

ANTON PORUBSKÝ

PODZEMNÉ VODY BRATISLAVY A JEJ OKOLIA

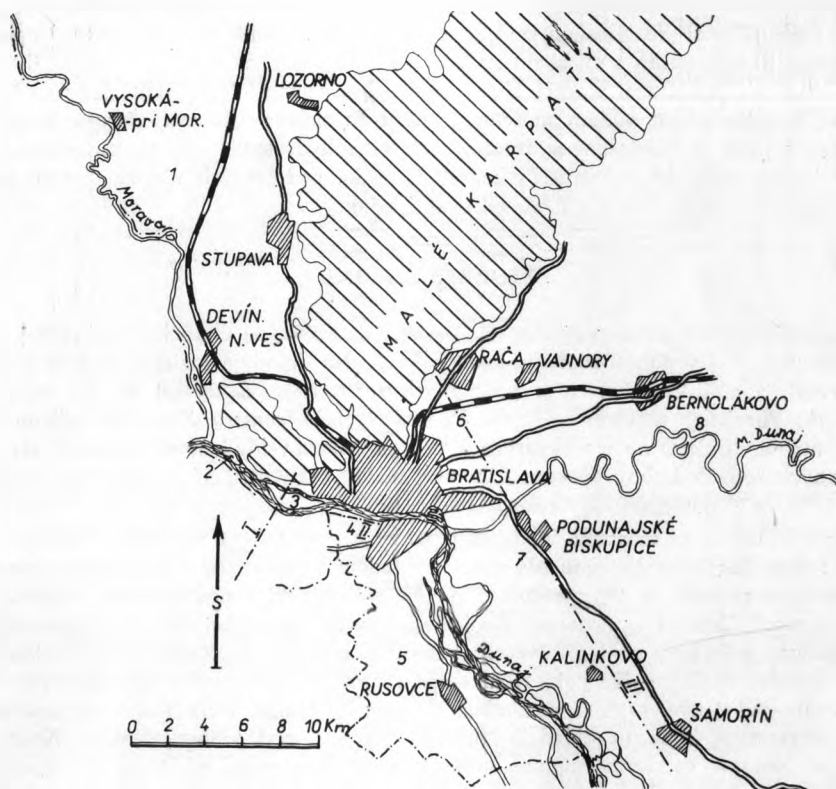
Anton Porubský: Underground waters of Bratislava and its environment. Geografický časopis, Bratislava 1973, XXV, 3; 1 map, 3 profiles, 28 lit. cit.

In the present study, the author gives concisely his results of many years' research work on underground waters in the environs of Bratislava, the capital of Slovak Socialist Republic. As for the occurrence of underground waters and their connection with the hydrogeological environment, Bratislava has a very favourable geographic position. Large stocks of groundwater are mainly bound on the Danubian deposits of gravels and sands at the right and left sides of the Danube, on the Danubian isles, as well as on the fluvial sediments of the Morava and aqueous layers of the Subcarpathian depression, in the lowland of Záhorie. In the overall balance of groundwater stocks in the surroundings of Bratislava, in a circuit of about 20 km, we may ascertain more than 10 000 l/s of utilizable water supplies. The quality of these waters is dissimilar, but in the majority of cases, especially along the riverside zone, they satisfy the requirements for drinking water. *

