto smere sa jeho sedimenty ponárajú pod sedimenty holocénu.

V hornej časti jeho šírka dosahuje 15 km, v strednej a dolnej časti je zúžené na 4 – 6 km alebo vystupuje v podobe ostrovčekov. Tvoria ho piesčité štrky vrchnej časti stredného fluviálneho súvrstvia, resp. dnová akumulácia Dunaja.

Tesne pozdĺž nízkej terasy Dunaja a jadra Žitného ostrova sa tiahne zväčša členité pásmo starších poriečnych agradačných valov Dunaja, občas nazývané ako petržalská terasa. Ide o systém značne členitých agradačných valov vystupujúcich 3 – 4 m nad okolitým terénom. Valy sú tvorené sivými, jemno- až strednozrnnými pieskami. Priestory medzi valmi sú vyplnené piesčitými štrkami a pieskami. Môžu to byť aj sedimenty dnovej akumulácie obnažené defláciou.

Holocénne sedimenty tvoria litofaciálne pestré, laterálne sa meniace vrchné súvrstvie (povodňový nívny kryt) riečnych nív Dunaja a jeho prítokov.

Deluviálno-fluviálne sedimenty tvoria stratigraficky prechodnú, geneticky špecifickú skupinu vznikajúcu v období pleistocénu, ale aj v holocéne až podnes. Tieto sedimenty tvoria výplň dnových častí suchých, polosuchých alebo občasných tokov tečúcich po dnách úvalinových dolín pahorkatín. V horizontálnom a vertikálnom smere sa tu často striedajú piesčité až ílovité hliny, niekedy s prímiesou štrkov, premiestnené spraše, sprašové hliny a recentné a fosílné pôdy. Dosahujú hrúbku 1 – 3 m.

Slatiny sú typu prechodných rašelinísk, v ktorých dodnes pretrváva typický slatinový vývoj (Vaškovský, 1977). V Podunajskej nížine vznikajú a formujú sa na nepriepustných ílovitých a hlinitých nívnych sedimentoch v opustených mŕtvych ramenách Malého Dunaja. Väčší rozsah majú v mladých podhorských depresiách

na styku Malých Karpát a Podunajskej roviny, medzi proluviálnymi sedimentmi náplavových kužeľov alebo na ich koncoch, ktoré sú väčšinou podmáčané infiltrujúcou a tečúcou vodou (tzv. šúry).

Z najvýznamnejších nížinných slatinísk na území Podunajska je Jurský Šúr a Modranský Šúr.

Holocénne proluviálne sedimenty vystupujú v úst'ových častiach sporadicky tečúcich tokov, na styku pahorkatín a pohorí s nivami tokov.

Litofaciálne sa delia na štrkovité a hlinité. Hlinité štrky sú rozšírené na úpätí pohoria Malých Karpát. Materiál náplavov je zložený z poloopracovaných až ostrohranných úlomkov, na úpätí Malých Karpát z granitoidov, kremencov a vápencov.

Na styku nív a nížinných pahorkatín sú vyvinuté morfológicky podobné ploché vejáre náplavových kužeľov tvorené piesčitými hlinami s riedkym zastúpením preplavených pieskov a štrkov podložia a recentných pôd.

Celková hrúbka uvedených proluviálnych sedimentov náplavových kužeľov sa zväčšuje (od frontálneho okraja) od 1 do 5 m.

Sedimenty povrchového krytu (v širšom zmysle nívna fácia) tvoria rozsiahle, litofaciálne najpestrejšie súvrstvie, ktoré reprezentuje súbor sedimentov uložených na štrkoch mladého pleistocénu. V Podunajskej nížine odráža predovšetkým hydrodynamické zmeny Dunaja a Malého Dunaja.

Prevažne piesčité štrky tvoria akumulácie v medzirádzovom a prihrádzovom priestore pozdĺž Dunaja a Malého Dunaja. Vznikali resedimentáciou pôvodnej vrchnopleistocénnej akumulácie piesčitých štrkov počas holocénu. Tvoria fácie prikorytových plytčín a segmenty agradačných valov. Ich litofaciálne a petrografické zloženie je podobné piesčitým štrkom vrchnej časti stredného súvrstvia.

Väčší rozsah majú holocénne piesky prikorytových plytčín a agradačných valov Dunaja, Malého Dunaja a Čiernej vody. Tvoria morfológicky vyvýšené plochy.

Podstatnú časť riečnych nív Dunaja a jeho prítokov zaberajú najviac rozšírené nečlenené hlinité a piesčito-hlinité povodňové sedimenty. Sú uložené na piesčitých štrkoch vrchného pleistocénu a na štrkoch korytovej a prikorytovej fácie. Ich hrúbka nie je rovnaká, často sa zväčšuje smerom od jadra Žitného ostrova k hlavným tokom od 0,5 do 3 m. V malých holocénnych depresiách sa zväčšuje do 4 – 5 m.

Povrch riečnych nív Podunajskej nížiny spestruje hustá sieť mŕtvych ramien, ktoré sa nachádzajú v rôznych štádiách zrelosti. Ich vývoj úzko súvisí so zmenou tokov, spôsobenou častým divočením riek, furkáciou.

Na území Žitného ostrova Vaškovský a Vaškovská (1977) rozlíšili štyri základné typy mŕtvych ramien: erozívne, prechodné (s tenkou sedimentačnou výplňou), akumulčné a pochované mŕtve ramená.

S mŕtvymi ramenami prvých dvoch typov sa stretávame v hornej časti jadra Žitného ostrova. Prevalu majú ostatné typy. Nívné hnilokalové hliny a silne humózne sedimenty vyplňajú staršie mŕtve ramená. Z hľadiska zrnitostného zloženia sú to väčšinou hliny až íly, miestami piesčité.

Mladšiu výplň mŕtvych ramien tvoria prachovito- až piesčito-ílovité nívné hliny, slabo humózne. V týchto sedimentoch prevláda pôvodná fluviaálna zložka ílov a hlín s prímiesou polorozloženej organickej hmoty a sú často oglejené.

2.3. Tektonika

Tektonická stavba územia je výsledkom dvoch orogén – hercýnskej a alpínskej. Je zložitá nielen z hľadiska alpínskej tektoniky, ale jej zložitosť vyplýva aj zo vzťahu hercýnskych a alpínskych štruktúr. V rámci hercýnskeho štruktúrneho horizontu sa na mnohých miestach (Devín – Borinka) zachovali sedimentárne textúry v metamorfitech. Intrúzívne teleso bratislavského granitu má pri povrchu (evidentne pri jeho západnom okraji v úseku Devín – jv. od Marianky) formu ovplyvnenú hercýnskou stavbou vlastného metamorfovaného plášťa, t. j. má smer SV – JZ a upadá na SZ pod metamorfity.

Vývoj hercýnskej stavby v Malých Karpatoch môžeme charakterizovať regionálnym metamorfným vrásnením, po ktorom nasledovala tzv. periplutonická metamorfóza a intrúzia bratislavského granitovo-monzonitového telesa, tektonické zblíženie pezinsko-perneckej a harmónskej skupiny a intrúzia modranského granitoidového telesa v spojení s kontaktnou metamorfózou.

Hlavné črty alpínskej stavby územia vznikli ešte v stredno- až vrchnokriedovom období. Hlavná makroštruktúra územia je násunová plocha bratislavského príkrova (tatrské kryštalinikum a jeho mezozoický

obal – devínska skupina) v nadloží borinskej jednotky. Násunovú plochu sprevádza duktilná strižná zóna. Prebieha od Závodov technického skla popod neogénnu výplň Lamačskej brány smerom k v. okraju Záhorskej Bystrice, cez Marianku, dolinu Prepadlé, Okopanec, Volhovisko – Panský les až do doliny Račieho potoka. V čele bratislavského príkrovu v okolí Devínskej Kobyly sa vytvorila rozsiahla ležatá vrása. Táto príkrovová stavba je výrazne modifikovaná sústavou prešmykov a bočných posunov. Ide o šikmé posuny, z ktorých v prípade zlomov smeru SV – JZ prevláda vertikálna a v prípade zlomov smeru S – J horizontálna zložka pohybu. Najvýraznejšie zlomy tohto systému sú prešmyk Okopanca prebiehajúci od Borinky až po dolinu Račieho potoka a bočné posuny Volhoviska a Medvedieho údolia. Vplyvom alpínskych subhorizontálnych pohybov sa v kryštaliniku vytvorilo niekoľko horizontov kataklasticky metamorfovaných hornín, ktoré sprevádzajú predovšetkým dve hlavné násunové plochy: borinskú a modranskú. Násunové plochy a sprievodné strižné zóny plocho utínajú strmšie uklonené hercýnske štruktúry kryštalinika. Borinská strižná zóna (pri západnom okraji bratislavského masívu) sa viaže k násunovej (presunovej, príkrovovej) ploche kryštalinika na mezozoikum borinskej jednotky a je sklonená (v úseku Devín – Marianka) 40 – 70° na SZ.

Z mladoalpínskych tektonických štruktúr na území dominujú zlomy, ktoré porušujú predneogénne podložie a neogénno-kvartérnu sedimentačnú výplň. Na celom území je možné rozlíšiť zlomové štruktúry sv.-jv., sv.-jz., s.-j. a z.-v. smeru. Zlomy ohraničujú kryhy a medzikryhy. Vzhľadom na rôznu intenzitu a smer tektonických pohybov, počnúc najmä bádénom, sa začal vytvárať súčasný štruktúrno-tektonický plán územia. Takto sa vytvárali Malé Karpaty ako asymetrická hrast' vyznačujúca sa rôznou intenzitou zdvihových pohybov od bádenu, potom počas neskorších tektonických fáz (panón, pont) a pliocénu (dák, ruman) nastali ďalšie nerovnomerné zdvihy kombinované so zlomami. Zdvihový charakter si pohorie zachováva aj počas kvartéru. Popaleogénne zlomy rozčlenili pohorie na vyvýšené elevácie a znížneniny (depresie). Malé Karpaty obmedzujú zo západnej, najmä však z východnej strany morfológicky výrazné zlomové línie sv.-jz. smeru. Druhý významnejší zlomový systém má smer SZ – JV. Pri týchto zlomoch okrem vertikálnej zložky sa prejavila aj horizontálna zložka posunu (napr. v doline v. od Borinky).

Viedenská panva (ktorej súčasťou je aj Borská nížina) ako pozdĺžna vnútrohorská depresia vznikla štajerskou orogénou začínajúcou sa v spodnom bádene. Jej staršie jednotky sa vrásnili a boli postihnuté epigenetickou zlomovou tektonikou tvoriacou štruktúry v.-z., resp. vsv.-zjz. smeru. Mladšia, postštajerská panva má po inverzii reliéfu sv.-jz. až ssv.-jjz. smer pozdĺžnych štruktúr. Výrazne sa tu uplatnila synsedimentárna tektonika. Prejavuje sa v zložitom systéme hrastí a prepادلín, kde sú viazané bádenské a sarmatské sedimenty v najväčšej hrúbke (Buday et al., 1962).

V nížinnej časti územia týmto pohybom zodpovedá pokles niektorých častí zohorskej depresie a tým vznik kvartérnych tektonických depresií. Priebeh a rozsah kvartérnych depresií sa nekryje presne s priebehom a rozsahom neogénnych depresií, je podstatne menší, aj keď miestami presahuje ich rámec. Na území Záhorskej nížiny viacerí autori dokumentovali kvartérnu tektoniku. Prechod tektonických pohybov z pliocénu do kvartéru a ich pokračovanie dodnes v zohorsko-plaveckej depresii predpokladali už Stiny (1952), Küpper (1955) a Buday et al. (1962) a potvrdil Krippel (1962). Vaškovská (1967, 1970, 1971) zistila v zohorsko-marcheggskej depresii 9 cyklov superpozične uložených fluviaálnych sedimentov rieky Moravy. Hĺbka poklesov v čiastkových depresiách zohorsko-plaveckej depresie nie je rovnaká. V perneckej depresii je to asi 150 m, v sološnickej asi 100 m a v zohorsko-marcheggskej depresii asi 85 m. Rozdiely sú aj v intenzite poklesov. V zohorsko-marcheggskej depresii počas stredného pleistocénu sa zaznamenal pokles do 30 m, v priebehu stredného pleistocénu do 35 m a v období pleistocénu až holocénu nastal pokles do 22 m.

Osobitným, tektonicky postihnutým útvarom v Borskej nížine (Baňacký a Sabol, 1969) je tzv. stupavsko-lamačská depresia. Na západnej strane ju ohraničuje strmý svah devínskonovoveskej dunajskej terasy, na východe úpätie Malých Karpát. Táto depresia je mladá, vznikla vo vrchnom pleistocéne.

Podunajská panva začala vznikať vo vrchnom bádene a sformovala sa najmä v pliocéne a kvartéri. Štruktúrny vývoj panvy nebol jednotný. Orientácia a rozsah sedimentačných priestorov sa menili a jej súčasné rozloženie sa sformovalo až v pliocéne.

Na základe geofyzikálnych a vrtných prác Pospíšil et al. (1978) vypracovali neotektonickú stavbu Žitného ostrova. Podľa zmien hrúbky štrkopiesčítých sedimentov vymedzili sieť zlomov, ktoré boli aktívne v kvartéri. Na základe rozsiahlej analýzy doplnenej o poznatky z vrtných prác boli vyčlenené pozdĺžne zlomy sv.-jv. smeru a priečne zlomy sv.-jz. smeru.

Pozdĺžny zlom (okrajový) prebieha od j. okraja Senca k Tomášovu, druhý (stredový) od Podunajských Biskupíc k Čalovu a Veľkým Kosihám a tretia sústava zlomov prebieha v území rieky Dunaj. Podložie kvartéru vplyvom uvedených pozdĺžnych zlomov smerom k Dunaju všeobecne poklesáva.

Na pozdĺžne zlomy prakticky kolmo prebiehajú priečne zlomy v smere SV – JZ a členia toto územie na tri hlavné zlomové štruktúry:

- a) gabčíkovskú prepادلínu,
- b) jv. stúpajúce kryhy (mimo hodnoteného územia),
- c) komárňanské kryhy (mimo hodnoteného územia).

Gabčíkovská prepادلína má najväčšie plošné rozšírenie. Začína sa zlomami na úpätí Malých Karpát, ktoré vymedzujú jej sz. hranicu, a končí sa na JV palkovičovským zlomom. Tvar tejto prepادلíny je asymetrický, sz. poklesy sú menej strmé ako juhovýchodné.

Tektonické línie členia gabčíkovskú prepادلínu na celý rad krýh:

a) pásmo vysokých okrajových krýh pri Malých Karpatoch po hamuliakovský zlom. Toto pásmo sa ďalej člení na celý rad čiastkových poklesnutých a vyzdvihnutých krýh, a to v dôsledku priečných aj pozdĺžnych zlomov. Všeobecne však hrúbka kvartérnych sedimentov, respektíve úroveň nepriepustných neogénnych sedimentov upadá od Malých Karpát smerom k hamuliakovskému zlomu a od pozdĺžneho okrajového zlomu k dunajským zlomom. Štrky s hrúbkou viac ako 30 m sa začínajú za bernolákovským zlomom po strednú pozdĺžnu tektonickú líniu. Za tomášovskou (priečnou) tektonickou líniou kvartérne sedimenty dosahujú aj presahujú hrúbku 30 m už v celom území. Maximálnu hrúbku, 119 m, majú kvartérne sedimenty v poklesnutej kalinkovskej kryhe obmedzenej malinovským a hamuliakovským (priečnym) zlomom a pozdĺžnym lokálnym zlomom.

b) šamorínska kryha. Túto kryhu ohraničujú zlomy (priečne) – hamuliakovský a dobrohoštský. Najviac poklesnutá kryha je šamorínska kryha, obmedzená zo SV stredným pozdĺžnym zlomom. Kvartér tam má hrúbku 304 m. Ďalej na SV hrúbka kvartéru klesá a územie je rozdelené čiastkovou tektonikou na prepادلíny a hrasti.

3. HYDROGEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

Hydrogeologických pomerov najjužnejšej časti **Malých Karpát** sa dotýka niekoľko starších hydrogeologických prác.

Hydrogeologické pomery južnej časti Malých Karpát sa hodnotia v správe *Základný hydrogeologický výskum mezozoika na liste generálnej mapy Bratislava* (Kullman, 1957). Na túto prácu nadviazal výskum v jednotlivých častiach pohoria. Sú to najmä práce: *Vzorový výpočet zásob krasových vôd sz. časti Malých Karpát* (Kullman, 1965), *Vody západných svahov Malých Karpát a ich vplyv na režim a zásoby podzemných vôd Záhorskej nížiny* (Kullman, 1965) a *Bilančné výpočty krasových vôd v Malých Karpatoch* (Dubá a Kullman, 1968).

Registráciu prameňov v Malých Karpatoch spadajúcich do povodia Váhu urobil Jalč (1969) a v časti spadajúcej do povodia Dolnej Moravy Jalč a Kropacsek (1973). Hydrogeologické pomery Malých Karpát boli zhodnotené aj v rámci zostavovania hydrogeologických máp v mierke 1 : 200 000, list Bratislava – Viedeň (Kullman, Porubský a Gazda, 1969), list Bratislava (Kullman, Pospíšil a Gazda, 1973), list Trnava (Kullman, Gazda a Porubský, 1974) a list Znojmo (Kullman, Banič a Gazda, 1974).

Z tohto obdobia je aj správa Poláka a Tůmovej (1969), v ktorej sú zhodnotené výsledky predbežného hydrogeologického prieskumu lokality Borinka – vyvieračka Medené Hámre. V správe sú zhrnuté výsledky merania prietoku, ako aj opakovaných indikačných skúšok v ponore Prepadlé – Limbašská vyvieračka. Tieto výsledky potvrdili staršie poznatky Kullmana a Gazdu (1957) o súvislosti vôd ponoru a vyvieračky. Ucelené zhrnutie poznatkov o tejto problematike je uvedené v sprievodcovi k XXIII. celoštátnej geologickej konferencii (Kullman, 1980). Na základe týchto poznatkov Západoslovenské vodárne a kanalizácie v roku 1984 vymedzili pásma hygienickej ochrany vodných zdrojov Borinka – Medené Hámre a Pajštúnka vyvieračka.

Odtok podzemnej vody z kryštalinika Malých Karpát zhodnotil v kandidátskej dizertačnej práci Dovina (1984). Spolu s Vranom a Bodišom zhodnotil aj chemické zloženie podzemnej vody v kryštaliniku (1983). Tieto práce nadväzovali na hodnotenie hydrogeochemických pomerov Malých Karpát spracované Gazdom (in Kullman et al., 1973) a na geochemické štúdium vody v procese chemického zvetrávania kryštalických hornín Malých Karpát spracované Vranom (1981).

Základné hydrogeologické poznatky o banských vodách kryštalinika Malých Karpát podávajú vo svojich prácach Dovina (1979) a Dovina, Vrana a Bodiš (1983).

Kvôli zabezpečeniu zdrojov vody na lokálne zásobovanie pitnou a úžitkovou vodou a kvôli riešeniu úloh spojených s výstavbou sa v skúmanom území a v časti prilahlej k Pezinským Karpatom urobilo množstvo prieskumných prác, hydrogeologických vrtov a štúdií.

Poznatky z hydrogeologických vrtov realizovaných na zabezpečenie lokálnych zdrojov vody pre oblasť Borinky sú zhrnuté v správach Némethyovej (1981) a Drábika (1985), v oblasti Stupavy v správach Drábika (1984), Némethyovej (1982) a Paňákovovej (1986), v Záhorskej Bystrici v správach Hlavatého (1968) a Bátorého (1969), v Devínskej Novej Vsi v správach Šarlayovej (1982) a Bátorého (1969), v Marianke v správe Jalča (1989) a Jendraššáka (1980) a v Dúbravke v správe Kozakoviča (1984).

Medzi posledné práce, v ktorých sú zhodnotené aj hydrogeologické pomery študovaného územia, patrí správa Čechovej a Pospiechovej (1987) *Hydrogeologické pomery Malých Karpát – územia Veľkej Bratislavy*, v ktorej okrem hodnotenia hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov je uvedené aj nepriame stanovenie priepustnosti kryštalinika na základe hydrochemických údajov. Okrem toho je to ešte *Mapa kvalitatívnych vlastností podzemných vôd územia Veľkej Bratislavy – časť sever* (Vrana a Pospiechová, 1987). Hanzel, Vrana a Čimborová (1993) a Hanzel a Vrana (1997) na základe výsledkov hydrogeologického výskumu komplexne hodnotia podzemné vody západných svahov Devínskych a Pezinských Karpát a zvlášť krasovo-puklinové vody Borinského krasu.

V rámci úlohy *Podunajsko – DANREG* bola vypracovaná aj *Hydrogeologická mapa Podunajska* v mierke 1 : 100 000 zasahujúca až do južných častí Malých Karpát (Malík et al. in Tkáčová a Kováčik et al., 1996).

Posledná práca, v ktorej sú komplexne zhodnotené hydrogeologické pomery Pezinských Karpát, je *Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Pezinských Karpát v mierke 1 : 50 000* s textovými vysvetľovacími (Hanzel a Vrana, 1999).

Do roku 1957 sa hydrogeologické práce v **Záhorskej nížine** obmedzovali iba na realizovanie jednotlivých hydrogeologických vrtov pre rôznych záujemcov.

Komplexnejšie orientačné zhodnotenie územia na základe lokálnych hydrogeologických prác, a najmä na základe výsledkov vrtných prác ČSN so zameraním na neogénne sedimenty poskytli Porubský (1957) a Rudinec (1958).

Základný hydrogeologický výskum kvartérnych sedimentov urobil Kullman (1966). V rámci tohto prieskumu sa v súlade s geologicko-tektonickou stavbou územia vyčlenili jednotlivé nádrže podzemnej vody. Tie sa potom hydrogeologicky overovali 26 prieskumnými vrtmi. Na základe výsledkov získaných ich odčerpaním, zhodnotenia starších prác a sporadických hydrologických meraní bolo vyčíslené prognózne množstvo podzemnej vody nádrží (spolu asi 1 100 – 1 200 l . s⁻¹ prírodných zdrojov podzemnej vody bez uvažovania nevyčísleného množstva zohorsko-marcheggskej nádrže). V rámci úlohy sa orientačne zhodnotili aj plytké zvodnené kolektory v neogéne.

Na území zohorskej nádrže podzemnej vody sa v rámci úlohy *Malina – niva Moravy – odvodnenie* (Otepka et al., 1967) zisťovali geologické pomery na trasách jednotlivých odpadov a objektov v podloží hrádze a fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín vyskytujúcich sa v záujmovom území. V súvislosti s tým sa zisťovali aj základné hydrogeologické parametre jednotlivých sedimentov.

V rámci doplnenia pozorovacej siete Hydrometeorologického ústavu (Holéczyová, 1968) sa vyhlánilo 8 nových hydrogeologických vrtov a zo starších vrtných prác sa takto upravilo 10 vrtov. Čerpacie skúšky uskutočnené na novovyhlbených vrtoch orientačne overili výdatnosť jednotlivých vrtov a boli podkladom na výpočet koeficientov filtrácie zvodneného prostredia.

Pri riešení úlohy *Záhorská nížina II, sološnická a zohorská nádrž podzemných vôd – pitné vody* (Šubová, 1973) sa na základe získaných poznatkov urobili výpočty množstva podzemnej vody v kategórii C₂ a C₁ a vyčíslili sa prítoky podzemnej vody z oblasti Malých Karpát.

Polák (1976) pri riešení úlohy *Zohor – Láb – hydrogeologický prieskum III/1* sa zaoberal šírením znečistenia podzemnej vody spôsobeným poľnohospodárskou veľkovýrobou, ktorá je rozšírená až po riečku Malina od PD Zohor.

V rámci úlohy *Lozorno – hydrogeologický prieskum pre vodný zdroj – I. etapa* (Polák, 1978) boli v jv. časti perneckej nádrže vybudované 3 hydrogeologické vrty – HL-21 až HL-23 – a sieť pozorovacích sond.

Okrem spomínaných autorov, ktorí pracovali na rozsiahlejších úlohách podávajúci komplexný obraz o hydrogeológii daného regiónu, tu pracovali aj autori zaoberajúci sa problematikou získavania podzemnej vody pre poľnohospodárstvo, priemysel a obyvateľstvo. Tieto práce boli menšieho rozsahu, ale v danej oblasti početné. Prieskumné práce sa najviac koncentrovali v oblastiach Vysoká pri Morave – Zohor, Malacky a Stupava (Ptáčková, 1958; Pekař, 1966; Tartal, 1966; Némethyová, 1980, 1982; Čubrik, 1984; Jendraššák, 1969; Jalč, 1970; Šarlayová, 1970, 1971; Lauko, 1978, 1980; Arva, 1978, 1981, 1982; Drábik, 1984, 1985; Šopinec, 1989).

Najnovšia práca, ktorá komplexne hodnotí hydrogeologické pomery skúmanej časti Záhorskej nížiny, je hydrogeologická mapa južnej časti Záhorskej nížiny v mierke 1 : 50 000 (Kullman a Marcin, 1999).

Južným okrajom Devínskych Karpát sa tiahne aj poriečna niva Dunaja. Na fluvialne sedimenty Dunaja sa viažu významné zdroje podzemnej vody, ktoré sa využívajú na zásobovanie Bratislavy. Zo starších prác, ktoré hodnotia vodné zdroje bratislavského vodovodu a zásoby podzemnej vody okolia Bratislavy z ich prognostického vodárenského hľadiska, je štúdia Porubského (1967) *Hydrogeologické možnosti získania vodných zdrojov pre Bratislavu* a ďalšie práce Porubského (1968, 1973). Z hydrogeologického, a zvlášť vodárenského hľadiska majú v skúmanom území najväčší význam dunajské ostrovy v Devínskej bráne. Je to najmä Sedláčkov ostrov a ostrov Sihoť, kde sa robil rozsiahly hydrogeologický prieskum (Hýroššová, 1966; Pospíšil, 1971; Jendraššák, 1975; Porubský, 1969).

Ďalšie práce zamerané na vyhľadávanie podzemnej vody na zásobovanie Bratislavy sú práce z oblasti Pečnianskeho lesa (Žák, 1970, 1976) a Rusoviec-Ostrovských lúčok (Pechočiaková, 1971, 1973).

V **Podunajskej nížine** sa začal robiť hydrogeologický prieskum v päťdesiatych rokoch minulého storočia. Väčšinou však mal charakter lokálneho prieskumu zameraného na zásobovanie obyvateľov a poľnohospodárskych podnikov pitnou a úžitkovou vodou.

V päťdesiatych rokoch sa začala budovať pozorovacia sieť hladín podzemnej vody a v roku 1953 sa začalo pozorovanie. Výsledky pozorovaní zhodnotil Zajíček a v roku 1954 spracoval aj celkovú predstavu o režime podzemnej vody Žitného ostrova. Na túto prácu nadviazal VÚVH Bratislava výskumnými úlohami (Dubá, 1951; Dubá, Gyalokay a Supek, 1965, a ďalšie). Gyalokay sa zaoberal určením prítoku vody do sedimentov Žitného ostrova (1965).

Porubský v svojej práci *II. vodný zdroj Bratislavy* (1958) ako prvý komplexne spracoval hydrogeológiu, urobil rozbor metodických postupov a uskutočnil kvantitatívne a kvalitatívne ocenenie množstva podzemnej vody v území ohraničenom Malými Karpatmi, Bernolákovom, Mostom na Ostrove, Rovinkou a korytom Dunaja. V tejto práci venoval významnú pozornosť aj ochrane podzemnej vody a upozornil na jej ohrozenie najmä Slovnaftom. Územie Žitného ostrova na základe existujúcich podkladov aj vlastných prieskumných prác zhodnotil Bujalka (1959). Na základe hodnôt koeficientov filtrácie vyčlenil 6 územných celkov. Zaoberal sa aj zásobami podzemnej vody a na základe poznatkov o zmenách kvality podzemnej vody vo vertikálnom smere ako optimálnu hĺbku odberu podzemnej vody uvádza hĺbku okolo 50 m pod terénom.

Práca Jakubca a Porubského z roku 1963 *Čsl. úsek Dunaja* komplexne zhodnocuje všetky staršie hydrogeologické a inžinierskogeologické práce aj vlastné prieskumné práce. Títo autori v území vyčlenili rajóny podľa hrúbky štrkopiesčitých sedimentov.

Lehký a Gyalokay (1964) v rámci svojej úlohy venovali pozornosť drenáži podzemnej vody do malého Dunaja a sústavy kanálov. Prieskumné práce realizované v rámci projektovania Vodného diela Gabčíkovo – Nagymaros priniesli celý rad hydrogeologických poznatkov, no v prevahe do hĺbky 30 m. Sú to práce Porubského, Bacmaňákovvej a ďalších, neskôr Háľka, Gyalokaya, Čistina, Solgáya, Nátera a iných.

V roku 1966 sa začal vyhľadávací hydrogeologický prieskum s názvom *Veľký Žitný ostrov – regionálny hydrogeologický prieskum*. Všetky práce realizované v rámci tejto úlohy aj ďalšie práce staršieho dáta zhodnotil kolektív autorov Porubský, Gazda, Kněžek a Repka v záverečnej správe vypracovanej v auguste 1971. Ide o komplexnú správu, ktorá je zhrnutím dovtedajších poznatkov. Obsahuje významné hodnotenie kvality podzemnej vody a hydrochemickej a geochemickej problematiky a jej výsledkom je vyčíslenie množstva podzemnej vody Žitného ostrova. V následnom regionálnom hydrogeologickom prieskume Repka et al. (1978) zhodnotili prírodné pomery a vyčíslili využiteľné množstvo podzemnej vody. V KKZ bolo schválených $14,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ využiteľného množstva podzemnej vody v kategórii C₁.

Súbežne s týmto aj predchádzajúcim regionálnym prieskumom sa realizovali lokálne prieskumy na spresnenie poznatkov o využiteľnom množstve podzemnej vody. V roku 1973 skončili Bím a Gazda (1973) vyhľadávací hydrogeologický prieskum oblasti Hamuliakova.

V lokalite Slovnaft pracoval Pelikán s kolektívom z Geotestu Brno na vybudovaní hydraulického clony ako ochranného prvku proti úniku ropných látok zo Slovnaftu do podzemnej vody Žitného ostrova. Vybuvoval sa studňový rad na zásobovanie CHZJD (Istrochem) úžitkovou vodou (chladiarenská voda).

V rokoch 1972 až 1974 sa realizoval hydrogeologický prieskum v lokalite Kalinkovo (Takáčová, 1972; Jendraššák, 1973) – išlo o náhradný vodný zdroj pre Bratislavu za znehodnotený II. vodný zdroj, čo poznačilo aj prieskum. Zhodnotenie využiteľného množstva podzemnej vody sa uskutočnilo až na základe výsledkov získaných počas využívania zdroja (Supek a Lehocký, 1974).

Lokalita Šamorín mala obdobný vývoj. V roku 1973 sa začali budovať hydrogeologické vrty (Repka). Ďalšiu správu spracoval Pospíšil v roku 1976, následne Némethy et al. (1978) spracovali výpočet využiteľného množstva v lokalite a v roku 1981 Repka a Bukvová uskutočnili podrobný hydrogeologický prieskum. V roku 1984 boli zhodnotené výsledky sledovania kvality podzemnej vody.

Všetky výsledky lokálnych prieskumov do roku 1977 okrem Dobrohošte, kde kvalita podzemnej vody je limitujúcim faktorom využívania, boli zahrnuté do výpočtu množstva podzemnej vody (Repka, 1978).

Po roku 1978 až do roku 1991 sa nerobili rozsiahlejšie hydrogeologické prieskumné práce. Prevažne to boli iba úlohy riešené pomocou jedného vrtu.

Spresnenie, respektíve potvrdenie poznatkov o pokryvných útvaroch umožnili plytké hydrogeologické vrty a pozorovacie objekty realizované spravidla okolo skládok odpadu, prípadne ako pozorovacie objekty okolo rozličných zdrojov znečistenia.

Množstvo informácií poskytli prieskumné práce spojené s výstavbou Vodného diela Gabčíkovo. Značné množstvo poznatkov poskytli režimové sledovania kvality podzemnej vody v systéme monitoringu Žitného ostrova. Základné informácie z týchto prác sú zhrnuté v publikáciách Hulla et al. (1993), Mucha (1995) a Mucha et al. (1999).

Určité poznatky o podzemnej vode hodnoteného územia poskytuje aj správa Fatulovej et al. (1989), v ktorej sú uvedené výpočty množstva podzemnej vody sedimentov neogénu Trnavskej pahorkatiny.

4. HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Na hodnotenie a evidenciu využiteľného množstva podzemnej vody sú na území zobrazenom na liste 44 Bratislava vyčlenené nasledujúce hydrogeologické rajóny, ktorých rozsah je znázornený na obr. 7 (Šuba et al., 1982):

- QN 004: Kwartér Moravy od Brodského po Vysokú pri Morave;
- QN 007: Kwartér a neogén prikarpatskej j. a jv. časti Borskej nížiny;
- MG 008: Kryštalínikum a mezozoikum jz. časti Malých Karpát;
- MG 055: Kryštalínikum a mezozoikum jv. časti Pezinských Karpát;
- Q 051: Kwartér z. okraja Podunajskej roviny;
- Q 052: Kwartér jz. časti Podunajskej roviny;
- N 049: Neogén Trnavskej pahorkatiny.

Územie zobrazené na liste 44 Bratislava možno rozčleniť na dva typy základných regionálnych hydrogeologických jednotiek:

a) hydrogeologické masívy tvorené komplexmi hornín bez významnejších súvislých hydrogeologických kolektorov vrstvomého typu, s obehom podzemnej vody prevažne v pripovrchovej zóne. K hydrogeologickým masívom zaraďujeme paleozoikum Malých Karpát (kryštalínikum).

b) hydrogeologické panvy – nádrže vrstvomých vôd, t. j. jednotky s výskytom významných priestorov súvislých hydrogeologických kolektorov vrstvomého typu.

K hydrogeologickým panvám – nádržiam vrstvomých vôd – zaraďujeme neogénne panvy spolu s kvartérom výplňou Záhorskej nížiny a Podunajskej nížiny. Aj napriek špecifickej, zložitej vnútornej štruktúre mezozoika prítomnosť významných karbonátových kolektorov vrstvomého typu umožňuje priradiť k nádržiam vrstvomých vôd aj mezozoikum borinskej jednotky v Malých Karpatoch.

4.1. Všeobecný prehľad hydrogeologických pomerov

4.1.1. Malé Karpaty

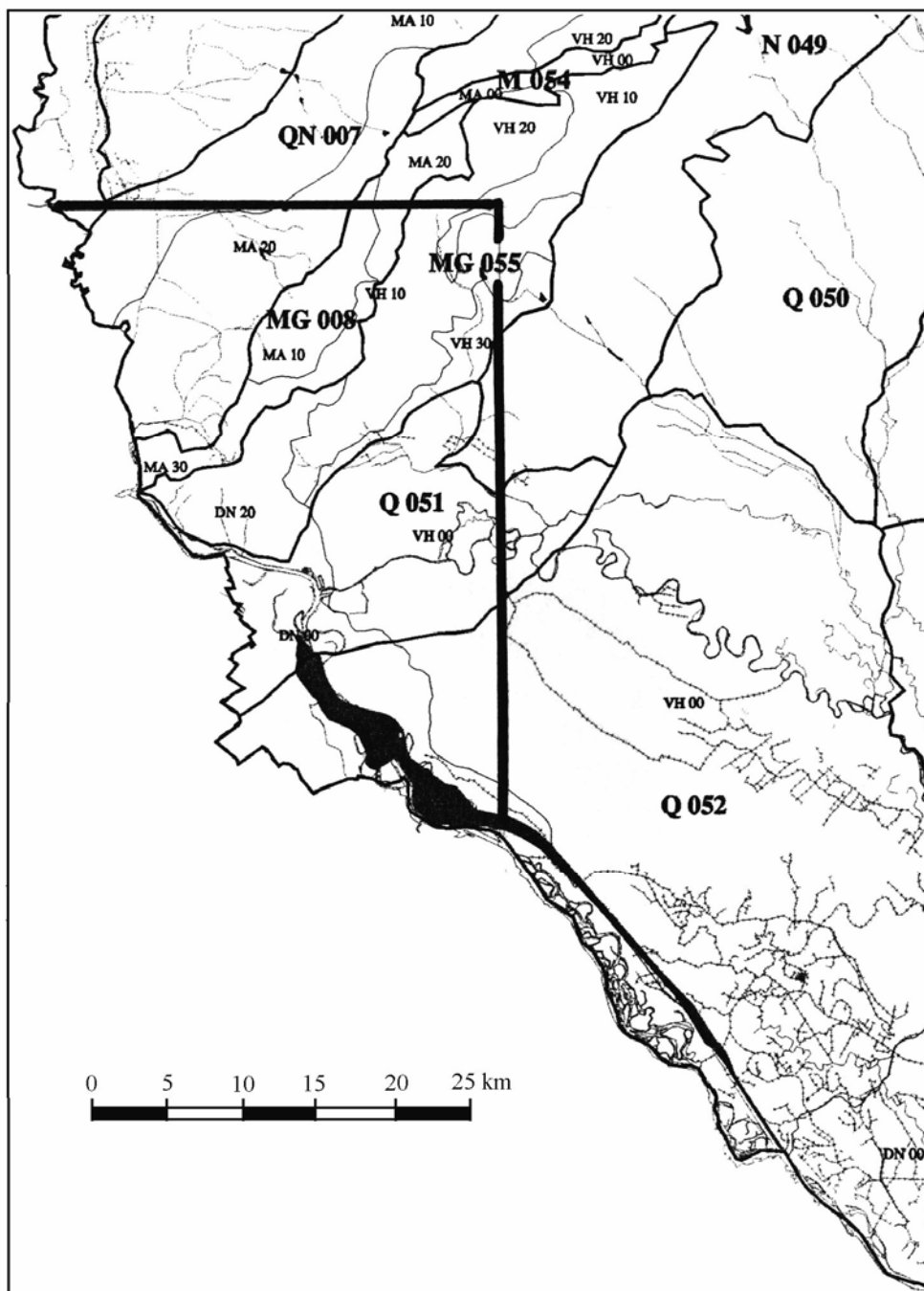
Malé Karpaty možno v závislosti od geologickej stavby rozdeliť na niekoľko hydrogeologických celkov, ktoré majú charakter hydrogeologického masívu a hydrogeologických panví.

Najstarší hydrogeologický celok charakteru hydrogeologického masívu predstavuje kryštalínikum. Odlíšné hydrogeologické podmienky vytvárajú sedimenty mezozoika borinskej jednotky a kvartérne sedimenty najmä na úpätí východných svahov Malých Karpát, resp. v údolnej nive Dunaja v Devínskej bráne s charakterom kolektorov v hydrogeologických panvách.

Kryštalínikum – predmezozoický fundament jadrového pohoria Malých Karpát – tvoria dva samostatné celky – bratislavská jednotka a modranská jednotka. Má znaky intenzívneho tektonického prepracovania, ktoré podmienilo jeho puklinovú priepustnosť. Z hydrogeologického hľadiska sú najvýznamnejšie priečne pukliny a trhliny, ktoré sú otvorenejšie, a teda aj priepustnejšie. V granitoidných horninách priečna tektonika má intenzívnejšie účinky ako v kryštalických bridliciach.

Kryštalínikum v území z dvoch tretín budujú granitoidné horniny a z jednej tretiny metamorfované horniny. Na hydrogeologickej mape v horninovom masíve kryštalínika sú odlišné podzemné vody viazané na granitoidy, ruly, migmatity, amfibolity a metapelity, fylity a sľudnaté bridlice.

Z granitoidov, i keď predstavujú hydrogeologicky priaznivejšie prostredie na pohyb a akumuláciu podzemnej vody, nevyvierajú významnejšie pramene ani v bratislavskom, ani v modranskom masíve. Výdatnosť prevažnej väčšiny puklinových a sutinovo-puklinových prameňov je od 0,01 do 0,3 l . s⁻¹, ojedinele od 0,5 do 1,0 l . s⁻¹. Silná rozpukanosť, dosah zóny zvetrávania a zóny pripovrchového rozvoľnenia so



Obr. 7. Mapa hydrogeologických rájónov (SHMÚ, 1988).

systémom puklín priečnej tektoniky sú dominujúce prvky. Zóna pripovrchového rozvoľnenia a zvetrávania reprezentuje zónu zvýšenej priepustnosti. Tým je podmienená vysoká maximálna výdatnosť prameňov, ktorá sa v pozorovaných prameňoch pohybovala do $10,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, ojedinele aj viac. Vyššie zvodnenie horninového masívu v tejto zóne je podmienené aj tým, že puklinový systém tejto zóny nadväzuje na systém puklín priečnej tektoniky, ktoré sú rozhodujúce pre obeh podzemnej vody v granitoidoch. Nízko metamorfované horniny kryštalinika (fylity, pelity a sľudnaté bridlice) sú slabo rozpukané, a preto z nich vyvierajú ojedinelé pramene s nepatrnou výdatnosťou.

Komplex hornín mezozoika tatrika zaberá významnejšiu rozlohu na západných svahoch Malých Karpát (Pezinských a Devínskych Karpát). V tatriku Pezinských a Devínskych Karpát možno vymedziť dve významné hydrogeologické štruktúry. Je to komplex jurských sedimentov v borinskej sukcesii medzi Borinkou a Pernekom a komplex sedimentov jury až kriedy orešianskej sukcesie medzi Hrubou dolinou, Pílou a Dolnými Orešanmi, prevažne však mimo hodnoteného územia.

Z hľadiska zdrojov podzemnej vody v hodnotenom území veľmi významná je hydrogeologická štruktúra borinskej jednotky. Geologicky ju tvoria sedimenty triasu, jury a kriedy, a to súvrstvia Somára, Slepého, Marianky, Korenca a Prepadlého a relikty triasových karbonátov. Z východu ju tektonicky obmedzuje kryštalinikum, zo severu rozvodnica medzi Tureckým vrchom a Pernekom, na západe sa tektonicky stýka so sedimentmi neogénu malokarpatskej kryhovej oblasti a na juhu ju oddeľuje tektonický styk so sedimentmi neogénu v údolí Stupavského potoka. Štruktúru považujeme za otvorenú, prietočnú. Celková rozloha takto vymedzenej hydrogeologickej štruktúry mezozoika až po Limbašskú vyvieracu je 40,6 km².

Podstatná časť hornín hydrogeologickej štruktúry borinskej jednotky je nízko priepustná až nepriepustná. Odlišný hydrogeologický charakter majú borinské vápence, biodetritické a brekciovité vápence liasu súvrstvia Prepadlého spolu s triasovými vápencami a dolomitmi. Tieto silne porušené a skrasovatené kolektorové horniny vystupujú predovšetkým v doline Prepadlé od Medených Hámrov až po oblasť na západ od Somára a smerom na SZ laterálne prstovité prechádzajú do flyšových sedimentov súvrstvia Korenca. Vytvárajú významný drén, ktorú zberá všetku povrchovú a podzemnú vodu širšej oblasti doliny Prepadlé. Druhý hydrogeologicky významný výstup jurských karbonátov je v hornej časti doliny Račieho potoka, kde sa vynára v okne spod nadložných hornín kryštalinika.

Významnú hydrogeologickú štruktúru jednotku vytvárajú sedimenty orešianskej jednotky medzi Hrubou dolinou (sz. nad Pezinkom), Pílou a Dolnými Orešanmi. Mezozoické horniny v širšom okolí Hrubej (Cajlanskej) doliny sú zastúpené kremencami a iba v menšej miere karbonátmi mezozoika. Karbonáty mezozoika vystupujú v tejto oblasti na povrch iba na malých rozlohách, jednak v hlavnej doline, jednak v bočných dolinách. S miernym úklonom upadajú pod nadložný komplex kryštalinika. Najvýznamnejšiu rozlohu (0,53 km²) majú karbonáty v oblasti Cajlanského kameňolomu. Mezozoikum v Hrubej doline starší autori (Maheľ, 1962) interpretovali ako úzke zavrásnené synklinály medzi Cajlanskou a Dolianskou dolinou. V tejto oblasti sa pripúšťali aj prešmyky kryštalinika cez mezozoikum (Čilík, 1959; Cambel, 1962; Maheľ, 1962), prípadne zavrásnenie mezozoika pod kryštalinikom (Cambel, 1962). Na základe hydrogeologických a geologických poznatkov Kullman (1964) zastával názor, že ide o rozsiahlejší presun kryštalinika cez mezozoikum prakticky v rozsahu medzi Prepadlým, hornou časťou Rakového potoka, Pernekom a Cajlou. Ide o plošnú drenáž kryštalinika mezozoikom na podstatne väčšej rozlohe, ako by to zodpovedalo úzkym zavrásneným synklinálam mezozoika do kryštalinika. Popri zisteniach v oblasti Prepadlého a Rakového potoka (prestup krasovej vody pod kryštalinikom) tento názor podporuje aj mierne upadanie mezozoických súvrství pod kryštalinikom na celom rade odkryvov v oblasti Hrubej doliny a Perneka. Tento názor potvrdzujú aj výsledky vrtných prác najmä v kameňolome Cajla, kde na vrte VCL-1 A boli dolomitické vápence zastihnuté v hĺbke 15,4 m pod vrstvou tmavosivých grafitických fylitov hrubou 8,9 m (Nahálka, 1972).