Bratislava, hlavné mesto SSR, má vzhľadom na výskyt a množstvo zásob podzemných vôd veľmi priaznivú geografickú polohu. Hydrogeologické pomery širšieho zázemia hlavného mesta sú viazané na priaznivú geologickú a geomorfologickú stavbu okolitých nížin, neogénnych panív na povrchu s výplňou kvartérnych nánosov Dunaja a Moravy vo forme dobre priepustných štrkov a pieskov s veľkými množstvami podzemných vôd. Predsa aj v tomto meste s búrlivým rastom moderného centra administratívy, kultúry a priemyslu vyskytujú sa z času na čas problémy so zásobovaním obyvateľstva dobrou pitnou vodou. Ešte pred niekoľkými rokmi dostačovali pre Bratislavu vodné zdroje s kapacitou 1000–1200 l/s. Terajšia spotreba vody v Bratislave je už okolo 2000–2300 l/s a r. 2000 to bude vyše 5000 l/s. Vodohospodári mesta sa už teraz starajú o rozšírenie vodných zdrojov z rôznych vodohospodárskych hydrogeologických priaznivých území, v čom im dobre pomáhajú hydrogeológovia, hydroológovia a hydrochemici, ktorí skúmajú jednu oblasť za druhou a získavajú podklady pre vodárenské využitie zásob podzemných vôd. No prírodovedcov nevedie k výskumu podzemných vôd iba otázka zásobovania pitnou a úžitkovou vodou, hoci táto otázka je najdôležitejšia, ale sú to otázky aj základného celkového výskumu prírodného a životného prostredia človeka, v ktorom práve voda má jednu zo základných úloh, dalo by sa presvedčivo povedať, limitujúcich ďalší rast.

Autor tejto štúdie už v rokoch 1955–1957 hydrogeologicky a hydrologicky hodnotil vodné zdroje bratislavského vodovodu a zásoby podzemných vôd okolia Bratislavy z ich prognostického exploatačného vodárenského využitia. Ešte podrobnejšie ich hodnotil r. 1967 v štúdií *Hydrogeologické možnosti získania vodných zdrojov pre Bratislavu,*

ktorú vypracoval ako podkladovú projektovú štúdiu pre Hydroprojekt (teraz Hydroconsult v Bratislave). Uvedenú štúdiu používame ako základnú literatúru, doplnenú novšími poznatkami hydrogeologického a hydrologického výskumu aj pre túto štúdiu. Vzhľadom na stránkové obmedzenie tejto štúdie, nebudem sa v nej zaoberať všeobecnými geografickými a geologickými pomermi, ale budem hodnotiť iba jednotlivé územné hydrogeologické a hydrografické celky okolia Bratislavy vo vzťahoch so zásobami podzemných vôd.



Mapa 1. Okolie Bratislavy. 1 — Záhorská nížina, 2 — Devínsky ostrov, 3 — ostrov Sihof, 4 — Pečenský les, 5 — petržalsko-čunovská oblasť, 6 — podkarpatská oblasť, 7 — horný Žitný ostrov, 8 — bernolákovo-šúrska oblasť.

GEOGRAFICKÁ POZÍCIA BRATISLAVY A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Stará Bratislava sa rozprestierala na juhozápadných svahoch Malých Karpát v uhle, ktorý zvierali Malé Karpaty s korytom rieky Dunaja. Zo svahov Karpát a zo starších dunajských terás sa postupne Bratislava rozširovala na holocénnu nivu Dunaja a Malého Dunaja. Dnešná veľká Bratislava pribrala k sebe okolité obce a svoje jednotlivé sídliská buduje na celom obvode, takže dnes Rača, Podunajské Biskupice, Karlova Ves, Lamač

a Dúbravka tvoria s ňou jeden urbanistický celok spolu s Petržalkou na pravej strane Dunaja. Hlavné centrum Bratislavy a jej výstavba inklinuje takto do Podunajskej nížiny.

Od Záhorskej nížiny oddeľuje Bratislavu pomerne široký chrbát Malých Karpát, avšak perspektívne sa ráta s výstavbou bratislavských sídlisk aj do oblasti Záhorskej nížiny, kde sa dnes nachádza Devínska Nová Ves, Záhorská Bystrica a až po Stupavu.

Územie Bratislavy so svojím okolím patrí k viacerým orografickým celkom, ktorých geologická a geomorfologická stavba hrá pre zásobovanie obyvateľstva a priemyslu pitnou a úžitkovou vodou prvoradú úlohu. Význačným činiteľom v prírodnom prostredí Bratislavy je Dunaj, ktorý priteká na naše územie pri sútoku s Moravou. Ďalej preteká Devínskou bránou, ktorá má svoj základ v pestrej tektonike Malých Karpát. Pri Bratislave vteká Dunaj do rozsiahlej Podunajskej nížiny, ktorá po jeho oboch stranách predstavuje širokú rovinu s miernym spádom na juhovýchod až juh.

Vzhľadom na prítomnosť viacerých orografických a geomorfologických celkov s rôznym vzťahom k podzemným vodám môžeme v okolí Bratislavy vyčleniť viacero hydrogeologických rájov s vlastnými hydrogeologickými a hydrologickými zákonitosťami. Jednotlivé hydrogeologické rájony a hydrografické celky podzemných vôd zhodnotím samostatne podľa ich geografickej situácie od severu k juhu.

ZÁHORSKÁ NÍŽINA

Územie Záhorskej nížiny sa veľmi dlho pokladalo za veľmi chudobné na zásoby podzemných vôd — vodohospodársky nedostatkové. Na hydrogeologickú a hydrologickú priaznivosť, najmä kvartérnych a neogénnych sedimentov Záhorskej nížiny, prvý poukázal A. Porubský r. 1956 v štúdiu *Hydrogeologické pomery Záhorskej nížiny*. Záhorskú nížinu rozčlenil na viac hydrogeologických celkov vzhľadom na možnosti získania podzemných vôd. Podrobný výskum Záhorskej nížiny uskutočnil až E. Kullman v rokoch 1959—1963 a Z. Holéčzyová v rokoch 1966—1968.

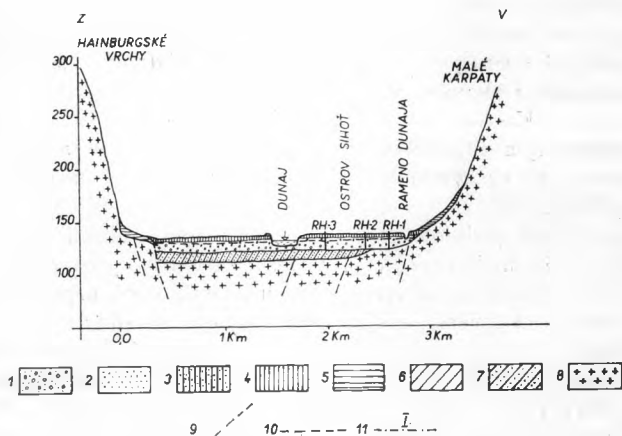
Záhorská nížina je súčasťou Viedenskej panvy a rozprestiera sa medzi Malými Karpatmi, riekou Moravou a riekou Myjavou. Vzhľadom na Bratislavu nás najviac zaujíma jej juhozápadná časť, a to pririečna zóna rieky Moravy a podkarpatská depresia na uzemí v okolí Zohoru a Lozorna. Geologická stavba Záhorskej nížiny je podmienená tektonickými pohybmi poklesového charakteru v neogéne a čiastočne aj v kvartéri. Ich dôsledkom vznikli veľké poklesy mezozoika v nížine a rozčlenenie neogénnych sedimentov na jednotlivé kryhy. V nadloží neogénnej výplne ležia kvartérne sedimenty štrkov a pieskov, ktoré tu ukladali Dunaj a Morava, pod svahmi Malých Karpát aj karpatské potoky vo forme náplavových kuželov. Neogénne súvrstvia sú budované najmä ílmi, ílovitými pieskami, pieskami, pieskovcami a v hlbších polohách i zlepcami.

Podzemné vody na tomto území sú predovšetkým viazané na dva typy vôd, a to na artézske vody piesčitých vrstiev v neogénnom súvrství a na podzemné vody kvartérnych štrkových a piesčitých usadenín.