Na opísaný komplex mezozoických hornín v Hrubej doline sa viažu tri významné pramene (Kňazove diery č. 10, Vápenka a Rybníček), z ktorých najvýznamnejší (Kňazove diery č. 10) sa nachádza na hodnotenom území v jeho najsevernejšej časti v tesnej blízkosti kameňolomu (ostatné pramene vyvierajú mimo hodnoteného územia).

Z kvartérnych sedimentov významnejšiu hydrogeologickú funkciu v území majú proluviálne sedimenty (piesčité štrky s úlomkami) vo forme náplavových kužeľov. Najväčšie rozšírenie majú v okrajových častiach Malých Karpát, v miestach vyústenia dolín horských potokov do Podunajskej nížiny – v okolí Pezinka a Modry, Svätého Jura a Rače. Ich hydrogeologická funkcia je v tom, že v miestach s vhodnými hydraulickými vlastnosťami umožňujú priamy prestup podzemnej vody, ale aj povrchovej vody z horských častí do sedimentov susednej Podunajskej nížiny.

Hydrogeologicky a vodárensky najvýznamnejší kolektor podzemnej vody sú fluviálne sedimenty Dunaja na jz. okraji Devínskych Karpát v úseku Devín až Karlova Ves v Devínskej bráne. Od Devína po Bratislavu má Dunaj vo svojom koryte niekoľko menších aj väčších ostrovov, z ktorých najvýznamnejšie sú ostrov Sihot' nad Karlovou Vsou a Devínsky ostrov pod Devínom. Ostrov Sihot' budujú štrky a piesky – fluviálne sedimenty Dunaja v hrúbke 12,0 – 18,0 m. Pod kvartérnymi sedimentmi je nepriepustné podložie tvorené ílmi sarmatu. Devínsky ostrov je podstatne menší ako ostrov Sihot'. Hrúbka kvartérnych sedimentov je tu maximálne do 10,0 m. Sú uložené priamo na granitoidoch Malých Karpát.

Podstatne menšie rozšírenie majú fluviálne sedimenty horských potokov, ktoré sú z hydrogeologického hľadiska málo významné.

4.1.2. Záhorská nížina

Záhorská nížina je vnútrohorská depresia. Jej jednotky boli vrásnené a postihnuté epigenetickou zlomovou tektonikou, kde sa neskôr uplatnila aj synsedimentárna tektonika prejavujúca sa rozdielnosťou poklesov jednotlivých tektonických celkov. Jednotlivé neogénne kryhy majú v nejednom prípade rozdiely vo výške poklesov až niekoľko 100 m. Na povrchu sa tieto veľké rozdiely sčasti zarovnali erozívnym vyrovnaním reliéfu. Tým sa výškou dostali na rovnakú úroveň litologicky aj hydrogeologicky rozdielne neogénne sedimenty s rozdielnou hrúbkou nadložných kvartérnych sedimentov.

Výstup jednotlivých litostratigrafických stupňov neogénu v hodnotenom území má priamu väzbu na základné hrast'ové a prepadlinové štruktúry. Tým, okrem zanedbateľných výnimiek (relikty dáku na ponte), je možné regionálne zhodnotiť neogén podľa jednotlivých litostratigrafických stupňov neogénu a tým aj podľa jednotlivých oblastí.

Sedimenty spodného a stredného bádenu vystupujú na povrchu na jz. svahoch a na úpätí Malých Karpát. Tvoria súčasť tektonickej kryhy Malých Karpát (okrajová malokarpatská kryhová oblasť). Litologicky je súvrstvie vo vývoji zlepcov, pieskocov, štrkov a pieskov. Ide prevažne o polymiktné zlepenice a hrubozrnné štrky striedajúce sa s polohami pieskov a so zriedkavými polohami ílov. Vrchný báden vystupuje na povrch spolu so spodným a stredným bádénom na úpätí Malých Karpát a tvorí súčasť tektonickej kryhy Malých Karpát. Súvrstvie vrchného bádenu je z hľadiska litologického zloženia vo vývoji vápnitých ílov s polohami pieskov, štrkov a pieskocov. Väčšie plošné rozšírenie má jednak v oblasti severne, južne a západne od Stupavy, jednak v pruhu tiahnucom sa jz.-ssv. smerom od Lozorna cez Jablonové a Kuchyňu k Sološnici. V tomto súvrství v oblasti Stupavy do hĺbky 100 až 150 m sú väčšinou 1 – 2 zvodnené piesčité horizonty. To isté platí o pruhu vrchného bádenu tiahnucom sa jz.-ssv. smerom od Lozorna (1 – 2 zvodnené horizonty). Tam, na rozdiel od oblasti Stupavy, sa popri piesčitých (prevažne jemnopiesčitých) horizontoch vyskytujú, aj keď ojedinele, aj horizonty štrkov.

Súvrstvie sarmatu v hodnotenom území vystupuje na povrchu iba na veľmi malej rozlohe, asi 2 km², a to zhruba 4 km západne od Stupavy v úzkej kryhe jz.-sv. smeru v litavskom zlomovom pásme. Súvrstvie tvoria íly, organogénne vápence, piesky a pieskovce. Jediný realizovaný hydrogeologický vrt do tohto súvrstvia západne od Stupavy do hĺbky 32,6 m (v blízkosti hranice so súvrstvím panónu) dokumentoval dva málo hrubé horizonty jemnozrnných pieskov až drobnozrnných štrkov.

Panón v hodnotenom území vystupuje na povrch na nevelkej rozlohe (asi 8 km²) v kryhe orientovanej jz.-sv. smerom so severným okrajom južne od Zohora a prechádzajúcej cez hranice do Rakúska. Podľa geologických výsledkov súvrstvie panónu budujú vápnité íly, piesky a štrky. Podľa výsledkov CF vrtov boli v severnej časti kryhy dokumentované 1 – 2 horizonty jemnozrnných pieskov. V centrálnej a južnej časti kryhy perspektívne kolekory podzemnej vody dokumentované neboli.

Súvrstvie pontu má v južnej časti Záhorskej nížiny dominantné postavenie, zaberá celé územie západne od Zohorskej depresie.

Vnútna stavba tohto súvrstvia vo vzťahu k hydrogeológii je veľmi zložitá. Je odrazom jednak sedimentačných podmienok zvodnených súvrství, ktoré sa tu objavujú, vyklinujú sa, rozvetvujú a pod., jednak zmien ich litologického charakteru na krátke vzdialenosti (jemnozrnné piesky, stredno- až hrubozrnné piesky, štrky, meniaci sa stupeň zaílovaní), ako aj odrazom výraznej zlomovej tektoniky, či už v oblasti hrasti alebo depresí. Oblasť je postihnutá celou sústavou zlomov s generálnym smerom JZ – SV, navyše s výraznými tektonickými komplikáciami vnútri zlomového pásma. Táto zlomová tektonika je výraznejšia v hrast'ovej časti ako v depresnej časti. Pozdĺž tohto rozsiahleho zlomového pásma vznikli vertikálne posuny jednotlivých krých medzi zlomami. Tým sa už zložité sedimentačné podmienky piesčitých a štrkových horizontov ešte viac skomplikovali. Tieto geologické podmienky podmienili veľkú priestorovú variabilitu hydrogeologických pomerov v týchto sedimentoch.

Podľa geologických poznatkov súvrstvie pontu tvoria íly so šošovkami lignitu a piesky. Jeho maximálna hrúbka na hrasti je 400 m južne od Studienky, do 100 m v oblasti Malaciek a okolo 450 m v oblasti Vysokej pri Morave (Vass a Elečko, 1995).

Hydrogeologicky prvoradý význam má vysoký podiel piesčitých, veľmi zriedkavo aj ojedinelých štrkových horizontov v tomto ílovito-piesčitom súvrství. Vzhľadom na uvedené sedimentačné a tektonické pod-

mienky sa vyhodnotením rozsiahleho počtu CF vrtov dokumentovala veľká variabilita jednak v počte piesčitých horizontov, jednak v celkovom podiele pieskov na stavbe súvrstvia.

Z hľadiska podielu pieskových polôh na celkovej hrúbke ílov a pieskov možno konštatovať, že podiel jemnozrnných pieskov na celkovej hrúbke skoro v celom plošnom rozsahu hodnoteného súvrstvia ponúka vysoký.

Súvrstvie dáku je najmladšie neogénne súvrstvie na povrchu alebo v podloží kvartéru v hodnotenom území južnej časti Záhorskej nížiny. Jeho podstatná rozloha tvorí výplň zohorskej depresie. Zaberá rozsiahly pruh v šírke 5 – 10 km tiahnuci sa v sv.-jz. smere. Začína sa južne od spojnice Lakšárska Nová Ves – Plavecký Mikuláš a tiahne sa cez Rohožník, Plavecký Štvrtok a medzi Vysokou pri Morave a Zohorom k Morave, kde pokračuje do Rakúska. Tektonicky leží medzi litavským zlomovým systémom a lábskym zlomovým systémom. Je súčasťou výplne významnej priekopovej prepadliny s poklesovými pohybmi až do kvartéru. To spôsobilo prekrytie podstatnej časti neogénnych súvrství dáku kvartérnymi sedimentmi vo veľkej hrúbke. Tieto kvartérne sedimenty vytvorili podmienky na vznik významných nádrží kvartérnych podzemnej vody, a to sološnickej, perneckej (mimo zmapovaného územia) a zohorsko-marcheggskej (Kullman, 1966, 1980).

Súvrstvie dáku budujú pestré íly s medzivrstvami a polohami pieskov, štrkov, pieskocov a zlepcov.

Kryha Malých Karpát sa rozprestiera medzi okrajom Malých Karpát a obcami Lozorno, Jablonové a Kuchyňa so severným zakončením pri obci Rohožník.

Stabilizácia terciérneho podložia v kvartéri umožnila na kryhe Malých Karpát medzi okrajom Malých Karpát a okrajovými malokarpatskými zlomami vytvorenie kvartérnych sedimentov iba s malou hrúbkou. Ide predovšetkým o deluviálne, proluviálne a fluviálne sedimenty väčšieho plošného rozsahu.

Deluviálne sedimenty tvoria pokryv západných svahov Malých Karpát v hrúbke priemerne 8 m, iba na miestach väčších terénnych depresí majú hrúbku viac ako 30 m (HS-3 Stupava). Litologicky ide prevažne o piesčitú hlinu, v ktorej sa nachádzajú úlomky, miestami balvany kryštalických hornín.

Proluviálne a fluviálne sedimenty tvoria pokryv kryhy Malých Karpát od okrajového zlomu až po úpätia Malých Karpát. Fluviálne sedimenty dosahujú hrúbku najviac do 10 m (Hvs-1 Stupava) a proluviálne sedimenty do 3 m (HJ-2 Jablonové). V prípade fluviálnych sedimentov ide litologicky o hlinito-piesčitý štrk až štrk a v prípade proluviálnych sedimentov o štrky s rôznym stupňom zahlinenia.

Väčší hydrogeologický význam na tejto kryhe má devínskonovoveská terasa rozprestierajúca sa medzi Devínskou Novou Vsou a Devínskym Jazerom a ležiaca na neogénnych súvrstviach vrchného bádenu budovaného vápnitými ílmi s polohami pieskov a pieskocov. Terasa má veľký plošný rozsah – asi 15 km². Báza terasy leží asi 20 m nad údolnou nivou Moravy. Hrúbka pieskoštrkovej akumulácie terasy je 2 – 8 m. Prevládajú obliaky kremenca a kremeňa a predstavujú zhruba 75 % štrkovej zložky. Petrografické rozboru ukázali, že ide o sedimenty Dunaja (Baňacký a Kullman, 1973). Značná rozloha terasy a z hydrogeologického hľadiska priaznivé vlastnosti štrkopieskov indikujú výraznú infiltráciu zrážkových vôd. Na základe porovnania s dokumentovaným infiltrovaným množstvom v severnejších častiach Borskej nížiny možno počítať s infiltráciou 45,0 – 60 l . s⁻¹ na celé územie terasy (Kullman, 1980).

Podzemnú vodu významnej časti terasy odvodňoval najmä na jej západnom okraji prameň Jalšovský, vyvierajúci asi 1 km južne od železničnej stanice Devínske Jazero. Pôvodná výdatnosť prameňa bola asi 10 l . s⁻¹. V rokoch 1952 (1972) bol prameň zachytený (zdroj bol rekonštruovaný vyhlbením hydrogeologického vrtu do hĺbky 25 m) a následne sa čerpal. Čerpacie skúšky dokumentovali značnú výdatnosť (15 l . s⁻¹ pri s = 2,55 m; 50 l . s⁻¹ pri s = 3,35 m a 100 l . s⁻¹ pri s = 4,6 m), ktorá pravdepodobne predstavovala odčerpávanie akumulovaných zásob. Po roku 1952 výdatnosť značne poklesla. Známe poznatky poukazujú na významnú hydrogeologickú funkciu (značná akumulácia schopnosť) kvartéru terasy.

V zohorskej depresii ako celku môžeme vyčleniť 3 významné nádrže kvartérnych podzemnej vody (Kullman, 1966), totožné s čiastkovými depresiami a oddelené čiastkovými eleváciami. Kvartérne sedimenty sú najvýznamnejší kolektor podzemnej vody v celej Borskej nížine. Na zmapovanom území sa však nachádza iba zohorsko-marcheggská nádrž podzemnej vody.

Zohorsko-marcheggská nádrž podzemnej vody kvartérnych sedimentov v pozdĺžnom smere je ohraničená tektonicky. Leží medzi okrajovými malokarpatskými zlomami a lábskym zlomovým pásmom. Neúplné ohraničenie na severovýchode tvorí priečna lozornianska elevácia, cez ktorú naprieč prebieha úzka depresná

oblasť vyplnená kvartérnymi sedimentmi, spájajúca hydraulicky perneckú a zohorsko-marcheggskú nádrž podzemnej vody.

Priečne juhozápadné ohraničenie tvorí elevácia vystupujúca jz. od Marcheggu. Nádrž na území Záhorskej nížiny zaberá rozlohu 37,7 km². Územie má zhruba rovinný charakter (max. výška v sv. časti 150 m n. m., minimálna pri rieke Morave, 138 m n. m.).

Podzemná voda sa do zohorsko-marcheggskej nádrže dopĺňa z viacerých zdrojov. Popri infiltrovaných zrážkach z vlastného územia je to najmä prítok podzemnej vody z perneckej nádrže cez kvartérne aj neogénne piesčité a štrkopiesčité sedimenty a infiltrácia vody z rieky Moravy. V severovýchodnej časti sa podružne dopĺňa z oblasti Malých Karpát prostredníctvom jablonovského a lozornianskeho náplavového kužeľa.

Povrch územia nádrže odvodňujú kanály. Zohorský kanál a kanál Malina s prítokmi Močiarkou a Zohorským potokom významne odvodňujú aj podzemnú vodu nádrže.

Nádrž vyplňajú kvartérne sedimenty veľkej hrúbky, ktorá narastá od oblasti prepojenia s perneckou nádržou smerom k jz. okraju depresie. Podľa doterajších poznatkov sa nádrž smerom k rieke Morave mierne prehĺbuje. Kvartérnu výplň nádrže tvoria fluviálne sedimenty Moravy a eolické, ale najmä preplavené eolické piesky.

Fluviálne sedimenty Moravy sú tvorené piesčitými štrkami s obliakmi a čistými pieskami. V centrálnej časti nádrže dosahujú piesčité štrky hrúbku 88,0 m (vrt HVZ-1 3,2 km jv. od Vysokej; Šubová, 1973). Od centrálnej oblasti na SV k sv. časti stykovej oblasti s perneckou nádržou hrúbka kvartéru sa postupne znižuje a charakter sedimentov sa mení. Piesčité štrky prechádzajú do pieskov s obliakovým materiálom, lokálne až do čistých pieskov. Ich najmenšia dokumentovaná hrúbka, 48 m, je pri sv. okraji nádrže. Odlišná situácia je na sz. okraji nádrže tesne za tektonicky ohraničenou lozornianskou hrasťou. Vrt PP-3 realizovaný 2 km jjz. od Lábu dokumentoval 92 m hrubú vrstvu sedimentov kvartéru, a to vo vrchnej časti prevažne vo vývoji piesčitých štrkov a v spodnej časti prevažne vo vývoji pieskov s prímiesou štrku (Polák, 1975).

Kvartérne sedimenty rieky Moravy tvoria západnú hranicu hodnoteného územia a ležia na kryhe Malých Karpát. Fluviálne sedimenty Moravy sa v území Záhorskej nížiny na zmapovanom území nachádzajú v poriečnej nive a ako výplň zohorsko-marcheggskej depresie. Tvoria ich v spodnej časti štrky a piesčité štrky a vo vrchnej časti eolické piesky alebo piesčito-hlinitá vrstva, ktorá vznikla pri povodniach. Ich hrúbka sa pohybuje okolo 10,0 m (max. 16 m).

4.1.3. Podunajská nížina

Z hydrogeologického hľadiska nížina predstavuje rozsiahlu štruktúru podzemnej vody. Sedimenty dáku a rumanu vytvárajú s kvartérom spoločnú nádrž podzemnej vody s voľnou hladinou. Vzhľadom na hlboké poklesnutie miocénnych sedimentov (od hĺbky viac ako 100 m do 2 000 m), ktoré tvoria artézsku panvu, je pre hydrogeológiu obyčajných vôd významné súvrstvie panónu, pontu a dáku. Vcelku však nejde o výrazne zvodnené komplexy. Podzemná voda sa viaže len na menšie, spravidla do 10 m hrubé polohy pieskov. Nevýraznosť týchto polôh bráni ich sledovaniu na väčšiu vzdialenosť.

Artézské studne v okolí Bratislavy sú hlboké asi 120 m a majú maximálnu výdatnosť okolo 2 l · s⁻¹. Na JV a V od Bratislavy vrchnoneogénne piesky tvoria podklad kvartérnych štrkopieskov a vytvárajú jeden hydrogeologický celok.

Hydrogeologicky najvýznamnejší kolektor podzemnej vody v hodnotenom území sú kvartérne sedimenty. Ich význam ešte zvyrazňuje skutočnosť, že na veľkej časti územia prechádzajú do klastických sedimentov neogénu. V tomto prípade celé súvrstvie klastických sedimentov kvartéru a neogénu tvorí jeden zvodnený hydrogeologický komplex. Hĺbkové ohraničenie však nie je jednoznačné. Na prúdenie podzemnej vody má veľký vplyv sústava zlomov, ktorá rozdeľuje toto územie na celý rad blokov a podmieňuje vzdúvanie a výstup podzemnej vody pod terén, resp. na povrch terénu (Pospišil et al., 1978).

Na základe tektonickej stavby a hrúbky kvartérnych a neogénnych sedimentov Porubský (1973) z hydrogeologického hľadiska vyčlenil v tomto území niekoľko oblastí s vlastným režimom podzemnej vody:

- na pravej strane Dunaja: a) Pečniansky les, b) Petržalka, c) Rusovce – Čunovo.
- na ľavej strane Dunaja: a) podkarpatská oblasť, b) horný úsek Žitného ostrova, c) bernolákovsko-šúrska oblasť.

Pečniansky les sa geograficky nachádza na pravej strane Dunaja a ohraničuje ho rieka Dunaj, štátna hranica s Rakúskom a Pečnianske rameno (staré koryto Dunaja). Patrí ešte k Devínskej bráne, a to k nívnému územiu Dunaja, ktorý už postupne prechádza do Podunajskej nížiny.

Na geologickej stavbe sa podieľajú horninové komplexy predneogénneho podložia tvorené granitoidmi (v strednej a západnej časti Pečnianskeho lesa). Na nich, najmä pri štátnej hranici s Rakúskom, sú uložené sedimenty pontu v hĺbke 11,8 – 12,8 m, reprezentované najmä ílmi. Miestami na sedimentoch pontu a miestami priamo na granitoidoch sú uložené fluviálne sedimenty Dunaja, a to vrchný komplex – piesčité štrky, štrky a piesky (würm).

Granitoidy, aj keď sú čiastočne porušené, tu nevytvárajú vhodné podmienky na akumuláciu podzemnej vody. Možno ich charakterizovať ako nízko zvodnené. V miestach, kde priamo na nich sú uložené sedimenty kvartéru, tvoria ich relatívne nepriepustné podložie, obdobne ako ílovité sedimenty pontu, ktoré sú tu ako celok nepriepustné. Litologický charakter predkvartérnych hornín nevytvára vhodné podmienky na cirkuláciu a akumuláciu podzemnej vody.

Z hľadiska akumulácie vodohospodársky významného množstva podzemnej vody majú v tejto oblasti význam iba kvartérne fluviálne piesčité štrky a štrkopiesky vrchného komplexu, ktoré sú pokryté rôzne hrubou vrstvou povodňových hlín. Ich hrúbka z miesta na miesto kolíše vplyvom tektonickej stavby územia, a to prevažne od 8,0 do 15,5 m, ojedinele 14,0 m.

Do **petržalskej oblasti** zahŕňame územie na pravej strane Dunaja južne od Pečnianskeho lesa až po Jarovce. Táto časť územia už nepatrí k Podunajskej nížine. Charakterizuje ju menšia hrúbka fluviálnych sedimentov vrchného komplexu (würm) s hrúbkou štrkov a pieskov od 10,0 do 20,0 m. Štrky a piesky sú uložené na ílovitých a ílovito-piesčitých sedimentoch pontu.

Významným kolektorom podzemnej vody v tejto oblasti sú fluviálne sedimenty Dunaja, ktoré začleňujeme k vrchnému komplexu. Sú to prevažne veľmi dobre priepustné štrky, štrky a piesky s hrúbkou 10,0 až 20,0 m.

V súvrství pontu sa striedajú tenké vrstvy a šošovky piesku s vrstvami ílov a ílovitých pieskov. Polohy a vrstvičky pieskov sú nízko zvodnené a nachádzajú sa v nich artézske podzemné vody. Keďže piesky majú malú hrúbku a sú uložené uprostred nepriepustného ílovitého súvrstvia, ich dopĺňanie podzemnou vodou je veľmi nedostatočné.

Rusovsko-čunovská oblasť tvorí územie medzi Rusovcami a Čunovom až po slovensko-maďarskú štátnu hranicu. Územie je tektonicky porušené systémom zlomov. Južne od tektonickej línie, ktorá sa tiahne zhruba v smere Janíkov Dvor – Podunajské Biskupice, v podloží kvartérnych sedimentov v okolí Rusoviec poklesávajú neogénne íly do hĺbky 60,0 m. Južnejšie od Rusoviec pozdĺž ďalšieho zlomu neogénne podložie kvartéru opäť poklesáva do hĺbky 90,0 – 100,0 m.

So zmenou geologicko-tektonických pomerov sa menia aj hydrogeologické pomery územia. V území sa nachádzajú artézske podzemné vody. Ich kolektorom sú piesčité sedimenty neogénu a podzemná voda s voľnou hladinou akumulovaná v medzizrnovom prostredí fluviálnych sedimentov kvartéru.

V podloží neogénnych sedimentov sa vrtom HGB-1 pri Rusovciach v hĺbke 1 259,0 m navrávalo kryštalínium (Bondarenková, 1982). Puklinový systém v kryštalínium je vyplnený zvetraninovým materiálom, a preto nevytvára vhodné podmienky na cirkuláciu a akumuláciu podzemnej vody. Navrútané kryštalínium bolo bezvodé.

Nad kryštalínium je mohutný komplex neogénnych sedimentov – od bádenu až po dák.

Na polohy štrkov a pieskov uzavretých v ílovitých sedimentoch dáku sa viažu artézske podzemné vody. Jednotlivé horizonty artézskych vôd sa vyskytujú v hĺbke od 100,0 až do 500,0 m. Výdatnosť vrtov je však veľmi malá, a preto nemajú väčší vodohospodársky význam.

Najvýznamnejší kolektor podzemnej vody v území sú kvartérne fluviálne sedimenty stredného (mindel – würm) a vrchného komplexu (würm). Tvoria ich piesčité štrky, štrky a piesky. Ich hrúbka sa pohybuje prevažne od 20,0 do 60,0 m. Sedimenty boli veľmi dobre preskúmané v rámci prieskumu na získanie zdrojov vody pre Bratislavu. Na povrchu štrkopiesčitých sedimentov je hlinitá a hlinito-piesčitá pokrývka s hrúbkou 1,5 – 3,0 m. Štrky a piesky majú vysokú akumulačnú schopnosť. Sú veľmi dobre priepustné.

Podkarpatskú oblasť na ľavej strane Dunaja Porubský (1973) vzhľadom na geologickú stavbu a režim podzemnej vody rozčlenil na prechodnú podoblasť od svahov Malých Karpát s prechodom do Podunajskej nížiny a bratislavsko-vajnorskú podoblasť s fluviálnou sedimentáciou Dunaja.

Prechodná podoblasť zahŕňa územie starších kvartérnych terás Dunaja v Bratislave a svahy Malých Karpát s prechodom do nivnej holocénnej roviny Dunaja a Malého Dunaja. Z hľadiska zdrojov vody na vodárenské využitie sú bezvýznamné.

Bratislavsko-vajnorská podoblasť je rozložená už na fluviálnych sedimentoch Dunaja, v menšej miere na karpatskom delúviu a na menších náplavových kužeľoch malokarpatských potokov. Je to územie, ktoré sa rozprestiera medzi Dunajom, južným úpäťm Malých Karpát, Vajnormi, Ivankou pri Dunaji a korytom Malého Dunaja.

Územie geologicky budujú sedimenty kvartéru v hrúbke 3 – 7 m. Smerom k Malému Dunaju sa ich hrúbka zväčšuje na 12 – 14 m. V podloží kvartéru sú sedimenty pliocénu vo forme ílov a ílovitých pieskov s nerovnomerne usadenými vrstvami pieskov a drobných štrkov. Pod pliocénnymi sedimentmi sú uložené sedimenty miocénu. Boli overené vrtmi naftového prieskumu v okolí Bernolákova. Pod nimi je skalné podložie reprezentované malokarpatským kryštalinikom.

V území sú artézske podzemné vody a vody s voľnou hladinou. Artézske vody sa hydrogeologicky viažu na vrstvy pieskov a drobných štrkov uzavretých vo vrstvách ílov a ílovitých pieskov panónu až sarmatu. Overili sa viacerými hydrogeologickými vrtmi od Bratislavy až po Svätý Jur, v Bernolákove a Chorvátskom Grobe. V súčasnosti sa artézske vody v okolí Bratislavy už nevyužívajú pre svoju malú výdatnosť, iba do $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ z hĺbky viac ako 100 m. Neogénne ílovité sedimenty vystupujú miestami až na povrch a sú prikryté len malou vrstvou kvartérnych hĺn a hlinitých pieskov. Na takýchto miestach sú obyčajne jazierka, močiare a mokrade, z ktorých značná časť je už dnes umele odvodnená, resp. zlikvidovaná. Známe sú medzi Bratislavou a Račou a v okolí Jurského Šúru.

Kvartérne sedimenty zastupujú najmä štrky a piesky, ktoré tu ukladal Dunaj. Pod svahmi Malých Karpát sú štrky a piesky premiešané s nánosmi potokov z Malých Karpát. Na severe územia sú pomerne silno zahlienené, smerom na juh a juhovýchod sa hlinitá prímes stráca. V okolí Vajnora, Ivanky pri Dunaji a Prievozu sú už celkom čisté.

Horný úsek Žitného ostrova je posledná oblasť v hodnotenom území. Hydrogeologické vyčlenenie vyplýva z geologickej a tektonickej stavby územia. Geologicky ho budujú sedimenty kvartéru a neogénu. Územie je popretínané sústavou zlomov. Počas celého kvartéru si zachovalo základnú tektonickú štruktúru z obdobia neogénu. Vymedzuje ho Dunaj, Malý Dunaj a na juhu spojnice Šamorín – Štvrtok na Ostrove.

Vrt FGČ-1 v Čilistove (Franko, 1981) hlboký 1 500,0 m prenikol cez komplex sedimentov neogénu od sarmatu až po ruman v intervale 191,0 až 2 500,0 m. Nad sedimentmi neogénu sú uložené kvartérne sedimenty spodného, stredného a vrchného komplexu. V neogénnych sedimentoch sú štrky a piesky kolektormi artézskych podzemnej vody. Dosiaľ neboli podrobnejšie hydrogeologicky preskúmané, iba čiastočne vrtom FGČ-1 (Čilistov).

Na sedimentoch rumanu sú uložené kvartérne sedimenty. Tvoria ich limnické, resp. limnicko-fluviálne sedimenty spodného komplexu v hrúbke 30,0 – 70,0 m. Sú to sedimenty bazálnych ílov a íly s častým striedaním pieskov. Nad nimi je komplex fluviálnych sedimentov stredného a vrchného komplexu. Južne od Podunajských Biskupíc po Šamorín má hrúbku od 20,0 do 120,0 m a v oblasti Podunajských Biskupíc iba 12,0 až 20,0 m. Sú to prevažne štrky, štrkovité piesky, piesky a čiastočne polohy hlinito-ílovitých sedimentov. Spolu so sedimentmi rumanu reprezentovanými pieskami sú známe ako kolárovske vrstvy. Vytvárajú jeden zvodnený komplex podzemnej vody s voľnou hladinou. Veľká hrúbka štrkovito-piesčitých sedimentov a ich veľmi vysoká priepustnosť vytvárajú vhodné podmienky na akumulovanie významných zdrojov podzemnej vody kvartérno-rumanskej výplne neogénnej depresie.

Hydrogeologický význam má aj bernolákovsko-šúrska oblasť (Porubský, 1973). Oblasť možno ohraničiť územím medzi ľavou stranou Malého Dunaja a pravou stranou Čiernej Vody. Na jej geologickej stavbe sa rovnako zúčastňujú sedimenty neogénu a kvartéru ako v predchádzajúcich oblastiach. Hrúbka kvartérnych štrkov a pieskov je premenlivá, v okolí Bernolákova je to 10 až 12 m, smerom k Jelke až vyše 100 m.

4.2. Hydraulické vlastnosti hornín

Podľa *Smerníc na zostavovanie základných hydrogeologických máp ČSSR 1 : 200 000* (1974) na hydrogeologickej mape sa znázorňuje rozsah a charakter prvého zvodneného kolektora na základe hydraulických vlastností. Hydraulické vlastnosti hornín boli zhodnotené na základe spracovania archívnych podkladov. Na

území listu Bratislava neboli všetky orografické celky dostatočne hydrogeologicky preskúmané, ani poznatky o hydraulických vlastnostiach hornín nie sú rovnomerné. V horninových celkoch, kde bol nedostatok údajov z hydrogeologických vrtoch, sa na charakterizovanie jednotlivých litofácií použili údaje o početnosti a výdatnosti prameňov, najmä však poznatky o mernom odtoku podzemnej vody. Tam, kde boli údaje z hydrodynamických skúšok vrtoch, sa vychádzalo zo základnej hydraulickej vlastnosti – priepustnosti hornín, vyjadrenej koeficientom filtrácie k ($m \cdot s^{-1}$) a koeficientom prietočnosti T ($m^2 \cdot s^{-1}$). Hodnotenie priepustnosti a prietočnosti ako základných hydraulických vlastností hornín, resp. zvodnených kolektorov sa na hodnotenom území s ohľadom na charakter použitých podkladov opiera najmä o hodnoty porovnávacích logaritmických parametrov – indexu priepustnosti Z a indexu prietočnosti Y . Možno ich odvodiť z hodnôt mernej výdatnosti pri odberových skúškach vo vrtoch (Jetel, 1964, 1968).

Na hodnotenie stupňa prietočnosti sa použila klasifikácia, ktorú navrhol Krásny (1986).

4.2.1. Malé Karpaty

Hydraulické vlastnosti hornín Malých Karpát sa hodnotili v rámci zostavovania hydrogeologickej mapy Pezinských Karpát v mierke 1 : 50 000 (Hanzel a Vrana, 1999).

Pre cirkuláciu a obeh podzemnej vody v kryštaliniku, najmä v granitoidoch, sú dominantnými prvkami dobrá rozpukanosť a dosah zóny zvetrávania a pripovrchového rozvoľnenia hornín so systémom puklín priečnej tektoniky. Zóna pripovrchového rozvoľnenia a zvetrávania predstavuje zónu zvýšenej priepustnosti.

Zvodnenie horninového masívu v tejto zóne je podmienené aj tým, že puklinový systém tejto zóny nadväzuje na systém puklín priečnej tektoniky, ktoré sú rozhodujúce pri obehu podzemnej vody v granitoidoch. Obdobné podmienky sú aj v horninovom prostredí migmatitov, rúl a amfibolitov. Ich hydrogeologický charakter možno posúdiť na základe merného odtoku podzemnej vody. V území sa dlhodobo pozoroval odtok z kryštalinika budovaného granitoidmi (v rokoch 1981 – 1992) na potoku Vydrica v stanici Spariská. Merný odtok podzemnej vody stanovený metódou Fostera sa pohyboval od 1,69 do 6,97 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$, čo je v priemere 3,76 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$. Metódou Killeho sa vypočítal merný odtok 4,58 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$. S týmito údajmi korešponujú poznatky o mernom odtoku z 9 povodií budovaných granitoidmi, kde sústavné merania prebiehali iba v rokoch 1992 – 1995. Merný odtok sa pohybuje od 3,22 do 5,78 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$. Stanovil sa metódou Fostera (Hanzel a Vrana, 1999).

Merný odtok podzemnej vody podľa meraní z rokov 1953 – 1993 v troch povodiach budovaných migmatitmi, rulami a amfibolitmi bol 3,9 až 4,6 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$, priemerne 4,4 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$.

V zóne zvetrávania a pripovrchového rozvoľnenia v granitoidoch, ktorá siaha do hĺbky asi 30,0 až 50,0 m, sa štatisticky vyhodnotili hydraulické parametre (tab. 7). Index prietočnosti Y z 37 vrtoch je v priemere 4,63 a odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 4,26 \cdot 10^{-5} m^2 \cdot s^{-1}$. To zodpovedá nízkej prietočnosti (IV. trieda).

Uvedené údaje charakterizujú priemernú prietočnosť pripovrchovej zóny v depresných úsekoch územia – dnová prietočnosť a prietočnosť pripovrchovej zóny v elevačných častiach územia, t. j. svahová prietočnosť.

Zvodnenie kryštalických bridlíc – metapelitov, fylitov a sľudnatých bridlíc – je veľmi malé. Dokumentujú to výsledky sústavného pozorovania odtoku v rokoch 1993 až 1994 v dvoch povodiach. Priemerný merný odtok podzemnej vody bol 2,20, resp. 2,98 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$.

Ich veľmi nízke zvodnenie dokumentuje aj 6 hydrogeologických vrtoch (tab. 7), podľa ktorých index prietočnosti $Y = 4,08$, pričom odhadnutý koeficient prietočnosti je 1,15 $\cdot 10^{-5} m^2 \cdot s^{-1}$. Ide o horniny s nízkou prietočnosťou (IV. trieda).

Komplex hornín mezozoika tatrika charakterizuje pestré litologické zloženie hornín. Zahŕňa bridličnato-pieskovcové súvrstvie, kremence, dolomity a rozličné varianty vápencov, od čistých cez detritické až po vápence s rôznym podielom slienitej zložky až sliene. Od ich litologického charakteru ovplyvneného štruktúro-tektonickými podmienkami závisí odlišnosť jednotlivých súvrství z hľadiska ich zvodnenia. Z tohto aspektu ich môžeme rozdeliť na dve základné skupiny, a to na hydrogeologické izolátory, resp. hydrogeologické poloizolátory tvorené prevažne nepriepustnými horninami a hydrogeologické kolektory, ktoré charakterizuje rôzna intenzita priepustnosti.

Významné hydrogeologické izolátory sú najmä ílovité bridlice, čierne bridlice a manganolity spodnej a strednej jury obalovej sekvencie, bridlice, vápence, pieskovce a silicity spodnej a strednej jury obalovej sekvencie a slienité vápence, sliene, sľeňovce a pieskovce striedajúce sa s ílovcami spodnej a strednej kriedy

obalovej sekvencie. Tento súbor hornín prevažne odvodňujú sutinové pramene s výdatnosťou od 0,1 do 0,2 l . s⁻¹, viazané najmä na zónu zvetrávania. Z hydrogeologického hľadiska ich možno charakterizovať ako veľmi slabo priepustné až nepriepustné. Vo väčšine prípadov usmerňujú cirkuláciu podzemnej vody nadložných karbonátov. Podľa výsledkov opakovaného merania prietoku povrchových tokov merný odtok podzemnej vody z tejto skupiny hornín je 0,75 – 0,84 l . s⁻¹ . km⁻² (Hanzel a Vrana, 1999).

Tab. 7. Štatistické hodnoty hydraulických parametrov Pezinských Karpát (Hanzel a Vrana, 1999).

Kryštalínikum,
Granitoidy

	q (l . s ⁻¹ . m ⁻¹)	Z	Y	k (m . s ⁻¹)	T (m ² . s ⁻¹)
Počet	37	36	36	1	4
Minimum	0,00	0,67	3,32	4,80E-06	4,50E-06
Maximum	0,24	4,81	5,53	4,80E-06	3,80E-04
Priemer	0,06	3,33	4,63	4,80E-06	1,18E-04
Medián	0,04	3,33	4,64	4,80E-06	4,29E-05
Variačný koeficient	0,00	0,61	0,31		3,10E-08
Smerodajná odchýlka	0,06	0,78	0,56		1,76E-04

Kryštalické bridlice

	q (l . s ⁻¹ . m ⁻¹)	Z	Y	k (m . s ⁻¹)	T (m ² . s ⁻¹)
Počet	6	6	6	1	2
Minimum	0,01	1,86	3,47	2,60E-06	5,70E-06
Maximum	0,05	3,80	4,71	2,60E-06	5,86E-05
Priemer	0,02	2,64	4,08	2,60E-06	3,22E-05
Medián	0,01	2,48	3,92	2,6E-06	3,22E-05
Variačný koeficient	0,00	0,62	0,26		1,40E-09
Smerodajná odchýlka	0,02	0,79	0,51		3,74E-05

V obalovej jednotke možno vymedziť dve významné hydrogeologické štruktúry. Je to komplex jurských sedimentov v borinskej sukcesii medzi Borinkou a Pernekom (jura) a komplex sedimentov jury až kriedy orešianskej sukcesie medzi Hrubou dolinou, Pílou a Dolnými Orešanmi, z ktorého sa na zmapovanom území nachádza iba veľmi malá časť.

Najvýznamnejšie kolektory sú vápence a dolomity triasu a borinské vápence liasu v borinskej sukcesii. V závislosti od charakteru a stupňa porušenia sa tu vyskytuje celá škála kolektorových hornín, od hornín blízkych homogénnym a izotropným horninám až po horniny s významnou heterogenitou a anizotropiou. Vyznačujú sa puklinovou a krasovo-puklinovou priepustnosťou. Pri určovaní hydraulických parametrov v krasovo-puklinovom prostredí sa vyskytuje celý rad problémov vyplývajúcich z nehomogenity, anizotropie a vnútornej štruktúry horninového prostredia. Vzhľadom na veľkú priestorovú variabilitu hydraulických vlastností skúmaných kolektorov, počet, rozmiestnenie a hĺbku vrtovej siete nie je možné objektívne charakterizovať hydraulické vlastnosti karbonátov. Preto iba na orientačnú ilustráciu uvádzame štatistické hodnotenie hydraulických parametrov karbonátov jednotlivých hydrogeologických štruktúr (tab. 8). Index prietočnosti z 13 hydrogeologických vrtovej siete realizovaných v karbonátoch mezozoika sa pohyboval od 3,84 do 8,18, priemerný index prietočnosti je $Y = 5,61$.

V zmysle klasifikácie Krásneho (1986) karbonáty mezozoika charakterizuje veľmi vysoká prietočnosť (trieda I) a v zónach s nízkym stupňom porušenia a nerozvinutým krasom veľmi nízka prietočnosť (trieda V).

Merný odtok podzemnej vody v jednotlivých vymedzených hydrogeologických štruktúrach sa stanovil rôznymi metódami. V jednotlivých súvrstviach mezozoika sa priemerný merný odtok pohyboval v širokom rozpätí, od 0,75 l . s⁻¹ . km⁻² do 14,64 l . s⁻¹ . km⁻². Hodnotenie merného odtoku poukazuje na niekoľko zaujímavých poznatkov. Najvýznamnejší kolektor v borinskej jednotke sú borinské vápence v súvrství Prepadlého (lias), ktoré sú intenzívne skrasovatené. Priemerný odtok podzemnej vody stanovený niekoľkými metódami sa tu pohyboval od 5,9 do 7,5 l . s⁻¹ . km⁻² (Hanzel a Vrana, 1999).

Zvlášť zaujímavé sú poznatky o mernom odtoku z hydrogeologických štruktúr mezozoika, zavrásnených v kryštalíniku modranskej a orešianskej jednotky (tatrikum). Priemerný merný odtok stanovený metódou

Fostera sa pohyboval od 6,3 do 14,6 l . s⁻¹ . km⁻², podľa Killeho od 5,7 do 11,5 l . s⁻¹ . km⁻² (podľa podkladov GEOS Bratislava zhodnotili Hanzel a Vrana, 1999). Podľa 8-stupňovej klasifikácie odtoku podzemnej vody (Krásny et al., 1982) uvedené hodnoty umožňujú klasifikovať horniny v týchto štruktúrach ako horniny s vysokým až extrémne vysokým merným odtokom (stupeň VI až VIII). Je to spôsobené tým, že tieto hydrogeologické štruktúry, budované najmä triasovými kremencami a vápencami jury, vytvárajú rozsiahle drény podzemnej vody priľahlého kryštalinika.

Tab. 8. Štatistické hodnoty hydraulických parametrov sedimentov mezozoika Pezinských Karpát (Hanzel a Vrana, 1999). Orešianska sukcesia

	q (l . s ⁻¹ . m ⁻¹)	Z	Y	k (m . s ⁻¹)	T (m ² . s ⁻¹)
Počet	7	7	7	2	5
Minimum	0,01	2,26	3,84	6,93E-07	4,50E-05
Maximum	15,00	5,47	7,20	6,93E-07	3,18E-02
Priemer	2,33	5,53	5,36	3,29E-02	1,33E-02
Medián	0,08	3,52	5,18	3,29E-02	6,30E-03
Variačný koeficient	31,28	1,25	1,12	2,16E-03	2,39E-04
Smerodajná odchýlka	5,59	1,12	1,06	4,65E-02	1,55E-02

Borinská jednotka

	q (l . s ⁻¹ . m ⁻¹)	Z	Y	k (m . s ⁻¹)	T (m ² . s ⁻¹)
Počet	6	3	6		1
Minimum	0,03	3,11	4,48		1,48E-04
Maximum	0,19	6,69	8,18		1,48E-04
Priemer	0,10	4,60	5,40		1,48E-04
Medián	0,09	4,00	4,92		
Variačný koeficient	0,00	3,46	1,91		
Smerodajná odchýlka	0,06	1,86	1,38		

Priestorové rozloženie kvartérnych sedimentov v hodnotenom regióne je plošne aj objemovo veľmi premenlivé a nerovnomerné.

Hydraulické vlastnosti proluviálnych sedimentov z východného okraja pohoria sú charakterizované na základe zhodnotenia 6 hydrogeologických vrtov (tab. 9). Priemerný index prietočnosti je Y = 4,78, odhadnutý koeficient prietočnosti T = 6,02 . 10⁻⁵ m² . s⁻¹. Podľa klasifikácie Krásneho (1986) to zodpovedá nízkej triede prietočnosti (trieda IV). Smerodajná odchýlka s_y = 0,73, t. j. ide o veľkú variabilitu (trieda d). Zodpovedá to značne nehomogénnemu prostrediu.

Deluviálne sedimenty – hlinito-kamenité a kamenité sutiny, kôra zvetrávania (nečlenený kvartér) – v spojení s eluviálnymi zvetraninovými kôrami na kryštaliniku medzi Pezinkom a Bratislavou sú objemovo a plošne najrozsiahlejší typ kvartérnych sedimentov.