Podzemné vody vo vrchnoneogénnych sypkých usadeninách patria k typu vôd artézskych, pretože pravidelne pri navŕtaní vystupujú nad vlastnú úroveň zvodnených vrstiev a z hlbších vrstiev pod vplyvom hydrodynamického tlaku vytekajú i na terén a prejavujú sa ako pravé pozitívne artézske vody. Vyskytujú sa v najrôznejších hĺbkach od 40—50 m až do 300—400 m. Podzemné vody sa vyskytujú i vo väčších hĺbkach, ale tie už patria k vodám minerálnym, termálnym až hypertermálnym. Jednotlivé horizonty artézskych vôd pitných sú veľmi málo výdatné — výdatnosť na jednu artézsku studňu býva 0,2—2,0 l/s. Z tohto hľadiska neprichádzajú do úvahy vodohospodárskej bilancie

s cieľom ich väčšieho využitia. Využívajú sa len lokálne a pre menšie vodovodné zásobovanie.

Najvýznamnejšou hydrogeologickou jednotkou vhodnou na získanie väčšieho množstva podzemných vôd sú kvartérne sedimenty štrkov a pieskov. Z hydrogeologického hľadiska a vodo hospodárskeho plánovania pre Bratislavu a jej okolie majú najväčšiu hodnotu tieto usadeniny medzi Malými Karpatmi, Lozornom, Vysokou pri Morave a riekou Moravou. Je to v podstate časť územia vlastnej podkarpatskej depresie, ktorá prebieha



Profil 1. Schematický hydrogeologický profil územím ostrova Sihot. 1 — fluviálne náplavy štrkov a pieskov, 2 — piesky, 3 — hlina piesčitá až piesok hlinitý, 4 — hliny, 5 — stráňové sedimenty a útržky starších terás, 6 — pliocén; v pečenskom profile sarmat, 7 — íly a piesčité íly, 8 — kryštalinikum, 9 — tektonické línie, 10 — hladina podzemnej vody, 11 — profilové línie. (Vysvetlivky patria aj k profilom 2 a 3.)

od severovýchodu k juhozápadu. Podľa najnovších hydrogeologických výskumov E. Kullmana je celá depresia rozdelená na kvartérne nádrže podzemných vôd — Sološnickú, Perneckú a Zohorsko-marcheggskú. Najbližšie k Bratislave je Pernecká a Zohorsko-marcheggská nádrž. Pernecká nádrž podzemných vôd sa geograficky rozprestiera medzi Kuchyňou, Malackami, Lábom a Lozornom. Je budovaná veľkým súvrstvom kvartérnych klastických sedimentov, ktorých mocnosť je až 70 m. Jednotlivé hydrogeologické vrty zabudované na pokusné studne dosahovali tu výdatnosť od 20 až do 40 l/s. Pripustnosť štrkov a pieskov, udávaná hodnotou súčiniteľa filtrácie, je asi $3 \cdot 10^{-4}$ m/s. Prírodné zásoby podzemných vôd pri vyšších hladinách pretekajú z Perneckej nádrže do južnejšej Zohorsko-marcheggskej v množstve 200—240 l/s.

Najväčšiu hrúbku a plošné rozšírenie kvartérnych sedimentov na Záhorskej nížine dosahujú tieto usadeniny v zohorsko-marcheggskej časti podkarpatskej depresie. Táto nádrž je vytvorená poklesnutou kryhou neogénu juhozápadne od Zohoru. Mocnosť štrkov a pieskov je tu 85—105 m. Je v nich akumulované veľké množstvo podzemných vôd s výdatnosťou na jednu vrtanú studňu až 70 l/s. E. Kullman bilančnou rovnicou vyrátal, že je tu približne 400 l/s dynamických zásob podzemných vôd (14).