Na západných svahoch dosahujú priemernú hrúbku 8,0 m a vo východnej časti často aj 10 – 15 m. V miestach terénnych depresíí býva hrúbka aj viac ako 30 m (oblasť Stupavy).

Hydraulické vlastnosti sa posúdili na základe 4 hydrogeologických vrtov, ktorými sa overili prevažne vlastnosti alúvia v južnej časti kryštalinika Pezinských Karpát (tab. 9). Priemerný index prietočnosti Y = 4,77, odhadnutý koeficient prietočnosti T = 5,88 . 10⁻⁵ m² . s⁻¹. Hydrogeologicky sú to sedimenty s nízkou prietočnosťou (trieda IV). Smerodajná odchýlka s_y = 0,40, čo zodpovedá triede variability b – c, t. j. ide o prostredie mierne až dosť nehomogénne.

Podstatne menšie rozšírenie v území majú fluviálne sedimenty. Väčšina horských potokov má malé priestorové rozšírenie. Navyše, v ich prípade absentuje dnová akumulácia a fluviálne sedimenty sú často nahradené hlinito-štrkovými alebo piesčito-kamenitými akumuláciami. Preto sme v tomto prípade fluviálne sedimenty na hydrogeologickej mape nehodnotili. Z horských potokov, ktorých vlastnosti sa overili aj hydrogeologickými vrtmi, sme hodnotili fluviálne sedimenty na západných svahoch Malých Karpát, a to Jablonovského potoka v oblasti Tureckého vrchu a na južných svahoch potoka Vydrice v lamačskej depresii (tab. 9) a fluviálne sedimenty na ľavej strane Dunaja.

Tab. 9. Štatistické hodnoty hydraulických parametrov kvartérnych sedimentov Pezinských Karpát (Hanzel a Vrana, 1999).
Fluviálne sedimenty potoka Vydrica

	q ($l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$)	Z	Y	k ($m \cdot s^{-1}$)	T ($m^2 \cdot s^{-1}$)
Počet	9	9	9	2	
Minimum	0,08	4,42	4,89	4,10E-05	
Maximum	0,33	5,36	5,51	1,57E-04	
Priemer	0,163	4,739	5,155	9,90E-05	
Medián	0,120	4,633	5,060	9,90E-05	
Variačný koeficient	0,008	0,091	0,047	6,73E-09	
Smerodajná odchýlka	0,089	0,301	0,216	8,20E-05	

Lamačská depresia

	q ($l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$)	Z	Y	k ($m \cdot s^{-1}$)	T ($m^2 \cdot s^{-1}$)
Počet	8	8	8	3	1
Minimum	0,02	3,33	4,08	5,30E-06	2,90E-05
Maximum	0,17	4,46	5,24	7,90E-05	2,90E-05
Priemer	0,050	3,874	4,549	3,34E-05	2,90E-05
Medián	0,030	3,905	4,475	1,59E-05	2,90E-05
Variačný koeficient	0,003	0,140	0,129	1,59E-09	
Smerodajná odchýlka	0,051	0,374	0,360	3,98E-05	

Fluviálne sedimenty Dunaja v oblasti Devína

	q ($l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$)	Z	Y	k ($m \cdot s^{-1}$)	T ($m^2 \cdot s^{-1}$)
Počet	3	3	3	3	
Minimum	7,00	6,24	6,85	2,50E-03	
Maximum	18,70	6,56	7,27	3,80E-03	
Priemer	14,52	6,45	7,12	2,97E-03	
Medián	17,85	6,54	7,25	2,60E-03	
Variačný koeficient	42,56	0,03	0,06	5,23E-07	
Smerodajná odchýlka	6,52	0,18	0,24	7,23E-04	

Fluviálne sedimenty Jablonovského potoka v oblasti Tureckého vrchu

	q ($l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$)	Z	Y	k ($m \cdot s^{-1}$)	T ($m^2 \cdot s^{-1}$)
Počet	8	8	8	8	8
Minimum	0,03	3,73	4,52	1,87E-06	1,20E-05
Maximum	0,12	4,24	5,08	8,30E-06	5,43E-05
Priemer	0,08	4,09	4,88	5,95E-06	3,83E-05
Medián	0,09	4,17	4,97	6,00E-06	4,21E-05
Variačný koeficient	0,00	0,03	0,04	3,4E-12	1,58E-10
Smerodajná odchýlka	0,03	0,18	0,20	1,84E-06	1,26E-05

Proluviálne sedimenty – východný okraj Pezinských Karpát

	q ($l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$)	Z	Y	k ($m \cdot s^{-1}$)	T ($m^2 \cdot s^{-1}$)
Počet	6	6	6	0	1
Minimum	0,01	2,86	3,81		6,90E-06
Maximum	0,43	5,30	5,78		6,90E-06
Priemer	0,13	4,26	4,78		6,90E-06
Medián	0,06	4,36	4,66		6,90E-06
Variačný koeficient	0,03	0,68	0,53		
Smerodajná odchýlka	0,16	0,82	0,73		

Eluviálne sedimenty – južná časť kryštalinika

	q ($l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$)	Z	Y	k ($m \cdot s^{-1}$)	T ($m^2 \cdot s^{-1}$)
Počet	4	4	4	3	2
Minimum	0,01	3,31	4,35	2,94E-06	1,47E-05
Maximum	0,20	4,52	5,30	5,18E-05	1,60E-05
Priemer	0,08	4,15	4,77	1,93E-05	1,54E-05
Medián	0,05	4,39	4,72	3,20E-06	1,54E-05
Variačný koeficient	0,01	0,32	0,16	7,92E-10	8,45E-13
Smerodajná odchýlka	0,09	0,56	0,40	2,81E-05	9,19E-07

Pri hodnotení fluvialných sedimentov Jablonovského potoka v oblasti Tureckého vrchu sa vyhodnotilo 8 hydrogeologických vrtov. Priemerný index prietočnosti $Y = 4,88$ a odhadnutý koeficient $T = 7,58 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. To zodpovedá nízkej prietočnosti (trieda IV). Smerodajná odchýlka $s_y = 0,20$ zodpovedá malej až nepatrnej variabilite (trieda a – b), t. j. ide o sedimenty mierne homogénne až homogénne.

Fluviálne sedimenty Vydrice sa zhodnotili na základe 9 hydrogeologických vrtov. Priemerný index prietočnosti $Y = 5,15$ a odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Ide o strednú prietočnosť (trieda III). Smerodajná odchýlka $s_y = 0,21$ zodpovedá malej variabilite (trieda b). Vyjadruje mierne nehomogénne horninové prostredie.

V Lamačskej bráne sa zachovali staršie fluviálne sedimenty v terasovom vývoji – piesčito-hlinité štrky. Ich hydraulické vlastnosti sa posúdili podľa výsledkov z 8 hydrogeologických vrtov. Priemerný index prietočnosti $Y = 5,15$ a odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 3,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Je to horninové prostredie s nízkou prietočnosťou (trieda IV). Smerodajná odchýlka $s_y = 0,36$ zodpovedá malej variabilite (trieda b). To zodpovedá mierne nehomogénnemu prostrediu.

Z vodárenského hľadiska sú v území najvýznamnejšie fluviálne sedimenty Dunaja. Do hodnoteného územia zasahujú iba čiastočne, ľavou stranou údolia. Vytvárajú 2 vodárensky významné úseky – Devínsky ostrov v oblasti Devína a ostrov Sihot' nad Karlovou Vsou.

Z fluvialných sedimentov Devínskeho ostrova sa vyhodnotili 3 hydrogeologické vrty (tab. 9).

Priemerný index prietočnosti $Y = 7,12$ a odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Ide o prostredie s veľmi vysokou prietočnosťou (trieda I). Smerodajná odchýlka $s_y > 0,24$ zodpovedá mierne nehomogénnemu prostrediu (trieda b).

Pri hodnotení fluvialných sedimentov ostrova Sihot' sa vyhodnotilo 16 hydrogeologických vrtov (tab. 10). Priemerný index prietočnosti $Y = 7,04$ a odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 1,09 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Je to veľmi vysoká prietočnosť (trieda I). Smerodajná odchýlka $s_y = 0,56$ zodpovedá dosť nehomogénnemu horninovému prostrediu (trieda c).

Tab. 10. Štatistické hodnoty hydraulických parametrov – fluviálne sedimenty Dunaja (ostrov Sihot') (Hanzel a Vrana, 1999).

	$q (\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1})$	Z	Y	$k (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$T (\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$
Počet	16	16	16	16	16
Minimum	1,72	5,27	6,05	1,88E-04	1,13E-03
Maximum	28,85	7,53	7,89	3,44E-02	7,93E-02
Priemer	10,41	6,39	7,04	7,95E-03	7,22E-02
Medián	–	6,62	7,15	4,27E-03	1,43E-02
Variačný koeficient	–	0,57	0,31	1,11E-04	5,90E-04
Smerodajná odchýlka	–	0,75	0,56	1,05E-02	2,43E-02

4.2.2. Záhorská nížina

Podložie kvartérnych sedimentov Záhorskej nížiny tvoria neogénne sedimenty. Vystupujú sčasti na povrch a sčasti sú prekryté kvartérnymi sedimentmi s rozdielnou hrúbkou. Vzhľadom na zložité tektonické pomery a rôznu výšku tektonických poklesov v jednotlivých tektonických jednotkách vystupujú na povrch, resp. tvoria bázu kvartérnych sedimentov neogénne sedimenty rozdielneho veku, s rozdielnym litologickým zložením a tým aj s rozdielnymi hydrogeologickými vlastnosťami. Ich hydraulické vlastnosti sa hodnotili v rámci zostavovania hydrogeologickej mapy 1 : 50 000 južnej časti Záhorskej nížiny (Kullman a Marcin, 1999).

Hydraulické vlastnosti sedimentov spodného a stredného bádenu boli charakterizované na základe zhodnotenia 13 hydrogeologických vrtov s overením zvodnenej vrstvy do priemernej hĺbky 79 m. Ide prevažne o voľnú zvoďeň. Zhodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,42$ so smerodajnou odchýlkou $s = \pm 0,32$. Tomu zodpovedá $T_y = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Vyjadruje to **IV. triedu prietočnosti** so stupňom filtračnej nerovnorodosti $S_{\log T} = 0,32$. Podľa klasifikácie to reprezentuje mierne nehomogénne hydrogeologické prostredie.

Hydraulické vlastnosti sedimentov vrchného bádenu boli charakterizované zhodnotením súboru 18 hydrogeologických vrtov s priemernou hodnotou hrúbky zvodnenej vrstvy 57,4 m. Štatistické zhodnotenie doku-

mentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,21$ so smerodajnou odchýlkou $s = \pm 0,29$. Tomu zodpovedá $T_y = 1,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Ide o **IV. triedu prietočnosti** so stupňom filtračnej nerovnorodosti $S_{\log T} = 0,29$. Podľa klasifikácie (Krásny, 1986) to charakterizuje mierne nehomogénne hydrogeologické prostredie.

Hydraulické vlastnosti sedimentov sarmatu bolo možné posúdiť iba na základe výsledkov z jedného, aj to plytkého vrtu západne od Stupavy. Index prietočnosti $Y = 5,61$. Tomu zodpovedá $T_y = 4,07 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Pre nedostatok hydrogeologických vrtov do sedimentov neogénu okrajovej malokarpatskej kryhovej oblasti nie je možné urobiť ani detailnejšie hodnotenie vlastností sedimentov panónu. Podľa výsledkov CF vrtov boli v severnej časti kryhy dokumentované 1 – 2 horizonty jemnozrnných pieskov, v centrálnej a južnej časti kryhy perspektívne kolektory podzemnej vody dokumentované neboli. Na základe týchto veľmi orientačných výsledkov možno sedimenty kryhy z hľadiska prietočnosti klasifikovať **V. – VI. triedou prietočnosti**.

Sedimenty pontu z hľadiska hydrogeológie neogénnych sedimentov majú v južnej časti Záhorskej nížiny dominantné postavenie. Prvoradý význam má vysoký podiel piesčitých, veľmi zriedkavo aj ojedinelých štrkových horizontov v tomto ílovito-piesčitom súvrství. Na podstatnej rozlohe územia budovaného sedimentmi pontu potenciálne horizonty podzemnej vody predstavujú jemnozrnné piesky.

Hydraulické vlastnosti súvrstvia pontu sa regionálne hodnotili za celý rozsah pontu v hodnotenom území. Výsledky sa dosiahli štatistickým zhodnotením výsledkov zo súboru 45 hydrogeologických vrtov. Toto hodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,68$ so smerodajnou odchýlkou $s = \pm 0,46$. Tomu zodpovedá $T_y = 4,79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Podľa T_y je to **III. trieda prietočnosti** so stupňom filtračnej nerovnosti $S_{\log T} = 0,46$. Podľa klasifikácie ide o dosť nehomogénne hydrogeologické prostredie.

Hydrogeologické hodnotenie dáku nie je dostatočné pre malú, a najmä nereprezentatívnu hustotu hydrogeologických vrtov. Zo 7 vrtov použitých na hydrogeologické hodnotenie iba dva sú z centrálnej časti zohorskej depresie a ďalších 5 je z okrajových oblastí. Tie sú málo reprezentatívne, a teda to môže viesť k podhodnoteniu priemerných hydraulických vlastností súvrstvia dáku.

Hydraulické vlastnosti súvrstvia dáku sa regionálne posúdili štatistickým zhodnotením výsledkov zo 7 hydrogeologických vrtov. Priemerná hodnotená hrúbka overovaných súvrství je 58,7 m. Štatistické hodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,24$ so smerodajnou odchýlkou $a = \pm 1,19$. Tomu zodpovedá $T_y = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Podľa T_y je to **IV. trieda prietočnosti**, čo podľa klasifikácie reprezentuje extrémne nehomogénne hydrogeologické prostredie.

Na záver hodnotenia uvádzame sumarizáciu výsledkov regionálneho hodnotenia hydraulických vlastností neogénnych sedimentov – ich jednotlivých litostratigrafických stupňov v dosahu realizovaných hydrogeologických vrtov. Ide o litostratigrafické stupne spodného až stredného bádenu, vrchného bádenu, sarmatu, pontu a dáku. Na hodnotenie súvrství panónu nie sú hydrogeologické podklady. Sumarizujúce výsledky sú uvedené v tabuľke 11.

Tab. 11. Index prietočnosti Y a odhad koeficientu prietočnosti sedimentov neogénu v južnej časti Záhorskej nížiny (Marcin, 1999).

Litostratigrafický stupeň	Počet	Index prietočnosti Y				Odhad koef. prietočnosti – T_y pri $d = 0(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$
		min.	priem.	max.	rozptyl	
Dák	7	4,079	5,24	6,88	2,80	$1,74 \cdot 10^{-4}$
Pont	45	3,57	5,68	6,66	3,10	$4,79 \cdot 10^{-4}$
Panón		štatisticky nehodnotený pre nedostatok hydrogeologických vrtov				
Sarmat	1	–	5,61	–	–	$4,07 \cdot 10^{-4}$
Vrchný bádén	18	3,65	5,21	6,30	1,43	$1,62 \cdot 10^{-4}$
Spodný až stredný bádén	13	4,83	5,42	6,26	1,53	$2,63 \cdot 10^{-4}$

V okrajovej kryhovej malokarpatskej oblasti stabilizácia terciérneho podložia v kvartéri umožnila medzi okrajom Malých Karpát a okrajovými malokarpatskými zlomami vytvorenie kvartérnych sedimentov iba v malej hrúbke. Sú to kužele malokarpatských tokov, zachované vo zvyškoch s malou hrúbkou (Sabol, 1964). V hydrogeologicky priaznivejších úsekoch sú kolektorom priameho prestupu podzemnej vody z pohoria do nížiny.

Hydraulické vlastnosti deluviálnych sedimentov boli charakterizované na základe zhodnotenia 8 hydrogeologických vrtov. Hodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,22$ a smerodajnú odchýlku $s = \pm 0,54$. Tomu zodpovedá $T_y = 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Ide o **IV. triedu prietočnosti**, čo podľa klasi-

fikácie reprezentuje dosť nehomogénne hydrogeologické prostredie. Hydraulické vlastnosti fluviaálnych a proluviaálnych sedimentov na kryhe Malých Karpát boli charakterizované zhodnotením súboru 13 hydrogeologických vrtov (z toho 1 vrt je z proluviaálnych sedimentov, pretože z nich len 1 vrt bol reprezentatívny – na základe charakteru kolektora sa zaradil medzi fluviaálne sedimenty).

Štatistické zhodnotenie dokumentovalo priemerný index prietochnosti $Y = 6,33$ a smerodajnú odchýlku $s = \pm 0,47$. Tomu zodpovedá $T_y = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Charakterizuje to **II. triedu prietochnosti**. Podľa klasifikácie ide o dosť nehomogénne hydrogeologické prostredie.

Výplň v zohorsko-marcheggskej nádrži podzemnej vody tvoria kvartérne sedimenty s veľkou hrúbkou. Predstavujú fluviaálne sedimenty Moravy a eolické, ale najmä preplavené eolické piesky.

V území budovanom prevažne piesčitémi štrkami (centrálne časť nádrže) sa koeficienty filtrácie pohybovali v rozmedzí od $5,7 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $8,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. S pribúdaním piesčitej zložky (od centrálnej časti smerom k perneckej nádrži a k Marcheggu) hodnoty koeficientov filtrácie klesajú a dosahujú $4,09 \cdot 10^{-4}$ až $5,08 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V oblastiach s prevahou pieskov s obliakmi sú ešte nižšie, $3,6 \cdot 10^{-4}$ až $4,05 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Šubová, 1973).

Hydraulické vlastnosti týchto sedimentov sa charakterizovali na základe zhodnotenia súboru 34 hydrogeologických vrtov. Štatistické zhodnotenie dokumentovalo priemerný index prietochnosti $Y = 7,02$ so smerodajnou odchýlkou $s = \pm 0,56$, Tomu zodpovedá $T_y = 1,04 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Vyjadruje to **I. triedu prietochnosti**, čo podľa klasifikácie reprezentuje mierne nehomogénne hydrogeologické prostredie.

Kvartérne sedimenty rieky Moravy tvoria jednak výplň zohorsko-marcheggskej depresie, jednak ako sedimenty poriečnej nivy sa nachádzajú v okrajovej kryhe Malých Karpát.

Hydraulické vlastnosti týchto sedimentov boli charakterizované na základe zhodnotenia súboru 11 hydrogeologických vrtov. Hodnotenie dokumentovalo priemerný index prietochnosti $Y = 6,44$ a smerodajnú odchýlku $s = \pm 0,25$. Tomu zodpovedá $T_y = 2,75 \cdot 10^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$. Je to **II. trieda prietochnosti** a podľa klasifikácie reprezentuje homogénne hydrogeologické prostredie.

Na záver hodnotenia uvádzame sumarizáciu regionálneho hodnotenia hydraulických vlastností kvartérnych sedimentov v jednotlivých hydrogeologických celkoch v rozsahu realizovaných hydrogeologických vrtov. Sumarizujúce výsledky sú spracované v tabuľke 12.

Tab. 12. Index prietochnosti Y a odhad koeficientu prietochnosti T sedimentov kvartéru v južnej časti Záhorskej nížiny (Marcin, 1999).

Hydrogeologický celok	Litologické zloženie	n	Min. – max.	Priemer	Medián	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Odhad koef. prietoch. – T_y pri $d = 0 \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$
Kvartér rieky Moravy	piesky, štrky a piesčité štrky	11	5,90 – 6,81	6,44	6,43	0,91	0,25	$2,75 \cdot 10^{-3}$
Zohorsko-marcheggská nádrž, kvartér. podzemnej vody	štrky a piesky s prepláskami ílu	34	5,0 – 7,87	7,02	7,07	2,87	0,56	$1,04 \cdot 10^{-2}$
Kvartér na okrajových kryhách malokarpatskej oblasti	deluviaálne piesčité hlíny	8	4,50 – 5,94	5,22	5,055	1,44	0,54	$1,65 \cdot 10^{-4}$
	fluviaálne a proluviaálne sedimenty, hlinito-piesčité štrky	13	5,43 – 7,43	6,33	6,36	2	0,47	$2,13 \cdot 10^{-3}$

4.2.3. Podunajská nížina

Z komplexu sedimentov neogénu určitý význam z hľadiska výskytu obyčajnej podzemnej vody má súvrstvie pontu. O jeho hydraulických vlastnostiach na základe hydrodynamických skúšok nie je mnoho informácií. Zvlášť neboli odskúšané najmä artézske horizonty. Piesčité polohy panónu, prípadne sarmatu(?) v oblasti Pečnianskeho lesa a Petržalky podľa hydrodynamických skúšok vykazovali hodnoty koeficientu filtrácie $k = 4,6 \cdot 10^{-4} - 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Tieto hodnoty charakterizujú horniny ako mierne priepustné až dosť slabo priepustné (IV. – V. trieda priepustnosti). Viac informácií poskytl výsledky získané odskúšaním hlbokých vrtov realizovaných pre potreby výskumu geotermálnej vody. Odskúšali sa aj piesky panónu a pontu. Franko (1984) uvádza z piesčitých sedimentov neogénu koeficient filtrácie $k = 3,88 \cdot 10^{-5} - 6,0 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficient prietochnosti $T = 3,6 \cdot 10^{-3} - 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Sú to sedimenty s vysokou až veľmi nízkou prietochnosťou (II. až V. trieda).

Najvýznamnejšie kolektory obvyčajnej podzemnej vody v území sú však kvartérne sedimenty. Sedimenty kvartéru v **podkarpatskej oblasti** ľavej strany Dunaja (podhorie Malých Karpát) zastupujú deluviálne sedimenty a staršie kvartérne terasy Dunaja a recentné sedimenty Dunaja. Smerom na JV sa ich hrúbka zväčšuje z 3 – 7 m na 10 – 12 m. Slabo zvodnené polohy v podhorí Malých Karpát možno charakterizovať koeficientom filtrácie k rádovo $10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, prevažne na spodnej hranici. Ojedinele sa zistili vyššie hodnoty napríklad v Rači ($k = 6,54 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) a Krasňanoch ($k = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Ide o slabo opracované štrky, ktorých materiál je značne zahlinený a premiešaný s produktmi zvetrávania kryštalinika Malých Karpát.

Veľmi dobre priepustné sú fluviaálne štrkopiesčité sedimenty Dunaja. Na území **Pečnianskeho lesa**, ktorý predstavuje územie s plochou $3,1 \text{ km}^2$ medzi štátnou hranicou s Rakúskom a Dunajom a Pečnianskym rameňom, sú fluviaálne sedimenty značne heterogénne. Podľa Žáka (1973) sa koeficient filtrácie k pohybuje od $1,16 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $3,08 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, v priemere je $7,87 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 13). V zmysle 8-stupňovej klasifikácie Jetela (1982) sú to silno až veľmi silno priepustné sedimenty (II. – I. trieda). Najpriepustnejšie sú štrky až piesky pozdĺž Dunaja v jeho najjužšej poriečnej zóne. Ďalej od Dunaja sa priepustnosť znižuje a znižuje sa aj hrúbka sedimentov. Obdobne ako v iných oblastiach, aj tu sa zistila veľká plošná nehomogenita. V dôsledku toho v prípade studní vo vzdialenosti 50,0 m sa zistili rozdiely vo výdatnosti vrtov až niekoľko desiatok $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. Výdatnosť vrtov D-1 až D-10 (tab. 13) sa pohybovala od 9,3 do $47,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Žák, 1973), v ďalších vrtoch od 2,5 do $90,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Koeficient filtrácie zistený z priebehu povodňovej vlny za rôznych stavov bol $k = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Žák (1973) to považuje za hodnotu reprezentujúcu celú oblasť Pečnianskeho lesa.

Tab. 13. Hydrogeologické parametre fluviaálnych sedimentov pravej strany Dunaja.

Oblasť	Počet vrtov	Q ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$)		Q/s ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)		k ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)			Zdroj informácií	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	priem.		
Pečniansky les	10	9,3	47,6	2,2	15,6	$3,08 \cdot 10^{-3}$	$1,16 \cdot 10^{-2}$	$7,87 \cdot 10^{-3}$	Žák, 1973	
Rusovce – Čunovo	Ostrovne lúčky – Mokrad'	21	60,0	176,0	8,4	242,8	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$	$4,64 \cdot 10^{-3}$	Pechočiaková, 1985
	Rusovce – Čunovo	22	2,5	336,0	4,7	550,8	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$9,7 \cdot 10^{-3}$	$3,69 \cdot 10^{-3}$	Pechočiaková, 1976
Petržalka	37	2,0	212,8	2,8	297,0	$4,06 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$5,04 \cdot 10^{-3}$	Repka, 1981	

Petržalská oblasť je charakteristická menšou hrúbkou fluviaálnych štrkov a pieskov – asi 10 – 20 m. Sú uložené na ílovito-piesčitých vrstvách spodného pliocénu.

Významný kolektor podzemnej vody v tejto oblasti sú fluviaálne sedimenty Dunaja začlenené k vrchnému komplexu. Sú to prevažne veľmi dobre priepustné piesčité štrky, štrky a piesky s hrúbkou 10,0 – 20,0 m. Koeficient filtrácie sa pri nich pohybuje prevažne od $8,0 \cdot 10^{-3}$ do $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, pričom ojedinele je aj vyšší, $1,1 – 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, resp. nižší, rádovo $10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Pechočiaková a Žák, 1974). Veľmi dobre priepustné štrkovito-piesčité fluviaálne sedimenty akumulujú významné množstvo podzemnej vody. Výdatnosť vrtov sa pohybuje od 2,0 do $212,8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 13), prevažne od 40,0 do $60,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Pechočiaková a Žák, 1974). Podzemná voda však nie je kvalitatívne vhodná na zásobovanie ako pitná voda. Jej kvalita je znehodnotená rozsiahlou občianskou výstavbou a sústavne ju ohrozujú rozličné potenciálne zdroje znečistenia.

Rusovsko-čunovská oblasť zahŕňa územie medzi Rusovcami a Čunovom až po štátnu hranicu s Maďarskom. Z geologického a hydrogeologického hľadiska je ekvivalentom hornej časti Žitného ostrova. Charakteristickým znakom tohto územia je intenzívne poklesávanie neogénneho podložja, podmienené tektonickou stavbou.

V dôsledku poklesávania podložja sa zväčšuje aj hrúbka fluviaálnych štrkopiesčitých náplavov, ktoré v okolí Rusoviec dosahujú 40 – 50 m, v území Ostrovných lúčok 55 – 60 m a v oblasti Mokrade 70 – 80 m. Smerom na juh od Čunova fluviaálne náplavy dosahujú hrúbku až vyše 100 m. Na maďarskom území pri Rajke bol navŕtaný neogén v hĺbke 129,50 m. Hlavnú zložku zvodneného horizontu predstavujú štrky s prímiesou piesku.

Štrkopiesčité fluviaálne náplavy v tejto oblasti sa vyznačujú značnou nehomogenitou. Príčinou je rôzne striedanie polôh štrku, štrčiek s rôznym obsahom piesku a lokálnych šošoviek pieskov, prípadne hlinitých pieskov.

Fluviálne sedimenty v tomto území sú veľmi dobre priepustné. Priemerná hodnota koeficientu prietochnosti T tu dosahuje jednu z najvyšších hodnôt zistených na území Slovenska. Pri priemernej hrúbke zvodneného kolektora 100,0 m a priemernej hodnote koeficientu filtrácie $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ je hodnota $T = 2,0 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, pričom koeficient T zistený z 18 vrtov v Ostrovných lúčkach sa pohyboval od $3,6 \cdot 10^{-1}$ do $9,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Pechočiaková et al., 1980, 1985). V zmysle 6-triednej klasifikácie prietochnosti sú to sedimenty s veľmi vysokou prietochnosťou (I. trieda). V lokalite Ostrovné lúčky sa koeficient filtrácie pohybuje od $1,8 \cdot 10^{-3}$ do $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, v priemere $4,64 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 13). Výdatnosť vrtov sa pohybovala od 60,0 do $176,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Pechočiaková, 1976). V území Rusovce – Čunovo sa koeficient filtrácie pohyboval od $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $9,7 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, v priemere $3,69 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ide o silno priepustné sedimenty (II. trieda). Výdatnosť jednotlivých vrtov sa pohybovala od $2,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ do $336,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Pechočiaková et al., 1976). Porovnanie výsledkov poukazuje na to, že medzi koeficientmi filtrácie nie sú veľké rozdiely. Keď ich však porovnáme s hodnotami v území Ostrovných lúčok a Mokrade, vidno, že sú o niečo nižšie. Je to asi dôsledok jemnejšieho granulometrického zloženia zvodneného kolektora najmä v jeho hlbších intervaloch.

Komplex štrkov z hľadiska zrnitosti nie je jednotný. S hĺbkou sa mení obsah pieskov, ktoré sú jemnoaž hrubozrnné a miestami v štrkoch chýbajú. To poukazuje aj na zmenu hydraulických parametrov v rámci rôznych polôh. Vo vertikálnom profile existujú v komplexe štrkov a štrkov s pieskami značné zmeny hodnôt koeficientov filtrácie. Dosahujú až rádové rozdiely (Pospíšil et al., 1996). Táto nerovnorodosť bola dokumentovaná aj meraniami s rádioizotopmi v Rusovciach (Ostrovné lúčky) vo vrte HRO-2 (Hulla et al., 1973). Meraním prirodzeného vertikálneho prúdenia, prúdenia vo vrte bez čerpania spôsobeného rozdielmi v tlaku v rôznej hĺbke sa zistilo, že vo vrte sa mení koeficient k od $1 \cdot 10^{-2}$ do $1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, teda v rámci rozmedzia celého rádu. Sú to veľké rozdiely a svedčia o mimoriadnej nehomogenite v súvislom profile.

Možno predpokladať, že takéto rozdiely v priepustnosti môžu ovplyvňovať aj prúdenie podzemnej vody. Spolu s ďalšími faktormi môžu spôsobovať anomálie, napríklad „obtekanie“ relatívne menej nepriepustných polôh, preferované cesty a podobne.

Získané poznatky dokumentujú vysokú vrstvovú heterogenitu sedimentov tak vo vertikálnom, ako aj v horizontálnom smere. Môže to spôsobiť, že pri väčších územných celkoch pri použití spriemerovaných hodnôt koeficientov filtrácie sa skresľuje reálny obraz o prúdení podzemnej vody (Pospíšil et al., 1996).

Geologická stavba **Žitného ostrova** nie je jednotná. Vplyvom tektonických pomerov sa hrúbka kvartérnych sedimentov smerom do stredu Žitného ostrova zväčšuje. Zvodnený komplex štrkov a pieskov kvartéru až rumanu dosahuje najväčšiu hrúbku v oblasti Gabčíkova a Baky (520 – 600 m). Štrky a piesky sa striedajú v rôznych polohách, často nezákonne a lokálne rozdielne, či už ide o hrúbku polôh alebo granulometrickú hodnotu. Táto polycyklická štruktúra je výsledkom činnosti Dunaja, jeho prítokov a tektonických procesov, ktoré podmienili sústavné poklesávanie Komárňanskej panvy a jej vypĺňanie štrkami a pieskami.

Komplex limnicko-fluviálnych štrkovitých sedimentov je značne heterogénny. Vyznačuje sa existenciou nehomogenity zrnitostného charakteru. Z hľadiska hydraulických vlastností sa táto skutočnosť prejavuje rozdielmi hodnôt koeficientu filtrácie v horizontálnom aj vertikálnom smere.

Najväčšiu prirodzenú filtračnú aktivitu má prierečna zóna Dunaja. Smerom od Bratislavy po toku Dunaja sa pozvoľna zjemňuje štrková frakcia. Prejavuje sa to v znížení hodnôt koeficientu filtrácie. Najvyššie hodnoty priepustnosti (podľa Repku et al., 1978) – koeficient filtrácie $8 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a merná výdatnosť vrtov viac ako $100,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ – sú v prierečnej zóne Dunaja v úseku Vlčie hrdlo – Šuľany, kde zvodnený horizont má hrúbku 15,0 – 20,0 m.

V oblasti Borového hája je hrúbka štrkopiesčitých sedimentov 40,0 – 50,0 m, koeficient filtrácie $9,8 \cdot 10^{-3}$ až $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a merná výdatnosť vrtov $20,0 – 90,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

V oblasti Kalinkovského hája je hrúbka zvodneného horizontu 50,0 – 80,0 m, koeficient filtrácie $2,1 – 8,7 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a merná výdatnosť vrtov $30,0 – 100,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

V oblasti Jánošíkovej hrúbka zvodnenej vrstvy je 100,0 m, koeficient filtrácie od $1,14 \cdot 10^{-2}$ do $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a merná výdatnosť vrtov od $20,0$ do $50,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

V oblasti Hamuliakovo – Šamorín hrúbka zvodnenej vrstvy je 120 – 130,0 m. Koeficient filtrácie je $1,13 \cdot 10^{-2} – 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a merná výdatnosť sa pohybuje od $26,0$ do $113,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Charakteristika hydraulických vlastností kvartérnych sedimentov na základe vyhodnotenia výsledkov z čerpacích skúšok hydrogeologických vrtov realizovaných v hodnotenej časti územia je v tab. 14.

Tab. 14. Hydrogeologické parametre kvartérnych sedimentov hornej časti Žitného ostrova.

Územie – lokalita	Počet vrtov	Q (l . s ⁻¹)		Q/s (l . s ⁻¹ . m ⁻¹)		k (m . s ⁻¹)			T (m ² . s ⁻¹)		
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	priem.	min.	max.	priem.
Šamorín	32	13,0	300,0	11,6	193,5	1,45 . 10 ⁻³	1,47 . 10 ⁻²	6,66 . 10 ⁻³	0,72	2,17	1,55
Kalinkovo – Hamuliakovo	13	27,5	208,0	9,2	154,3	8,9 . 10 ⁻⁴	5,5 . 10 ⁻³	2,10 . 10 ⁻³	0,14	0,29	–
Tomášov – Pod. Biskupice – Dunaj. Lužná	13	3,1	104,0	0,35	237,8	6,1 . 10 ⁻⁶	1,2 . 10 ⁻²	4,05 . 10 ⁻³	–	–	–

Určovanie koeficientu filtrácie ako priemernej hodnoty celej zvodnenej vrstvy, prípadne jej časti sa najčastejšie robí z výsledkov čerpacích skúšok na vrtoch. Takto získané výsledky však neumožňujú zohľadniť heterogenitu a vrstvitosť sedimentov. Na takýto účel možno použiť výpočty koeficientu filtrácie z kriviek zrnitosti vzoriek odobraných z rôznych hĺbkových intervalov, pričom vlastné výpočty sa robia pomocou rôznych metodických postupov. Vzhľadom na rôznorodé podmienky sedimentácie sú aj samotné sedimenty veľmi rozdielne. Mnohé z podmienok sedimentácie sa odzrkadľujú v krivkách zrnitosti. Vidieť z nich, že sedimenty Podunajskej nížiny sú heterogénne. Pre jednotlivé menšie územné celky sa spracovali koeficienty filtrácie v závislosti od hĺbky. Z toho možno vidieť nehomogenitu prostredia a rozsah koeficientov filtrácie v danej lokalite (Šubová et al., 1992; Pospíšil et al., 1980, 1981).

Pospíšil et al. (1978, 1980) analýzou údajov z kriviek zrnitosti a porovnaním priemerných hodnôt koeficientu k získaných z kriviek zrnitosti z celých vrtov vyčlenili v území Žitného ostrova tri oblasti, v ktorých je hodnota koeficientu filtrácie približne rovnaká. Najvyššie hodnoty v rozmedzí rádu 10⁻² m . s⁻¹ sú v území tvaru trojuholníka, ktoré sleduje pozdĺžnou osou Dunaj a končí sa približne v okolí obce Bodíky. Ďalšiu oblasť možno charakterizovať hodnotami koeficientu filtrácie v rámci rádu 10⁻³ m . s⁻¹. Plošne je rozsiahlejšie ako prvé územie, na východe siaha približne po Sap (Palkovičovo) až Topoľníky a na západe zaberá z. časť Žitného ostrova až po Malinovo. Tretia oblasť, charakterizovaná koeficientom filtrácie v rozmedzí rádu 10⁻⁴ m . s⁻¹, sa rozprestiera vo východnej časti Žitného ostrova. V jednotlivých územiach sú však ojedinele aj vrstvy s odlišnými hodnotami k.

Zložitejšia situácia je pri hĺbkovom členení sedimentov podľa filtračných vlastností. Analýzou údajov zo 78 vrtov s maximálnou hĺbkou 90,0 m dospeli Pospíšil et al. (1980, 1981) k záveru, že v území je možné iba lokálne vyčleniť menšie oblasti, v ktorých charakter zmien koeficientu k s hĺbkou zodpovedá určitému vzťahu a zákonitosti. V území od Čilistova cez Hamuliakovo po Čunovo hĺbkové členenie poukazuje na to, že najpriepustnejšia je stredná vrstva. V okolí Slovnaftu je priepustnejšia horná vrstva. V ostatnom území sú pomery veľmi premenlivé a nie je možná optimálna schematizácia so širšou územnou platnosťou. Z oblasti Šamorína Pospíšil et al. (1975, 1979) uvádzajú horizontálny koeficient filtrácie k_h = 6,03 . 10⁻³ m . s⁻¹, vertikálny k_v = 4,72 . 10⁻⁴ m . s⁻¹, koeficient anizotropie k_h/k_v = 12,77 a koeficient prietochnosti T = 7,24 . 10⁻¹ m² . s⁻¹. Sú to sedimenty s veľmi vysokou prietochnosťou (I. trieda).

Z hľadiska modelu prúdenia podzemnej vody Šubová et al. (1992) vyčleňujú oblasť prevažne dunajských sedimentov, a to od Bratislavy približne po líniu Šaľa – Veľký Meder (Čalovo) – Čičov. Skladá sa v spodnej časti z riečno-jazerných sedimentov a vo vrchnej časti z typických dunajských riečnych sedimentov. Z vrchnej časti je dostatok údajov z kriviek zrnitosti, zo spodnej časti sú len geologické popisy hlbokých vrtov. Pokiaľ vo vrchnej časti sa prakticky nevyskytujú sedimenty s menšou hodnotou koeficientu filtrácie ako 1 . 10⁻⁴ m/s⁻¹, v hlbšej časti sa vyskytujú typické jazerné polohy jemnozrnných pieskov až ílov striedajúce sa s hrubými pieskami a štrkom. Všeobecne možno potom vrchnú časť charakterizovať ako extrémne vysoko priepustnú, bez vrstvovej heterogenity (s typickou hodnotou anizotropie okolo 10). Spodnú časť je možné charakterizovať ako menej priepustnú, a najmä vrstvovo heterogénnu, teda s podstatne menšou vertikálnou priepustnosťou.

Z uvedeného opisu vyplýva, že celý zvodnený komplex je z hľadiska priepustnosti heterogénny. Prejavuje sa to aj v distribúcii koeficientu filtrácie, ktorý sa mení veľmi nepravidelne. Prakticky je preto nemožné schematizovať z väčšieho územia filtračný parameter do jednej hodnoty. V dôsledku toho by sa zotrel prírodný charakter sedimentov, ktorý má veľký význam napríklad pri modelovaní prúdenia podzemnej vody

a pri riešení jej ochrany. Na modelovanie a priblíženie k reálnym prírodným podmienkam sa preto odporúča používať priestorovo diferencované hodnoty koeficientu filtrácie.

4.3. Obeh a režim podzemnej vody

4.3.1. Malé Karpaty

Najstarší hydrogeologický celok predstavuje kryštalinikum – predmezozoický fundament jadrového pohoria Malých Karpát. Charakterizuje ho puklinová priepustnosť, najmä v kôre zvetrávania, ktorá sa zväčšuje v zónach tektonického porušenia.

Odlíšné, ale veľmi priaznivé podmienky na obeh a akumuláciu podzemnej vody vytvárajú najmä karbonáty jury tatrika s puklinovou a krasovo-puklinovou priepustnosťou.

Kvartérne sedimenty sa vyznačujú veľmi variabilným zrnitostným zložením. Prejavuje sa to aj v širokej škále medzizrnovej priepustnosti. Najväčšou priepustnosťou sa vyznačujú fluviálne sedimenty, ktoré obdobne ako karbonáty mezozoika sú významným kolektorom podzemnej vody.

Kryštalinikum, predmezozoický fundament jadrového pohoria je tvorené bratislavským a modranským masívom. V hodnotenom území má najväčšie plošné rozšírenie najmä v južnej a strednej časti pohoria. Z dvoch tretín ho reprezentujú granitoidné horniny a z jednej tretiny metamorfované horniny. Kryštalinikum ovplyvňuje hydrologický režim v pohorí najmä povrchovým odtokom a možnosťou jeho drénovania hydrogeologicky priepustnejšími susednými, najmä mezozoickými sedimentmi. Z hľadiska využiteľného množstva podzemnej vody je kryštalinikum málo významné.

V kryštalických bridliciach, najmä fylitoch a metapelitoch sa nenachádzajú významnejšie pramene. Výdatnosť prevažnej väčšiny sutinovo-puklinových prameňov je prevažne nižšia ako $0,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Zvodnenie kryštalických bridlíc je veľmi malé. Dokumentuje to aj 6 hydrogeologických vrtov, v ktorých merná výdatnosť bola iba $0,01$ až $0,05 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (Harmónia, Pernek, Pezinok a pod.). Malé zvodnenie kryštalických bridlíc dokumentujú aj výtoky zo starých banských štôlní. Výdatnosť z nich je prevažne od $0,01$ do $0,85 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Ani v bratislavskom, ani v modranskom granodioritovom hydrogeologickom masíve sa nenachádzajú výdatnejšie pramene. Výdatnosť väčšiny puklinových a sutinovo-puklinových prameňov je $0,01 - 0,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, v ojedinelých prípadoch je výdatnosť aj väčšia ako $0,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (niektoré puklinové pramene v bratislavskom granodioritovom masíve). Nízke zvodnenie granitoidných hornín preukázali aj výsledky z 37 hydrogeologických vrtov. Merná výdatnosť z nich sa pohybovala od $0,01$ do $0,24 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a výdatnosť jednotlivých vrtov bola od $0,05$ do $2,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (prevažne však medzi $0,1$ až $0,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Vyššia merná výdatnosť, $0,1$ až $0,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, bola vo vrtoch, ktoré boli lokalizované v tektonicky porušených častiach granodioritového masívu.

Obeh podzemnej vody v granodioritovom masíve je obmedzený. Viaz sa najmä na zónu zvetrávania a pripovrchového rozpojenia hornín, a preto významnejšia akumulácia podzemnej vody sa nevyskytuje.

Výdatnosť prameňov silne ovplyvňujú atmosférické zrážky. Najvýznamnejšie pramene v kryštaliniku sústavne pozoroval SHMÚ. Výsledky sú uvedené v tab. 15. Vzhľadom na silný vplyv zrážok majú pramene veľký rozkyv výdatnosti. Kategória stálosti prameňov je daná vzťahom

$$K_Q = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}, \text{ pričom rozlišujeme:}$$

1. stále pramene $K_Q = 1 - 2$;
2. kolísavé pramene $K_Q = 2 - 10$;
3. výrazné kolísavé pramene $K_Q = 10 - 50$;
4. silne kolísavé pramene $K_Q < 50$.

Podľa tejto kategorizácie okolo 25 % zo sústavne pozorovaných prameňov (tab. 15) patrí do kategórie silne kolísavých prameňov, ďalšia štvrtina patrí do kategórie výrazne kolísavých prameňov a zostávajúce pramene patria do kategórie kolísavých prameňov.

Na ilustráciu uvádzame hodnotenie režimu na základe výtokovej čiary vyprázdňovania prameňa Tri studničky. Sústavné merania dokumentujú veľký rozkyv výdatnosti ($K_Q = 191,5$). To ho charakterizuje ako silne kolísavý prameň. Režimové pozorovania výdatnosti prameňa dokumentuje priamy vplyv zrážok na výdatnosť prameňa.

Výtoková čiara z 8. 5. – 4. 11. 1986 dokumentuje, že pri vyprázdňovaní spolupôsobia dva laminárne režimy prúdenia s rozdielnymi koeficientmi vyprázdňovania podzemnej vody. Horninové prostredie má hustú, prevažne rovnomernú sieť puklín s prevahou mikropuklín a drobných puklín (Hanzel et al., 1993).

Väčšie sústredovanie podzemnej vody pozorujeme v starých banských štôlniach, napríklad v hornej časti Limbašskej doliny (štôlna Haviareň č. 1 a č. 2 a Leštiny) či v Perneku prameň Štôla. Ich výdatnosť zistená sústavným režimovým pozorovaním je v tab. 15. Staré banské štôlnie tu vytvárajú rozsiahlejšie drény, ktoré umožňujú sústredovať v horninách kryštalinika podzemnú vodu s výdatnosťou na ústí štôlní aj niekoľko $l \cdot s^{-1}$.

Tab. 15. Výdatnosť pozorovaných prameňov kryštalinika (Hanzel a Vrana, 1999).

Názov prameňa/lokalita	Obdobie pozorovania	Výdatnosť $l \cdot s^{-1}$			$\frac{Q_{max}}{Q_{min}}$	$\frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{priem}}$	Horninové prostredie
		min.	priem.	max.			
Štôla, Pernek	1971 – 1995	0,10	0,92	3,33	33,30	3,51	pararuly
Haviareň 1, Limbach	1957 – 1958	1,0	–	3,80	3,80		granodiorit
Haviareň 2, Limbach	1957 – 1958	1,0	–	13,30	13,30		granodiorit
Leštiny, Limbach	1957	2,70	–	8,04	2,98		granit až granodiorit
Tri studničky, Borinka	1973 – 1987	0,04	1,42	7,66	191,50	5,37	granodiority
Prameň 2 – dolný V. Javorník	1981 – 1982	0,40	–	15,30	38,25		granodiority
Prameň 1 – horný V. Javorník	1981 – 1982	0,05	–	9,42	188,4		granodiority
Kľčovanka 1, Svätý Jur	1963 – 1966	0,23	–	1,0	4,35		granit až granodiorit
Koliba, Bratislava	1981 – 1982	0,21	–	1,67	7,95		granit
Pod Kráľovou boudou, Bratislava-Kútiky	1982	0,07	–	0,43	6,14		granit
Žilové, Pezinok	1957 – 1961	0,06	–	5,70	95,0		granit až granodiorit
Urbanka, Pezinok	1957 – 1961	0,09	–	7,30	81,11		fylity
Kľčovanka 6, Svätý Jur	1963 – 1965	0,07	–	0,16	2,28		granit až granodiorit
Kľčovanka 5, Svätý Jur	1963 – 1966	0,23	–	2,06	8,96		granit až granodiorit
Kľčovanka 4, Svätý Jur	1963 – 1966	0,16	–	2,86	17,87		granit až granodiorit
Kľčovanka 3, Svätý Jur	1963 – 1966	0,61	–	6,0	9,83		granit až granodiorit
Kľčovanka 2, Svätý Jur	1963 – 1965 1983 – 1995	0,97 0,22	– 2,48	2,15 19,60	2,22 89,09	– 7,81	granit až granodiorit

Na základe ojedinelých meraní v rokoch 1980 a 1981 uvádza Dovina (in Hanzel, 1984) výdatnosť z 20 štôlní, ktorá sa pohybovala od 0,01 (štôlna Trojičná – Kuchyňa) do 10,0 $l \cdot s^{-1}$ (štôlna Ryhová – Pezinok). Pre režim podzemnej vody vytekajúcej zo štôlní je charakteristický pomerne výrazný vplyv zrážok na jej výdatnosť, ako aj dobré vyrovnávanie odtoku v neovplyvnenom období. Poukazuje to na dobrú priepustnosť okolitého horninového prostredia v dôsledku jeho porušenia. Podrobnejšie bol na ilustráciu vyhodnotený režim prameňa Štôla s veľkým rozkyvom výdatnosti $K_Q = 33,3$. To ho zaraďuje do kategórie výrazne kolísavých prameňov. Režim výdatnosti prameňa poukazuje na retardáciu výdatnosti za zrážkami. Je to podmienené tým, že ide o výver vody zo starej banskej štôlnie, ktorá pôsobí ako drén kryštalických bridlic a tým modifikuje vplyv zrážok na výdatnosť prameňa. Na charakterizovanie prameňa bola vyhodnotená výtoková čiara z 15. 4. 1992 – 23. 9. 1992. Dokumentuje, že pri odtoku podzemnej vody z prameňa spolupôsobia dva laminárne režimy prúdenia s rozdielnymi koeficientmi vyprázdňovania. Ide o horninové prostredie s hustou, prevažne rovnomernou sieťou puklín s prevahou mikropuklín a drobných puklín.

Hydrogeologické pomery kryštalinika Malých Karpát sú úzko späté aj s tektonickou pozíciou mezozoika uprostred kryštalinika. Mezozoikum v tektonickej pozícii uprostred kryštalinika svojou významnou drenážnou funkciou podmienilo vznik niekoľkých výdatných prameňov s krasovo-puklinovými vodami. Bližšie ich posúdime pri obehú podzemnej vody v sedimentoch mezozoika.

V sedimentoch mezozoika Pezinských a Devínskych Karpát možno vymedziť niekoľko hydrogeologických štruktúr. V tatriku sú to dve hydrogeologické štruktúry, ktoré predstavuje borinská jednotka a hydrogeologická

štruktúra, ktorú tvoria sedimenty mezozoika orešianskej jednotky v zmysle tektonického členenia Plašienku (1989).

Štruktúru odvodňujú pramene, ktorých výdatnosť podľa sústavného režimového pozorovania je uvedená v tab. 16. Podstatná časť prameňov v borinskej jednotke (až 59 %) má výdatnosť do $0,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a iba 16 % má výdatnosť vyššiu ako $1,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Tab. 16. Výdatnosť pozorovaných prameňov borinskej jednotky (Hanzel a Vrana, 1999).

Č. na mape	Názov prameňa, lokalita	Obdobie pozorovania	Výdatnosť $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$			$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}$	$\frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{priem}}}$	Horninové prostredie
			min.	priem.	max.			
–	U záhradiek 5, Jablonové	1965 – 1968	0,39	0,91	2,16	5,54	1,94	pieskovce, vápence
–	U záhradiek 2, Jablonové	1964 – 1968	0,22	1,12	4,99	22,68	4,26	pieskovce, vápence
–	U záhradiek 3, Jablonové	1964 – 1968	0,22	1,79	5,47	24,86	2,93	pieskovce, vápence
–	U záhradiek 4, Jablonové	1964 – 1968	0,51	1,12	2,46	4,82	1,74	pieskovce, vápence
–	U záhradiek 1, Jablonové	1964 – 1968	0,39	0,84	1,96	5,02	1,87	pieskovce, vápence
–	Pod žľabom, Lozorno	1986 – 1996	0,00	2,73	26,10	–	9,56	borinské vápence
–	Kuchynská, Lozorno	1959 – 1965	0,01	0,18	4,00	400,00	22,17	pieskovce, vápence
–	Pri červenom domčeku, Stupava	1981 – 1992	0,30	1,19	7,25	24,16	5,84	marianske súvrstvie, bridlice
–	Šimonova dolina, Lozorno	1965 – 1967	0,19	1,51	8,00	42,10	5,17	pieskovce, vápence
9	Limbašská vyvieraciačka, Limbach	1993 – 1995	0,0	32,13	493,78	–	15,36	borinské vápence
–	Sklenková, Lozorno	1965 – 1967	0,20	1,54	8,0	40,0	5,06	pieskovce, vápence
–	Chvalov jarok – horný, Borinka	1965 – 1967	0,26	–	2,08	8,0	–	vápnité pieskovce
–	Chvalov jarok (dolný + horný), Borinka	1973 – 1990	0,27	–	11,90	44,07	–	vápnité pieskovce
3	Pod hradom 1, 2, 3, Borinka	1959 – 1963	0,50	–	3,0	6,0	–	borinské vápence
			2,60	–	6,80	2,61	–	
		1988 – 1995	0,70	–	2,90	4,14	–	
			4,33	6,15	13,80	3,07	1,46	
4	Volavec, Borinka	1971 – 1995	1,43	2,76	6,78	4,74	1,94	slienité vápence
5b	Medené Hámre, Borinka	1975 – 1995	4,20	4,94	6,56	1,56	0,48	borinské vápence
5a	Pajštúnska vyvieraciačka, Borinka	1977 – 1995	9,0	156,75	871,0	96,78	5,50	borinské vápence
10	Kňazove diery (celé pramenisko), Pezinok	1969 – 1983	30,90	–	131,40	4,25	–	vápence, kontakt s kremencami a fylitmi

Okrem prameňov sa sedimenty mezozoika borinskej jednotky odvodňujú aj skrytými prírodnými podzemnej vody do povrchových tokov.

Obeh a režim podzemnej vody v tejto hydrogeologickej štruktúre je veľmi zložitý. Podľa výsledkov režimového pozorovania najmenší rozkvy výdatnosti v štruktúre má prameň Medené Hámre ($K_Q = 1,5$). Na základe toho ho charakterizujeme ako stály prameň. Najväčší rozkvy výdatnosti s koeficientom stálosti K_Q väčším ako 10 majú pramene Pod žľabom, Pajštúnska vyvieraciačka (č. 5a), Limbašská vyvieraciačka (č. 9) a pramene Chvalov jarok, Kuchynská, Šimonova dolina a Sklenková, viazané najmä na silne skrasovatené a silne porušené borinské vápence. V zmysle uvedenej klasifikácie sú vyhodnotené ako výrazne a silne kolísavé pramene. Ostatné pramene hodnotíme ako kolísavé.

Na bližšiu charakteristiku režimu vybraných prameňov sa vyhodnotili výtokové čiary 3 prameňov: Pod hradom (č. 3), Pod žľabom a Pri červenom domčeku (Hanzel et al., 1993).

V prípade prameňa Pod hradom vyvierajúceho z borinských vápencov uprostred súvrstvia Korenca bola vyhodnotená výtoková čiara z obdobia 7. 6. 1968 – 8. 3. 1989. Pri odtoku podzemnej vody z prameňa spolupôsobia dva laminárne režimy prúdenia s rozdielnymi koeficientmi vyprázdňovania. Koeficienty vyčerpávania svedčia o vyprázdňovaní horninového prostredia s hustou, prevažne rovnomernou sieťou puklín s prevahou mikropuklín a drobných puklín.

Pre prameň Pod žľabom vyvierajúci z borinských vápencov sa vyhodnotila výtoková čiara z 30. 5. 1990 až 11. 12. 1990. Hodnotená čiara dokumentuje, že pri odtoku podzemnej vody spolupôsobia dva laminárne režimy prúdenia s rozdielnymi koeficientmi vyprázdňovania z horninového prostredia s nerovnomerne rozvinutou sieťou puklín a s prevahou otvorených mikropuklín, ako aj s možnosťou obmedzeného rozsahu krasových kanálov.

Z prameňa Pri červenom domčeku vyvierajúceho z marianskeho súvrstvia sa vyhodnotila výtoková čiara z 8. 6. 1988 – 15. 11. 1988. Výtoková čiara dokumentuje, že pri odtoku podzemnej vody spolupôsobia dva režimy laminárneho prúdenia s rozdielnymi koeficientmi vyprázdňovania. Koeficienty vyprázdňovania svedčia o vyprázdňovaní horninového prostredia s hustou, prevažne rovnomernou sieťou puklín s prevahou mikropuklín a drobných puklín.

Na charakterizovanie režimu v štruktúre borinskej jednotky sa urobilo aj režimové pozorovanie vrtoch. Vo vrtoch PKH-1 Košarisko a PKH-2 Borinka sa pozorovala hladina vody vo vrtoch a v prípade vrtu MKZ-1 Vápeničný potok sa pozorovala aj výdatnosť, teplota vody a tlak na ústí vrtu (Hanzel et al., 1993).

V hydrogeologickom vrte PKH-1 s ústím vrtu v nadmorskej výške 394,82 m hladina kolísala od 27,00 do 70,36 m pod terénom, t. j. s rozkyvom hladiny vody až 43,36 m. Je to spôsobené tým, že vrt je situovaný uprostred hydrogeologickej štruktúry do intenzívne skrasovatených borinských vápencov, nad ktorými je priepustná vrstva piesčitých sedimentov kvartéru. Hladinu vody vo vrte s malou retardáciou silne ovplyvňuje infiltrácia zo zrážok. Hydrogeologický vrt PKH-2 (ústie vrtu je 221,44 m n. m.), ktorý prenikol cez sedimenty neogénu a v podloží súvrstvie Prepadlého, vykazuje iba malý rozkyv hladiny vo vrte, a to 0,46 m.

Odlíšny režim podzemnej vody je vo vrte MKZ-1, ktorý zachytil podzemnú vodu s hlbším obehom. Na vrte MKZ-1 (nadmorská výška 269,11 m) sa režimovým pozorovaním dokumentoval rozkyv výdatnosti od 1,13 do 2,16 l . s⁻¹, čo je v priemere 1,50 l . s⁻¹. Tlak na ústí pri úplnom uzavretí vrtu sa pohyboval od 48 do 73 kPa.

Teplota vody sa pohybovala od 13,8 do 15,1 °C a merná vodivosť od 493,0 do 585,0 μS . cm⁻¹. Z časového priebehu výdatnosti vyplýva mierny pokles výdatnosti na ústí vrtu. Môže to byť spôsobené postupným vyčerpávaním akumulovaných zásob podzemnej vody v borinských vápencoch uzavretých v súvrství Korenca a ich menším doplnením infiltráciou zo zrážok.

Zložité geologické pomery borinskej jednotky podmienili v štruktúre vytvorenie dvoch hydraulických systémov krasových podzemných vôd (Kullman, 1973). Kubíny (1978) rozlíšil v borinskej jednotke dva krasové systémy, ktoré pomenoval prepadlo-limbašský (správne prepadliansko-limbašský; pozn. red.) a borinský krasový systém.

Prepadliansko-limbašský systém predstavuje rozvetvená horná časť doliny Prepadlé. Odvodňuje sa v závere Račieho potoka, geograficky patriaceho do povodia Dunaja. Povrchová voda Stupavského potoka sa stráca v ponore na dne doliny Prepadlé západne pod kótou Somár v nadmorskej výške 463,0 m. Spolu s podzemnou vodou tohto systému vystupuje v skrasovatených jurských vápencoch v závere Račieho potoka v Limbašskej vyvieracke (č. 9) v nadmorskej výške 337,45 m. Súvislosť vôd ponoru a vyvieracky dokumentovali indikačnou skúškou s fluoresceínom Gazda a Kullman (1964). Aj Polák a Tůmová (1969) druhou indikačnou skúškou s fluoresceínom v júli 1969 potvrdili súvislosť vôd z ponoru s Limbašskou vyvierackou. Zafarbená voda sa vo vyvieracke objavila po 34 hodinách. Sfarbená voda sa však neobjavila vo vyvieracke Medené Hámre (5b) ani pri prameňoch asi 1,5 km južne v doline pod ponorom Prepadlé. V roku 1957 Silnický (in Polák a Tůmová, 1969) dokázal farbiacou skúškou súvis medzi ponormi južne pod Košariskom a vyvierackou Medené Hámre. Čas prestupu farbiva od ponorov pod Košariskom po Medené Hámre, čo je vzdušná vzdialenosť 2,5 km, bol 10,5 hodiny, rýchlosť prestupu vody bola 0,06 m . s⁻¹.

Podľa režimového pozorovania prietoku Stupavského potoka sa do ponoru Prepadlé od 1. 11. 1991 do júna 1993 ponáralo (Hanzel et al., 1993) minimálne 0,28 l . s⁻¹ povrchovej vody, maximálne 193,81 l . s⁻¹ a priemerne 43,55 l . s⁻¹.

Výdatnosť Limbašskej vyvierajúcej vody, ktorá sa pozorovala až od 1. 11. 1992 do 31. 10. 1993, bola takáto: minimálna $0,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, maximálna $203,62 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, priemerná $15,67 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Teplota vody sa pohybovala od $6,0$ do $8,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Celková mineralizácia vody Stupavského potoka v ponore Prepadlé je okolo $215,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a v Limbašskej vyvierajúcej vode okolo $255,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. V období, keď Limbašská vyvierajúca voda vysychá, hladina podzemnej vody v krasovej kaverne poklesáva. Ako dokumentuje režimové pozorovanie, hladina vody v kaverne v hydrologickom roku 1993 klesla až $10,0 \text{ m}$ pod úroveň terénu, to znamená, že pri poklesávaní plní funkciu ponoru. Je to typický príklad vacluzského prameňa. Svedčí to o tom, že v Limbašskej vyvierajúcej vode jedna časť krasových vôd odteká na povrch a ďalšia časť sa odvodňuje skryte. Kullman (1980) predpokladá, že časť podzemnej vody prestupuje v karbonátoch mezozoika pod kryštalinikom na východ a dopĺňa horizonty podzemnej vody Podunajskej nížiny. Termometrické merania a merania prietoku Račieho potoka však umožňujú predpokladať, že časť podzemnej vody môže vystupovať po zlome, ktorý sa tiahne údolím Račieho potoka, do kvartérnych sedimentov v údolí potoka a do povrchového toku.

Borinský krasový systém, ktorý má v podstate jednoduchý systém obehu podzemnej a povrchovej vody, je v časti hydrogeologickej štruktúry zaberajúcej strednú a dolnú časť doliny Prepadlé. Podzemná voda tejto oblasti spolu s povrchovou vodou sa stráca v ponoroch v oblasti Košarísk a južne od Košarísk smerom k Medeným Hámrom. Drénujú ju borinské vápence a koncentrovane vystupuje na povrch v Pajštúnskej vyvierajúcej vode v Medených Hámroch v dolnej časti doliny Prepadlé v nadmorskej výške okolo $325,0 \text{ m}$. Na základe sústavného režimového pozorovania v hydrologickom roku 1992 bol vypočítaný podiel povrchovej vody na výdatnosti vyvierajúcej vody pri rôznych stavoch (Hanzel et al., 1993).

Pri minimálnej výdatnosti vyvierajúcej vody $29,80 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ je podiel povrchových vôd $10,1 \%$. Pri maximálnej výdatnosti $611,00 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ je podiel $73,8 \%$, pri priemernej výdatnosti $139,26 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ je $27,0 \%$.

Podľa výsledkov expedičného merania prietoku v auguste 1992 bol podiel povrchovej vody $15,7 \%$. Mineralizácia povrchovej vody na Košarisku bola okolo $134,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a v Pajštúnskej vyvierajúcej vode $317,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Kubíny (1978) predpokladal, že oba krasové a hydrogeologické systémy rozdeľuje tektonická hrásť, ktorá predstavuje tektonický blok sz.-jv. smeru, ohraničený zlomami rovnakého smeru.

Geofyzikálne merania v doline Prepadlé poukazujú na jej tektonické založenie (Valušiová in Hanzel et al., 1993) a intenzívne skrasovatenie borinských vápencov pozdĺž tohto tektonického porušenia, a to najmä v úseku od Košarísk po Medené Hámre. Táto intenzívne skrasovatená zóna nielen drénuje okolité horninové celky, ale aj povrchovú vodu pritekajúcu z kryštalinika. Súčasne sa potvrdil násun kryštalinika na mezozoikum borinskej jednotky a zistili sa výrazné tektonické línie sz.-jv., jz.-sv. až s.-j. smeru.

Južne od ponoru Prepadlé sa geofyzikálnymi meraniami overila elevácia, chrbát pevných hornín. Pozdĺžny profil doliny naznačuje, že chrbát pevných hornín vystupujúcich na povrch môže tvoriť bariéru prúdenia podzemnej vody od ponoru smerom na juh ku Košariskám. Domnievame sa, že len malá časť podzemnej vody v oblasti Prepadlého prechádza do borinského krasového systému. Metóda ponorenej elektródy potvrdila cirkuláciu ponárajúcej sa vody smerom do hĺbky a ďalej na východ a jv. od Limbašskej vyvierajúcej vody.

V hydrogeologickej štruktúre borinskej jednotky boli za rok 1992 vyčíslené prírodné zdroje podzemnej vody v množstve $223,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Hanzel et al., 1993). Z bilančného hodnotenia štruktúry vyplýva, že za rok 1992 bol skrytý odtok podzemnej vody zo štruktúry $39,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Geologická stavba územia umožňuje predpokladať, že štruktúra sa zrejme odvodňuje v smere na juhozápad do sedimentov neogénu, resp. do ich podložia v priľahlej časti Záhorskej nížiny v širšej oblasti Devínskej Novej Vsi (Hanzel et al., 1993). Vrt DNV-1 (pri Devínskej Novej Vsi) zastihol mezozoikum pod sedimentmi neogénu v hĺbke $587,0 \text{ m}$ (Vaškovský et al., 1987). Aj vrt MKZ-1 vo Vápeničnom potoku poukazuje na to, že na tektonickom styku borinskej jednotky so sedimentmi neogénu zrejme prebieha skrytý prestup podzemnej vody zo štruktúry do sedimentov neogénu, resp. aj do ich podložia.

V južnej časti územia v oblasti Devínskej Kobyly vystupujú masívne stredotriasové vápence a dolomity, pieskovce a kremence spodného triasu. Aj keď majú dobrú puklinovú priepustnosť, vzhľadom na veľmi malé plošné rozšírenie a morfológickú pozíciu nevytvárajú vhodné podmienky na akumulovanie podzemnej vody. Preto z nich neboli dokumentované žiadne pramene.

Významnú hydrogeologickú štruktúrnú jednotku vytvárajú triasové kremence a vápence mezozoika orešianskej jednotky medzi Hrubou dolinou (sz. nad Pezinkom), Pílou a Dolnými Orešanmi. Jej podstatná časť sa nachádza na susednom území zobrazenom na liste Znojmo, kde je detailne zhodnotená.

Tieto mezozoické sedimenty vytvárajú rozsiahle drény podzemnej vody priľahlého kryštalinika. Krasovo-puklinové vody z tejto hydrogeologickej štruktúry sa koncentrujú a vyvierajú na povrch v šiestich významných využívaných prameňoch. Z nich sa na zmapovanom území nachádza iba prameň Kňazove diery (č. 10). Prameň Kňazove diery vyvierá na ploche asi 200 x 60 m a je zachytený tromi pramennými zachycovadlami. Výdatnosť celého prameniska kolísala v rokoch 1964 – 1983 od 30,9 do 131,40 l . s⁻¹.

Veľká výdatnosť prameňov a neúmeraná rozloha sedimentov mezozoika privádzajú k záveru, že sú výsledkom aj významnej drenážnej schopnosti kryštalinického masívu (Kullman et al., 1973). Podľa koeficientu stálosti K_Q tieto pramene možno zaradiť do kategórie kolísavých prameňov s $K_Q = 2 - 10$. Dokumentuje to veľkú vyrovnávaciu schopnosť kremencov a vápencov mezozoika podmienenú ich významnou drenážnou funkciou uprostred kryštalinika.

Litologický charakter a rozdielna pozícia jednotlivých genetických typov kvartérnych sedimentov v pohorí rôznym spôsobom ovplyvňujú obeh a režim podzemnej vody v nich.

Väčšie rozšírenie v území majú deluviálne sedimenty, a to aj v spojení s eluviálnymi zvetraninovými kôrami na kryštaliniku medzi Pezinkom a Bratislavou. Ich hydrogeologický charakter s ohľadom na ich litologické zloženie (hlinité, hlinito-kamenité a kamenité sutiny) a nízku prietochnosť je podmienený charakterom ich podložia. Vo vyšších častiach svahov Pezinských Karpát iba zriedka vytvárajú súvislejšie horizonty podzemnej vody. Akumulácie podzemnej vody sa častejšie vytvárajú v dolných častiach svahov, a najmä pri prechode do fluviálnych sedimentov, alebo na styku pohoria s nížinou. Štyri hydrogeologické vrty (v oblasti Modry, Dúbravky a Krasnian) overili výdatnosť, ktorá sa pohybovala od 0,03 do 0,28 l . s⁻¹, pričom priemerná merná výdatnosť bola 0,08 l . s⁻¹.

Významnejšiu hydrogeologickú funkciu v území majú proluviálne sedimenty (piesčité štrky s úlomkami) vo forme náplavových kužeľov. Najväčšie rozšírenie majú v okrajových častiach pohoria v miestach vyústenia dolín horských potokov do Podunajskej nížiny (v okolí Pezinka a Modry). Šesť hydrogeologických vrtov (Orešany, Svätý Jur, Vinosady) dokumentovalo výdatnosť od 0,02 do 2,35 l . s⁻¹, pričom priemerná merná výdatnosť vrtov je 0,13 l . s⁻¹ . m⁻¹. Ich hydrogeologická funkcia je v tom, že v úsekoch s vhodnými hydraulickými vlastnosťami umožňujú priamy prestup podzemnej, ale aj povrchovej vody z horských častí regiónu do sedimentov susedných nížin.

V oblasti Rače sa overili priaznivejšie kolektory podzemnej vody v náplavových kužeľoch. Tri hydrogeologické vrty tu dokumentovali mernú výdatnosť 2,4 – 8,5 l . s⁻¹ . m⁻¹. Vrty vo východnej časti malokarpatských kužeľov dokumentujú rôznu stupeň zvodnenia kvartérnych sedimentov v závislosti od stupňa zahĺbenia. Merná výdatnosť sa tu pohybuje od 0,1 do 8,5 l . s⁻¹ . m⁻¹. Fluviálne sedimenty horských tokov – Parnej, Jablonovského potoka v oblasti Tureckého vrchu, Vydrice a štrkových sedimentov v Lamačskej bráne patriacich asi k terasám Vydrice – pre svoje malé priestorové rozšírenie nevytvárajú vhodné podmienky na významnejšie koncentrovanie zdrojov podzemnej vody. Celkovo 8 hydrogeologických vrtov vo fluviálnych sedimentoch Jablonovského potoka dokumentovalo výdatnosť od 0,08 do 0,3 l . s⁻¹ s priemernou mernou výdatnosťou 0,08 l . s⁻¹ . m⁻¹. Vo fluviálnych sedimentoch Vydrice 9 vrtov overilo výdatnosť od 0,07 do 1,0 l . s⁻¹ s priemernou mernou výdatnosťou 0,16 l . s⁻¹ . m⁻¹.

V Lamačskej bráne sa pomocou 8 vrtov overila výdatnosť od 0,1 do 0,52 l . s⁻¹ s priemernou mernou výdatnosťou iba 0,05 l . s⁻¹ . m⁻¹. Podzemná voda fluviálnych sedimentov horských tokov priamo súvisí s okolitým predkvartérnym horninovým prostredím. V mnohých úsekoch v závislosti od pozície a hydrogeologického charakteru okolitých horninových celkov pôsobí ako drén. Významnú hydrogeologickú funkciu má najmä v miestach, kde prerézava komplexy mezozoických karbonátov, ako to dokumentovali rozsiahle expedičné merania prietoku.

Najvýznamnejší kolektor podzemnej vody z kvartérnych sedimentov sú fluviálne sedimenty Dunaja. Dunaj od Devína po Bratislavu má vo svojom koryte niekoľko ostrovov, z ktorých najväčšie a najvýznamnejšie sú Devínsky ostrov (Sedláčkov) pod Devínom a Sihoľ nad Karlovou Vsou. Hrúbka piesčitých štrkov dnovej akumulácie Dunaja mierne kolíše. V smere zo západu na východ narastá a v priemere je 12,0 m. Najväčšiu hrúbku, 16,0 m, dosahujú pri vyústení Dunaja z Devínskej brány v Bratislave. Staršie fluviálne sedimenty v terasovom vývoji sa zachovali na ľavom brehu Dunaja medzi Devínom a Bratislavou a čiastočne v Lamačskej bráne.

Na Devínskom ostrove sú dobre zvodnené štrky a piesky uložené priamo na granitoidoch bratislavskej jednotky. Ich hrúbka je do 10,0 m. Hladina podzemnej vody pri priemerných vodných stavoch Dunaja býva

2,3 m pod terénom. Podzemná voda je v priamej hydraulickej spojitosti s vodou v Dunaji. Režim podzemnej vody ostrova okamžite reaguje na priebeh zmien hladiny vody v Dunaji. Tri hydrogeologické vrty dokumentovali výdatnosť 14,0 až 37,4 l . s⁻¹ podzemnej vody s priemernou mernou výdatnosťou až 14,52 l . s⁻¹ . m⁻¹. Devínsky ostrov je významné vodárenské územie s dobrými podmienkami na dopĺňanie zásob podzemnej vody. Sú tu zabudované štyri širokopriemerové studne, z ktorých sa odoberá okolo 97,0 l . s⁻¹ podzemnej vody na zásobovanie Devína. Porubský (1973) uvádza, že je možné z ostrova odoberať 250,0 až 300,0 l . s⁻¹ vody.

Ďalší vodárensky významný ostrov je Sihot'. Je vodárenským územím bratislavského vodovodu. Ostrov tvoria štrky a piesky v hrúbke 12,0 – 16,0 m. Sú uložené na nepriepustných íloch sarmatu a čiastočne aj priamo na granitoidoch Malých Karpát. Pre infiltráciu vody z Dunaja sú rozhodujúcim činiteľom čisté štrky a piesky vytvárajúce súvislú vrstvu po celom ostrove. Ich priepustnosť je veľmi dobrá, koeficient filtrácie je 6,5 . 10⁻² až 6,0 . 10⁻³ m . s⁻¹ (Porubský, 1969; Pospíšil, 1971; Jendraššák, 1975). Smer prúdenia podzemnej vody, ako aj ich hladina závisia od hladiny Dunaja v jeho ramene. Šestnásť hydrogeologických vrtov tu dokumentovalo vysokú výdatnosť, od 5,3 do 101,0 l . s⁻¹, pričom priemerná merná výdatnosť vrtov je 10,4 l . s⁻¹ . m⁻¹ (Pospíšil, 1971; Jendraššák, 1975, 1976). Režim podzemnej vody sa tu formuje vplyvom Dunaja. Na základe hydroizohýps minimálnych a maximálnych stavov hladiny podzemnej vody (Pospíšil, 1971) možno konštatovať, že Dunaj prakticky po celý rok dotuje podzemnú vodu ostrova. Je to spôsobené aj tým, že čerpaním niekoľkých exploatačných studní sa na ostrove vytvorila jedna veľká depresia, ku ktorej prúdi voda z celého obvodu ostrova. Iba v období, keď hladina v Dunaji rýchlo klesá a pokles hladiny podzemnej vody je pomalší v dôsledku retardácie, za takéto krátke obdobie prúdi voda smerom od stredu ostrova k jeho okraju. Ostrov je najstaršie a najvýznamnejšie vodárenské územie mesta Bratislavy. Čerpané množstvo vody sa pohybovalo v rozpätí od 850,0 do 1 300,0 l . s⁻¹.

4.3.2. Záhorská nížina

Južnú časť Záhorskej nížiny budujú neogénne a kvartérne sedimenty, predovšetkým piesky, pieskovce, štrky a miestami zlepenca a brekcie. Prevláda v nich medzizrnová priepustnosť, pričom v neogéne môže byť významná. Významnú úlohu zohráva aj puklinová priepustnosť (zlepenca a brekcie).

Zhodnotiť komplex neogénnych sedimentov z hľadiska obehu a režimu je obťažné pre ich zložitú tektonickú pozíciu (vertikálne posuny pozdĺž zlomov) a litologický charakter (veľmi rýchle vykľinovanie, rozvetvovanie zvodnených kolektorov). Hydrogeologický izolátor v týchto sedimentoch sú íly, silty a ílovce. Ich funkcia spočíva predovšetkým vo vytváraní bariér, na ktorých vystupujú mnohé pramene. Vytvárajú aj nepriepustné podložie pohybu vody v kvartéri a usmerňujú jej tok. Striedanie nepriepustných ílových a priepustných (piesky a štrky) polôh často vytvára v kolektoroch napätú hladinu (Stupava, Jablonové). Preto je aj jej obeh a dopĺňanie obmedzené. Na niektorých miestach zohráva významnú úlohu aj tektonika, ktorá má funkciu drénu a odvodňuje sedimenty neogénu, najmä tie, ktoré sú v bezprostrednom kontakte so sedimentmi kvartéru, alebo vystupujú priamo na povrch. Takýto charakter má prameň Jalšovec (č. 2), kde sú vo vzájomnom vzťahu podzemné vody vrchného bádenu s nadložným súvrstvom sedimentov kvartérnej terasy (Kullman, 1980; Hanzel et al., 1993).

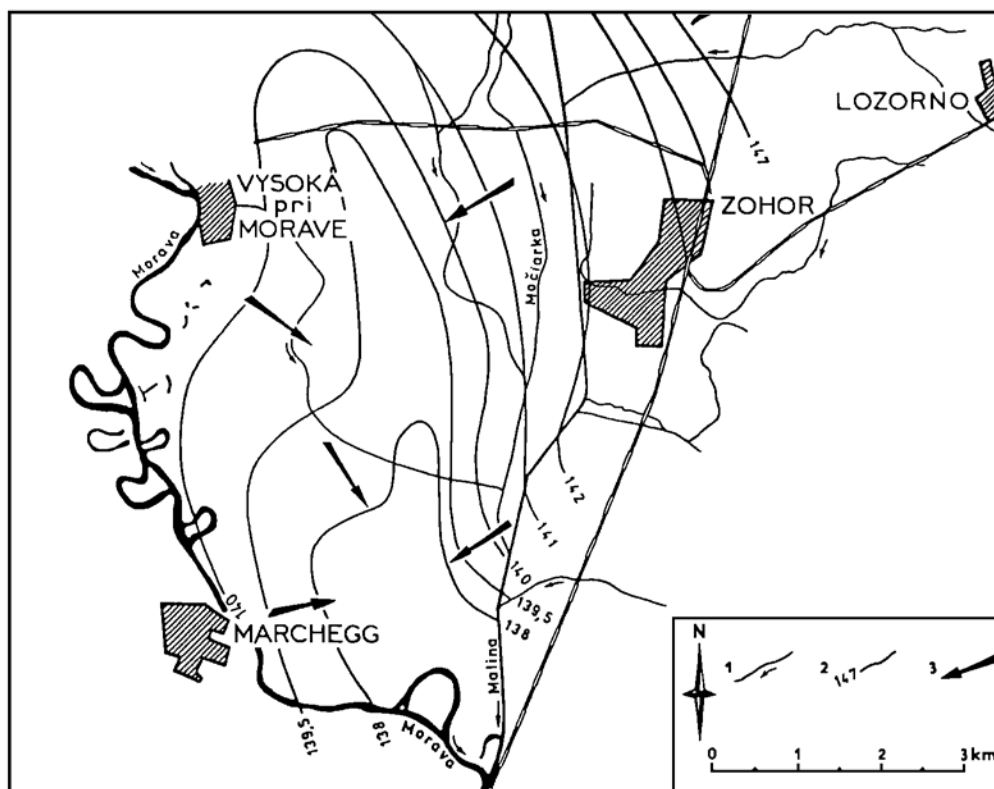
Z hľadiska zdrojov podzemnej vody v južnej časti Záhorskej nížiny sú najdôležitejšie kvartérne sedimenty. Vytvárajú tu rozsiahle hydrogeologické štruktúry – kvartérne nádrže podzemnej vody. Každá z týchto kvartérnych nádrží má odlišnú geologickú pozíciu a z toho vyplývajúci spôsob cirkulácie podzemnej vody. V hodnotenom území je to iba zohorsko-marcheggská nádrž.

Celkový obraz o obehu podzemnej vody v zohorsko-marcheggskej nádrži podávajú práce Šubovej (1973), Kullmana a Gazdu (1966) a Gazdu (1980).

Obraz o smeroch prúdenia podzemnej vody dokumentujú izolínie hladiny podzemnej vody zistené z dvoch charakteristických období, a to z 31. 5. 1972 a 8. 8. 1972 (Šubová, 1973 – obr. 8, 9). Hodnoty z 31. 5. 1972 zodpovedajú priemerným stavom hladiny podzemnej vody, hodnoty z 8. 9. 1972 nízkym stavom hladiny.

Zostavené izohydrohypsy dokumentujú, že smery prúdenia podzemnej vody za rôznych stavov hladiny sú v časti susediacej s perneckou nádržou prakticky nemenné. Významný prestup podzemnej vody z perneckej nádrže do zohorsko-marcheggskej nádrže je teda nepretržitý. Potvrzuje to aj zhodnotenie chemického

zloženia podzemnej vody. Zistilo sa, že v tektonickom poklese medzi perneckou a zohorsko-marcheggskou nádržou je chemické zloženie podzemnej vody blízke chemickému zloženiu podzemnej vody perneckej depresie vystupujúcej v prameňoch na lábskej zlomovej línii. Menšie rozdielnosti v chemickom zložení spôsobuje miešanie s vodou proluviálnych sedimentov lozornianskej elevácie, ktorá prestupuje od Malých Karpát cez lozorniansky a jablonovský kužeľ. Jej podiel na dopĺňaní je iba nepatrný, a teda nemohol podstatnejšie ovplyvniť celkové chemické zloženie podzemnej vody. Podľa realizovaných výpočtov (Gazda in Kullman, 1966) je pomer miešania podzemnej vody 5 : 1 v prospech vody prestupujúcej depresnou oblasťou z perneckej nádrže.



Obr. 8. Mapa hydroizohýps podzemnej vody kvartérnych sedimentov zohorsko-marcheggskej nádrže (priemerné stavy). Podľa Šubovej, 1973.
1 – povrchové toky; 2 – hydroizohypsy zostavené k 31. 5. 1972; 3 – smery prúdenia podzemnej vody.

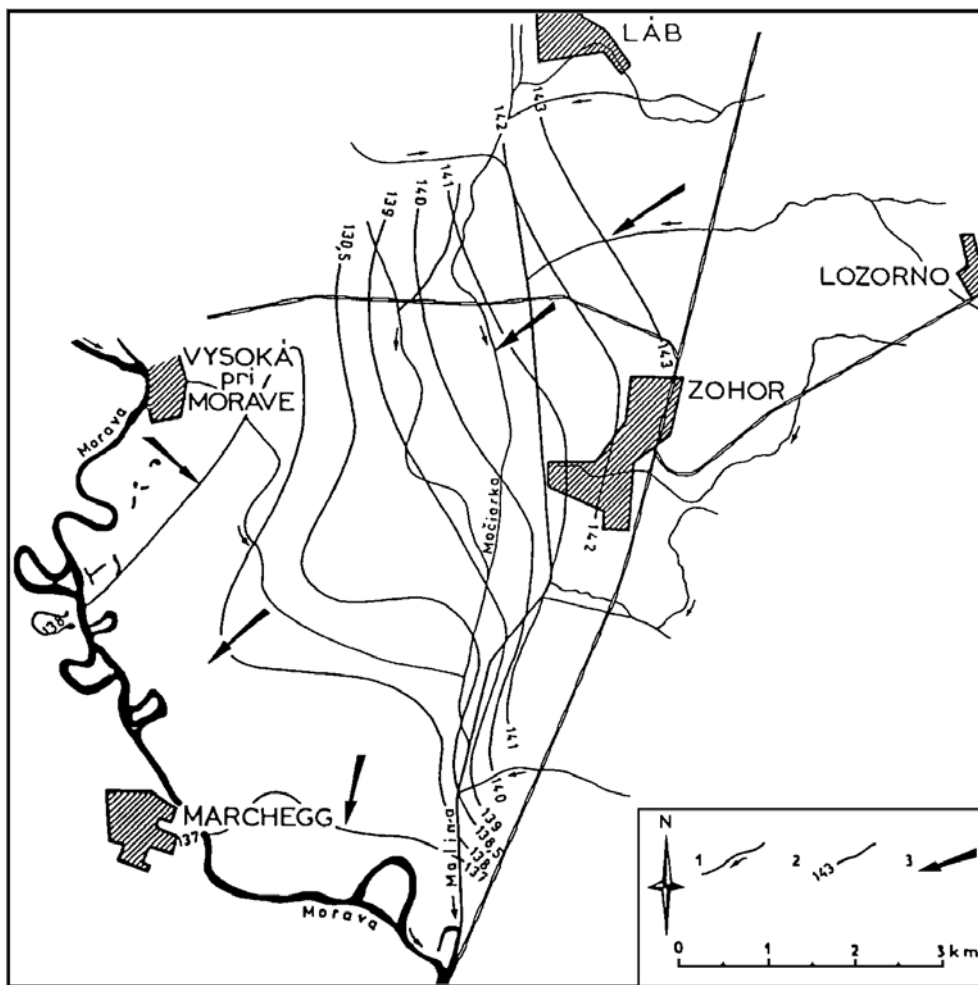
Na základe doterajších poznatkov je kvantitatívne overené dopĺňanie nádrže zo SV, a to prestupom podzemnej vody z perneckej nádrže (asi $100 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), ako aj zo zrážok z vlastného územia (plocha $37,7 \text{ km}^2$, meraný odtok podzemnej vody na základe analógie $3,6 - 4,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). Spolu s nevelkým prítokom podzemnej vody z podhorskej časti Malých Karpát to môže sumárne reprezentovať asi $250 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Skutočné prírodné zdroje v dôsledku významného dopĺňania podzemnej vody nádrže vodou z rieky Moravy sú väčšie. Dokumentuje to výpočet množstva z celého radu reálnych a fiktívnych studní (Banský in Šubová, 1973), ktorý dokumentoval možnosť trvalého odberu pri jednotlivých alternatívach od $303 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ do $477 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Reálnosť výpočtu potvrdzuje, že pri spoločnej čerpacej skúške na štyroch vrtoch (HVZ-2, HVZ-3, HVZ-4 a HVZ-5) spoločný odber bol $303 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Na základe orientačného zhodnotenia celkový objem akumulovaných zásob kvartérnych podzemných vôd nádrže reprezentuje $518\,000\,000 \text{ m}^3$ (Kullman, 1966).

Voda rieky Moravy infiltruje do nádrže najmä pri vysokých stavoch hladiny rieky Moravy. Maximálna hladina vody v Morave (stanica Vysoká pri Morave) dosahujú hodnoty $142,7 \text{ m n. m.}$, pričom priemerná nadmorská výška územia nádrže je približne $140,0 \text{ m}$. Z uvedeného vidieť, že pri vysokých stavoch býva zaplavené územie medzi hrádzami. To spôsobuje intenzívne vsakovanie a na pomerne dlhé obdobie retenciu v mŕtvych ramenách. Zásobovanie z rieky Moravy alebo drénovanie podzemnej vody riekou Moravou závisí od vodného stavu v rieke. Pri vysokých stavoch na Morave sa podzemná voda dopĺňa buď breho-

vou infiltráciou, alebo vsiaknutím rozliatej vody rieky Moravy v inundačnom území. Smery prúdenia podzemnej vody v oblasti rieky Moravy sa menia v závislosti od jej vodných stavov. Pri nízkych vodných stavoch podzemná voda z nádrže odteká pozdĺž celého úseku rieky prechádzajúceho nádržou, pri priemerných a vysokých stavoch len v oblasti nad obcou Marchegg.

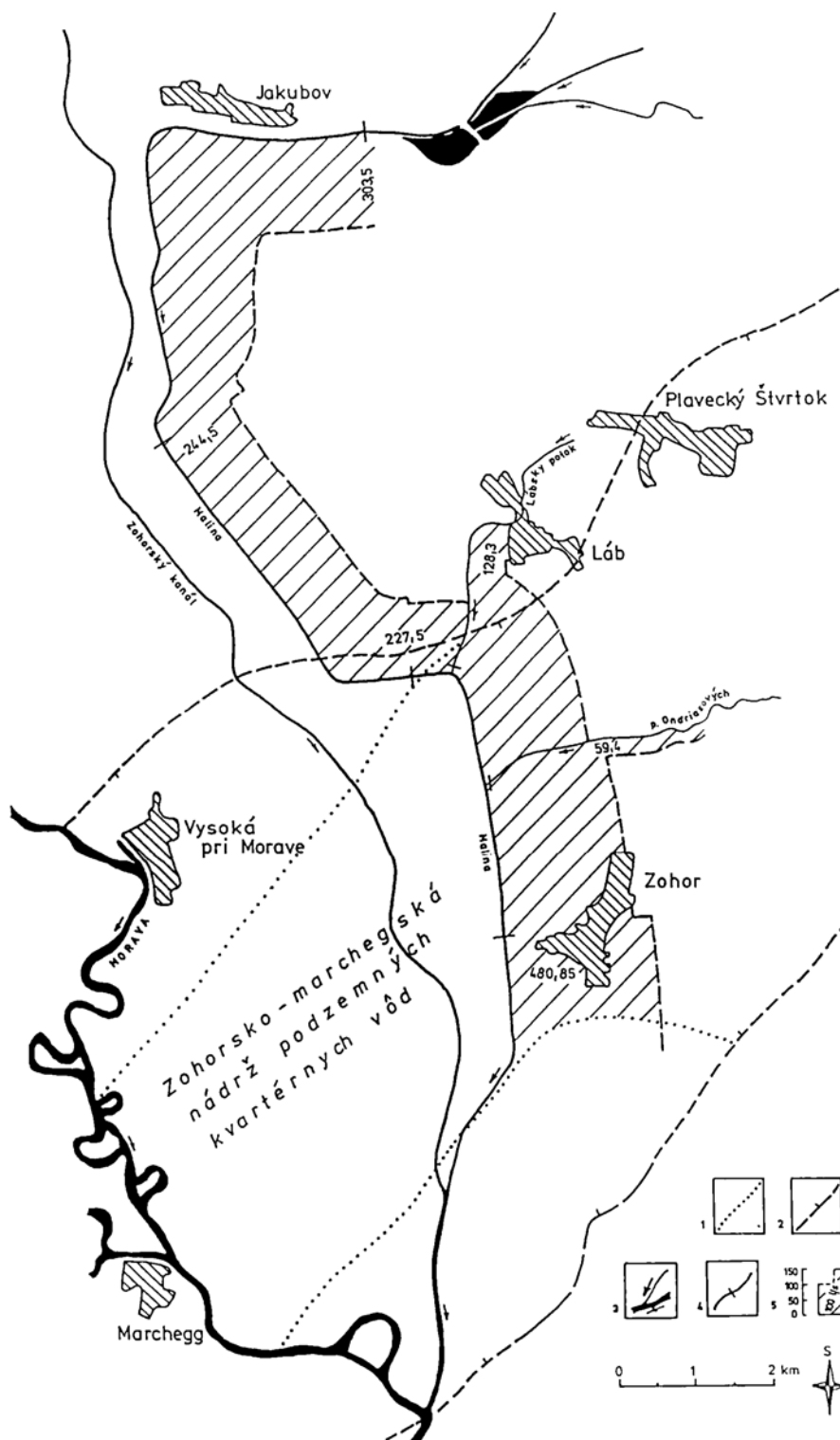
Z máp izolínií k dvom rozdielnym obdobiam v režime podzemnej vody jasne vyplýva, že smer prúdu podzemnej vody z hornej časti nádrže sa v strednej a južnej časti nádrže výrazne mení. Deje sa to v závislosti od hladiny v rieke Morave a tým aj od filtrácie vody z nej. Pri nízkych stavoch na rieke má hlavný prúd jz. smer. Pod vplyvom infiltrovanej vody Moravy a podľa veľkosti tohto vplyvu je zatlačený na J až JJV. V súlade s týmito poznatkami sú aj výsledky hodnotenia chemického zloženia.