Ak reálne uvažujeme, z dosiahnutých hydrogeologických výsledkov získaných počas základného hydrogeologického výskumu a z hydrogeologického výskumu pre sústavu

vodných diel na Dunaji môžeme bilančne ohodnotiť zásoby podzemných vôd uvedených dvoch depresii až na 600 l/s (20). Toto množstvo by bolo možné odobrať na vodovodné využitie a na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.

MALÉ KARPATY

Malé Karpaty sú pohorím budované s kryštalickým jadrom a spodnotriasovými až spodnokriedovými sedimentmi (1). Tvoria prirodzenú hranicu medzi Záhorskou nížinou a Podunajskou nížinou.

Malé Karpaty v oblasti Bratislavy sú vo svojom kryštalickom jadre budované kryštalickými bridlicami, ako sú fylity, ruly a horninami mladšieho paleozoika, zastúpené granitoidnými horninami. Kryštalické jadro sa rozprestiera najmä medzi Bratislavou, Hornými Orešanmi a Kuchyňou. Na kryštalickom jadre je mezozoický obal vyvinutý v autochtónnej obalovej a v krížnianskej a chočskej jednotke. V menšej miere smerom na Záhorskú nížinu sa vyskytujú i bazálne zlepence, vápnité pieskovce a pieskovcovo-ílovité vrstvy flyša.

Vzhľadom na výskyt podzemných vôd kryštalikom Malých Karpát v blízkosti Bratislavy nemá väčší hydrogeologický, vodo hospodársky význam (19). Sú v ňom vyvinuté len malé pramene s kolísavými výdatnosťami, ktoré neprichádzajú do úvahy na vodovodné zásobovanie. Väčšie a výdatnejšie pramene sú sústredené až v mezozoickej časti Malých Karpát a tie sú už upravené a vodo hospodársky využívané. Všeobecne môžeme povedať, že pramenné vody Malých Karpát neprichádzajú do úvahy ako vodné zdroje pre bratislavský vodovod. Hlavný význam podzemných vôd v mezozoickej časti Malých Karpát je v dopĺňaní podzemných vôd s voľnou hladinou i s napätou hladinou na Záhorskej nížine — v priľahlej časti Malých Karpát.

DUNAJSKÉ OSTROVY V DEVÍNSKEJ BRÁNE

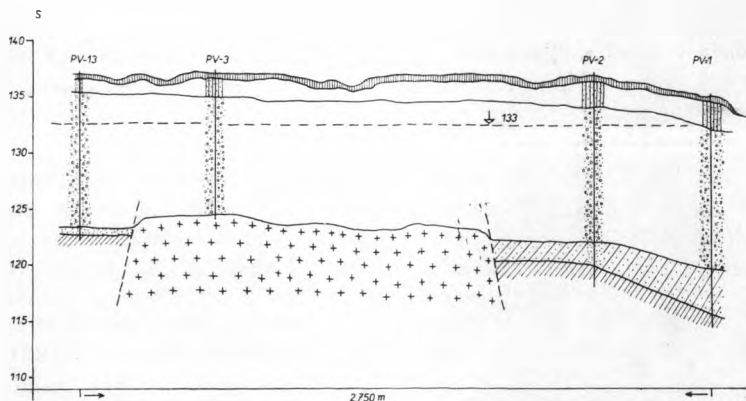
Dunaj od Devína po Bratislavu má vo svojom koryte niekoľko menších i väčších ostrovov, z ktorých najväčšie a najvýznamnejšie sú ostrov Sihoť nad Karlovou Vsou a Devínsky ostrov hneď pod Devínom (24).

Ostrov Sihoť je najstarším a najvýznamnejším vodárenským územím mesta Bratislavy. Nachádza sa v riečnych km Dunaja 1873—1876. Je pretiahnutého tvaru o dĺžke asi 3 km s najväčšou šírkou 1 km. Jeho rozloha je 222 ha, od stredu Bratislavy je vzdialený asi 5 km. Ostrov je budovaný náplavami Dunaja — štrkami a pieskami o hrúbke od 12—18 m. Na povrchu sú pokryté vrstvou povodňových hĺn, ktoré tvoria nepriepustné nadložie zvodnenej vrstvy štrkov a pieskov. Pod kvartérnymi sedimentmi je nepriepustné podložie tvorené sarmatskými ílmi a piesčitými ílmi a miestami karpatskými žulami.