Obr. 9. Mapa hydroizohýps podzemnej vody kvartérnych sedimentov zohorsko-marcheggskej nádrže (nízke stavy). Podľa Šubovej, 1975.
1 – povrchové toky; 2 – hydroizohypsy zostavené k 8. 9. 1972; 3 – smery prúdenia podzemnej vody.

Na základe hodnotenia chemického zloženia podzemnej vody formovanej v sv. časti zohorsko-marcheggskej depresie prúdi jz. smerom do jej centrálnej časti. Hydrochemické hodnotenie v centrálnej časti nádrže poukazuje na výrazný vplyv infiltrovanej vody rieky Moravy, na prúd podzemnej vody z hornej, sv. časti nádrže. Infiltrovaná voda Moravy tento prúd podzemnej vody odtláča na východ. Tým ho usmerňuje na J až JJV a odvádza ho sieť prírodných a umelých tokov. Dokumentuje to chemické zloženie vrtu HVZ-1 a blízkeho kanála (Gazda, 1980). Túto skutočnosť potvrdzujú aj merania prietoku (Kullman a Marcin, 1999). Pomocou nich sa riešili vzťahy povrchovej a podzemnej vody v zohorsko-marcheggskej nádrži (obr. 10). Z hodnotenia prietoku a jeho zmien vyplýva, že Malina od Jakubova plynule stráca prietok až po lábske zlomy. Strata v tomto úseku predstavuje $76 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Súvisí to s prestupom vody Maliny do kvartérnych náplavov Moravy.

Po prechode lábskymi zlomami a po sútoku s Lábskym potokom sa prietok zvyšuje a prírastok v Zohore predstavuje asi $66 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Súvisí to s prestupom podzemnej vody z južnej časti perneckej nádrže do zohorsko-marchegskej nádrže.



Obr. 10. Mapa vzťahu povrchovej a podzemnej vody kvartérnych sedimentov v zohorsko-marchegskej nádrži (Marcin, 1995).

1 – ohraničenie oblasti významných kvartérnych podzemných vôd; 2 – hydrogeologicky významné tektonické línie; 3 – vodné toky; 4 – merné profily s udaním prietoku v l/s ; 5 – prietok povrchových tokov.

Na kryhe Malých Karpát Kullman zostavil izohypsy (máj 1968) dokumentujúce smery prúdenia podzemnej vody. V severnej časti kryhy Malých Karpát v oblasti medzi Rohožníkom a Jablonovým prúdi podzemná voda od Malých Karpát na ZSZ až SZ do čiastkovej pernekej depresie. Južnejšie v oblasti lozornianskej elevácie generálny smer prúdenia podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch sa postupne stáča na západ. V najjužnejšej časti okrajovej kryhovej oblasti – v oblasti Stupavy a jz. od Stupavy – smer prúdenia podzemnej vody sa postupne stáča na ZJZ až do oblasti odvodňovanej Stupavkou a Vápenickým potokom.

4.3.3. Podunajská nížina

Podstatná časť územia zobrazeného na liste Bratislava, ktorá patrí do Podunajskej nížiny, je pod vplyvom Dunaja. Dunaj rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje celé územie z kvantitatívneho aj kvalitatívneho hľadiska. Časť územia, najmä po ľavej strane Dunaja pod Bratislavou, sa dopĺňa infiltráciou z Dunaja za všetkých jeho vodných stavov.

Štrkopiesčité sedimenty Dunaja v Pečnianskom lese sú veľmi dobre priepustné. Majú vhodné podmienky na akumulovanie bohatých zdrojov podzemnej vody. Výdatnosť vrtoch D-1 až D-10 sa pohybovala od 9,3 do 47,6 l . s⁻¹ a v ďalších vrtoch bola od 2,5 do 90,0 l . s⁻¹ (Žák, 1973).

Rieka Dunaj v súčasnom stave tvorí pre zvodnenú vrstvu v celom Pečnianskom lese priepustnú okrajovú podmienku. Za vysokých stavov ju napája, za nízkych drénuje. Za vysokých vodných stavov sa zvyšuje brehová infiltrácia nielen cez brehy a dno vlastného koryta, ale aj cez brehy a dná oživených starých ramien.

Na trvalý odber podzemnej vody z Pečnianskeho lesa odporučili Žák, Porubský a Némethyová (1976) pri minimálnych stavoch Dunaja 613,0 l . s⁻¹ a pri vysokých stavoch 928,0 l . s⁻¹. Vzhľadom na ochranu kvality podzemnej vody možno z územia odobrať 500,0 až 750,0 l . s⁻¹ podzemnej vody pri strednom stave Dunaja. Celým radom studní sa odčerpáva pre bratislavskú vodovodnú sieť iba okolo 240,0 l . s⁻¹, aby sa neporušila hladina podzemnej vody na slovensko-rakúskych štátnych hraniciach.

Hladina podzemnej vody pri priemerných stavoch Dunaja sa pohybuje 2,0 – 3,0 m pod terénom. Pri maximálnych prietokoch Dunaja stúpa až na 0,25 m pod terénom a v období minimálnych stavov klesá na 4,0 – 6,5 m pod terénom.

Významný kolektor podzemnej vody v petržalskej oblasti sú veľmi dobre priepustné fluviálne sedimenty Dunaja. Sú uložené na ílovitých a ílivo-piesčitých sedimentoch panónu. Keďže piesčité polohy v sedimentoch neogénu majú iba malú hrúbku, sú slabo dotované. Preto studne, ktoré sú v nich situované, dosahovali iba malú výdatnosť, od 0,1 do 2,0 l . s⁻¹. Viazu sa na ne iba malé zdroje artézskych podzemných vôd.

Z hľadiska kvality majú vyhovujúce vlastnosti, no pre malú výdatnosť nie sú vhodné na vodárenské využívanie. Podzemná voda v kvartérnych sedimentoch má voľnú hladinu a je v priamej hydraulickej spojitosti s vodou v Dunaji. Zásoby podzemnej vody sa neustále dopĺňajú vodou z Dunaja a prítokom vody z územia Pečnianskeho lesa a Heinburských vrchov. Zvodnené kvartérne sedimenty majú dobrú priepustnosť a sú schopné akumulovať významné množstvo podzemnej vody. Výdatnosť jednotlivých vrtoch bola 40,0 až 60,0 l . s⁻¹, pričom z celej oblasti by bolo možné odobrať viac ako 600,0 l . s⁻¹ podzemnej vody (Porubský, 1973). Vzhľadom na rozsiahlu občiansku výstavbu v území voda z hľadiska kvality nie je vhodná na zásobovanie pitnou vodou. Okrem lokálnych zdrojov bol v tejto oblasti vybudovaný vodný zdroj na Kapitulskom poli s dvomi širokopriemerovými studňami s výdatnosťou 100,0 l . s⁻¹. Z organizačných a prevádzkových dôvodov sa už dnes nevyužívajú – aby odber vody neurýchlil pohyb znečistenia z Rakúska, ktoré sa tu zistilo relatívne blízko hraníc.

Pre rozsiahlu sídliskovú výstavbu v Petržalke sa urobila ochrana pred vzdúvajúcou sa podzemnou vodou pri vyššom stave Dunaja. Vybuďovala sa nepriepustná hydraulická clona do nepriepustného ílového podlažia (neogénu) v osi ochrannej hrádze v úseku Starý most – ústie Chorvátskeho ramena. Pri vyšších stavoch podzemnú vodu odvádza aj sieť kanálov a Chorvátske rameno. Vybudovaním hydraulického clony sa zamedzilo vzdúvaniu podzemnej vody. Bol však zaevidovaný negatívny dôsledok poklesnutia hladiny podzemnej vody, a to vysychanie stromov. Znižovanie hladiny podzemnej vody ovplyvňuje aj odber vody zo zdroja v Pečnianskom lese.

V rusovsko-čunovskej oblasti, t. j. v území medzi Rusovcami a Čunovom až po slovensko-maďarskú hranicu, sa vyskytujú artézske podzemné vody s napätou hladinou. Viazu sa na polohy štrkov a pieskov uza-

vretých v neogénnych sedimentoch. Nachádzajú sa v hĺbke od 100 až do 500 m. Predpokladá sa, že z kvalitatívnej stránky sú vyhovujúce, ale pre malú výdatnosť nemajú význam.

Najväčší hydrogeologický a vodárenský význam majú kvartérne fluválne náplavy Dunaja, ktoré predstavujú veľký rezervoár pitnej vody. Majú vysokú priepustnosť. Hlavný hydrologický činiteľ tu je Dunaj, ktorý podstatne ovplyvňuje aj hydrogeologické pomery a režim podzemnej vody. Režim podzemnej vody v tejto oblasti ovplyvňuje infiltrácia vody z Dunaja, prítok podzemnej vody z petržalskej oblasti a prítok podzemnej vody zo západnej strany od rakúskych hraníc, pričom vplyv zrážok je zanedbateľný.

Hladina podzemnej vody v blízkosti Dunaja má rozkvy 2,94 m a ďalej od Dunaja klesá na 1,41 m.

V okolí Rusoviec-Ostrových lúčok sa výdatnosť vrtov pohybovala od 86,5 do 153,0 l . s⁻¹. Vrtvy S-1 až S-18 tu celkove dokumentovali 1 499,5 l . s⁻¹ podzemnej vody (Pechočiaková a Valušiak, 1979).

V oblasti Rusovce-Mokrad' bola výdatnosť 3 vrtov (vrtvy HM-1 až HM-3) od 50,0 do 170,0 l . s⁻¹, pričom celkove sa z nich overilo 320,5 l . s⁻¹ podzemnej vody.

V ďalšom širšom okolí Rusoviec sa výdatnosť vrtov pohybovala od 2,5 do 117,0 l . s⁻¹. Na lokalitách Čunovo-Starý a Mlynský les sa výdatnosť vrtov pohybovala od 120,0 do 482,0 l . s⁻¹. Z vodného zdroja Mlynský sa zo 4 vrtaných studní (vrtvy HML-1 až HML-4) odporučilo na odber 480,0 l . s⁻¹ podzemnej vody a z vodného zdroja Starý les 2 studňami (studne HSL-1 a HSL-2) celkove 270,0 l . s⁻¹ (Pechočiaková, 1976).

Podzemná voda z hodnotenej oblasti z kvalitatívneho hľadiska úplne vyhovuje na pitné účely. Vychádzajú z realizovaných hydrogeologických prieskumných prác, z územia v okolí Jaroviec, Rusoviec, Ostrových lúčok a Čunova by bolo možné odberať až 5 000,0 l . s⁻¹ pitnej vody. Len v okolí Ostrových lúčok na základe prieskumných prác sa odporučilo odberné množstvo 2 380,0 l . s⁻¹ podzemnej vody (Pechočiaková, 1979).

V podkarpatskej oblasti na ľavej strane Dunaja sú sedimenty kvartéru zastúpené deluviálnymi sedimentmi, staršími terasami Dunaja a súčasnými náplavmi Dunaja, ktorých hrúbka smerom na juhovýchod sa zväčšuje z 3 – 7 na 10 – 12 m. V prechodnej podkarpatskej oblasti, ktorú predstavujú sedimenty starších terás Dunaja v Bratislave a svahy Malých Karpát s prechodom do holocénnej nivnej roviny Dunaja a Malého Dunaja, je zdrojom dopĺňania podzemnej vody výhradne zrážková voda. Z vodárenského hľadiska je nevýznamná.

V bratislavsko-vajnorskej časti podkarpatskej oblasti s výrazným zastúpením fluválnych sedimentov Dunaja na režim podzemnej vody vplýva predovšetkým ich hydraulické spojenie s povrchovou vodou Dunaja, s prítokmi podzemnej vody zo svahov Malých Karpát a čiastočne aj prítokmi z bernolákovsko-šúrskej oblasti. Dunaj pri každom stave dotuje podzemnú vodu kvartérnych sedimentov. Hladina podzemnej vody vo fluválnych sedimentoch kolísala od 0,0 do 4,0 m pod terénom. Hoci v území medzi Prievozom, Vajnormi a smerom na Žitný ostrov sú veľmi vhodné hydrogeologické pomery na tvorbu zdrojov podzemnej vody, vzhľadom na rozsiahlu výstavbu toto územie nie je perspektívne na vodárenské využitie.

Najvýznamnejší kolektor podzemnej vody v hornom úseku Žitného ostrova je komplex limnicko-fluválnych štrkových sedimentov. V ich podloží sú striedajúce sa polohy ílov až piesčitých ílov a štrkov až pieskov neogénu. Vytvárajú misovitú stavbu a je v nich akumulovaná podzemná voda. Jej teplota a mineralizácia smerom do hĺbky narastá. V hĺbke okolo 2 000,0 m sa vrtmi overili termálne, vysoko mineralizované vody, o ktorých sa hovorí v kapitole o minerálnych vodách. Obyčajné artézske podzemné vody viazané na štrko-piesčité kolektory neogénu v menšej hĺbke neboli podrobnejšie hydrogeologicky preskúmané.

Geologicko-tektonická stavba Žitného ostrova nie je jednotná. Hrúbka kvartérnych sedimentov sa vplyvom tektonických pomerov smerom do stredu Žitného ostrova zväčšuje. Zvodnený komplex štrkov a pieskov kvartéru až rumanu dosahuje najväčšiu hrúbku v oblasti Gabčíkova, a to 520,0 – 600,0 m (mimo zmapovaného územia). Štrky a piesky sa striedajú v rôznych polohách, často nezákonite a lokálne rozdielne, pokiaľ ide o hrúbku polôh a granulometrický charakter. Je to výsledok činnosti Dunaja a jeho prítokov a tektonických procesov.

Dominujúci faktor pri tvorbe zdrojov podzemnej vody štrkopiesčitého komplexu Žitného ostrova je infiltrácia z Dunaja, a to v úseku od Vlčieho hrdla po Sap (Palkovičovo). Nižšie pôsobí Dunaj ako drén podzemnej vody kolektora (mimo hodnoteného územia).

Vysoký úhrnný výpar spôsobuje, že dopĺňanie zdrojov podzemnej vody zrážkovou vodou je v porovnaní s príronmi z Dunaja zanedbateľné (Šubová et al., 1993). Obdobne aj prírony podzemnej vody zo susedného územia pod Malými Karpatmi a prírony z Malého Dunaja, ktorý však nemá prirodzený režim, sú malé.

Generálny smer prúdenia podzemnej vody v poriečnej zóne v úseku Bratislava – Sap (Palkovičovo) je približne východný, a to pri všetkých stavoch. Poukazuje to na trvalú dotáciu z Dunaja. Významnejšie lokálne odchýlky od tohto smeru sú v oblasti Slovnafu. Je to následok funkcie hydraulickej clony.

Dotácia podzemnej vody Žitného ostrova z Malých Karpát sa prejavuje prúdením cez oblasť Bratislavy, no v okolí Podunajských Biskupíc vplyvom hydraulickej clony sa smer prúdenia stáča na juh. Tým sa znečistenie podzemnej vody z oblasti Bratislavy usmerňuje do územia severne od Rovinky a potom pokračuje v celej severnej oblasti až k Dunajskej Strede.

Pri všetkých stavoch hladiny v Dunaji sa napájajú fluvialne sedimenty v úseku od Bratislavy po gabčíkovský zlom.

Najväčšie rozkyvy hladiny podzemnej vody sa zistili v oblasti Vlčieho hrdla, až 6,0 m. Smerom na východ sa zmenšovali až na 1,0 m.

Hĺbka hladiny podzemnej vody pod terénom sa v hornej časti Žitného ostrova pohybuje okolo 4,7 až 7,0 m, v strednej časti až po Dunajskú Stredu okolo 4,0 m, v dolnej časti a všade pozdĺž Dunaja od 0 do 4 m pod terénom (Malík et al., 1996).

Celú oblasť Žitného ostrova možno z hľadiska dynamiky podzemnej vody a jej kvality rozdeliť na tieto podoblasti:

a) podoblasť formovania zdrojov podzemnej vody. Ide o územie po oboch stranách Dunaja – približne až po Šamorín. Na tomto území prebieha najvýznamnejšia infiltrácia z Dunaja do Žitného ostrova (územie na liste Bratislava).

b) podoblasť transportu a formovania kvalitatívnych vlastností podzemnej vody – územie východne od prvej oblasti (Vlky, Janíky, Štvrtok na Ostrove a Horný Bar). Vzhľadom na veľkú hrúbku sedimentov sa tu spomaľuje prúdenie.

c) podoblasť akumulácie a výstupu podzemnej vody. Poklesom hrúbky náplavov (územie v. od Lehníc), zjemňovaním sedimentov a spomaľovaním prúdenia sa vytlačá podzemná voda na povrch (nutnosť odvodňovania územia) mimo hodnoteného územia.

Celý Žitný ostrov svojimi zvodnenými náplavmi predstavuje nádrž podzemnej vody s akumuláciou vyše 10 miliárd m³ vody dobrej kvality. Dynamický prietok profilom Žitného ostrova sa odhaduje na zhruba 8 m³ · s⁻¹ vody.

V území sa overili bohaté zdroje podzemnej vody. Na ich využitie sa navrhli a lokalizovali veľké zdroje na východ od zlomu Dunajská Lužná – Tomášov až po východný gabčíkovský zlom, kde je hrúbka kvartérnych sedimentov od 120,0 do 380,0 m. Vzhľadom na lepšie kvalitatívne vlastnosti a menšiu možnosť znečistenia sa odporučilo využívať podzemnú vodu z hĺbky 50,0 až 150,0 m. Neodporúčalo sa voliť koncentrovanejšie odbery viac ako 2 500,0 – 3 000,0 l · s⁻¹.

V dôsledku výstavby petrochemického kombinátu vo Vlčom hrdle sa značná časť podzemnej vody znehodnotila. To malo za následok vyradenie druhého vodného zdroja pre Bratislavu v Podunajských Biskupiciach s výdatnosťou 1 200,0 l · s⁻¹. V súčasnosti je nahradený novými vodnými zdrojmi v Kalinkove (10 studní s odberom 586,0 l · s⁻¹) a v Šamoríne (6 studní s odberom 586,0 l · s⁻¹).

V októbri 1992 sa prehradením Dunaja uviedlo do prevádzky Vodné dielo Gabčíkovo. Vplyv vodného diela zasiahol viacero zložiek prírodného prostredia, z ktorých najväčší význam má podzemná voda.

Na posúdenie vplyvu Vodného diela Gabčíkovo na zmeny hladiny podzemnej vody sa od roku 1993 vykonáva monitoring na 280 objektoch Slovenského hydrometeorologického ústavu v území Žitného ostrova, pravobrežnej časti Dunaja a ľavej strany Malého Dunaja.

Na základe hodnotenia doterajších zmien hladiny podzemnej vody je možné vyčleniť dve oblasti vplyvu vodného diela (Malík et al., 1996):

– oblasť so silným vplyvom zaberá pravobrežnú časť Dunaja a oblasť Žitného ostrova ohraničenú južným okrajom Bratislavy cez Most na Ostrove, Tomášov, Kvetoslavov, Šamorín a pozdĺž ľavej strany prívodného a odpadového kanála po Sap,

– oblasť so zmenami hladiny podzemnej vody pod vplyvom vodného diela zaberá širšie územie od Bratislavy cez Zálesie, Senec, Jelku, Blahovú, Michal na Ostrove, Kračany, Gabčíkovo a Sap po Medveďov.

Najvýraznejšie zmeny stavov hladiny sa prejavili v bezprostrednom okolí Dunaja a zdrže temer súčasne s jej napustením – vzostupy hladiny v jej blízkosti dosiahli za rok 1993 do 4,0 m, smerom od zdrže sa zmen-

šovali a pri Malom Dunaji dosahovali do 1,0 m (Chalupka, 1995). Na pravej strane Dunaja v oblasti zdrže bol vzostup menší – do 2,5 m pri zdrži a zhruba do 1,0 m v oblasti hranice s Rakúskom.

V oblasti ramennej sústavy hladina podzemnej vody spočiatku rýchlo poklesla pod dlhodobé minimálne stavy. Staré koryto Dunaja sa tak stalo silným drenážnym prvkom v hornej a strednej časti tejto oblasti. V máji 1993 bola ramenná sústava napustená cez odberný objekt na prírodnom kanáli vodného diela. Hladina podzemnej vody v oblasti ramennej sústavy potom stúpila až o 2,0 m a dostala sa tak vyššie, ako bola ich priemerná úroveň v posledných rokoch pred sprevádzkovaním vodného diela. Dotáciou ramennej sústavy sa vytvára plocha, z ktorej steká voda s väčšou rýchlosťou do príslušného územia k starému korytu Dunaja. Hladinový režim ramennej sústavy tým zabraňuje silnejšiemu drenážnemu účinku Dunaja.

Zmeny režimu nastali aj v oblasti odpadového kanála – rozkolísanosť hladiny závisí najmä od hladiny v Dunaji, ale vplyvom prevádzkovania vodnej elektrárne sa zvýšila frekvencia rozkyvov. Tento jav je možné sledovať na hladine podzemnej vody až v okolí Medveďova.

Napustenie zdrže malo za následok nielen zvýšenie hladiny podzemnej vody, ale aj celkovú zmenu ich rozkolísanosti a časového priebehu. Tie boli dovtedy v súlade s režimom hladiny v Dunaji. Rozkyvy dosahujú teraz len asi 25 – 40 % pôvodných rozkyvov, v blízkosti hranice s Rakúskom len 25 %. Výskyt mesačných a ročných extrémnych stavov závisí teraz nielen od hladiny v Dunaji, ale aj od manipulácie s hladinou v zdrži a v ramennej sústave (Chalupka, 1995).

Pri hodnotení celkových zmien treba brať na zreteľ, že režim podzemnej vody nie je ešte ustálený a vplyv Vodného diela Gabčíkovo možno v budúcnosti spresňovať na základe ďalšieho systematického pozorovania.

V území za Malým Dunajom v tzv. bernolákovsko-šúrskej oblasti prieskumné práce dokumentovali bohaté zdroje podzemnej vody, ktoré sa však nachádzajú mimo zobrazeného územia. Na liste Bratislava je iba malá časť na západnom okraji. Kolektorom sú kvartérne štrky a piesky. Podzemná voda, ktorá je v nich akumulovaná, sa sústavne dopĺňa podzemnou vodou zo Žitného ostrova, povrchovou vodou z Čiernej vody a prítokmi podzemnej vody z Trnavskej pahorkatiny. V území za Malým Dunajom už vplyv Dunaja prakticky nemožno pozorovať. Pozorovací objekt v Zálesí ešte síce poukazuje na prípadnú možnosť vplyvu Dunaja tým, že vykazuje maximum v letných mesiacoch. Ďalšie objekty v Ivanke pri Dunaji a v oblasti Čiernej vody už jednoznačne poukazujú na iný vplyv než predchádzajúce objekty. Veľkú výdatnosť vrtov v okolí Vajnora a v Ivanke pri Dunaji zapríčiňuje určité zadržiavanie vody hrasťou v oblasti Bernolákova a Chorvátskeho Grobu.

5. HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY

5.1. Základná charakteristika

Ako vyplýva z hydrogeochemickej mapy a zo štúdia a spracovania sústredeného hydrogeochemického dokumentačného materiálu (vyše 500 chemických analýz vôd), v plytkých podpovrchových podmienkach obehu podzemnej vody na zmapovanom území výrazne prevláda kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanové chemické zloženie (početnosť výskytu asi 75 %). Pomerne hojné sú aj vody s kalciovo-(magnéziovo)-sulfátovým, kalciovo-(magnéziovo)-sulfátovo-hydrogenuhličitanovým a zmiešaným chemickým zložením. Výskyt vôd ostatných typov je iba sporadický. Pre hlbšie, resp. hlboko uložené piesčité kolektory neogénu, ktorý tvorí podložie kvartérnych sedimentov v Záhorskej a Podunajskej nížine, sú charakteristické vody natriovo-hydrogenuhličitanového, resp. natriovo-chloridového typu.

Mineralizácia podzemnej vody sa pohybuje v širokom rozmedzí, $0,05 - 4,0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ (v prípade hlbinných vôd až $120 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). Výrazne prevládajú (asi 80 %) vody s intervalmi mineralizácie $0,2 - 0,4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, $0,4$ až $0,6 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ a $0,6 - 0,8 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Najnižšiu mineralizáciu (do $0,2 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) vykazuje podzemná voda kryštalinika Malých Karpát, resp. viatych pieskov Záhorskej nížiny. V intervale $0,2 - 0,4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ sa prevažne pohybuje mineralizácia podzemnej vody mezozoika Malých Karpát a proluviálnych sedimentov v ich obojstrannom podhorí, kolektorov neogénu uložených plytko pod povrchom, resp. fluviaálnych sedimentov Záhorskej nížiny. Podzemná voda fluviaálnych sedimentov Podunajskej nížiny vykazuje približne rovnakú mineralizáciu (do $0,5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) iba v zóne bezprostredne priliehajúcej k Dunaju. V ostatnej časti Podunajskej nížiny sa mineralizácia podzemnej vody pohybuje prevažne v rozmedzí $0,4 - 0,8 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Najvyššiu mineralizáciu na zmapovanom území (až $4,0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) má silne sekundárne znečistená podzemná voda vyskytujúca sa najmä v Bratislave a v okolí ďalších sídel. Vysoko mineralizované kalciovo-(magnéziovo)-sulfátové vody s prechodom až k natriovo-sulfátovému typu sa sústreďujú najmä v okolí Bratislavy. Ich vznik úzko súvisí s pôsobením sekundárnych genetických faktorov. Na ostatnom území dominuje stredne mineralizovaná podzemná voda rôzne výrazného kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanového typu.

Formovanie chemického zloženia podzemnej vody na zmapovanom území je zložitý proces, v ktorom s rôznou, v čase aj priestore silne premenlivou intenzitou participuje celý rad primárnych a sekundárnych faktorov. Z primárnych genetických faktorov sú rozhodujúce: chemické zloženie napájajúcich vôd (zrážková, resp. povrchová voda), mineralogicko-petrografický charakter horninového prostredia a hydrodynamické, termodynamické, resp. oxidačno-redukčné podmienky obehu. Sekundárne genetické faktory súvisia s činnosťou človeka, ktorý výstavbou rozsiahleho priemyslu a chemizáciou poľnohospodárstva vytvoril na území trvalo pôsobiace intenzívne zdroje organického aj anorganického znečisťovania podzemnej vody.

Vychádzajúc z genetickej klasifikácie Gazdu (1974), podzemnú vodu plytko pod povrchom možno na tomto území zoradiť do dvoch hlavných genetických typov:

1. petrogénne vody s charakteristickým úzkym genetickým vzťahom svojho chemického zloženia k horninovému prostrediu, v ktorom sa formuje,

2. fluviogénne vody (podzemné vody fluviaálnych sedimentov údolných nív), pri ktorých v dôsledku pôsobenia špecifických faktorov (zdroje napájania, úzke hydraulické a hydrochemické vzťahy s povrchovými vodami, resp. intenzívne pôsobenie sekundárnych genetických faktorov) je genetický vzťah ich chemického zloženia k horninovému prostrediu, v ktorom sa formujú, prevažne výrazne obmedzený.

V závislosti od toho, ktorý, resp. ktoré z mineralizačných procesov prebiehajúcich na fázovom rozhraní hornina/voda sa pri tvorbe chemického zloženia petrogénnych vôd uplatňujú ako určujúce, možno rozlíšiť niekoľko genetických podtypov. Spomedzi nich sa na tomto území vyskytujú:

- a) silikátogénna voda (určujúci mineralizačný proces je hydrolytický rozklad silikátových minerálov) – napríklad podzemné vody plytko uložených nevápntých kolektorov neogénu, resp. časť podzemnej vody kryštalinika Malých Karpát a viatych pieskov Záhorskej nížiny,

b) sulfidogénne vody (určujúci mineralizačný proces je oxidácia sulfidov) – napríklad časť podzemnej vody kryštalinika Malých Karpát, resp. viatych pieskov Záhorskej nížiny,

c) silikátovo-sulfidogénne vody (s približne rovnakou intenzitou sa mineralizačne uplatňuje hydrolytický rozklad silikátových minerálov a oxidácia sulfidov) – napríklad časť podzemnej vody kryštalinika Malých Karpát, resp. viatych pieskov Záhorskej nížiny,

d) karbonátogénne vody (určujúci mineralizačný proces je rozpúšťanie karbonátov) – napríklad podzemná voda mezozoika Malých Karpát, prolúviálnych sedimentov s karbonatickým materiálom a plytko uložených vápнитých kolektorov neogénu,

e) sulfátovo-karbonátogénne vody (s približne rovnakou intenzitou sa uplatňuje rozpúšťanie karbonátov a rozpúšťanie sadrovca) – napríklad niektoré podzemné vody mezozoika Malých Karpát (pramenná skupina Kňazove diery sz. od Pezinka, resp. prameň Jalšovec j. od Devínskeho Jazera).

5.2. Chemické zloženie podzemnej vody litostratigrafických jednotiek

5.2.1. Podzemná voda hornín kryštalinika

Dominujúcim členom kryštalinika Malých Karpát na zmapovanom území sú dvojsľudové granity a granodiority, v ktorých sa hojne vyskytujú pegmatitové žily. Kryštalické bridlice (najmä biotitické a sericiticko-chloritické fylity, resp. svorové ruly a pararuly) sa v súvislejšom pruhu nachádzajú iba na sv. okraji granitoidného masívu. Vzhľadom na mineralogicko-petrografický charakter granodioritov a kryštalických bridlic základným mineralizačným procesom formujúcim chemické zloženie podzemnej vody kryštalinika Malých Karpát je hydrolytický rozklad rozličných silikátových minerálov. Podmieňuje prevažne typ chemického zloženia A₂, nevýrazný Ca–Mg–HCO₃ (tab. 17, podľa Rapanta et al., 1993).

Tab. 17. Základné parametre chemického zloženia podzemnej vody kryštalinika, n = 13 (podľa Rapanta et al., 1993).

Zložka Parameter	pH	MIN	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Cl	SO ₄	NO ₂
Minimum	5,40	175,21	6,80	1,50	0,00	23,05	6,08	0,00	0,00	2,13	34,62	0,00
Maximum	7,9	409,33	14,20	6,25	0,10	60,12	18,25	0,07	0,40	18,09	103,85	0,01
Priemer	6,19	247,14	9,76	2,41	0,03	35,86	8,81	0,03	0,06	7,15	71,75	0,002

Zložka Parameter	NO ₃	PO ₄	HCO ₃	H ₄ SiO ₄	S ₁	S ₂ (SO ₄)	S ₂	A ₁	A ₂	A ₃	SO ₄ /M
Minimum	3,62	0,00	9,05	11,11	13,15	15,38	15,38	0,00	5,12	0,01	0,13
Maximum	64,60	0,02	160,78	44,45	20,03	65,11	81,42	0,00	69,77	0,51	0,33
Priemer	38,06	0,004	42,02	36,23	16,35	48,57	62,17	0,00	21,31	0,10	0,25

Poznámka: údaje sú v mg . l⁻¹ a v mmolcz %.

V menšej miere sa uplatňujú aj ďalšie mineralizačné procesy, najmä oxidácia sulfidických minerálov posúvajúca chemické zloženie týchto vôd smerom k prechodným typom A₂ – S₂(SO₄), zriedkavo až k vyhraneným typom S₂(SO₄) pri náraste hodnôt celkovej mineralizácie a znižovaní hodnôt pH.

Keďže intenzita, a teda aj kvantitatívny efekt hlavného mineralizačného procesu týchto vôd (hydrolytický rozklad silikátových minerálov) je pomerne nízka, vyznačujú sa najnižšími hodnotami celkovej mineralizácie, prevažne 200 – 300 mg . l⁻¹. V takýchto mineralizovaných vodách je často badateľný aj vplyv pôvodného soľného obsahu zrážkovej vody. Aj relatívne malý vplyv antropogénneho znečistenia sa prejavuje zastúpením chloridových a dusičnanových zložiek S₁ a S₂, často až viac ako 10 mmolcz %. V súvislosti s mineralizovanými zónami (zrudnenie) sa v kryštaliniku lokálne vyskytuje voda s nízkym pH (okolo 5,5) a zvýšenou mineralizáciou (až 400 mg . l⁻¹). Zvýšenú mineralizáciu má aj voda prameňov v zónach výskytu amfibolitov. V týchto prípadoch možno zistiť aj zvýšenú koncentráciu niektorých kovov (najmä Cu a Zn).

Podzemná voda kryštalinika na zmapovanom území pre svoju nízku mineralizáciu a výrazné agresívne vlastnosti je väčšinou nevhodná na pitné účely.

5.2.2. Podzemná voda sedimentov mezozoika

Základný proces tvorby chemického zloženia mezozoických vôd je rozpúšťanie karbonátov. Podmieňuje ich výrazný typ chemického zloženia A_2 , $Ca-Mg-HCO_3$. Intenzita tohto procesu je funkciou teploty, tlaku, parciálneho tlaku CO_2 a hydrodynamických podmienok obehu.

V obmedzenej miere sa pri tvorbe chemického zloženia karbonátogénnych mezozoických vôd uplatňuje aj hydrolytický rozklad silikátov (autigénne živce, glaukonit, ílové minerály), oxidácia pyritu (je bežne prítomný v slieňoch, slienitých bridliciach a slienitých vápencoch) a rozpúšťanie rôznych foriem SiO_2 .

Na zobrazenom území je mezozoikum zastúpené najmä malokarpatským tatrikom. Tvoria ho najmä tmavé sliene a slienité vápence, menej tzv. borinské vápence a polohy dolomitov a brekcií a marianske vrstvy (slienité bridlice s páskami vápencov). Porovnanie chemického zloženia podzemnej vody malokarpatskej série s chemickým zložením vody chočskej, resp. krížňanskej jednotky Malých Karpát v (tab. 18) vykazuje výrazné rozdiely v mineralizácii, zastúpení kalciovo-sulfátovej zložky a v hodnotách koeficientu Mg/Ca .

Tab. 18. Vybrané hydrogeochemické parametre podzemnej vody mezozoika.

Jednotka	M [mg . l ⁻¹]	S ₁	S ₂	A ₂	Mg/Ca
Obalová (9)	401,0	3,60	21,40	75,0	0,12
Chočská (14)	480,4	3,05	14,45	82,4	0,37
Krížňanská (7)	454,5	2,00	14,30	83,7	0,48

V priemere nižšiu mineralizáciu podzemnej vody malokarpatskej série podmieňuje výrazné zastúpenie slienitých vápencov. Pre ne je charakteristický plytký krátkodobý beh podzemnej vody s mineralizáciou 0,25 – 0,35 g . l⁻¹. V liasových vápencoch, ktoré sú pomerne dobre skrasovatené a umožňujú hlbšiu cirkuláciu zrážkovej vody, resp. vody prestupujúcej z kryštalinika, sa mineralizácia pohybuje v rozmedzí 0,45 až 0,55 g . l⁻¹. Výraznejšie zastúpenie kalciovo-sulfátovej zložky je podmienené výraznejším uplatnením oxidačnej degradácie pyritu. Nízke hodnoty koeficientu Mg/Ca súvisia s výraznou prevahou vápencov v malokarpatskej sérii na zmapovanom území. Podzemná voda mezozoika Malých Karpát, s výnimkou niektorých sulfátogénno-karbonátogénnych vôd so zvýšeným obsahom síranov, spĺňa kritériá normy pre pitnú vodu a môže sa bez úpravy vodohospodársky využívať.

5.2.3. Podzemná voda sedimentov neogénu

Podzemná voda s plytkým podpovrchovým obehom v neogéne v závislosti od stupňa karbonatizácie jej kolektorov geneticky patrí do skupiny silikátogénnych (nevápnité piesčité kolektory), resp. karbonátogénnych (vápnité kolektory) vôd. Klasickým príkladom prvého typu je vrt K-2 južne od Lábu (tiež vrt HVZ-6 v jz. časti zohorsko-marcheggskej nádrže). Tento vrt v podloží kvartérnych sedimentov v hrubozrnných pieskoch až štrkopieskoch pontu zistil nízko mineralizované (258 g . l⁻¹) vody výrazného kalciovo-hydrogenuhličitanového typu s charakteristickým zvýšeným obsahom alkálií a nízkou hodnotou koeficientu Mg/Ca (0,15). Charakteristika chemického zloženia viac mineralizovaných karbonátogénnych vôd neogénu, späťých najmä s bádenskými vápencami, vápnitými pieskovecami, zlepenkami a brekciami studienčanského súvrstvia a devínskonovoveských vrstiev, je v tab. 19.

Tab. 19. Základné parametre chemického zloženia karbonátogénnych podzemnej vody neogénu, n = 6 (podľa Rapanta et al., 1993).

Zložka Parameter	pH	MIN	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Cl	SO ₄	NO ₂	NO ₃
Minimum	7,30	543,56	8,00	0,73	0,00	85,17	7,99	0,00	0,01	13,48	9,62	0,00	0,38
Maximum	7,50	792,99	53,00	10,50	3,51	150,79	27,37	0,80	9,94	62,41	142,31	0,11	17,60
Priemer	7,35	653,63	22,10	3,44	0,91	111,99	20,30	0,32	3,13	37,35	72,44	0,027	6,95

Zložka Parameter	PO ₄	HCO ₃	H ₄ SiO ₄	S ₁ (NO ₂)	S ₂ (NO ₃)	S ₂ (Cl)	S ₂ (SO ₄)	S ₂ celk.	A ₁	A ₂	A ₃	SO ₄ /M
Minimum	0,00	255,58	22,23	0,08	0,00	0,00	2,56	3,95	0,00	58,80	0,01	0,01
Maximum	0,04	451,22	35,18	3,98	0,00	10,83	34,84	35,89	0,00	71,72	4,88	0,17
Priemer	0,013	350,60	28,06	1,40	0,00	3,91	15,84	19,74	0,00	65,96	1,54	0,09

Poznámka: údaje sú v mg . l⁻¹ a v mmolcz %.

Hodnoty celkovej mineralizácie týchto vôd sa pohybujú prevažne v rozpätí 550 – 800 mg · l⁻¹. Pri formovaní chemického zloženia týchto vôd sa ako určujúci proces uplatňuje rozpúšťanie karbonátov. Podmieňuje prítomnosť zložky A₂ viac ako 50 mmolcz %. Ako je to však zrejmé aj z tabuľky 19, badateľný podiel majú aj iné mineralizačné procesy, najmä hydrolytický rozklad silikátových minerálov (pozri zvýšený obsah kyseliny kremičitej a alkálií), menej rozpúšťanie akcesoricky prítomných sulfidov a sulfátov. Tieto vody veľmi často odrážajú aj antropogénne znečistenie, ktoré podmieňuje zvýšené zastúpenie zložiek S₁, S₂ a A₃. Keďže kolektory týchto vôd sa do značnej miery vyskytujú v oblasti intenzívneho osídlenia, ich kvalita je zhoršená. Pozri napríklad zvýšený obsah NH₄⁺, mangánu a železa (vyššie ako limitné hodnoty normy pre pitnú vodu). Vody tu dosahujú pomerne vysokú karbonátovú tvrdosť (Ca + Mg), viac ako 0,6 mmol · l⁻¹, už primárne podmienenú geologickým prostredím. Ako vidieť z údajov v tabuľke 19, na zvyšovaní mineralizácie kontaminovaných vôd sa výrazne podieľa zvýšená koncentrácia síranov (až 140 mg · l⁻¹) a chloridov (až 62 mg · l⁻¹).

V profile neogénnych sedimentov smerom do hĺbky pozorujeme charakteristický spojený prechod chemického zloženia vôd od kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanového typu k natriovo-hydrogenuhličitanovému typu. Tieto zmeny súvisia so zmenami termodynamických, oxidačno-redukčných a čiastočne aj hydrodynamických podmienok obehu. Ako príklad možno uviesť vrt RH-2 pri Svätom Jure s prelivom kalciovo-natriovo-hydrogenuhličitanovej vody (A₂ 43,05 mmolcz %, A₁ 40,85 mmolcz %) s mineralizáciou 0,39 g · l⁻¹ a teplotou 14,4 °C.

Odhliadnuc od zvýšeného obsahu železa (menej aj mangánu), podzemná voda s plytkým obehom v ponte, resp. panóne väčšinou vyhovuje kritériám normy pre pitnú vodu. Častý zvýšený obsah amóniových iónov a fosforečnanov má zväčša primárny pôvod (biochemický rozklad organických látok, resp. rozpúšťanie akcesorického apatitu, prítomných v kolektorových obzorochoch).

5.2.4. Podzemná voda kvartéru

Sedimenty kvartéru na zmapovanom území sa vyznačujú variabilitou, a to tak z hľadiska ich genézy (eolické, proluviálne, deluviálne, fluviálne), ako aj z hľadiska litologického zloženia a taktiež z hľadiska ich horizontálneho a laterálneho vývoja. Táto variabilita podmienila aj variabilitu a pestrosť hydrogeochemických pomerov, chemického zloženia a kvalitatívnych vlastností podzemnej vody kvartéru. Z hľadiska genézy sú tu zastúpené dve základné genetické skupiny podzemnej vody, a to petrogénne a fluviogénne podzemné vody. Z petrogénnych vôd sú zastúpené silikátogénne (silikátovo-sulfidogénne) podzemné vody eolických sedimentov Záhorskej nížiny a silikátogénne až silikátovo-karbonátogénne podzemné vody proluviálnych sedimentov podhorskej oblasti Malých Karpát. Z fluviogénnej podzemnej vody sú na zmapovanom území najdôležitejšie podzemné vody fluviálnych náplavov rieky Moravy, a najmä z hľadiska množstva zdrojov podzemnej vody podzemné vody fluviálnych náplavov Dunaja.

Najnižšími hodnotami celkovej mineralizácie sa tu vyznačujú podzemné vody eolických sedimentov via tých pieskov Záhorskej nížiny. Hodnoty celkovej mineralizácie týchto vôd v antropogénne neovplyvnených oblastiach sa pohybujú len v rozmedzí 100 – 300 mg · l⁻¹, niekedy aj menej ako 100 mg · l⁻¹. Viate piesky sú v podstate monominerálny sediment, zložený najmä z kremeňa (asi 90 %), živcov (asi 10 %) a malého podielu ťažkých minerálov (granát, amfibol a rudné minerály). Pri styku so zrážkovou vodou v nich prebiehajú obdobné mineralizačné procesy ako v prípade kryštalínika – hydrolytický rozklad silikátových minerálov a oxidácia sulfidov. Vznikajú tu teda väčšinou nízko mineralizované silikátogénne až silikátovo-sulfidogénne podzemné vody, väčšinou nevýrazného A₂ až A₂-S₂(SO₄) prechodného typu. V pieskoch s krátkym transportom, lemujúcich v súvislom úzkom pruhu dnešný tok Moravy, sú popri živcoch prítomné aj drobné úlomky glaukonitických pieskocov muskovitických rúl a podobne. Vzhľadom na to v prípade vôd týchto pieskov môžeme očakávať mierne zvýšenú mineralizáciu (väčšinou viac ako 200 mg · l⁻¹) pri inak rovnakom chemickom zložení.

Zatiaľ čo v strednej a severnej časti Záhorskej nížiny sa viate piesky výrazne podieľajú na formovaní celkových hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov, na zmapovanom území sa v obmedzenej miere zúčastňujú iba na dopĺňaní zásob a tým aj na tvorbe chemického zloženia podzemnej vody zohorsko-marceggskej depresie.

Proluviálne sedimenty tvorené neopracovanými úlomkami mezozoických, resp. kryštalických hornín rôznej veľkosti, stupňa zvetrávania a zahlinenia sú sústredené v podhorskej oblasti Malých Karpát. Spolu s eolickými a fluviálnymi sedimentmi tvoria kvartérnu výplň zohorsko-plaveckej depresie.

Priečne elevácie v podložnom neogéne rozdeľujú zohorsko-plaveckú depresiu na niekoľko čiastkových depresíí. Na zobrazenom území sa rozprestiera zohorsko-marcheggská depresia, od severovýchodnejšie ležiacej perneckej depresie oddelená lozornianskou eleváciou. Juhozápadne je časť tejto depresie vyplnená fluviálnymi sedimentmi Moravy. V juhovýchodnej časti sa v kvartérnej výplni významne uplatňujú proluviálne sedimenty (tvorené prevažne úlomkami hornín malokarpatského kryštalinika a spodnotriasovými kremencami a pieskvcami) striedajúce sa s pochovanými viatymi pieskmi.

Chemické zloženie tejto podzemnej vody dokumentuje tabuľka 20. Hornú časť nádrže charakterizujú relatívne nízko mineralizované vody ($0,2 - 0,3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) s pomerne výrazným kalciovo-hydrogenuhličitanovým chemickým zložením (A_2 70 – 80 mmolcz %). Značná podobnosť hydrochemických parametrov týchto vôd s parametrami vôd tzv. lábskej línie [lína bariérových prameňov vystupujúca na lábsko-lakšárskej elevácii a odvodňujúca Perneckú nádrž (v tabuľke 20); ako príklad je uvedené chemické zloženie najjužnejšej časti tejto línie – pramenná skupina Rybníček] dokumentuje, že rozhodujúcim činiteľom podmieňujúcim formovanie hydrogeochemických pomerov hornej časti zohorsko-marcheggskej nádrže je prestup podzemnej vody z perneckej nádrže. Konečné chemické zloženie (mierne zvýšenie mineralizácie a zvýraznenie jeho kalciovo-hydrogenuhličitanového charakteru) získavajú tieto vody miešaním s malým podielom viac mineralizovaných a výraznejšie kalciovo-hydrogenuhličitanových malokarpatských vôd prestupujúcich do nádrže.

Tab. 20. Chemické zloženie podzemnej vody zohorsko-marcheggskej depresie.

Časť nádrže	Lokalizácia	M [mg · l ⁻¹]	S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	A ₃	Mg/Ca	SO ₄ /M
Preliv vôd z perneckej nádrže	pramenná skupina Rybníček	177,20	10,20	21,10	–	68,70	st.	0,35	–
Malokarpatské vody	Ondriašov potok	364,30	4,80	12,30	–	82,90	st.	0,22	–
	vrt sz. od Lozorna	406,60	8,40	3,50	–	88,10	–	0,15	–
	vrt jz. od Lozorna	322,60	22,85	3,95	–	73,00	0,20	0,30	–
Horná časť nádrže	RV-9	206,10	11,90	4,90	–	78,10	5,10	0,24	–
	K-2 (vrch)	264,20	7,30	20,70	–	70,40	1,60	0,16	–
	K-2 (spodok)	258,20	15,20	1,20	–	82,45	1,15	0,15	–
	prameň asi 2 km od Lábu	300,70	3,90	23,10	–	72,30	0,70	0,20	–
Stredná časť nádrže									
Prúd podzemnej vody pritekajúcej z hornej časti nádrže	HVZ-4	384,15	13,50	6,90	–	78,05	1,55	0,34	0,071
	HVZ-5	330,25	12,80	1,95	–	83,25	2,00	0,30	0,058
	HVZ-2	303,70	8,15	–	8,15	86,30	1,40	0,28	0,027
	HVZ-1	292,20	5,85	–	8,20	86,90	2,05	0,28	0,017
Zóna postupu podzemnej vody aluviálnej nivy Moravy	PS-1	378,70	15,75	32,00	–	49,55	1,70	0,37	0,166
	K-8	316,10	14,80	18,40	–	64,10	2,60	0,37	–
	Vy-1	599,50	14,15	26,05	–	59,35	0,45	0,51	0,127
	HVZ-1	397,10	11,65	36,05	–	51,40	0,90	0,37	0,186
	V-14	494,60	15,40	18,45	–	65,90	0,25	0,61	0,139
	S-2	514,90	13,10	10,75	–	76,05	0,10	0,63	0,108
	HV-8	498,50	12,00	37,35	–	50,55	0,10	0,46	0,180
	HV-9	407,90	12,80	20,40	–	66,40	0,40	0,44	0,136
HV-10	544,75	18,40	9,10	–	72,15	0,35	0,36	0,102	
Dolná časť nádrže	HVZ-6	546,80	13,60	–	23,60	62,00	0,80	0,50	0,011
Neogén	vrt v Zohore	400,10	13,15	–	28,60	55,55	2,70	0,59	0,055
	vrt v Jablonovom	491,80	19,50	–	33,80	46,50	0,20	0,76	–
Povrchové toky	Morava	541,60	26,85	19,20	–	53,35	0,60	0,40	0,132
	kanál pri vrte HVZ-3	456,60	12,65	31,50	–	55,70	0,15	0,47	0,167
	kanál pri vrte HVZ-1	343,90	7,80	–	9,90	81,90	0,40	0,29	0,023

Podzemná voda prolúviálnych sedimentov svojimi fyzikálno-chemickými vlastnosťami väčšinou nevyhovuje kritériám normy na hromadné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Hlavné negatívne vlastnosti sú obsah železa a mangánu, pravidelne však býva zvýšený aj obsah NH_4 iónov, oxidovateľnosť a mikrobiologické znečistenie.

Ďalší kvartérny sediment podieľajúci sa na formovaní celkových hydrogeochemických pomerov územia v Záhorskej nížine sú fluviálne sedimenty. Vznikli akumulácnou činnosťou povrchových tokov. Plošne najrozšírenejšie sú fluviálne sedimenty Moravy. Tvoria ich jednak zvyšky pleistocénnych terás, jednak výplň jej nivy.

V porovnaní s charakterizovanými podzemnými vodami, ktoré s výnimkou hlbinných vôd neogénu sú typickými petrogénnymi vodami, formovanie chemického zloženia podzemnej vody fluviogénnych sedimentov údolnej nivy Moravy vykazuje celý rad špecifik. Je to predovšetkým skutočnosť, že hlavným zdrojom napájania nie je zrážková voda, ale povrchová voda Moravy a jej prítokov infiltrujúca do aluviálnych náplavov s rôznou (v čase, resp. pozdĺž toku) mineralizáciou a rôznym chemickým zložením. Ďalšie špecifikum je úzka hydraulická spojitosť podzemnej vody údolnej nivy s povrchovým tokom (resp. kanálmi) a jej zmeny v čase a priestore (povrchový tok ako donor, resp. akceptor podzemnej vody), resp. existencia viac-menej nezávislých prúdov tejto vody paralelných s Moravou.

V dôsledku hydrodynamického pôsobenia týchto prúdov je infiltrujúca povrchová voda pritekajúca v smere od Malých Karpát usmerňovaná do smeru daného vektorovým sčítaním pôsobiacich síl. Postupne sa premiešava s vodou krajných a potom aj ďalších prúdov. Dôsledkom takýchto genetických pomerov je charakteristická priestorová variabilita mineralizácie ($0,3 - 0,7 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, lokálne aj viac) aj chemického zloženia (A_2 40 – 80 mmol/l %) podzemnej vody údolnej nivy Moravy. Významný genetický faktor participujúci pri formovaní tejto variability je aj antropogénny faktor (najmä fekálne znečistenie, organické a anorganické hnojivá a znečistenie transportované povrchovou vodou Moravy). Zákonitým dôsledkom jeho pôsobenia je častá nevyhovujúca kvalita podzemnej vody údolnej nivy Moravy. Spolu s prakticky všeobecne zvýšeným obsahom železa a mangánu znemožňuje jej priame vodohospodárske využitie.

Najvýznamnejší hydrogeologický celok na zmapovanom území je komplex tzv. dunajských štrkov. Zahŕňa fluviálne a fluviolimnické sedimenty kvartéru až rumanu. Priestorová variabilita tohto komplexu a premenlivá (v čase i priestore) intenzita pôsobenia ďalších primárnych aj sekundárnych genetických faktorov podmieňujú vo svojom súhrne veľmi pestré hydrogeochemické pomery územia budovaného týmto komplexom.

V konkrétnych prírodných podmienkach hornej časti Žitného ostrova pôsobia prírodné podmienené mineralizačné faktory v smere formovania výrazného kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanového chemického zloženia. Relatívne nízko mineralizovaná voda Dunaja výrazného typu A_2 , kalciovo-hydrogenuhličitanové ($0,25 - 0,40 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, resp. 67 – 75 mmol/l %), je hlavným zdrojom dopĺňania zásob podzemnej vody. Pri prestupe štrkopieskami sa do určitej miery mineralizuje, najmä hydrolytickým rozkladom silikátov (najmä živcov a slúd) a rozpúšťaním karbonátov (na zmapovanom území ich podiel v obliakovej zložke povrchových vrstiev štrkopieskov dosahuje až 8 %). Oba tieto procesy v termodynamických a oxidačno-redukčných podmienkach s plytkým podpovrchovým obehom uvoľňujú do prestupujúcej vody najmä ióny Ca^{2+} , Mg^{2+} a HCO_3^- . Intenzita závisí od celého radu faktorov (rýchlosť prúdenia, granulometrické zloženie, distribúcia karbonátov v klastickej zložke štrkopieskov atď.). V konečnom dôsledku to vedie k formovaniu výrazného primárneho typu chemického zloženia podzemnej vody A_2 , kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanového, s mineralizáciou prevažne v rozmedzí $300 - 500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (tab. 21).

Pôsobením sekundárnych genetických faktorov sa primárne chemické zloženie podzemnej vody dunajských štrkopieskov rôzne výrazne metamorfuje. Stupeň tejto metamorfózy sa mení v čase aj priestore. V priestore závisí od pozície územia vo vzťahu k pôsobiacim zdrojom sekundárneho znečistenia (horná časť Žitného ostrova je v dosahu ich maximálneho pôsobenia – dôsledkom je vysoký stupeň znečistenia jej podzemnej vody, najmä v širšom okolí Prievozu, Podunajských Biskupíc, Vrakune, Mosta na Ostrove a pozdĺž Malého Dunaja), v čase závisí od premenlivej intenzity ich pôsobenia. Organický podiel sekundárneho znečistenia podzemnej vody sa prírodnými procesmi z obehu prevažne pomerne rýchlo eliminuje. Výnimku predstavujú iba rozličné uhľovodíky (včítane produktov ich petrochemického spracovania) a iné fyzikálno-chemicky, resp. biochemicky ťažko odbúrateľné organické látky (napr. pesticídy). Anorganický podiel sekundárneho znečistenia je vo vodnom prostredí prevažne stabilný a ľahko transportovateľný. Môže preto ovplyvňovať chemické zloženie podzemnej vody aj v značnej vzdialenosti od svojho zdroja. Prejavuje sa najmä rôzne výrazným vzrastom jednotlivých zložiek prvej a druhej salinity (chloridy, sírany a dusičnany

alkálií a alkalických zemín) a s ním spojeným charakteristickým posunom celkového chemického zloženia smerom k nevýraznému kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanovému, resp. až k zmiešanému typu pri súčasnom výraznom zvýšení mineralizácie (najintenzívnejšie znečistená voda vykazuje mineralizáciu 2 g . l⁻¹ aj viac).

V závislosti od stupňa antropogénneho ovplyvnenia možno v tejto oblasti vyčleniť dve skupiny takýchto vôd, a to čiastočne antropogénne ovplyvnenú podzemnú vodu (Rapant et al., 1993; Rapant, 2001) a antropogénne ovplyvnenú podzemnú vodu. Charakteristika ich chemického zloženia je v tabuľkách 22 a 23.

Tab. 21. Základné parametre chemického zloženia fluviogénej podzemnej vody hornej časti Žitného ostrova, n = 134 (podľa Rapanta et al., 1993).

Zložka/Parameter	pH	MIN	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Cl	SO ₄
Minimum	6,80	266,19	4,40	1,13	0,00	15,18	7,54	0,00	0,00	7,80	4,81
Maximum	8,00	763,19	65,00	15,38	15,38	133,89	53,45	1,16	11,36	108,16	150,00
Priemer	7,45	497,94	13,07	3,20	3,20	82,18	21,55	0,13	0,61	24,35	59,25

Zložka/Parameter	NO ₂	NO ₃	PO ₄	HCO ₃	H ₄ SiO ₄	S ₁	S ₂ (SO ₄)	S ₂	A ₁	A ₂	A ₃	SO ₄ /M
Minimum	0,00	0,00	0,00	150,91	2,88	4,83	0,00	0,00	0,00	33,75	0,01	0,01
Maximum	2,94	48,50	1,00	392,38	44,13	31,69	40,91	50,15	43,62	80,42	4,96	0,20
Priemer	0,046	8,36	0,022	273,05	13,26	9,83	17,94	21,09	0,37	68,12	0,41	0,09

Poznámka: Údaje sú v mg . l⁻¹ a v mmolcz %.

Tab. 22. Základná charakteristika chemického zloženia čiastočne antropogénne ovplyvnenej podzemnej vody hornej časti Žitného ostrova, n = 45 (podľa Rapanta et al., 1993).

Zložka/Parameter	pH	MIN	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Cl	SO ₄	NO ₂
Minimum	6,80	442,71	9,00	1,75	0,00	60,42	17,03	0,00	0,01	15,25	1,54	0,00
Maximum	7,70	858,86	67,10	17,00	6,95	147,29	48,66	3,36	5,16	80,50	178,85	0,95
Priemer	7,33	716,29	29,00	6,07	0,35	113,45	29,00	0,034	0,54	43,23	93,97	0,044

Zložka/Parameter	NO ₃	PO ₄	HCO ₃	H ₄ SiO ₄	S ₁ (SO ₄)	S ₁	S ₂ (SO ₄)	S ₂	A ₁	A ₂	A ₃	SO ₄ /M
Minimum	0,34	0,00	194,15	8,47	0,00	4,60	0,00	0,00	0,00	26,83	0,00	0,01
Maximum	60,90	0,94	451,22	34,22	6,30	31,69	42,98	49,77	21,77	74,17	2,70	0,28
Priemer	22,13	0,077	339,26	19,66	0,50	15,05	20,32	23,74	0,48	59,13	0,42	0,08

Poznámka: údaje sú v mg . l⁻¹ a v mmolcz %.

Tab. 23. Základná charakteristika chemického zloženia antropogénne ovplyvnenej podzemnej vody hornej časti Žitného ostrova, n = 131 (podľa Rapanta et al., 1993).

Zložka/Parameter	pH	MIN	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Cl	SO ₄
Minimum	0,00	724,35	3,00	2,18	0,00	9,02	2,43	0,00	0,00	25,53	26,92
Maximum	8,00	2 655,14	328,00	119,50	9,40	386,77	160,58	25,39	12,90	539,01	769,23
Priemer	7,19	966,53	46,31	12,61	0,30	144,16	43,91	0,54	0,97	83,42	167,89

Zložka/Parameter	NO ₂	NO ₃	PO ₄	HCO ₃	H ₄ SiO ₄	S ₁	S ₂ (SO ₄)	S ₂	A ₁	A ₂	A ₃
Minimum	0,00	0,00	0,00	230,55	0,00	3,67	0,00	0,00	0,00	4,33	0,00
Maximum	1,63	345,00	1,21	612,77	61,17	69,81	63,54	63,54	25,63	72,41	4,37
Priemer	0,065	49,46	0,044	396,55	19,19	17,13	23,37	31,44	0,20	50,80	0,33

Poznámka: údaje sú v mg . l⁻¹ a v mmolcz %.

5.3. Úroveň znečistenia podzemnej vody

Ako sme už uviedli, značná časť podzemnej vody na zobrazenom území sa v dôsledku pôsobenia sekundárnych faktorov vyznačuje rôzne výrazným antropogénnym znečistením. Je podmienené vysokou hospodárskou aktivitou a vysokým využívaním krajiny. Toto sekundárne znečistenie sa veľmi intenzívne prejavuje aj v oblasti Žitného ostrova, v ktorom je akumulované najväčšie množstvo podzemnej vody na Slovensku.

Tab. 24. Porovnanie chemického zloženia podzemnej vody zo vzorkového materiálu *Geochemického atlasu SR* z listu Bratislava s normovanými hodnotami vyhlášky MZ SR č. 29/2002 Z. z. (pitná voda).

PODZEMNÁ VODA (N = 307)			
Prvok	Medzná hodnota [mg · l ⁻¹]	Počet prekročených limitných rizikov. hodnôt	% prekročených limit. rizikov. hodnôt
MIN	1 000	56	18,24
NO ₃	50	98	31,92
Cl	100	27	8,79
SO ₄	250	26	8,47
F	1,5	0	0,00
NH ₄	0,5	13	4,23
Na	200	2	,65
Fe	0,2	52	16,94
Mn	0,05	84	27,36
Al	0,2	39	12,10
fAl	0,2	6	1,95
As	0,01	13	4,23
Sb	0,005	4	1,30
Cd	0,003	5	1,63
Cr	0,05	0	0
Cu	1	0	0
Hg	0,001	0	0
Pb	0,01	0	0
Se	0,01	0	0
Zn	3	6	1,95
IERr	0	191	62,21

Poznámka: IER – index environmentálneho rizika. V prípade, keď žiaden zo sledovaných ukazovateľov neprekračuje medznú hodnotu, IER = 0.

prebieha intenzívna infiltrácia dunajskej vody. Naopak, ako oblasť s vysoko znečistenou podzemnou vodou (IER > 3) vystupuje prakticky celá Záhorská nížina a severná časť Podunajskej nížiny. Oblasti s vysokým environmentálnym rizikom (IER > 3) zo znečistenia podzemnej vody predstavujú takmer 44 % zmapovaného územia. Relatívne čisté oblasti zaberajú 35 % územia.

Doterajšie poznatky ukazujú, že táto metamorfóza sa v maximálnej miere uplatňuje najmä v povrchovej vrstve podzemnej vody štrkopieskového komplexu do hĺbky zhruba 30 m. Stále rastúci stupeň antropogénneho a organického znečistenia spolu s limitovanou prirodzenou eliminačnou schopnosťou prírodného geologického prostredia Žitného ostrova a dokázanými možnosťami vertikálneho zostupného prúdenia podzemnej vody (drénujúci účinok hlbšie uložených priepustných polôh) vyvoláva rôzne obavy, že postupne bude čoraz viac kontaminovaná aj voda hlbších vrstiev. Tá zatiaľ (najmä v strednej časti Žitného ostrova mimo zmapovaného územia) vykazuje veľmi priaznivé chemické zloženie.

Predstavu o celoplošnej úrovni znečistenia podzemnej vody na tomto území ponúka tabuľka 24 Je spracovaná zo vzorkového materiálu *Geochemického atlasu SR*, časť *Podzemné vody* (Rapant et al., 1996), získaného v rokoch 1991 – 1994 (prvý zvodnený horizont).

Spomedzi 307 chemických analýz vzoriek vody viac ako 62 % prekračuje limitované hodnoty stanovené vyhláškou MZ SR č. 29/2002 Z. z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody. Najčastejšie sa vyskytujúci ukazovateľ prevyšujúci limitné hodnoty je obsah dusičnanov. Takmer 1/3 výsledkov prevyšuje normovanú hodnotu 50 mg · l⁻¹. Viac ako vo štvrtine vzoriek bol dokumentovaný nadlimitný obsah Mn a takmer v 17 % nadlimitný obsah Fe. Ako oblasti s relatívne čistou podzemnou vodou (IER < 1) vystupujú Malé Karpaty a pririečna zóna oblasti Žitného ostrova, kde

6. MINERÁLNA A TERMÁLNA VODA

Na zmapovanom území je minerálna a termálna voda rozšírená vo Viedenskej a Podunajskej panve. Viazu sa na sedimenty neogénu a mezozoika.

Z histórie vieme (Melioris et al., 1989), že Hynie (1935) v posudku o možnosti navštívať mineralizovanú a temperovanú vodu v hlavnom meste Bratislave sa zmieňuje o dvoch markantných líniiach na okrajoch Maľých Karpát. Nazýva ich západná a východná línia. Na západnú líniu sa viažu sírovodíkové pramene pri Devíne (severne pri brehu Moravy) a pri Stupave. Koutek a Zoubek (1936a) dopĺňajú, že sírovodíková voda na úpätí Devínskej Kobyly je teplá 12 °C, vyviera priamo z okrajového zlomu a mieša sa s obyčajnou vodou. Jej lokalizovanie spresňujú na juh od Waitovej vápenky.

Hensel (1951) uvádza 2 pramene v Stupave, a to I. a II., analýzy vody neuvádza.

Mahel' (1952) a Hynie (1963) sa o H₂S prameňoch v Devínskej Novej Vsi a Stupave nezmieňujú. Nie sú uvedené ani v *Krenografii Slovenska* (Krahulec et al., 1978).

O prameni v Stupave sa zmieňuje Bel (1735 – 1737, 1742). Uvádza, že na kúpanie je veľmi vhodný, kedysi bol vraj veľmi liečivý (Rebro, 1996). Medzi sírnymi prameňmi ho uvádza aj Wachtel (1851).

Hynie (1935) uvádza, že H₂S voda vo Svätom Jure leží podľa Knetta (1902) na jednotnej tektonickej línii považských žriedel. Ich spoločným znakom je H₂S, ktorý má buď juvenilný, alebo chemický pôvod. Sírne vody sa zistili artézskym vrtom aj v Kannovej továrni na Račišdorfskej ceste. Rozbor vody zo Svätého Jura (prameň U 3 pilotov) je uvedený v *Balneografii Slovenska* (Hensel, 1951), z vrtu v Kannovej továrni nie je. Podľa rozboru Dr. Buchtalu z r. 1932 CMV je 0,77 g . l⁻¹ a obsah H₂S až 21,1 mg . l⁻¹. Je to voda Na–HCO₃–Cl typu. Rozbor vody z Kúpeľného prameňa vo Svätom Jure je uvedený v *Krenografii Slovenska* (Krahulec et al., 1978).

Viedenská panva

Vo Viedenskej panve na zmapovanom území nebol realizovaný hlboký ropný vrt, ktorý by poskytol údaje o celom profile neogénu. Najbližší vrt je Vysoká-4 (Bílek, 1957). Stručné údaje o chemickom zložení vody z vrtu sú v tab. 25.

Tab. 25. Chemické zloženie vody z vrtu Vysoká-4.

Hĺbka (m)	Stratigrafia, kolektor	CMV (g . l ⁻¹)	pH	Iónové zloženie (mmol . z/dm ³ %)	CH ₄ (obj. %)	N ₂ (obj. %)	Typ vody
1 440 – 1 460	báden, piesky	26,16	6,8	$\frac{\text{Na}_{93}\text{Ca}_4\text{Mg}_2}{\text{Cl}_{96}\text{HCO}_3}$	–	–	Na–Cl
2 120 – 2 125	báden, piesky	13,90	7,0	$\frac{\text{Na}_{97}\text{Mg}_3}{\text{Cl}_{76}\text{HCO}_{24}}$	80	20	Na–Cl–HCO ₃
2 280 – 2 283	karpát, piesky	5,38	8,1	$\frac{\text{Na}_{95}\text{Mg}_3}{\text{HCO}_{71}\text{Cl}_{23}\text{SO}_4}$	67	31	Na–HCO ₃ –Cl
2 529 – 2 532	karpát, piesky	5,70	7,8	$\frac{\text{Na} + \text{K}_{99}}{\text{HCO}_{74}\text{Cl}_{20}\text{SO}_4}$	–	–	Na–HCO ₃ –Cl
2 836,5 – 3 085	h. z. tr. dolomity, chočský príkrov	asi 120	–	$\frac{\text{Na} + \text{K}_{76,2}\text{Ca}_{21}}{\text{Cl}_{95}}$	–	–	Na–Ca–Cl

Vo vrte sa vyskytujú 3 druhy vôd:

- báden Na–Cl 14 – 26 g . l⁻¹;
- karpát Na–HCO₃–Cl 5,4 – 5,7 g . l⁻¹;
- mezozoikum Na–Ca–Cl asi 120 g . l⁻¹.

Zaujímavosťou je výskyt menej mineralizovaných vôd v karpate pod viacej mineralizovanými vodami bádenu a výskyt soľanky v triasových dolomitoch chočského príkrovu. Čistá morská voda sa viaže na naj-

vrchnejšiu časť bádenu, hlbšie je viac-menej ovplyvnená meteorickými vodami ($\text{HCO}_3 = 24 - 74 \%$). Soľanky sa viažu na karbonáty lábsko-malackej elevácie s priľahlými poklesnutými kryhami, ktoré vznikli evaporáciou morskej vody a jej následným vsiaknutím a uzavretím do triasových karbonátov. V nich sa ich pôvodné chemické zloženie (Na-Cl typ) procesmi ionovýmeny a interakciou s okolitým horninovým prostredím (Bodiš et al., 1988) zmenilo na typ Na-Cl- HCO_3 .

V sarmate sa vrtom Vysoká-13 v hĺbke 711,5 – 712,5 m zistili vody Na-Cl typu s CMV 17,67 g . l⁻¹ a v panóne vrtom Vysoká-14 v hĺbke 529,531 m vody Na-Cl(HCO_3) typu s CMV 8 g . l⁻¹.

V Devínskej Novej Vsi je známy Jalšovský prameň s výdatnosťou 10 l . s⁻¹ a teplotou 11,6 °C. Prameňu sa venoval Mahel' (1953, in Melioris et al., 1999), neskôr Polák (1972), Hanzel (1993) a najnovšie Franko (1999). Po zachytení v r. 1951 – 1962 bola jeho výdatnosť 15 l . s⁻¹, pri znížení hladiny o 0,4 m dával 30 l . s⁻¹ a o 2 m až 100 l . s⁻¹.

Mahel' predpokladá, že asi ide o vodu z podložných mezozoických vápencov, ktorá po zlomoch vystupuje na povrch a rozlieva sa vo vodonosnej polohe treťohorných sedimentov. Na prameni je zaujímavá jeho pomerne veľká výdatnosť a nízka teplota.

Vertikálny geologický profil v blízkosti prameňa objasnil vrt HP-1 (Polák, 1972):

1,00 – 2,8 m	hlinito-piesčité štrky (kvartér),
2,80 – 5,0 m	íly (neogén),
5,00 – 25,0 m	organogénne vápence (báden).

Chemické zloženie vody je uvedené v tab. 26. Je to voda Ca-Mg-SO₄- HCO_3 (Cl) typu s CMV 0,79 g . l⁻¹. Podobné výsledky priniesli vrty HZ-1 (150 m) a HZ-2 (90 m). Vo vrte HZ-1 sú litotamniové vápence až do hĺbky 148 m (in Hanzel, 1993).

Objasnenie hlbšieho geologického profilu j. od prameňa Jalšovec priniesol vrt Devínska Nová Ves DNV-1 (Vaškovský et al., 1987):

0,00 – 7,3 m	hlinité sedimenty (kvartér),
7,30 – 106,0 m	piesky, íly a pieskovce (vrchný báden),
106,00 – 587,0 m	zlepence a klastiká (stredný a spodný báden),
587,00 – 654,0 m	sivozelené bridlice a vápence (jura).

Z úseku 481 – 654 m sa čerpalo 2,27 l . s⁻¹ vody teplej 16,4 °C pri znížení o 18,43 m (hladina vody vo vrte bola 18,55 m). Hodnota kolektora $T = 3,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ a indexu transmisivity $Y = 5,08$ (Hanzel et al., 1993) v porovnaní s koeficientom k poukazuje na mierne priepustné kolektory. Chemické zloženie vody je uvedené v tab. 26.

Voda z vrtu DNV-1 je základného Ca-Mg- HCO_3 typu ($A_2 = 64,35 \%$) s výrazným podielom $S_1(\text{SO}_4) = 24,19 \%$. S ohľadom na prítoky vody z jury (dno vrtu) a bádenu je zastúpenie $S_1(\text{Cl})$ pomerne nízke (2,62 %). Podobné zastúpenie $S_1(\text{Cl})$ je aj vo vrte HP-1 (2,82 %). Rozdiel medzi chemickým zložením vôd z uvedených vrtov (HP-1 a DNV-1) je v tom, že vo vrte HP-1 $S_2(\text{Cl}) = 12,49 \%$ a $S_2(\text{SO}_4) = 45,30 \%$, kým vo vrte DNV-1 majú tieto indexy nulové hodnoty. Tomu zodpovedajú aj hodnoty koeficientu $r\text{HCO}_3/r\text{Cl}$ (HP-1 = 2,36 a DNV-1 = 27,1). Z toho vyplýva, že čím je hodnota uhličitanového koeficientu vyššia, tým je vplyv povrchu (HCO_3) väčší a naopak (pri hodnote menšej ako 1 je ovplyvnenie obmedzené). Hlavný rozdiel medzi chemickým zložením vôd je potom v dvojnásobnom zastúpení SO_4 (HP-1 = 45 %, DNV-1 = 24 %) vo vode z vrtu HP-1. Z pohľadu koeficientu $r\text{Mg}/r\text{Ca}$ sa vo vode z vrtu HP-1 odráža väčší podiel dolomitov, kým vo vode z vrtu DNV-1 je podiel dolomitov a vápencov zhruba v rovnováhe. Z rozboru chemického zloženia vôd, a najmä znalosti kolektorov vo vrte DNV-1 akoby vyplývalo, že vo vrte HP-1 je viac vody z podložného mezozoika. Tomuto konštatovaniu odporuje nízka teplota vody (11,5 °C) pri pomerne veľkej výdatnosti vrtu (10 l . s⁻¹). Podľa teplotných meraní vo vrte DNV-1 je v hĺbke 500 m teplota 24 °C. Pri uvedenej výdatnosti a pri malom podiele vody z klastík spodného bádenu sa voda nemôže schlaďiť na 11,5 °C. Z pohľadu teploty vody je potom jediné vysvetlenie, že hlavný podiel vody vo vrte HP-1 je z granitoidných klastík celého stredného a spodného bádenu s obliakmi karbonátov na ich báze. Poklesový zlom v.-z. smeru, na ktorom Jalšovský prameň vyviera, drénuje vodu z celej hrúbky uvedených klastík.

Podunajská panva

Na zmapovanom území a v jeho blízkosti boli v Podunajskej panve vyhlbené viaceré ropné vrty, ktoré poskytujú profil takmer celého neogénu až do kryštalinického podložia. Navyše, realizovali sa aj 4 geotermálne vrty, z ktorých máme konkrétne a hodnoverné údaje o hydraulických parametroch kolektorov (tab. 27) a chemickom zložení vody (tab. 26). Sú vyhodnotené v práci Franka et al. (1989) a správe Bondarenkovej a Klauča (1982).

Údaje z 2 ropných vrtov (Slovenský Grob-1 a Bernolákovo-1 i Lorenc a Okénka, 1957; Pagáč, 1970) o prítokoch vody, jej chemickom zložení a chemickom zložení plynov sú uvedené v tab. 28, 29 a 30. Ide o údaje o vodách zo sarmatu a bádenu. Z mladších útvarov sú údaje z geotermálnych vrtov. Z tabuľky 28 vidieť, že vo vrte Grob-1 bol preliv vody v množstve $0,33 - 1,33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ len z bazálnych klastík vrchného bádenu. Z vrtu Bernolákovo-1 bol voľný preliv z bázy sarmatu (asi $1,66 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a takisto z bazálnych klastík vrchného bádenu ($0,14 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Porovnanie chemického zloženia vôd pomocou Palmerových-Gazdových indexov spolu s vrtom FGB-1 v Chorvátskom Grobe a Senec-1 je v tab. 31. Z tabuľky 29 a 31 vidieť, že vo vrte Bernolákovo-1 tak v bádene, ako aj sarmate je voda Na-Cl typu morského pôvodu a $\text{CMV} = 18,3$ až $36,0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. S hĺbkou narastá mineralizácia vody v sarmate, v bádene zvrchu klesá na $28 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ a v bazálnych klastikách $\text{CMV} = 2,75 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$, pričom poklesli hodnoty Cl a zvýšili sa hodnoty HCO_3 a SO_4 .

Vo vrte Slovenský Grob-1 je v sarmate voda Na- HCO_3 -Cl, resp. Na-Cl- HCO_3 typu s $\text{CMV} = 2,0$ a $1,9 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. V bádene je zvrchu voda Na-Cl typu s $\text{CMV} = 6,5$ až $1,9 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ a v bazálnych klastikách voda Na-Cl- HCO_3 typu s $\text{CMV} = 0,4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Ovplyvnenie morskej vody povrchom je v oboch vrtoch obmedzené ($\text{rHCO}_3/\text{rCl} < 1$), jedine vo vrte Grob-1 v najvrchnejšom úseku sa ovplyvnenie prejavuje ($\text{rHCO}_3/\text{rCl} > 1$).

V oboch vrtoch je pozoruhodné najmä chemické zloženie vody bazálnych klastík, ktoré je totožné s chemickým zložením vody z vrtu FGB-1 v Chorvátskom Grobe. S nimi môžeme porovnať aj chemické zloženie vody z bazálnych klastík z ropného vrtu Senec-1 (tab. 31; je zobrazený už na liste Trnava). Podľa hodnôt koeficientu rHCO_3/rCl môžeme uviesť, že povrch ovplyvňuje vodu obmedzene, no podľa hodnôt CMV ovplyvnenie na okraji panvy existuje. Ako je ďalej uvedené v tabuľke, s narastajúcou vzdialenosťou vrtov od pohoria sa ovplyvnenie znižuje, až sa vytratí. Vzdialenosť vrtov od pohoria je 4 – 16 km. V tomto prípade môžeme hovoriť o horizontálnej zonálnosti podmienenej atmosférickými vodami.

Lokalita	Vzdialenosť	CMV	rHCO_3/rCl
Slovenský Grob	4 km	$1,97 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$	0,21
Chorvátsky Grob	5 km	$1,94 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$	0,18
Bernolákovo	12 km	$2,75 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$	0,14
Senec	16 km	$11,00 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$	0,052

Z tabuľky 30 vidieť, že voda vo vrte Slovenský Grob-1 je dusíkovo-metánová a v spodnej časti sarmatu a v bádene dusíková.

Bazálne bádenské klastiká overené vrtom FGB-1 v Chorvátskom Grobe v hĺbke 971,5 – 1 150 m sú slabo priepustné (tab. 27). Tento úsek je zachytený, z vrtu z neho voľne vyteká asi 3,4 l/s vody teplej $47,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Informáciu o kolektoroch a vodách panónu a pontu poskytujú údaje z geotermálnych vrtov FGČ-1 Čilistov, HGB-1 Rusovce a FGB-1A Chorvátsky Grob. Panónske kolektory (piesky) vo vrte v Čilistove (ľavá strana Dunaja) sú dosť slabo priepustné ($K = 4,46 - 9,21 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$) a vo vrte v Rusovciach (pravá strana Dunaja) slabo až dosť slabo priepustné ($x \cdot 10^{-14} - x \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$).

Chemické zloženie vôd vo vrtoch v Čilistove a Rusovciach je uvedené v tab. 32. Vo vrte v Čilistove v ponte je voda Na- HCO_3 -Cl typu. CMV s hĺbkou od 1 195 m do 1 731 m narastá z $6,03 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ na $8,76 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. V najspodnejšom odskúšanom úseku v hĺbke 2 005 – 2 481 m v panóne až sarmate je voda Na-Cl typu s podielom HCO_3 ($A_1 = 8,22 \%$) a $\text{CMV} = 14,98 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Kým sa v ponte znateľne prejavuje otvorenosť štruktúry ($\text{rHCO}_3/\text{rCl} = 2,51$ až $2,12$), v panóne až sarmate je to naopak ($\text{rHCO}_3/\text{rCl} = 0,16$). Vo vrte FGB-1A v Chorvátskom Grobe sa v ponte v hĺbke 276 – 459 m vyskytuje voda Ca-Na-Mg- HCO_3 typu s $\text{CMV} = 0,51 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Vplyv okraja pohoria, resp. povrchu je výrazný ($\text{rHCO}_3/\text{rCl} = 17,7$). Piesky sú mierne priepustné. Tento úsek je zachytený, z vrtu z neho voľne vyteká asi $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ vody teplej $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tab. 26. Chemické zloženie termálnej vody neogénu.

Lokalita, vrt, úsek (m)	Rok realiz. vrtu Rok vzork. vody	Teplota vody (°C) pH	Cl ₂ H ₂ S (mg.l ⁻¹)	Stratigrafia, kolektory	Iónové zlož. (mmol. z/dm ³ %)	P - G indexy				CMV (g.l ⁻¹)	$\frac{\delta^{18}O}{\delta D}$ (‰)	Typ vody
						$\frac{S_1(Cl)}{S_1(SO_4)}$	$\frac{S_2(Cl)}{S_2(SO_4)}$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\frac{rHCO_3}{rCl}$			
Devínska N. Ves, Jaišovec (HP-1), 8,5 - 21,0	1972 1992	12,0 7,4	0,0 0,0	báden, organogén. vápence	Ca 53 Mg 41 Na 6 SO ⁴ 45 HCO ³ 36 Cl 15 NO ³ 3 F 1	2,82 0,00	12,5 45,3	0,0 36,12	0,79	2,36 rMg/rCa 0,76	-	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃ -Cl
Devínska N. Ves, DNV-1, 481 - 654	1987 1992	16,4 7,5	0,0 0,0	sp. báden, Jura, klastiká, vápence	Ca 44 Na 34 Mg 21 K 1 HCO ³ 71 SO ⁴ 24 Cl 3 F 2	2,62 24,19	0,00 0,00	6,74 64,35	0,51	27,16 rMg/rCa 0,47	-	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄
Chorvátsky Grob, FGB-1, 971,5 - 1 150	1973 - 1974 1976	47,2 7,95	46,2 0,0	vrch. báden, bazálne klastiká	Na 93 K 3 Ca 3 Mg 1 Cl 82 HCO ³ 15 SO ⁴ 2 NO ³ 1	82,6 1,48	0,00 0,00	10,8 3,9	1,94	0,18	-	Na-Cl-HCO ₃
Chorvátsky Grob, FGB-1A, 276,2 - 299,7	1974 - 1975 1976	70,4 0,0	70,4 0,0	pont, piesky	Ca 38 Na 37 Mg 24 K 1 HCO ³ 88 SO ⁴ 8 Cl 4	4,9 8,0	0,00 0,00	21,84 61,86	0,51	17,7	$\frac{-11,5}{-82,0}$	Ca-Na-Mg-HCO ₃
Svätý Jur, Kúpeľný prameň	balneografia	4,5 7,0	2,82	-	Na 60 Ca 27 Mg 10 K 2 Cl 46 HCO ³ 43 SO ⁴ 9 NO ³ 1	46,11 9,42	0,00 0,00	6,61 37,0	0,87	0,94 rMg/rCa 0,34	-	Na-Ca-Cl-HCO ₃

Tab. 27. Hydraulické parametre neogénnych kolektorov termálnej vody.

Lokalita	Vrt, stratigrafia	Otvorený úsek (m)	Efekt. hrúbka (m)	Výdat. Q (l.s ⁻¹)	K. ab. pr. Tp (m ³)	Koef. prietoch. T(m ² .s ⁻¹)	Koef. priepust. K(m ²)	Koef. filtrácie k(m.s ⁻¹)	Priepustnosť (Jetel, 1973)
Chorvátsky Grob	FGB-1, v. báden	1 188 - 971	155	3,4	2,3 . 10 ⁻¹²	4,7 . 10 ⁻⁵	-	-	slabo priepustné
	FGB-1/A, pont	459 - 276	51	2,9	1,6 . 10 ⁻¹⁰	1,9 . 10 ⁻³	3,21 . 10 ⁻¹²	3,86 . 10 ⁻⁵	miernie priepustné
	FGČ-1, panón	1 195 - 1 380	50	7,3	3,3 . 10 ⁻¹¹	6,6 . 10 ⁻⁴	6,7 . 10 ⁻¹³	1,33 . 10 ⁻⁵	dosť slabo priepustné
Čičilistov	FGČ-1, panón	1 195 - 1 488	96	15,3	8,8 . 10 ⁻¹¹	1,8 . 10 ⁻³	9,21 . 10 ⁻¹³	1,91 . 10 ⁻⁵	dosť slabo priepustné
	FGČ-1, panón	1 195 - 1 549	118	14,8	5,2 . 10 ⁻¹¹	1,0 . 10 ⁻³	4,46 . 10 ⁻¹³	8,84 . 10 ⁻⁶	dosť slabo priepustné
	FGČ-1, panón	1 409 - 1 731	98	12,8	6,5 . 10 ⁻¹¹	1,45 . 10 ⁻³	6,65 . 10 ⁻¹³	1,48 . 10 ⁻⁵	dosť slabo priepustné
Rusovce	HGB-1, panón	532 - 573	-	-	-	2,4 . 10 ⁻⁴	1,28 . 10 ⁻¹³	6 . 10 ⁻⁶	dosť slabo priepustné
	báden	1 100 - 1 124	-	-	-	1,1 . 10 ⁻⁵	-	4,9 . 10 ⁻⁷	slabo priepustné

Tab. 28. Údaje o čerpacích skúškach na vrtoch Slovenský Grob-1 a Bernolákovo-1.

Vrt, hĺbka (m)	Obd. čerp. skúšky (od – do)	Č. čerp. sk.	Perforácia od – do v m	Hrúb. per. ú. v m	Výdat. prelivu l/min	Hladina vody pod ter. v m	Pov. tepl. vody °C	Ložisk. tep. vody v hlb. °C/m	Ložisk. tlak v hĺbke kp/m	Výsledok čerp. skúšky	Vek úseku	Poznámka
Grob-1 (1 336)	10. 6. – 11. 6. 1969	4	605,5 – 609	4,5	–	180	24,5	–	–	prítok sladkej vody	sarmat	piestovanie
	–	3	636,5 – 643,5	7	–	–	25	–	–	prítok sladkej vody	sarmat	piestovanie
	15. 6. – 17. 6. 1969	5	813 – 825	12	–	–	41/–	81/–	–	prítok slanej vody	báden	testovanie
	–	2	1 029,5 – 1 050	20,5	80	–	–	–	–	preliv sladkej vody	baz. v. báden	–
Bernolákovo Be-1 (1 794)	–	1	1 193,5 – 1 206	16,5	20	–	–	–	–	preliv sladkej vody	baz. v. báden	–
	–	–	1 029,5 – 1 050	121	40	–	27	asi 53/	–	preliv sladkej vody	baz. v. báden	trvalý preliv pre MNV Slov. Grob
	27. 3. – 1. 4. 1957	7	1 125 – 1 126	1	–	40	–	58,5/1 121	110,6/1 121	prítok slanej vody	sarmat	švábovanie
	18. 3. – 23. 3. 1957	6	1 180 – 1 181	1	–	70	–	62,5/1 174	106,75/1 174	prítok slanej vody	sarmat	švábovanie
Bernolákovo Be-1 (1 794)	12. 2. – 16. 2. 1957	5	1 302 – 1 303	1	asi 100	–	–	70/1 285	121,6/1 285	preliv slanej vody	sarmat	preliv
	31. 1. – 2. 2. 1957	4	1 44,5 – 1 442,5	1	–	80	–	–	–	prítok slanej vody	báden	lyžicovanie
	1. 11. – 8. 11. 1956	1	1 707,7 – 1 765,7	58	8,3	–	–	69/1 500	69/1 500	preliv slabob. mineral. vody	baz. v. báden	–

Tab. 29. Chemické zloženie minerálnych vôd z vrtoch Slovenský Grob-1 a Bernolákovo-1.