Prvý hydrogeologický prieskum ostrova urobil projektant bratislavskej vodárne Selbach r. 1882, ktorý tu zistil veľmi dobré filtračné vlastnosti zvodnených vrstiev a vyhovujúcu kvalitu podzemných vôd na ich vodovodné využitie. Za krátky čas sa tu vybudovali odberné studne, ktoré boli základom prvého bratislavského vodovodu. V tomto období sa z ostrova Sihoť odoberá 800—1300 l/s pitnej vody.

Vzhľadom na svoju malú relatívnu výšku, ostrov Sihoť dvakrát do roka zaplavujú dunajské povodňové vody. Koncom zimy sú tieto veľké vody spojené s odchodom ľadu a všeobecne sa aj volajú ľadové vody. Druhýkrát ostrov pravidelne zaplavujú v lete tzv. zelené vody, a to vtedy, keď nastáva intenzívne topenie alpských snehov, spojené s vý-

datnými dažďami, prípadne búrkami. Od týchto istých hydrologických a klimatických pomerov závisí aj prietokové množstvo vody v obtokovom ramene ostrova, ktoré pri nízkych stavoch vody má iba vodu stojatú. V týchto časoch, keď Bratislava pociťuje väčší nedostatok vody vo vodovodnej sieti v dôsledku zmenšených výdatností ostrova Sihôf a menšej dotácie týchto podzemných vôd infiltráciou z koryta Dunaja, plní sa obtokové rameno prečerpávaním vody z koryta Dunaja.



Profil 2. Schematický hydrogeologický profil Pečenským lesom.

Predchádzajúca generácia vodohospodárskych pracovníkov a aj niektorých hydroológov bola presvedčená, že zásoby podzemných vôd ostrova Sihôf sú doplňované vodami z podzemných prítokov až z alpského pohoria. Usudzovali tak na základe veľmi dobrej kvality a vhodnosti týchto vôd na pitné účely bez akejkoľvek úpravy. Pravda, v tých časoch aj vo vlastnom koryte Dunaja tiekla ešte čistá voda neovplyvnená negatívnymi zásahmi človeka a neraz sa stalo, že čistota dunajskej vody dosahovala úroveň pitných vôd.

Najnovšie hydrogeologické výskumy, ktoré na území ostrova Sihôf uskutočňoval v minulých rokoch Inžiniersko-geologický a hydrogeologický prieskum a Vodné zdroje, jednoznačne dokázali, že podzemné vody akumulované v štrkoch a pieskoch ostrova Sihôf majú svoj pôvod výlučne v infiltrovaných vodách z koryta Dunaja (11, 24). V rámci výskumu pre vodné diela sa hydrogeologicky skúmali štrky a piesky kvartéru, piesčité vrstvy sarmatu, ako aj povrch žulového podložia. Hydrogeologické a hydrochemické výsledky prác jednoznačne potvrdili pôvod týchto podzemných vôd v dunajských vodách.