Vrt a vek úseku	Perforácia od – do (m)	Dát. odberu	T. vody °C	pH	CO ₂ mg.l ⁻¹	H ₂ S mg.l ⁻¹	H ₂ SiO mg.l ⁻¹	M g.l ⁻¹	Iónové zloženie (mg.l ⁻¹)										Typ vody	
									Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cl ⁻	Br ⁻	J ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻		
Sarmat	605,5 – 646,5	11. 6. 1969	24,5	8,7	–	–	10,0	2,0	606,9	9,5	12,8	16,8	0,0	464,4	0,0	0,0	22,6	915,0	2,0	Na 92,6 HCO ₃ ⁻ 52,4 Cl 45,8
Sarmat	636,5 – 646,5	–	25	8,3	–	–	15,0	1,9	609,2	7,6	12,8	2,2	0,0	416,3	0,0	0,0	16,0	805,2	1,9	Na 96,2 Cl 51 HCO ₃ ⁻ 48
Báden	813 – 825	17. 6. 1969	–	8,7	–	–	–	6,5	2 365,7	38,9	21,2	12,9	–	3 332,3	14,9	4,4	56,8	646,6	6,5	Na 97 Cl 82,2
Grob-1 Bazál. báden	1 029,5 – 1 050	3. 6. 1969	32	8,3	–	–	24,0	2,0	719,6	6,1	12,0	1,4	1,6	939,3	3,7	st.	32,9	305,0	2,0	Na 95,6 Cl 82,2
Bazál. báden	1 193,5 – 1 216	30. 5. 1969	26	8,3	–	–	–	1,9	669,0	11,1	17,6	1,4	–	886,2	3,0	st.	11,1	317,2	1,9	Na 95,6 Cl 82,2
Bazál. báden	1 029,5 – 1 216 GÚDS	18. 11. 1969	13	–	–	–	28,8	0,95	307,2	7,0	8,8	0,45	0,07	348,5	2,06	0,13	5,76	268,4	0,9	Na 92,6 Cl 68 HCO ₃ ⁻ 30,4
Sarmat	1 125 – 1 126	1. 4. 1957	–	7,57	–	–	15,4	18,3	6 714,2	–	150,4	85,5	25,0	10 600	–	8,2	14,8	622,2	18,3	Na 95,4 Cl 97
Sarmat	1 180 – 1 181	23. 3. 1957	–	7,6	–	–	21,6	21,9	8 258,3	–	152,8	59,7	0,74	12 700	–	12,0	6,9	756,4	21,9	Na 96,8 Cl 97
Sarmat Be-1	1 302 – 1 303	16. 2. 1957	–	7,72	–	–	53,4	36,1	12 949,0	–	48,0	31,6	140	1 600	–	12,0	533,4	6 378,2	36,1	Na 99,2 Cl 79,6
Báden	1 441,5 – 1 442,5	2. 2. 1957	–	7,5	–	–	104,0	28,0	9 855,5	–	103,2	30,6	96	11 960	–	10,8	53,6	5 927,9	28	Na 98,2 Cl 77 CO ₂ 22,2
Báden	1 707,7 – 1 765,7	8. 11. 1956	–	8,8	–	–	10,0	2,75	814,2	–	75,2	74,8	nest.	1 257,0	–	–	226,8	305,0	2,75	Na 97,8 Cl 79 HCO ₃ ⁻ 11 SO ₄ ²⁻ 10

Vo vrte v Rusovciach (tab. 32) je v panóne (piesky) zvrchu (532 – 573 m) voda Na–HCO₃ typu s CMV = 0,8 g · l⁻¹ a teplotou 25,4 °C.

V bádene (andezity) je voda Na–Cl (SO₄) typu s CMV = 17 – 23 g · l⁻¹. Táto voda má pomerne vysoký obsah SO₄/S₁(SO₄) (16,08 %), CO₂ (206,8 mg · l⁻¹), a najmä H₂S (59,86 mg · l⁻¹). Podľa Bondarenkovej a Klauča (1982) táto voda predstavuje fosílnu morskú vodu. Potvrzuje to vysoký obsah Na : K = 33,1, SO₄ a HCO₃, prítomnosť Br a J.

Voda má vysokú koncentráciu Fe²⁺ a Fe³⁺, ktoré hneď po odobratí vzoriek začnú vytvárať čiernu vločkovitú zrazeninu sírníkov Fe. Vysvetľujú ju zmenou redukčno-oxidačných podmienok ustálených v kolektore. Podľa pomeru N₂ : O₂ v plyne rozpustenom vo vode sú v nej v kolektore ustálené silne redukčné podmienky (K^{N₂}_{Og} = 6,53 – 22,1). V týchto podmienkach je Fe vo vode stabilné. Po prevzdušení nastáva odplynenie N₂ a náhly prechod do oxidačných podmienok, v ktorých je rozpustené Fe nestabilné a s prítomným iónom S²⁻ reaguje za vzniku zrazeniny sírníkov.

Voda sírovodíkového prameňa vo Svätom Jure predstavuje zmiešaný typ meteorických a morských vôd. Meteorická zložka sa okrem HCO₃ prejavuje aj SO₄. Pôvod H₂S môže objasniť až izotopový rozbor síry.

Tab. 32. Chemické zloženie termálnej vody vo vrtoch v Čilistove a Rusovciach.

Lokalita, vrt, úsek (m)	Rok realiz. vrtu Rok vzorkov.	T. vody °C pH	CO ₂ H ₂ S (mg · l ⁻¹)	Stratigr.	Iónové zloženie (mmol. z/dm ³ %)	P-G indexy			CMV (g · l ⁻¹)	rHCO ₃ rCl	δ ¹⁸ O δ D (‰)	Typ vody
						S ₁ (Cl) S ₁ (SO ₄)	S ₂ (Cl) S ₂ (SO ₄)	A ₁ A ₂				
Čilistov, FGČ-1, 1 195 – 1 380	1978 – 1979 1979	47,2 7,70	64,35 0	pont	Na 96 K1 NH ⁴ 1 Ca1 Mg1 HCO ³ 72 Cl 28	28,39 0,16	0,0 0,0	69,8 1,59	6,03	2,51	–	Na–HCO ₃ –Cl
1 195 – 1 549	1978 – 1979 1979	53 7,55	170,3 0,04	pont	Na 96 K2 NH ⁴ 1 Ca 1 HCO ³ 69 Cl 31	30,98 0,11	0,0 0,0	67,56 1,32	6,95	2,22	–	Na–HCO ₃ –Cl
1 409 – 1 549	1978 – 1979 1979	54 7,7	47,19 0	pont	Na 96 K 2 NH ⁴ 1 Ca 1 HCO ³ 70 Cl 30	30,33 0,11	0,0 0,0	68,45 1,04	8,76	2,29	–	Na–HCO ₃ –Cl
1 409 – 1 731	1978 – 1979 1979	54 7,7	47,19 0	pont, panón	Na 96 K 2 NH ⁴ 1 Ca 1 HCO ₃ 68 Cl 32	32 0,09	0,0 0,0	66,8 1,08	8,73	2,12	–	Na–HCO ₃ –Cl
2 005 – 2 481	1978 – 1979 1979	17 7,1	161,73 0	panón, sarmat	Na 93 Ca Fe2 Mg1 K1 NH ⁴ 1 Cl 86 HCO ³ 14	85,43 0,59	0,0 0,0	8,22 3,42	14,98	0,16	–	Na – Cl (HCO ₃)
Rusovce, HGB-1, 532 – 573	1974 1981	25,4 8,5	0,00 0,00	panón	Na81 Ca8 Mg6 K3 NH ⁴ 2 HCO ³ 79 Cl 10 CO ³ 8 SO ⁴ 3	10,34 3,02	0,0 0,0	72,01 14,59	0,8	7,65	–	Na – HCO ₃
1 100 – 1 124	1974 1975	15 6,5	206,8 59,86	báden	Na 89 Ca 5 Mg 3 K 3 Cl 74 SO ⁴ 16 HCO ³ 10	74,25 16,08	0,0 0,97	1,24 8,41	22,22	0,13	–	Na – Cl (SO ₄)

7. BANSKÁ VODA

Výskyt banskej vody v kryštaliniku Malých Karpát sa sústreďuje do oblasti medzi Pernekom a Pezinkom. Táto oblasť vzhľadom na svoju perspektívnosť bola oddávna v strede záujmu rudného baníctva a ložiskového výskumu a prieskumu. V ostatných oblastiach kryštalinika Malých Karpát je výskyt banskej vody ojedinelý (Kuchyňa, Častá) (spracované podľa podkladov: Dovina, 1979; Dovina et al., 1983). Základné údaje o banskej vode kryštalinika Malých Karpát sú spracované v tab. 33.

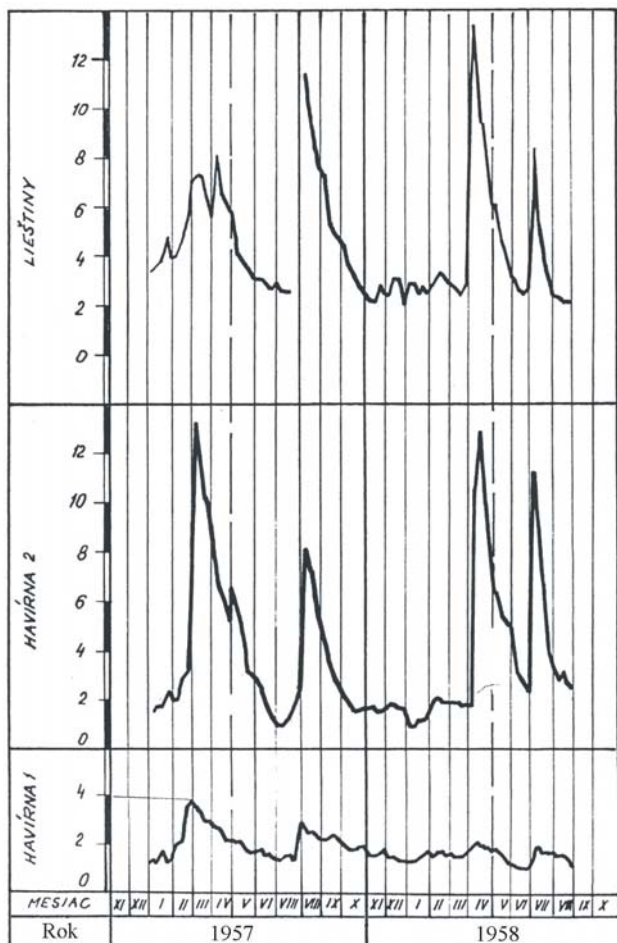
Tab. 33. Základné údaje o banskej vode v kryštaliniku Malých Karpát (Dovina et al., 1983).

Por. č.	Štôlna, lokalita	Horninové prostredie (typ zrudnenia)	Dátum merania	Výdatnosť ($l \cdot s^{-1}$)	Teplota vody ($^{\circ}C$)
1	Haviareň č. 1 (Limbach)	granodiorit (pyrit, arzenopyrit, rýdze zlato, karbonáty)	30. 1. 1980	2,08	7,2
2	Haviareň č. 2 (Limbach)	granodiorit (pyrit, arzenopyrit, rýdze zlato, karbonáty)	30. 1. 1980	0,34	6,5
3	Leštiny (Limbach)	granodiorit (pyrit, arzenopyrit, rýdze zlato, karbonáty)	30. 1. 1980	1,92	5,2
4	Pyritová (Pezinok)	aktinolitické bridlice, grafitické bridlice, amfibolity (pyrit, antimonit, pyrotín)	30. 1. 1980	1,35	8,2
5	Budúcnosť (Pezinok)	aktinolitické bridlice, grafitické bridlice, amfibolity (pyrit, antimonit, pyrotín)	30. 1. 1980	0,85	8,3
6	Emil-Ferdinand (Pezinok)	grafitické a aktinolitické bridlice, amfibolity (pyrit, antimonit)	4. 11. 1978	0,10	8,5
7	Ryhová (Pezinok)	grafitické fylity, aktinolitické bridlice (pyrit, antimonit)	31. 10. 1978	10,0	10,0
8	Čmele č. 2 (Pezinok)	amfibolity, aktinolitické bridlice, grafitické bridlice (pyrit, pyrotín)	23. 3. 1981	3,33	8,2
9	Dolná, Karol (Pernek)	amfibolity, grafitické bridlice, aktinolitické bridlice (pyrit, pyrotín, antimonit)	12. 11. 1980	0,60	2,0
10	Ján č. 1 (Pezinok)	aktinolitické bridlice v súvrství amfibolitov (pyrit, kremeň, grafit)	23. 3. 1981	0,24	7,2
11	Ján č. 2 (Pezinok)	aktinolitické bridlice v súvrství amfibolitov (pyrit, kremeň, grafit)	23. 3. 1981	0,11	7,5
12	Ján č. 3 (Pezinok)	aktinolitické bridlice v súvrství amfibolitov (pyrit, kremeň, grafit)	23. 3. 1981	0,21	7,9
13	Rybniček č. 1 (Pezinok)	(pyrit) grafiticko-kremité bridlice v amfibolitoch	23. 3. 1981	0,46	7,6
14	Rybniček č. 2 (Pezinok)	grafiticko-kremité bridlice v amfibolitoch (pyrit)	23. 3. 1981	0,53	8,1
15	Rudolf (Jablonové)	grafitické bridlice, amfibolity (pyrit)	22. 3. 1981	0,62	6,2
16	Pavol (Pernek)	aktinolitické bridlice v súvrství amfibolitov (pyrit, antimonit, karbonáty)	5. 8. 1980	3,13	9,2
17	Zubau (Pernek)	aktinolitické bridlice v súvrství amfibolitov (pyrit, pyrotín, antimonit, karbonáty)	5. 8. 1980	0,53	8,2
18	Mikuláš (Pernek)	pararuly popreražané granodioritom (sfalerit, galenit, karbonáty)	5. 8. 1980	0,60	8,0
19	Trojičná (Kuchyňa)	grafitické fylity, aktinolitické bridlice (antimonit, sfalerit, pyrit)	30. 1. 1980	0,01	5,1

Neďaleko Limbachu v Slniečnom údolí na ložisku nazývanom Pezinok-Staré mesto sa ešte v minulom storočí ťažili zlatonosné kremenné žily, ktoré prenikajú do granodioritov. Ložisko je už dávno opustené, ale z viacerých zavalených štôlní sú známe výtoky banskej vody. Štôlne s druhotným označením Haviareň č. 1, Haviareň č. 2 a Leštiny v období 3. 1. 1957 – 27. 8. 1958 sústavne pozoroval SHMÚ v Bratislave (tab. 34, obr. 14).

Tab. 34. Výdatnosť banskej vody zo štôlní v Limbachu v období 3. 1. 1957 – 27. 8. 1958 (podľa SHMÚ).

Štôlna	Výdatnosť (l . s ⁻¹)			Teplota vody (°C)	
	min.	priem.	max.	min.	max.
Haviareň č. 1	0,98	1,86	3,76	6,8	8,0
Haviareň č. 2	1,00	3,95	13,33	6,0	8,0
Leštíny	2,18	4,35	13,33	4,2	11,2



Obr. 14. Grafické zobrazenie kolísania výdatnosti výtokov podzemnej vody z banských štôlní v oblasti Limbachu (Kullman, 1973).

Staré banské štôlnie v horninovom masíve granodioritov vytvárajú drény, ktoré umožňujú sústrediť aj niekoľkolitrové odtoky podzemnej vody z tohto prostredia.

Antimonitové ložisko v Pezinku-Cajle (Kolársky vrch) bolo jediné ložisko, ktoré sa ešte v nedávnom čase ťažilo. Ide o ložisko uložené v grafitických bridliciach. Odvodňuje ho Antimónová štôlna, Pyritová štôlna a štôlna Budúcnosť. Výtok banskej vody z Antimónovej štôlnie je malý a pohybuje sa medzi 0,01 až 0,10 l . s⁻¹. Výtoky banskej vody z Pyritovej štôlnie Budúcnosť sú dokumentované v tab. 33. Nesústavným meraním z Pyritovej štôlnie bol dokumentovaný výtok 1,35 až 4,68 l . s⁻¹ a zo štôlnie Budúcnosť 0,85 – 2,08 l . s⁻¹ banskej vody.

V už opustenom banskom revíre Emil – Ferdinand bol dokumentovaný občasný výtok banskej vody z dedičnej štôlnie Emil – Ferdinand (tab. 33).

Významné pyritové ložiská boli v oblasti Pezinka v rudnom ťahu Augustín (produktívna zóna Ryhová – Augustín – Karol). Zrudnené sú polohy v grafitických a aktinolitických fylitoch. V ich nadloží aj podloží sú hrubé polohy amfibolitov. Najvýznamnejšie sú výtoky banskej vody zo štôlnie Ryhová. Kontrolné meranie 5.

8. 1979 tam dokumentovalo výdatnosť 10,33 l . s⁻¹ (teplota vody 9,8 °C, teplota vzduchu 21,6 °C). Nesústavné meranie zo štôlnie Čmele č. 2 doteraz dokumentovalo výtok 1,90 až 3,33 l . s⁻¹ banskej vody. Kontrolné meranie 4. 8. 1979 z Dolnej štôlnie Karol dokumentovalo výtok 0,66 l . s⁻¹ banskej vody (teplota vody 8,2 °C, teplota vzduchu 19,4 °C).

V rudnom revíre Čertov kopec (pyritové zrudnenie v polohách grafitických bridlíc v zóne aktinolitických bridlíc) zo všetkých troch štôlní (Ján č. 1, 2, 3) bol dokumentovaný malý výtok (tab. 33). V rudnom revíre Rybníček bol dokumentovaný výtok zo štôlní Rybníček č. 1 a Rybníček č. 2 (tab. 33).

Pyritové zrudnenie v aktinolitických a grafitických bridliciach v polohách amfibolitov na Tureckom vrchu sa overilo štôlniou Rudolf. Nesústavné meranie na jej ústí v rokoch 1979 – 1981 dokumentovalo výtok 0,26 – 0,62 l . s⁻¹ banskej vody (teplota vody 6,2 – 7,3 °C).

V oblasti Perneka bol dokumentovaný výtok banskej vody v rudnom revíre perneckých baní (Jahodnisko) a v rudnom revíre Pod Babou.

V rudnom revíre perneckých baní je staré antimonitové a pyritové ložisko v grafitických bridliciach ležiacich v zóne aktinolitických bridlíc a amfibolitov, ktoré sa v minulosti ťažilo. Nesústavné meranie z dedičnej štôlnie Pavol dokumentovalo výtok 3,07 – 3,13 l . s⁻¹ a zo štôlnie Zubau 0,53 – 0,75 l . s⁻¹ banskej vody.

V rudnom revíre Pod Babou je žilné galenitovo-sfaleritové zrudnenie v kremenných žilách uložených v kremitých biotitických pararulách. Výtok banskej vody zo štôlnie Mikuláš od hydrologického roku 1971

sústavne pozoruje SHMÚ v Bratislave. V hydrologických rokoch 1971 – 1978 bola dokumentovaná minimálna výdatnosť $0,17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, priemerná výdatnosť $0,82 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a maximálna výdatnosť $3,33 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (teplota vody $3,8 - 11,0 \text{ }^\circ\text{C}$).

V oblasti Kuchyne v grafitických bridliciach kryštalinika s polohami aktinolitických bridlíc sa vyskytuje antimonitové zrudnenie. Merania 30. 1. 1980 z Trojičnej štôlne dokumentovali výtok $0,01 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (teplota vody $5,1 \text{ }^\circ\text{C}$, teplota vzduchu $-3,0 \text{ }^\circ\text{C}$).

V kryštaliniku Malých Karpát prevládajú dva genetické typy sulfidických ložísk. Sú to hydrotermálne a kýzové sulfidické ložiská, každé s odlišnou rudnou aj nerudnou minerálnou asociáciou (Cambel, 1959).

Banské práce vytvárajú drény prestupujúcej podzemnej vody, ktoré sa pri styku s rudnými polohami rôzne intenzívne metamorfujú. Menia svoj pôvodný charakter chemického zloženia až v takom rozsahu, že vznikajú vody nových chemických typov. Druhý proces tvorby chemického zloženia banskej vody je rozpúšťanie karbonátov, ktoré v podstatnej miere sprevádzajú hydrotermálne ložiská. Chemické zloženie banskej vody v kryštaliniku Malých Karpát je odrazom metalogenetických osobitostí zrudnenia v konkrétnej oblasti.

8. VYUŽITIE A OCHRANA PODZEMNEJ VODY

Prehľad využiteľného množstva podzemnej vody v jednotlivých hydrogeologických rajónoch na území listu Bratislava, spracovaný podľa podkladov SHMÚ so stavom za rok 1999, je uvedený v tabuľke 35. Tabuľka dokumentuje distribúciu využiteľného množstva podzemnej vody v jednotlivých geologických útvaroch, ako aj súčasný stav využívania podzemnej vody. Pri jednotlivých zdrojoch je uvedený stupeň ich overenia. Ako vidno z tabuľky, najvýznamnejšie využiteľné zdroje podzemnej vody sa viažu na kvartérne sedimenty Podunajskej nížiny a čiastočne aj kvartérne sedimenty Záhorskej nížiny. Najchudobnejšia na využiteľnú podzemnú vodu je oblasť kryštalinika Malých Karpát.

Malé Karpaty

Využitie podzemnej vody hodnotenej časti Malých Karpát je značne obmedzené. V oblastiach budovaných kryštalinikom vystupujú prevažne pramene s malou výdatnosťou (do $0,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), ktoré nemajú väčší význam. Využívajú sa iba lokálne pre jednotlivé usadlosti alebo rekreačné zariadenia. Takto sa zásobuje chata na pezinskej Babe, ktorá využíva väčší počet malých prameňov s výdatnosťou $0,1 - 0,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Pramene v mezozoických horninách v oblasti Malých Karpát sa využívajú taktiež iba čiastočne.

V Borinskom krase v doline Prepadlé sa v súčasnosti využíva Pajštúnska vyvieračka (č. 5a) v Medených Hámroch. Aj napriek tomu, že využiteľné množstvo podzemnej vody z vyvieračky sa oceňuje až na $150,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, využíva sa z nej iba $6,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Iba čiastočné využívanie vody z vyvieračky zapríčiňujú nevyhovujúce fyzikálne a bakteriologické vlastnosti, a preto si voda vyžaduje úpravu. Vo vyvieračke sa miešajú krasové podzemné vody s povrchovou vodou ponárajúcou sa do krasového systému v ponoroch v doline Prepadlé. Kapacita úpravne vody nie je dostatočná. Z doliny Prepadlé sa súčasne využívajú ďalšie pramene, a to prameň Medené Hámre pri Pajštúnskej vyvieračke s výdatnosťou $5,0$ až $12,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, využívaný s vyvieračkou na zásobovanie Stupavy, prameň Včelínok (č. 4) na severnom okraji obce Borinka s výdatnosťou $2,5 - 3,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ na zásobovanie Borinky a prameň Pod hradom (č. 3) asi $2,0 \text{ km}$ východne od Stupavy. Tvoria ho tri pramene s celkovou výdatnosťou $5,0 - 6,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Zásobuje sa z neho obec Stupava.

Dosiaľ sa nevyužíva Limbašská vyvieračka. Z významnejších krasových vôd tejto časti Malých Karpát sú plne využité pramene v Hrubej doline (Kňazove diery č. 10), ktoré sú zachytené a využívajú sa na vodovodné zásobovanie Pezinka.

Okrem týchto opísaných významnejších zdrojov podzemnej vody v hodnotenej časti Malých Karpát ďalšie vodohospodársky významné zdroje podzemnej vody nie sú zistené.

Záhorská nížina

Využitie podzemnej vody hodnotenej časti Záhorskej nížiny je zamerané na zásobovanie obcí, resp. poľnohospodárskych družstiev v rámci týchto obcí. Podzemná voda z hodnoteného územia sa neodčerpáva do susedných území. Naopak, Stupava, ktorá sa nachádza už v Záhorskej nížine, sa zásobuje podzemnou vodou z Malých Karpát. V nasledujúcom texte uvádzame prehľad zásobovania jednotlivých obcí hodnoteného územia Záhorskej nížiny podzemnou vodou.

Obec Vysoká pri Morave sa zásobuje z hydrogeologického vrtu VY-2 (č. 7), nachádzajúceho sa asi $1,5 \text{ km}$ východne od obce. Vrt prenikol do hĺbky $12,5 \text{ m}$, do kvartérnych sedimentov. Dokumentovaná využiteľná výdatnosť vrtu je $9,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Obec Lozorno sa zásobuje plytkými domovými studňami. Zohor sa zásobuje z vrtu Z-1 (č. 17) nachádzajúceho sa asi 1 km sz. od obce. Vrt dosiahol hĺbku 50 m . Dokumentovaná výdatnosť vrtu je $25 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení o $1,32 \text{ m}$. Ustálená hladina je $1,88 \text{ m}$ pod terénom.

Devínska Nová Ves a Záhorská Bystrica sa zásobovali z prameňa Jalšovec (č. 2), nachádzajúceho sa asi 1 km južne od železničnej stanice Devínske Jazero. Pôvodná výdatnosť prameňa bola $10,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V roku 1952 bol prameň zachytený širokoprilovou studňou s hĺbkou $5,4 \text{ m}$. Realizovaná čerpacia skúška doku-

mentovala výdatnosť $15,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení o 2,55 m, $50,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení o 3,35 m a $100,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení o 4,6 m, pričom z prameňa bol ešte prirodzený odtok $10,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Veľká výdatnosť bola zrejme spôsobená odčerpaním akumulovaných statických zásob podzemnej vody. Po roku 1952 zdroj z neznámych príčin podľahol deštrukcii a výdatnosť výrazne poklesla. V roku 1972 sa urobila rekonštrukcia zdroja vyhlbením hydrogeologického vrtu v blízkosti starého záchytného zariadenia. Hydrogeologický vrt sa realizoval do hĺbky 25 m. Zvodneným súvrstvom sú ílovité bridlice neogénu. Realizovaná čerpacia skúška od 1. 3. do 27. 6. 1972 dokumentovala výdatnosť $12,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri znížení o 8,9 m pod terénom. V súčasnosti sa už zdroj nevyužíva.

Ako zdroj vody na zásobovanie Záhorskej Bystrice sa využíval prameň Pri poľnom mlyne (asi 2,0 km východne od železničnej stanice Devínske Jazero) s výdatnosťou $1 - 2,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Vrt v blízkosti prameňa dokumentoval možnosť odoberať na zásobovanie $3,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody. Oba zdroje sú v súhlasných štruktúrnych podmienkach so vzájomným ovplyvňovaním.

Popri uvedených využívaných podzemných vodách v hodnotenom území Záhorskej nížiny sú ďalšie možnosti získania podzemnej vody vo fluvialných sedimentoch rieky Moravy severne od Vysokiej pri Morave. Jednotlivé vrty v kvartérnych sedimentoch dosahovali výdatnosť 3,0 až $5,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Významnou oblasťou zatiaľ nedostatočne využívanej podzemnej vody je zohorsko-marcheggská nádrž podzemnej vody. Prieskumné práce tu dokumentovali $575,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ využiteľnej podzemnej vody. Z nej sa využíva iba okolo $26,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 35).

Podunajská nížina

Z hydrogeologického hodnotenia územia vyplýva, že Podunajská nížina má významné a bohaté zdroje podzemnej vody (tab. 35).

Hlavným spotrebiteľom v tejto časti je Bratislava. Bratislavský vodovodný systém sa v súčasnosti zásobuje z nasledujúcich zdrojov podzemnej vody:

Ostrov Sihot' – Karlova Ves (č. 26). – Je to najstarší vodný zdroj. Pozostáva zo 46 studní a jeho kapacita je $800,0 - 1\,200,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody. Zo studní sa odoberalo $757,80 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody (tab. 35). Využíva sa voda z fluvialných sedimentov Dunaja.

Vodný zdroj Sedláčkov ostrov – Devín (č. 15) – v Devínskej bráne. – Tvoria ho 4 vrtané studne vo fluvialných sedimentoch Dunaja. Využiteľné množstvo podzemnej vody je $100,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, pritom zo zdroja sa využíva na zásobovanie Devína a Devínskej Novej Vsi $15,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody.

Pečniansky les. – Nedostatok vody v Bratislave podmienil urýchlené uvedenie do prevádzky zdrojov vody v Pečnianskom lese (č. 31). Po skončení výstavby je tu vybudovaných 34 vrtaných studní, zabudovaných profilom hrubým 1200 mm do hĺbky maximálne 14 m. Studne sú vybudované v rade s priemernou vzdialenosťou od Dunaja 200 m. Sú zamerané na brehovú infiltráciu. Výdatnosť vrtov bola od 10,0 do $70,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

V zdroji bolo vyhodnotených $350,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ využiteľného množstva podzemnej vody, z ktorej sa odoberá na zásobovanie Bratislavy $339,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Vodný zdroj Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad'. – Predstavuje 23 vrtaných studní, hĺbených v kvartérnych sedimentoch Dunaja až do podlažia (hĺbka okolo 61,0 m). Vo vodnom zdroji Ostrovné lúčky bolo vyčíslené v kategórii C₁ a C₂ $2\,100,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ využiteľného množstva podzemnej vody. Z neho sa pre bratislavský vodovodný systém odoberá $758,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Voda odobraná zo studní sa však musí upravovať – zbavovať mangánu systémom úpravy vody in situ, t. j. v horninovom prostredí.

V oblasti Rusovce – Čunovo boli dokumentované ďalšie využiteľné zdroje podzemnej vody v množstve $500,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Na zásobovanie Rusoviec a Čunova sa z nich využíva iba $14,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ z fluvialných sedimentov Dunaja.

Z vodných zdrojov nachádzajúcich sa mimo územia mesta Bratislavy sa pre bratislavský vodovodný systém diaľkovým vodovodným systémom dodáva voda z vodného zdroja Kalinkovo a vodného zdroja Šamorín.

Vodný zdroj Kalinkovo pozostáva z 9 vrtaných studní, zabudovaných do hĺbky 80,0 m. Exploatuje sa podzemná voda z hĺbky od 40,0 do 80,0 m. Zdroj bol uvedený do prevádzky v roku 1992. V lokalite Kalinkovo bolo stanovené $6\,000,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ využiteľného množstva podzemnej vody. V súčasnosti sa odčerpávajú iba 3 studne, pričom sa odoberá iba $171,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody, a to výlučne na monitorovanie kvality podzemnej vody vo vzťahu k Vodnému dielu Gabčíkovo (Takáčová a Grambličková, 1999). Všeobecný pokles

spotreby vody, ako aj vybudovanie vodného zdroja v oblasti Rusoviec mali za následok znižovanie požiadaviek na dodávku pitnej vody pre bratislavský vodovodný systém. Vodný zdroj Kalinkovo sa však plánuje ponechať ako intervenčný zdroj pre mesto Bratislavu.

Tab. 35. Prehľad využiteľného množstva podzemnej vody na území listu Bratislava so stavom v roku 1999 (podľa ŠVHB 2000).

Hydrogeologický rajón	Čiastkový rajón	Lokalita	Využiteľné množstvo		Odber		
			kategória	l . s ⁻¹			
Q-004: Kvartér Moravy od Brodského po Vysokú pri Morave			na liste Bratislava nevyčíslené				
QN-007: Kvartér a neogén j. a jv. časti Borskej nížiny	MA 10: podmalokarpatské depresie	Zohor – Vysoká pri Morave	C ₁	275,0	19,55		
	MA 20: sedimenty okrajovej kryhovej malokarpatskej oblasti	Stupava	II.	300,0	6,89		
			I.	7,0	0,18		
		Devínska Nová Ves	III.	15,0	0,85		
MG-008: Kryštalinikum a mezozoikum jz. časti Malých Karpát	MA 10: mezozoikum Borinského krasu	Pajštúnska vyvieraciačka	II.	150,0	6,32		
		Borinka	II.	20,0	6,52		
		rozptýlené zdroje	III.	10,0	0,0		
	MA 30: južná časť kryštalinika	Devínska Nová Ves	II.	14,0	2,93		
		rozptýlené zdroje	II.	1,0	0,0		
	VH 10: mezozoikum Borinského krasu	Limbašská vyvieraciačka	II.	20,0	0,0		
N-049: Neogén Trnavskej pahorkat.	VH 00: neogén	Chorvátsky Grob	C ₁	18,2	–		
			C ₂	9,9	0,20		
Q-051: Kvartér západného okraja Podunajskej roviny	DN 00: subrajón povodia Dunaja	Karlova Ves – Sihoť	I.	960,0	757,88		
		Devín – Sedláčkov ostrov	II.	100,0	15,97		
		Petržalka – Pečniansky les	II.	350,0	339,17		
		Vlčie hrdlo – Slovnaft, Istrochem	C ₁	1 800,0	1 113,99		
		Petržalka	II.	140,0	16,03		
		Vrakuňa	II.	300,0	2,09		
		oblasť Bratislavy	II.	50,0	14,82		
	VH 00: subrajón povodia Váhu	Bernolákovo	II.	20,0	0,69		
		oblasť Bratislavy	II.	50,0	25,07		
		Ivanka pri Dunaji	II.	20,0	1,37		
		lokálne zdroje (Malinovo, Most pri Bratislave)	II.	25,0	0,95		
		Q-052: Kvartér jz. časti Podunajskej roviny	DN: subrajón povodia Dunaja	Šamorín	A	600,0	243,22
				Rusovce – Čunovo	C ₁	1 400,0	0,0
Kalinkovo	B			500,0	14,55		
Ostrovne lúčky	C ₁			6 000,0	171,11		
	C ₂			930,0	758,00		
MG-055: Kryštalinikum a mezozoikum jv. časti Pezinských Karpát	VH 10: mezozoikum	Pezinok – pramene	II.	1 170,0	0,0		
	VH 20: kryštalinikum	lokálne zdroje	II.	43,0	5,38		
	VH 30: úpätie M. Karpát	lokálne zdroje	III.	30,0	1,36		
	DN 20: kryštalinikum	lokálne zdroje	III.	15,0	2,62		
		lokálne zdroje	III.	10,0	0,0		

Vodný zdroj Šamorín pozostáva zo 6 vŕtaných studní s celkovou hĺbkou 90,0 m. Filtračná časť je v intervale od 45,0 do 90,0 m. Vodný zdroj sa začal využívať v roku 1975 ako ďalší zdroj vody pre Bratislavu. V lokalite Šamorín bolo vyčíslené 2 000,0 l . s⁻¹ využiteľného množstva podzemnej vody, z ktorého sa využíva na zásobovanie 243,2 l . s⁻¹. Od uvedenia vodného diela do prevádzky sa však postupne znižovala požiadavka na potrebu pitnej vody pre Bratislavu. V súčasnosti sa vodný zdroj Šamorín využíva na dotáciu podhorského skupinového vodovodu, skupinového vodovodu Senec a obcí ležiacich na trase prívodu vody (Takáčová a Grambličková, 1999).

Okrem bratislavského vodovodného systému sa v Podunajskej nížine využíva ešte niekoľko zdrojov zásobujúcich pitnou vodou buď veľké priemyselné kombináty, alebo niektoré obce mimo Bratislavy. Najvýznamnejší z nich je vodný zdroj Vlčie hrdlo (č. 48), dodávajúci vodu pre Istrochem Bratislava. Je vybudovaný v užšej prírodnej zóne Dunaja, kde hrúbka náplavov sa pohybuje okolo 10 m. Má kapacitu $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Okrem ťažkových studní sú tu vybudované aj studne s horizontálnymi zberačmi systému Raney. Využitelné množstvo bolo vyčíslené na $1\,800,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, z ktorého sa odoberá $1\,113,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody.

Okrem týchto zdrojov pre Bratislavu je na ostatnom území vybudovaných viac zdrojov pre lokálne miestne vodovody ako napríklad Hamuliakovo – Kalinkovo, Rovinka, Šamorín a pod. Studne majú väčšinou perforáciu umiestnenú v hĺbke okolo 30 m pod terénom, aby sa čo najviac obmedzil odber vody z plytkých vrstiev. Najvýdatnejší z nich je vodný zdroj Vranka s využitelným množstvom podzemnej vody $300,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Ďalšie zdroje sú uvedené v tab. 35.

Kvôli úplnosti uvádzame aj zdroje vody, ktoré sa už v súčasnosti na zásobovanie Bratislavy nevyužívajú.

V blízkosti Pečnianskeho lesa medzi Petržalkou a Viedenskou cestou je malý zdroj vody *Kapitulské pole*. Podľa výsledkov prieskumu (Pekár a Žák, 1968) bolo možné z neho odoberať $120 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V súčasnosti z organizačných aj prevádzkových dôvodov je vyradený z prevádzky, aby odber vody neurýchlil pohyb znečistenia z Rakúska, ktoré tu bolo identifikované naďaleko pri štátnej hranici (Pospíšil, 1992).

Zdroj vody v *Podunajských Biskupiciach*, tzv. II. vodný zdroj, bol vyradený pre kontamináciu naftovými produktmi. Teraz sa z neho odčerpáva asi $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ ako sanačný odber. Voda sa vypúšťa do Malého Dunaja. Zdroj pozostáva zo šiestich ťažkových studní s maximálnou výdatnosťou až $1\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, väčšinou sa však na zásobovanie odoberalo $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ vody. Len v zimných mesiacoch, keď výdatnosť ostrova Sihot' poklesla, sa čerpalo väčšie množstvo vody na krytie deficitu. Podunajská nížina je súčasťou vyhlásenej chránenej vodohospodárskej oblasti Žitný ostrov v zmysle nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 46/78 z marca 1978.

Žiaľ, aj napriek tomu sa v území naďalej rozvíjali činnosti ohrozujúce najmä kvalitu podzemnej vody. Kvantitatívne ohrozenie podzemnej vody vzhľadom na hrúbku kolektora a charakter dopĺňania podzemnej vody nie je významné.

Kvalitatívne ohrozenie podzemnej vody študovaného územia je plošné a bodové, respektíve lokálne, pokiaľ ide o rozsah, nie však, pokiaľ ide o dosah potenciálneho znečistenia.

Plošné znečistenie spôsobuje najmä poľnohospodárska výroba. Ďalšie rozsiahle potenciálne zdroje znečistenia sú ropovod a produktovod. Podľa hodnotenia a údajov Transpetrolu v súčasnosti nie sú zistené úniky škodlivín do prírodného prostredia.

Keďže zásoby podzemnej vody sa dopĺňajú najmä vodou rieky Dunaj, jej kvalitu je potrebné chrániť. Vybudovaním čistiarní odpadových vôd na území mesta Bratislava, a to odpadových vôd komunálnych a z priemyselných podnikov (Slovnaft, Istrochem a pod.), sa znečistenie vody Dunaja obmedzilo. Jej kvalite však treba venovať pozornosť aj naďalej. Voda Dunaja sa totiž znečisťuje už činnosťou na území Nemecka a Rakúska a tiež na území Českej republiky, a to prostredníctvom vody rieky Moravy. Obdobne treba venovať sústavnú pozornosť kvalite vody aj ostatných tokov na študovanom území.

Ďalšie zdroje znečistenia sú poľnohospodárske strediská a veľkovýkrmne dobytky, skládky rozličného odpadu, železnice a cestná sieť.

Podľa výsledkov skúmania a monitorovania IGHP, HYCO a iných organizácií je podzemná voda v okolí skládok, hnojísk a hospodárskych dvorov väčšinou znečistená.

Vzhľadom na to, že ide o oblasť, v ktorej je rozvinuté najmä poľnohospodárstvo, priemysel v študovanej oblasti nie je významne rozvinutý. Zväčša je tu potravinársky priemysel. Všetky tieto podniky sú tak isto potenciálnymi zdrojmi znečistenia v rozsahu svojej výroby. Čerpace stanice pohonných hmôt na študovanom území majú vybudovaný monitorovací systém. Nezistili sa tu úniky ropných látok, s výnimkou Mosta pri Bratislave.

Aj všetky sídelné aglomerácie, pokiaľ nemajú vybudovanú a dôsledne udržiavanú kanalizáciu s čistiarnami odpadových vôd, ohrozujú podzemnú vodu. Znečistenie podzemnej vody môžu spôsobovať aj domové studne, prípadne závlahové studne, ak nie sú vhodne upravené. Nebezpečenstvo pre podzemnú vodu predstavujú aj cintoríny.

Významnú pozornosť si zasluhujú otvorené vodné plochy štrkovísk. Každé znečistenie, ktoré sa dostane na hladinu ich vody, postupuje ďalej do horninového prostredia, pretože voda štrkovísk je vlastne odkrytá podzemná voda.

Vzhľadom na opísanú situáciu a poznatky o kvalite vôd študovaného územia môžeme konštatovať, že podzemná voda do hĺbky asi 30 m je už v súčasnosti spravidla nevhodná ako pitná. Preto je nutné venovať odstraňovaniu, respektíve sanácii zdrojov znečistenia významnú pozornosť. Žiaľ, potenciálnych aj skutočných zdrojov znečistenia je v súčasnosti stále veľa.

Keďže posudzované veľkozdroje zásobujúce obyvateľstvo pitnou a úžitkovou vodou odoberajú podzemnú vodu z väčšej hĺbky, existujúci stav jej kvalitu dosiaľ nezhoršil. Ak sa však neurobí náprava, v budúcnosti sa to môže stať. Problém znečistenia podzemnej vody je preto nutné riešiť.

LITERATÚRA

- Atlas podnebia Československej republiky, 1958. Praha, Ústředná správa geodézie a kartografie.
- Árva, J., 1978: Stupava – hg. prieskum (vrt HGS-2). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bañacký, V., Harčár, J. a Sabol, A., 1964: Nové poznatky o vplyve tektonických pohybov na kvartérny vývoj Slovenských nížin. In: Geol. Práce, Zpr. (Bratislava).
- Bañacký, V. a Sabol, A., 1969: Základný geologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny – záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bátory, V., 1969: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HZB-1 v Záhorskej Bystrici. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bílek, K., 1957: Záverečná vrtně-geologická zpráva o pionýrské vrtbě Vysoká-4. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bím, M. a Gazda, S., 1973: Hamuliakovo – vyhl'adávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Buday, T., Cambel, B., Mahel', M., Brestenská, E., Kamenický, J., Kullman, E., Matějka, A., Salaj, J. a Zařko, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Wien – Bratislava. Bratislava, Geofond.
- Buday, T., 1967: Regionální geologie ČSSR II. Západní Karpaty. Praha.
- Bujalka, P. a Drobáň, V., 1959: Hydrogeologický prieskum na Žitnom ostrove. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bujalka, P., 1961 – 1963: Hydrogeologický prieskum Podunajskej nížiny I., II., III. Predbežné čiastkové správy. Manuskript. Žilina, archív GP.
- Bujalka, P., Iszo, J. a Chinoracký, J., 1967: Hydrogeologický prieskum severnej a južnej časti Podunajskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukovská, E., 1975: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HTS-1 na lokalite SZTS Dúbravka. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bodiš, D., Remšík, A. a Klaučo, S., 1988: Aplikácia faktorovej analýzy pri riešení genézy geotermálnych vôd. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 20, č. 4.
- Bondarenková, Z. a Klaučo, St., 1992: Rusovce – vrt HGB-1, dokončovanie a likvidačné práce. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Buroš, J., Klagó, M. a Tichý, Š., 1965: Vodné dielo Dunaj – zdrž Hrušov. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Cambel, B., 1959: Hydrotermálne ložiská v Malých Karpatoch, mineralógia a geochemia ich rúd. In: Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol. (Bratislava), č. 3.
- Čechová, A. a Pospiechová, O., 1987: Hydrogeologické pomery Malých Karpát – územie Veľkej Bratislavy. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Červeň, 1959 – 1960: Hydrogeologický prieskum pre zabezpečenie pitnej vody – štátne sanatórium Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Čubrik, M., 1984: Zohor – Vysoká pri Morave, hg. prieskum (vrt HZ-1/A). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Čubrik, M., 1985: Lozorno – skládka dom. odpadu a škváry – hg. prieskum za účelom zhodnotenia lokality z hľadiska geologicko-tektonických a hydrogeologických pomerov (vrty HGL-1 až HGL-8). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Dovina, V., 1979: Príspevok k poznaniu banských vôd v kryštaliniku Malých Karpát. Zborník zo 7. hydrogeologickej konferencie ČSMG. Praha, Geoindustria.
- Dovina, V., Vrana, K. a Bodiš, D., 1983: Základné poznatky o banských vodách v kryštaliniku Malých Karpát. Hydrogeologická ročenka 1980 – 1981. Praha, ČGÚ – SGÚ, ČSMG.
- Dovina, V., 1984: Podzemný odtok kryštalinika Západných Karpát. Kandidátska dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Drábik, J., 1984: Stupava – doplnujúci vodný zdroj (HGS-6, HGS-7, HGS-8, HGS-8a). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Drábik, J., 1985: Záverečná správa – hg. prieskum (vrt HG-1/A). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Droppa, 1973: Stupava – Škrabálky – hg. prieskum (vrt HVS-1). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Duba, D., 1951: Súčasný režim spodných vôd v oblasti dolnej časti Žitného ostrova dolného Váhu, Nitry a Žitavy. Manuskript. Bratislava, archív VÚVH.
- Duba, D. a Kullman, E., 1968: Bilančné výpočty krasových vôd v Malých Karpatoch. In: Vodohosp. čas. (Bratislava), roč. XVI, č. 4.
-

- Elek, T. a Lehký, M., 1971: Návrh na využitie podz. vôd ŽO pre vodárenské účely. Manuskript. Bratislava, archív ZsVaK.
- Fatul, R., 1968: Hydrogeologický prieskum Karlova Ves – Dúbravka. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fatul, R., 1968: Hydrogeologický prieskum Karlova Ves – Dúbravka II. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fatul, R., 1970: Nové Košarisko – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fatúlová, E., Jalč, D. a Vychodlí, J., 1989: Neogén Trnavskej pahorkatiny, vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Fink, J., 1955: Der Marchfeld. Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. In: Verh. Geol. Bundesanst., Sonderheft D. (Wien).
- Franko, O., 1977: Správa o výskumných geotermálnych vrtoch FGB-1 a FGB-1A v Chorvátskom Grobe. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., 1999: Štúdiá o výskyte termálnych vôd medzi Devínskou Novou Vsou, Záhorskou Bystricou, Mariankou, Borinkou, Stupavou a riekou Moravou. Manuskript. Bratislava, archív R. Poláka.
- Franko, O., Remšík, A., Fendek, M. a Bodiš, D., 1984: Geotermálna energia centrálnej depresie Podunajskej panvy – prognózne zásoby. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., Bodiš, D., Fendek, M., Remšík, A., Jenčí, 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.
- Franko, O., Vass, D., Franců, J., Král, M., Pereszlényi, M. a Milička, J., 1992: Prvý výskyt ropy v slovenskej časti podunajskej panvy. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 24.
- Gazda, S., 1972: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. In: Hydrogeologická ročenka 1970 – 1971, Bratislava.
- Gazda, S., 1974: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. In: Materiály z III. celoslovenskej geolog. konferencie, II. časť. Bratislava.
- Gažovič, F., 1972: Hydrogeologický výskum podzemných vôd v oblasti horného a stredného Žitného ostrova. Manuskript. Bratislava, archív VÚVH.
- Gyalokay, M., 1965: Určenie prítoku podzemnej vody do územia Žitného ostrova metódou vodnej bilancie. In: Vodohosp. čas. (Bratislava), roč. IV, č. 2.
- Hanzel, V., Kullman, E., Dovina, V., Franko, O., Škvarka, L. a Vrana, K., 1984: Podzemné vody Slovenska a prognózy ich využitia. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hanzel, V., Vrana, K. a Čimborová, S., 1993: Podzemné vody západných svahov Devínskych a Pezinských Karpát. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hanzel, V. a Vrana, K., 1997: Krasovo-puklinové vody Borinského krasu – ich chemické zloženie a ochrana. In: Podzemná voda (Bratislava), č. 1.
- Hanzel, V. a Vrana, K., 1999: Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Pezinských Karpát v mierke 1 : 50 000 a textové vysvetlivky. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Holéczyová, Z., 1968: Dolná Morava – pozorovacia sieť podzemných vôd. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hulla, J. (ed.), 1993: Zborník z medzinárodnej konferencie SVD Gabčíkovo – Nagymaros. Bratislava, Slovenský zväz stavebných inžinierov.
- Hýroššová, E., 1966: Devín, Sedláčkov ostrov – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hýroššová, E., 1970: Jur pri Bratislave, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jakubec, L. a Porubský, A., 1963: Dunaj, čsl. úsek. Žilina, IGHP.
- Jalč, D., 1968: Šamorín – čerpacie skúšky na studniach S-1 a S-2. Manuskript. Bratislava, archív VZ.
- Jalč, D., 1969: Stredný a Dolný Váh – registrácia prameňov. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jalč, D. a Kropacek, A., 1973: Dolná Morava – registrácia prameňov. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Janáček, J., 1966: Vodné dielo Dunaj – výskum tektoniky. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Janáček, J., 1967: Stratigrafické poznatky v mladých sedimentoch centrálnej časti Podunajskej panvy. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Janáček, J., 1967: Výskum tektoniky j. časti Podunajskej nížiny s ohľadom na výstavbu VD Dunaj. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jendraššák, E. a Pechočiaková, A., 1973: Kalinkovo – doplňujúci hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Jetel, J., 1985: Metódy regionálneho hodnotení hydraulických vlastností hornin. Praha, Ústř. Úst. geol.
- Kolektív, 1991: Klimatické pomery Slovenska. Zborník prác SHMÚ, zv. 33/I. a 33/II. Bratislava, Alfa.
- Kováčik, M., Tkáčová, H., Malík, P., Remšík, A., Elečko, M., Halouzka, R., Kubeš, P., Nagy, A., Petro, L., Pristaš, J., Rapant, S., Šefara, J. a Vozár, J., 1996: Podunajsko – DANREG. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kozakovič, M., 1984: Záverečná správa Bratislava – Dúbravka, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Krásny, J., 1986: Klasifikace transmisivity a její použití. In: Geol. Průzk. (Praha), č. 6.
- Krippel, E., 1962: Prispevek k problému floristickej hranice terciér – kvartér. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 63.

- Krippel, E. a Kullman, E., 1962: K problému odvodňovania Záhorskej nížiny. In: Geograf. čas. (Bratislava), roč. 12, č. 4.
- Kullman, E., 1957: Zpráva o hydrogeologickom výskume mezozoika na liste generálnej mapy Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., 1963: Vplyv kvartérnych sedimentov na hydrogeologické pomery podhorskej depresie Záhorskej nížiny. In: Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), č. 64.
- Kullman, E., 1965: Vody západných svahov Malých Karpát a ich vplyv na režim a zásoby podzemných vôd Záhorskej nížiny. Kandidátska dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Slov. Tech. Univ.
- Kullman, E., 1965: Vzorový výpočet zásob krasových vôd severozápadnej časti Malých Karpát. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., 1966: Základný hydrogeologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny (záverečná správa). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., 1973: Hydrogeologické pomery širšieho okolia kameňolomu Cajla vo vzťahu k infiltračnej oblasti v susedstve ležiacich zachytených prameňov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., Porubský, A. a Gazda, S., 1969: Hydrogeologická mapa 1 : 200 000, list Bratislava – Viedeň. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E. a Porubský, A. a Gazda, S., 1970: Vysvetlivky ku hydrogeologickej mape, list Bratislava – Wien. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., Pospíšil, P. a Gazda, S., 1973: Hydrogeologická mapa 1 : 200 000, list Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., Banič, P. a Gazda, S., 1974: Základná hydrogeologická mapa 1 : 200 000, list Znojmo (slovenská časť). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., Gazda, S. a Porubský, A., 1974: Základná hydrogeologická mapa 1 : 200 000, list Trnava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kullman, E., 1980: Hydrogeológia kvartéru a najvyšších častí neogénu Záhorskej nížiny. In: Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), č. 2.
- Küpper, H., 1954: Geologie und Grundwasserbilanz in Südlichen Wiener Becken. In: Z. Dtsch. geol. Gesell. (Hannover), č. 106.
- Lauko, V., 1978: Vyhodnotenie hg. vrtu HS-3 na lokalite Stupava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lauko, V., 1979: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu S-3 na lokalite Šamorín. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Lehký, M. a Gyalokay, M., 1964: Režim podzemných vôd Žitného ostrova. Manuskript. Bratislava, archív VÚVH.
- Lindtner, J. a Chalupka, J., 1992: Dlhodobý vývoj režimu podzemných vôd na území Žitného ostrova. In: Práce a štúdie VÚVH (Bratislava), č. 125.
- Lukniš, M. a Mazúr, E., 1959: Geomorfologické regióny ŽO. In: Geograf. čas. (Bratislava), č. 3.
- Mahel', M., 1961: Geologická stavba Malých Karpát. Sjazdový sprievodca. Bratislava.
- Mahel', M., 1986: Geologická stavba Česko-slovenských Karpát, I. diel. Bratislava, Veda, vyd. Slov. Akad. Vied.
- Marcin, D. a Kullman, E., 1995: Vysvetlivky ku hydrogeologickej mape južnej časti Záhorskej nížiny v mierke 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Marcin, D. a Kullman, E., 1999: Hydrogeologická mapa južnej časti Záhorskej nížiny v mierke 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Matejovič, J., 1984: Hg. prieskum – vrt HS-1, Stupava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Mazúr, E. a Lukniš, M., 1980: Regionálne geomorfologické členenie. Bratislava, Geograf. Úst. Slov. Akad. Vied.
- Mazúrová, V., 1973: Príspevok k poznaniu dunajských terás v Devínskej bráne. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. XXV, č. 2.
- Melioris, L., Franko, O., Kullman, E. a Pospíšil, P., 1980: Hydrogeologické a hydrogeotermálne problémy záp. Slovenska. In: Materiály z XXIII. geologickej konferencie SGS. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Melioris, L., Franko, O. a Hanzel, V., 1999: Slovenská hydrogeológia – jej história a vývoj. In: Podzemná voda (Bratislava), roč. V, č. 1.
- Mišigová, I., 1992: Regionálne hodnotenie koeficienta filtrácie v oblasti Žitného ostrova. In: Vodohosp. čas. (Bratislava), roč. 40, č. 5.
- Mucha, I., Némethy, P. a Pospíšil, P., 1979: Výskum odberu podzemných vôd z lokality Šamorín metódou modelovania. In: Vodohosp. čas. (Bratislava), roč. 27, č. 3.
- Mucha, I. a Šestakov, V. M., 1987: Hydraulika podzemných vôd. Bratislava, Alfa.
- Mucha, I. (ed.), 1995: Gabčíkovo part of the hydroelectric power project – Environmental impact review. Bratislava, PriF UK.
- Mucha, I., Kocinger, D., Hlavatý, Z., Rodák, D., Banský, E., Kučárová, K. a Kúrová, E., 1999: Návšteva oblasti vodného diela Gabčíkovo. Exkurzný sprievodca k XXIX. kongresu IAH. Bratislava, SAH.
- Nagy, A., Baráth, I. a Ondrejčíková, A., 1993: Karloveské vrstvy – marginálne sedimenty sarmatu východného okraja Viedenskej panvy. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 97.
- Némethy, P., Mucha, I. a Pospíšil, P., 1978: Šamorín – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív IGHP.
- Némethyová, M., 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu vrtu HŽ-1 na lokalite Bratislava – Železná studienka. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Némethyová, M., 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu vrtu HŽS-1 na lokalite Bratislava – Panenská ul. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M., 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu vrtu HB-1 na lokalite Borinka, okr. Bratislava-vídiok. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M., 1980: Vyhodnotenie hg. prieskumného vrtu HZS-1 na lokalite Zohor. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M., 1980: Vyhodnotenie hg. prieskumného vrtu HS-3 na lokalite Stupava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Némethyová, M., 1982: Vyhodnotenie hg. prieskumného vrtu HS-2 v Stupave. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Otepka, J., 1967: Malina – niva Moravy, odvodnenie. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Paňáková, G., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HZS-1 na lokalite Bratislava – Rača, Pri Šajbách. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pekař, J., 1966: Vyhodnotenie prieskumných hg. vrtov na lokalite Vysoká pri Morave (vrty Vy-1, Vy-2). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pekař, J., 1966: Vyhodnotenie prieskumných hg. prác na lokalite Zohor (vrt Z-1). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pechočiaková, A., 1969: Vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HL-1 a HL-2 na lokalite Limbach. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pechočiaková, A., 1973: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu na lokalite Rusovce – Ostrovné Lúčky. Manuskript. Bratislava, archív. Vodné zdroje.
- Pechočiaková, A., Mucha, I., Lehotský, J. a Pospíšil, P., 1976: Čunovo – Mlynský les a Starý les – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pechočiaková, A. a Porubský, A., 1976: Podzemné vody pravej strany Dunaja – ich výskum a ochrana. Zborník z konferencie SVTS. Bratislava.
- Pechočiaková, A., Valušiak, I., Kost'ov, K. a Lauková, E., 1980: Rusovce – Ostrovné Lúčky – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pechočiaková, A., Bartková, E., Solymosiová, E., Kraus, J., Novomestská, D., Polák, R. a Kost'ov, K., 1985: Rusovce – Ostrovné Lúčky – Mokrad', 4. časť. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Plašienka, D., 1987: Litologicko-sedimentologický a paleotektonický charakter borinskej jednotky Malých Karpát. In: Miner. slov. (Bratislava), roč. 19, č. 3.
- Plašienka, D., Reháková, D., Michalík, J., Mikleová, J. a Planderová, E., 1989: Tektonika a paleotektonika mezozoických komplexov fatrika Malých Karpát. Manuskript. Bratislava, archív. Geol. Úst. Slov. Akad. Vied.
- Plašienka, D., 1993: Geologická mapa Malých Karpát v mierke 1 : 50 000. Autorská čístopisba. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R., 1972: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu vrtu HP-1 na lokalite Devínska Nová Ves – vodáreň „Jalšovce“. Manuskript. Bratislava, archív. Vodné zdroje.
- Polák, R., 1976: Zohor – Láb – hydrogeologický prieskum III/I. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R., 1978: Lohozno – hydrogeologický prieskum pre vodný zdroj – 1. etapa. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R. a Tůmová, M., 1969: Borinka – vyvierajúca Medené Hámre (zpráva o výsledkoch predbežného hydrogeol. prieskumu). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, R. a Tůmová, M., 1979: Borinka – vyvierajúca Medené Hámre (správa o výsledkoch predbežného hydrogeologického prieskumu). Manuskript. Bratislava, archív. VZ.
- Porubský, A., 1957: Predbežný hydrogeologický posudok pre oblasť Záhorská nížina. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Porubský, A., 1958: Hydrogeologický výskum pre II. vodný zdroj mesta Bratislavy. Manuskript. Bratislava, archív. ZsVaK.
- Porubský, A., 1969: Hydrológia a geomorfológia vodárensky významných dunajských ostrovov. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. XXI, č. 1.
- Porubský, A., 1972: Vodný zdroj pre Bratislavu pri Šamoríne (štúdia). Manuskript. Bratislava, archív. Vodorozvoja.
- Porubský, A., 1973: Podzemné vody Bratislavy a jej okolia. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. XXV, č. 3.
- Porubský, A., Gazda, S., Kněžek, M. a Repka, T., 1971: Veľký Žitný ostrov – regionálny hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. IGHP.
- Pospíšil, P., 1971: Hydrogeologický prieskum vodárenského ostrova Bratislava – Karlova Ves. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pospíšil, P., 1972: Žitný ostrov – posúdenie hydrogeologických pomerov s návrhom vodárenských lokalít (Hydrogeologická štúdia). Manuskript. Bratislava, archív. Vodné zdroje.
- Pospíšil, P., 1972: Hydrogeologické predpoklady umelej infiltračie v Pečnianskom lese. Manuskript. Bratislava, archív. Vodné zdroje.
- Pospíšil, P., 1976: Šamorín – vodný zdroj pre Bratislavu. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Pospíšil, P., Mucha, I. a Némethy, P., 1976: Šamorín – vodný zdroj pre Bratislavu. Manuskript. Bratislava, archív IGHP.
- 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.
- Pospíšil, P., Böhm, V., Hyánková, K., Melioris, L. a Matula, M., 1980: Inžinierskogeologický a hydrogeologický výskum bratislavskej oblasti z hľadiska životného prostredia. Manuskript. Bratislava, archív Katedry hydrogeol. PriF UK.
- Pospíšil, P. a Melioris, L., 1981: Poznámky k hydrogeologickému charakteru podložia a výplne Gabčíkovej prepadliny. In: Acta Univ. Comen., Form Protect. Natur. (Bratislava), VII.
- Pospíšil, P. a Kučera, K., 1992: Vplyv erózie koryta Dunaja na zdroje podzemnej vody v priľahlej zóne. In: Vodohosp. čas. (Bratislava), roč. 40.
- Pospíšil, P., Bodiš, D., Šivo, A., Kovács, T., Sikorová, a Kosťov, K., 1996: Rusovce – Ostrovné Lúčky – Mokrad. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Ptáčková, D., 1958: Správa o geologickom vyhodnotení hydrogeol. pozorovacích vrtov v povodí rieky Moravy a Myjavy. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Rapant, S., Vrana, K., Lánzos, T. a Girman, J., 1993: Hydrogeochemia územia – Mapa kvality prírodných vôd. In: Bratislava – Životné prostredie, Abiotická zložka. Bratislava, MŽP SR.
- Rapant, S., Vrana, K. a Bodiš, D., 1996: Geochemický atlas Slovenskej republiky, časť I: Podzemné vody. Bratislava, GS SR – Vyd. D. Štúra.
- Rapant, S., 2001: K problematike klasifikácie antropogénne ovplyvnených vôd a hydrogeochemického vyhodnocovania pri environmentálnom monitoringu. In: Podzemná voda. (Bratislava), roč. 7, č. 2.
- Rapant, S., 2002: Výpočet a mapové vyjadrenie environmentálneho rizika z kontaminácie geologického prostredia Slovenskej republiky. In: Zborník ref. Geochemia 2002. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Repka, T., Mucha, J. a Olejka, Š., 1973: Vodný zdroj pre mesto Bratislavu, lokalita Šamorín. Manuskript. Bratislava, archív IGHP.
- Repka, T., Bačová, Z. a Roháčiková, 1978: Žitný ostrov – hydrogeologický prieskum, využitie podzemných vôd a ich ochrana, II. podetapa. Manuskript. Bratislava, archív IGHP.
- Repka, T., 1981: Pravá strana Dunaja – hydrogeologická štúdia. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Repka, T. a Bukvová, J., 1981: Šamorín – podrobný hydrogeologický prieskum, I. podetapa. Manuskript. Bratislava, archív IGHP.
- Repka, T., 1984: Žitný ostrov – režimové pozorovanie a odbery vzoriek vôd na lokalite Dobrohošť. Manuskript. Bratislava, archív IGHP.
- Rudinec, R., 1958: Hydrogeologické pomery Záhorskej nížiny s ohľadom na zdroje pitnej vody. Diplomová práca. Manuskript. Košice, archív VŠB.
- Sabol, E., 1964: Ročné správy o základnom geologickom výskume kvartéru Záhorskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Stolečan a Tyleček, M., 1991: Turecký vrch – PHM. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Stolečan a Tyleček, M., 1991: Turecký vrch – mycí mostík. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Supek, J. a Lehocký, J., 1974: Záverečné zhodnotenie vodného zdroja Kalinkovo. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív VÚVH.
- Šarlayová, M., 1970: Bratislava – Sliačska cesta. Vyhodnotenie 4-dňovej čerpacej skúšky. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Šarlayová, M., 1970: Vyhodnotenie hg. prieskumného vrtu HS-1 na lokalite Stupava. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Šarlayová, M., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu HDNV-1 na lokalite Devínska Nová Ves. Pošta + TKB. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Šopinec, F., 1989: Vyhodnotenie hg. prieskumného vrtu HVS-1 v Stupave. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Štátna vodohospodárska bilancia, časť Podzemné vody za rok 1999. Bratislava, SHMÚ.
- Šuba, J., Bujalka, P., Cibulka, L., Frankovič, J., Hanzel, V., Kullman, E., Mihálik, F., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P. a Zakovič, M., 1982: Hydrogeologické rajóny SR. Bratislava, SHMÚ.
- Šubová, A., 1973: Záhorská nížina II. – Sološnícka a Záhorská nádrž podzemných vôd – pitné vody. Vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Šubová, A., Mucha, I. a Dulovičová, K., 1993: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd k 31. 12. 1991. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Šubová, A., Mucha, I. a Klaučo, S., 1993: Žitný ostrov – prehodnotenie využiteľných zásob podzemných vôd k 31. 12. 1991. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Takáčová, J., 1968: Bratislava – Železná studnička. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Takáčová, J., 1968: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HZŠ-2 na lokalite Železná studnička – polesie. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Takáčová, J., 1972: Hamuliakovo – Kalinkovo – Bratislava – náhradný vodný zdroj, primárna dokumentácia. Manuskript. Bratislava, archív Vodné zdroje,

- Takáčová, J. a Grambličková, A., 1999: Veľkozdroje pitnej vody na Žitnom ostrove. In: Vodohosp. spravodajca (Bratislava), č. 4.
- Tartal, M., 1966: Vyhodnotenie prieskumného hg. vrtu Vy-2a – Vysoká pri Morave. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Tartal, M., 1968: Vyhodnotenie prieskumného hydrogeologického vrtu D-1 v Dúbravke. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Tomlain, J., 1965: Priestorové a časové rozloženie výparu z povrchu pôdy na území ČSSR. In: Geogr. Čas. (Bratislava), roč. 17, č. 3.
- Tomlain, J., 1991: Výpar z povrchu pôdy a rastlín. In: Zborník prác SHMÚ. Zv. 33/I, 33/II. Bratislava, Alfa.
- Tyleček, M. a Stolečan, 1991: Turecký vrch – PRH. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Valušiak, I., 1967: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu ŽS-1 pre Železnú studničku. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Valušiak, I., 1985: Vyhodnotenie hg. prieskumného vrtu HZM-1 na lokalite Zohor. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vass, D., Nagy, A., Kohút, M. a Kraus, I., 1988: Devínskonovoveské vrstvy, hruboklastické sedimenty na juhovýchodnom okraji viedenskej panvy. In: Miner. slov. (Košice), roč. 20, č. 2.
- Vass, D. a Elečko, M., 1995: Stručný komentár k štruktúrnej mape Záhorskej nížiny (1 : 50 000). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vass, D. a Elečko, M., 1995: Štruktúrna schéma Záhorskej nížiny (upravená podľa K. Bílka) 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vaškovský, I. a Vaškovská, E., 1977: Regionálny kvartérno-geologický výskum Žitného ostrova. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vaškovský, I., Brestenská, E., Čechová, A., Hanzel, V., Horniš, J., Kantor, J., Miko, O., Modlitba, I. a Vaškovská, E., 1984: Čiastková záverečná správa: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000 Veľká Bratislava – juh. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vaškovský, I., Kohút, M., Nagy, A., Plašienka, D., Putiš, M., Vaškovská, E. a Vozár, J., 1987: Čiastková záverečná správa: Stručné vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000 Veľká Bratislava – sever (prvý variant). Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vaškovská, E., 1967: Litologicko-faciálny výskum genetických typov kvartérnych sedimentov na Záhorskej nížine. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Vaškovská, E., 1970: Genetičeskije typy četvrtičnych otloženíj Záhorskej nizmennosti ČSSR i inženerno-geologičeskoe rajonizovanie v teritorii. Kandidátska dizertačná práca. Manuskript, Moskovská štátna univerzita.
- Vaškovská, E., 1971: Litologicko-faciálna charakteristika genetických typov kvartérnych sedimentov Záhorskej nížiny. In: Geol. Práce, Spr. (Bratislava), č. 55.
- Vrana, K., 1981: Geochemické štúdium vôd v procese chemického zvetrávania kryštalickej hornín M. Karpát. Kandid. dizert. práca. Manuskript. Bratislava, archív. PriF UK.
- Vrana, K., Pospiechová, O. a Vyskočil, P., 1987: Mapa kvalitatívnych vlastností podzemných vôd územia veľkej Bratislavy, M 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Zborník prác SHMÚ, 1991. Bratislava, Alfa.
- Žák, D., 1970: Hydrogeologický prieskum Pečnianskeho lesa. Manuskript. Bratislava, archív. Vodárne a kanalizácie.
- Žák, D., 1971: Hydrogeol. prieskum vodného zdroja v Pečnianskom lese. Manuskript. Bratislava, archív. Vodných zdrojov.
- Žák, D., 1976: Vyhodnotenie hydrogeologických vrtov D-1 až D-10 na lokalite Pečniansky les. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Žák, D., 1984: Slovenská akadémia vied Bratislava – Patrónka. Manuskript. Bratislava, archív. Št. Geol. Úst. D. Štúra

Príloha 1. Hydrogeologická dokumentácia prameňov – list Bratislava.

Číslo pram.	Názov prameňa	Lokalita	Pôvod prameňa, horninové prostredie	Dátum merania	Výdatnosť (l . s ⁻¹)			Teplota (°C)		Celk. mineral. (mg . l ⁻¹)	Hydrochemický typ
					min.	priem.	max.	min.	max.		
1	Polný mlyn	Záhorská Bystrica	sedimenty neogénu	1958	2			-	-	-	-
2	Jalšovce	Devínske Jazero	sedimenty neogénu, kvartéru	1992 – 1993	4,9	5,7	6,1	12,8		504	-
3	Pod hradom 1, 2, 3	Borinka	borinské vápence, J, barietový	1959 – 1963	0,5 2,6 0,7	-	3 6,8 2,9	12,1		401,4	Ca-HCO ₃
4	Volavec (Včelínok)	Borinka	slien. vápence, J, puklinový	1981 – 1992	1,4	2,5	4,7	-	-	556,1	Ca-HCO ₃
5	Pajštúnka vyvieracia Medené Háme	Borinka Borinka	borinské vápence, J, barietový	1981 – 1992	9 4,2	160 4,8	871 6,3	9,9 9,9		553,7	Ca-HCO ₃
6		Limbach Medvedie	borinské vápence, J, puklinový	1957	-	2	-	7,9		-	-
7		Limbach Medvedie	borinské vápence, J, puklinový	1957	-	12	-	7,8		-	-
8		Limbach Medvedie	borinské vápence, J, puklinový	1957	5			8		-	-
9	Limbašská vyvieracia	Limbach	borinské vápence, J, krasový	XI. 1992 – VI. 1993	0	23,5	204	8,8		514	Ca-HCO ₃
10	Kňazove diery	Pezinok	vápence, kontakt s kremen-cami, fylitmi	1969 – 1983	30,9	-	131	8	10	-	-
11	Kúpeľný	Svätý Jur	styk granitoidov so sedim. neogénu	1978	-	0,2	-	4,5		867,9	síma H ₂ S – 10,3 mg . l ⁻¹
Banská voda – výtok zo štôľne											
1	Haviareň 1	Limbach	granodiorit	1957 – 1958	1	1,18	3,8	6,8	8	483,9	Ca-HCO ₃
2	Haviareň 2	Limbach	granodiorit	1957 – 1958	1	7,1	13,3	6	8	-	-
-	Leštiny	Limbach	granodiorit	1958	2,7	3,9	8	4,2	11		

Príloha 2. Hydrogeologická dokumentácia vrtvov – list Bratislava.

Č. vrtu	Pôvodné označenie	Č. správy (Geofond)	Rok správy	Hĺbka vrtu (m)	Litolog. zloženie, stratigrafia	Údaje o čerpacej skúške				Koeff. filtr. ($m \cdot s^{-1}$)	T vody ($^{\circ}C$)	pH	M ($mg \cdot l^{-1}$)	Hydrochemický typ
						hlad. pred čer. skúšk.	trv. č. sk.	Q ($l \cdot s^{-1}$)	S (m)					
1	HV-7 Malina, Vysoká pri Morave	18 299	1967	13	Q – N; piesok, štrk, silt	5,82	8	3,2	2,5	$3,29 \cdot 10^{-4}$	9,5	1 321,7	Na, K, Ca-bikarbonát s vyšším obsahom síranov	
2	HV-8 Malina, niva Moravy	18 299	1967	21	Q – piesok, štrk	17,15	8	27	2	$9,05 \cdot 10^{-4}$	10	498,54	kalc.-bikarb. s vyšším obsahom Mg a síranov	
3	HVZ-5, Vysoká pri Morave	41 845	1973	91,0	83,5 piesok, štrk, Q 91,0 il, N	-1,53	46	115,0	2,90	-	10,0	330,0	Ca-HCO ₃	
4	K-8, Zohor	17 399	1966	115	115,0 piesok, il, N	-85,2	23	62	2	$5,45 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	
5	HVZ-6, Zohor	41 845	1973	102	99,0 štrk, Q 102,0 il, N	-1,26	36	78	2,4	-	-	456	Ca-Na-HCO ₃	
6	vítaná studňa, Zohor	3 770	1958	56,0	56,0 piesok, Q	-3,70	10	3,0	0,3	-	-	-	Ca-HCO ₃	
7	Z-1, Zohor	15 962	1966	50	Q – piesok, pieskoštrk	44,52	27	25	1,72	0,000 28	11	6,9	kalc.-bikarbon., slabo mineralizovaná	
8	S-30, Zohor	6 480	1958	6,0	-6,0 piesok, Q									
9	HV-10 Malina, niva Moravy	19 299	1967	16	Q – piesok, štrk	14,18	8	8,4	2	$3,72 \cdot 10^{-4}$	11	544,74	kalciovo-bikarbonátová	
10	PM-1 Devínska N. Ves	14 399	1965	8,5	Q – štrk, štrkopiesok	5,37	21	5,35	1,77				kalc.-sulfatovo-bikarbonát.	
11	23 Devínske Jazero													
Pozorovací objekt SHMÚ														
12	HDV-1 Devínska N. Ves	21 498	1969	10,2	Q – hlina, štrk, piesok	5,5	2	33	1,4					
13	DNV-2 Devínska N. Ves	18 583	1967	30,5	Q, N – piesok, il	19,84	21	4,54	5,58	$5,40 \cdot 10^{-5}$	11	7,3	tvrdá, so zvýšeným obsahom SO ₄ ²⁻	
14	D-1 Devín	10 346	1962	31	Q, N – štrk, štrkopiesok, il	21,6	13	0,28	24		12	7		
15	HU-2, Devín, Sedl. Ostrov	17 672	1967	11	11,0 štrk, Q	-3,6	11	37,4	2	$2,6 \cdot 10^{-3}$	8	7,2	Ca-HCO ₃	
16	H-2 Lozorno	9 216	1961	104,3	11,0 štrk, Q 104,3 il, pieskovec, N	-1,45	7	3	3,6	-	12	-	Ca-SO ₄	
17	HU-1 Lozorno	24 113	1970	23,15	Q, N – piesok, il	18,1	20	0,8	0,7					
18	HS-1 Stupava	22 524	1969	40	Q, N; hlina, piesok, štrk	39,39	20	3,25	12,95		10,4	6,9	stredne tvrdá (so síranmi)	
19	HVS-1 Stupava	31 187	1973	54	3,8 hlina, Q 54,0 il, N	1	14	3	-5,7	-	-	502,3	-	

Príloha 2 – pokračovanie.

Č. vrtu	Pôvodné označenie	Č. správy (Geofond)	Rok správy	Hĺbka vrtu (m)	Litolog. zloženie, stratigrafia	Údaje o čerpacej skúške				Koeff. filtr. ($m \cdot s^{-1}$)	T. vody (°C)	pH	M ($mg \cdot l^{-1}$)	Hydrochemický typ
						hlad. pred čer. skúš.	trv. č. sk.	Q ($l \cdot s^{-1}$)	S (m)					
20	HS-1 Stupava	24 478	1970	40	10,5 hl. piesok, Q 40,0 II, N	-3,35	20	2,06	1,5	-	12,0	-	511,2	Ca-HCO ₃
21	S-32 Stupava	6 480	1958	4,5	4,50 piesč. štrk, Q	Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie								
22	S-35 Záhorská Bystrica	6 480	1958	5,0	5,0 piesok, Q	Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie								
23	HZK-1 Lamač – Záhorská Bystr.	19 459	1968	51	Q, N – hlina, piesčito-kamenitá sutina	36,26	13	0,6	11,98	10,7	6,8	199,4	kalciovo-bikarbonát., mäkká	
24	68 Lamač	16 568	1966	18	Q, N – hlina, piesok, II, štrkopiesok	14,5	2	0,51	3,99	0,000 0191	13,2	6,6		kalciovo-bikarbonát., železitá (=síraný)
25	HV-2 Karlova Ves	20 695	1968	17,0	9,5 sutiny, Q 17,0 piesok, Q	-2,0	8	0,50	3,0	$1,6 \cdot 10^{-5}$	12	6,9	-	Ca-HCO ₃
26	XXII Karlova Ves – Sihot'	25 460	1971	14,7	14,2 štrkopiesok, Q 14,7 II, N	-4,25	21	40,2	3,06	$2,1 \cdot 10^{-3}$	-	7,45	-	Ca-HCO ₃
27	H-1 Bratislava – sanatórium	6 649	1960	5,1	Q – piesok, bahno, štrkopiesok	14,6	3	0,26	1,8		8	6,5		
28	HŽ-1 Bratislava	32 002	1974	50,0	0,8 sutina, Q 50,0 žula	1,62	20	1,3	15,7	-	8,0	6,9	-	Ca-HCO ₃
29	NS-1 Bratislava – Patrónka	26 885	1971	7,2	5,2 hlina, piesky, Q 7,2 žulové balvany	-	21	0,4	3,8	-	13,0	6,6	-	-
30	HV-10 Bratislava, Laurinská ul.	24 299	1970	10	Q, N – štrkopiesok	-3,2	20	2,5	3					
31	D-5 Bratislava, Pečniansky les	37 647	1976	12,0	10,7 piesč. štrk, Q 12,0 žula, J	-4,83	23	35,7	0,87	$5,75 \cdot 10^{-3}$	13,0	7,45	-	Ca-HCO ₃
32	RH-1 Petržalka	3 281	1958	14	Q – N, štrkopiesok	-3,77	43	38	1,57	$4 \cdot 08 \cdot 10^{-3}$	9,9	7,7		
33	HVP-1 Petržalka	27 778				Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie								
34	vrt Petržalka	10 907				Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie								
35	HV-10 Petržalka – Janíkov dvor	1 971	21	Q	-4,89	21	32	1,73	$1,05 \cdot 10^{-3}$	11	7,29	742		
36	HJ-3 Jarovec		1971	22,5	Q, N, štrkopiesok	-3,9	14	33,3	4,9			7,1		
37	Jarovec					Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie								
38	Rusovce					Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie								
39	VS-3 Bratislava – Rača	20 658	1967	7,5	Q, N – piesčitý štrk	-0,25	32	11	4,5			6,5		

Príloha 2 – pokračovanie.

Č. vrtu	Pôvodné označenie	Č. správy (Geofond)	Rok správy	Hĺbka vrtu (m)	Litolog. zloženie, stratigrafia	Údaje o čerpacej skúške				Koef. filtr. ($m \cdot s^{-1}$)	T. vody ($^{\circ}C$)	pH	M ($mg \cdot l^{-1}$)	Hydrochemický typ
						hlad. pred čer. skúš.	trv. č. sk.	Q ($l \cdot s^{-1}$)	S (m)					
40	HPV-1 Bratislava-Krashany	27 616	1972	35	Q – piesok, kryštálik., žula	-19,6	21	0,71	7		14,9	7,9		
41	HB-2 Bratislava, Stará Vajnorská	18 577	1967	10	Q, N – štrkopiesky		21	1,66	0,64		13	7		
42	S-6 Rača	12 865	1964	12,0	7,8 štrk, Q 12,0 piesok	-1,24	30	3,6	4,0	$4,65 \cdot 10^{-2}$	8,0	7,1	-	Ca-HCO ₃
43	P-2 Bratislava	27 599	1972	15,0	15,0 štrk, Q	-7,95	21	25,0	1,5	-	10,2	8,2	-	Ca-HCO ₃
44	13-Z Bratislava – Bemolákovo													
45	HRS-1 Bratislava, Prešovská													
46	724 Bratislava-Prievoz	16 569	1968	17	Q-0 – 15 hlina, štrkopiesok; N-15-17 il	-5,4	3	14,28	6,78					
47	HVZ-62 Petržalka-Ovsište	540-000-002 IGHP	1965	16,8	Q, N, štrkopiesok	-3,3	21	212,8	1,35	$1 \cdot 6 \cdot 10^{-2}$				
48	1-58 Bratislava-Vičie hrdlo	8 418	1960	26,1	Q, N, štrkopiesok		9	19	0,45	$2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}$				
49	HVZ-30, Blava, Vičie hrdlo	16 489	1965	18,0	18,0 štrkopiesok, Q	-6,6	-	67,0	1,29	$3,87 \cdot 10^{-3}$				-
50	HVZ-28 Podunajské Biskupice	16 489	1965	15,0	10,5 piesok, štrk, Q 15,0 il, N	-2,10	33	77,1	1,74	$4,59 \cdot 10^{-3}$	9,5	7,4	-	Ca-HCO ₃
51	HVZ-56 Rusovce		1965	20	Q, N, štrkopiesok	-3,85	7	38,4	1,49	$1 \cdot 63 \cdot 10^{-3}$				
52	RH-1 Rusovce		1971	44	Q, N, štrkopiesok		20	64	3	$1 \cdot 42 \cdot 10^{-3}$				
53	710 Vajnory	16 569	1966	18,5	1,0 hlina, Q 5,0 štrkopiesok, Q 18,5 piesok, N	-1	3	1,51	2,09	$9,2 \cdot 10^{-5}$	13	7,2	-	Ca-HCO ₃
54	Vajnory	9 761	1961	7	5,8 štrkopiesok, Q 7,0 il, N	-2,6	13	1	2,1	$1,4 \cdot 10^{-4}$	12,5	6,9	-	Ca-HCO ₃
55	Vajnory													
56	B-2 Vajnory	22 069	1969	10,5	10,0 piesok, Q 10,5 il, Q	-3,65	14	23,2	2,7	-	11,3	-	-	Ca-HCO ₃
57	HG-1 Bratislava	19 002	1968	13,7	Q, N – štrkopiesky	-4,29	13	40	0,77	$3 \cdot 8 \cdot 10^{-3}$	10,7	7,1	-	
58	RV-5 Vrakuňa	3 277	1958	21,8	21,8 štrkopiesok, Q	-5,8	11	5,8	5,27	-	10,3	6,95	-	

Príloha 2 – pokračovanie.

Č. vrtu	Pôvodné označenie	Č. správy (Geofond)	Rok správy	Hĺbka vrtu (m)	Litolog. zloženie, stratigrafia	Údaje o čerpacej skúške				Koef. filtr. ($m \cdot s^{-1}$)	T. vody ($^{\circ}C$)	pH	M ($mg \cdot l^{-1}$)	Hydrochemický typ
						hlad. pred čer. skúš.	trv. č. sk.	Q ($l \cdot s^{-1}$)	S (m)					
59	HP-1 Bratislava-Prievoz	20 123	1968	14	Q-N, štrkopiesok	-5,1	11	16,9	2	$9,3 \cdot 10^{-4}$	12,6	7,2		
60	DM-9 Podumajské Biskupice	3 277	1958	44,7	Q, N štrkopiesok	-7,39	7	126	1,65	$3,04 \cdot 10^{-4}$	7,1	7,1		
61	ST-1 Bratislava, Slovnaft	9 913	1957	15,8	Q-N, štrkopiesok	-4	40	16,6	0,39	$3,10 \cdot 2003$		7,3		
62	HV-700 Pod. Biskupice	13 360	1963	13,0										
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
63	HVZ-16 Kalinkovo	16 489	1965	30,0	30,0 piesok, štrk, Q	-6,18	9	79,0	0,6	$5,3 \cdot 10^{-3}$	10,3	7,3	-	Ca-HCO ₃
64	HG Kalinkovo	31 121/2	1973	47,0	47,0 piesok, štrk, Q	-6,10	-	50,0	0,50	-	-	-	-	-
65	HRO-2 Rusovce – ostrov Lúčky		1971	61,3	Q, N, štrkopiesok			238	3,32	$8,1 \cdot 10^{-3}$		7,4		
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
66	14 Rusovce													
67	HSL-1 Čunovo	37 646	1976	103,5	1,30 hlina, Q 103,5 štrk, Q	3,20	9	148,0	2,76	-	10,3	7,4	-	Ca-HCO ₃
68	PZK-Z Pezinok	17 372	1966	7,5	Q – sutiny	-0,59	20	0,7	2,96	$8,5 \cdot 10^{-6}$	10	6,7		
69	PZ-1 Pezinok	15 388	1965	15,0	3,5 il, Q 5,0 žulové úlom., Q 15,0 zvetraná žula, J	-8,0	4	0,26	2,50	-	11,0	6,5	-	Ca-SO ₄
70	HGP-2 Pezinok	55 088	1983	6,5	4,5 štrkopiesok, Q 6,5 il, N	-1,20	-	1,0	2,2	$2,4 \cdot 10^{-4}$	15,1	6,65	-	Ca-HCO ₃
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
71	Myslenice													
72	M-1 Myslenica	15 091	1965	21	Q – štrk, hlina, il, piesok	17,2	25	2,7	5,5	$3,7 \cdot 10^{-5}$	11	6,5		kalciovo-bikarbonátovo-sulfát.
73	FGP-1 Chorvátsky Grob	41 614	1977	1231	5,0 štrk, Q 968,0 piesok, il, N 1 197,5 klastka, N 1 231,0 granodiority, J	preliv		1,9	preliv	$1,7 \cdot 10^{-5}$	47,5	-	1900	Na-Cl/HCO ₃
74	BB-2 Bernolákovo	3 277	1958	30,3	Q, N – štrk	1,15	26	1,66	1,75		10,8	7,3		
75	BB-1 Bernolákovo	3 277	1958	32,1	Q, N – štrk		21	34,4	2,53	$1,95 \cdot 10^{-3}$	10,2	7,6	-	-
76	708 Ivanka pri Dunaji	16 559	1968	14,5	12,0 štrkopiesok Q 14,5 il, N	-3,47	3	18,3	6,0	-	-	-	-	-

Príloha 2 – pokračovanie.

Č. vrtu	Pôvodné označenie	Č. správy (Geofond)	Rok správy	Hĺbka vrtu (m)	Litolog. zloženie, stratigrafia	Údaje o čerpacej skúške				Koef. filtr. ($m \cdot s^{-1}$)	T. vody ($^{\circ}C$)	pH	M ($mg \cdot l^{-1}$)	Hydrochemický typ
						hlad. pred čer. skúš.	trv. č. sk.	Q ($l \cdot s^{-1}$)	S (m)					
77	DM-8 Ivanka pri Dunaji	3 277	1958	30,2	Q, N – štrkopiesok	-6,09	8	4,2	2,49		12,5	6,7		
78	DM-9a Podunajské Biskupice	3 277	1958	30	Q, štrkopiesok	-5,37	13	68	2,62	$3 \cdot 10 \cdot 10^3$	11,4	7		
79	vr. stud., Most na Ostrove	10 334												
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
80	P M-11 Pod. Biskupice	3 277	1958	23,0	1,2 hlina, Q 14,5 il, N	-3,47	3	18,3	6,0	-	-	-	-	-
81	HV-698 Rovinka	1 360	1963	13,50										
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
82	HV-1 Nové Košariská	23 198	1970	76,0	66,0 štrk, Q 76,0 piesok, il, N	-7,0	22	0,75	9,0	$6,1 \cdot 10^{-4}$	12,0	7,3	482,7	Ca-HCO ₃
83	HDL-2 Dunajská Lužná	50 580	1981	55,0	55,0 piesč. štrk Q	-7,52	32	10,52	0,48	$1,41 \cdot 10^{-3}$	-	-	-	-
84	18 Kalinkovo	10 221												
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
85	Sg-1 Slovenský Grob	14 129	1965	107,0	3,2 hl. štrkopiesk, Q 107,0 piesky, il, N	-3,20	21	2,45	16,80	$4,7 \cdot 10^{-6}$	12,4	7,2	-	Ca-HCO ₃
86	S-3 Šamorín	44 330	1979	120,0	120,0 štrk, Q	-4,55	21	101,0	8,7	-	10,3	7,2	-	Ca-HCO ₃
87	B-1 Bernolákovo	17 696	1967	71	Q, N – jemný piesok	0,8	18	4	7,78		13	7,3		
88	M-1 Malinovo	10 037	1962	33	Q, N, štrkopiesok	7,05		35	3,3		11	7,3		
89	Malinovo													
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
90	HM-2 Miloslavov	21 996	1969	60,0	60,0 štrkopiesok, Q	-6,15	17	104,0	0,66	$4,7 \cdot 10^{-3}$	11,0	7,4	-	-
91	HV-695, Alžbetin Dvor	13 360	1963	12,0										
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
92	S-6 Kvetoslavov	11 974												
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
93	HGS-5 Šamorín	36 456	1976	95,0	95,0 piesok, štrk, Q		100,0							
94	HV-1 Čižstov													
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														
95	ČVČ-1 Čižstov													
Pozorovací objekt SHMÚ – bez dokumentácie														

**VYSVETLIVKY K ZÁKLADNEJ HYDROGEOLOGICKEJ MAPE SR 1 : 200 000
LIST 44 BRATISLAVA**

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 978-8089343-80-5

<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>			