Pre infiltráciu vody do zvodnených vrstiev ostrova sú rozhodujúcimi činiteľmi čisté štrky a piesky, ktoré majú rozdielnu granulometrickú a petrografickú skladbu. Vytvárajú súvislú vrstvu uloženú pod celým ostrovom od svahov Malých Karpát pod obtokovým ramenom, pod celým ostrovom a pokračujú ďalej pod Dunajom a pod celú jeho pravostrannú nivu až k Hainburským vrchom. Ich mocnosť je najmenšia pod obtokovým ramenom — 5–8 m, smerom k Dunaju ich mocnosť pribúda a miestami je až 18 m. Ich priepustnosť je veľmi dobrá a vyjadrená súčiniteľom filtrácie je najväčšia, aká bola vôbec v dunajských štrkoch a pieskoch zistená — $6 \cdot 10^{-2}$ až $6 \cdot 10^{-3}$ m/s. Na miestach, kde prevládajú piesky, sa táto priepustnosť znižuje. Smery prúdenia podzemných vôd,

ako aj ich výšky sú v neustálej korelácii s hladinou vody v Dunaji a v jeho ramene.

Devínsky ostrov je podstatne menší, ako je ostrov Sihot', ale z hľadiska využitia podzemných vôd má tiež svoju dôležitosť. Jeho hydrogeologická a hydrochemická charakteristika je obdobná ako pri ostrove Sihot'. Aj na tomto ostrove sa uskutočnil hydrogeologický prieskum, ktorý potvrdil dobré zvodnenie jeho štrkov a pieskov (8). Mocnosť kvartérnych sedimentov je maximálne do 10 m. Sú uložené priamo na žulách malokarpatského typu. Hladina podzemnej vody pri priemerných stavoch na Dunaji býva 2,30 m pod terénom. Zo zvodnených vrstiev štrkov a pieskov možno z celého ostrova odoberať 250—300 l/s dobrej pitnej vody. Ak by sa uskutočnila plánovaná výstavba vodného diela s haťou a hydrocentrálami na Sihoti, bude celý ostrov zaplavený.

PEČENSKÝ LES

Územie Pečenského lesa sa geograficky rozprestiera na pravej strane Dunaja a ohraničuje ho koryto Dunaja, čs.-rakúske hranice a Pečenské rameno — staré koryto Dunaja. Geomorfologicky pričleňujeme toto územie ešte k Devínskej bráne, a to k nivnému územiu Dunaja medzi Malými Karpatmi a Hainburgskými vrchmi. Hydrogeologická nádejnosť tohto územia bola vzhľadom na možné vybudovanie vodných zdrojov už skôr zhodnotená v prácach A. Porubského, P. Pospíšila, ktorí vychádzali z poznatkov hydrogeologických prieskumov pre sústavu vodných diel na Dunaji (25, 28).

Treba pripomenúť, že koryto Dunaja v minulých rokoch sa veľmi menilo po celej šírke zaklesnutej roviny medzi spomínanými pohoriami. Z historických materiálov a dokumentov možno vidieť, že ešte pred nedávnym netieklo hlavné koryto Dunaja pod Bratislavským hradom, ale práve Pečenským ramenom pri Viedenskej ceste. Sú geologické a geomorfologické dôkazy o tom, že Dunaj v pliocéne tiekol Bruckou bránou, a len v staršom pleistocéne preložil si svoje koryto viac na sever do Devínskej brány. Cez stred Petržalky tieklo mohutné rameno, ktoré vytváralo veľké množstvo meandrov, obtokových ramien a ostrovov.

Na geologickej stavbe územia Pečenského lesa sa zúčastňujú horniny paleozoika, sarmatu, panónu a kvartéru. Karpatské žuly sú v podloží kvartéru len v strednej a západnej časti Pečenského lesa. Dokonale boli identifikované vrtnými hydrogeologickými prácami. Na žulovom podklade, najmä pri štátnej hranici s Rakúskom, sú uložené sedimenty sarmatu v hĺbke okolo 11—12 m. Sú reprezentované najmä vrstvičkami a vrstvami piesčitých ílov a ílovitých pieskov. Na východnej časti Pečenského lesa sa pod kvartérom nachádzajú aj sedimenty panónu, reprezentované pieskami a ílmi. Ich stratigrafická príslušnosť bola aj faunisticky dokázaná.

Miestami na panóne a miestami na žule sú uložené dunajské náplavy tvorené štrkami a pieskami. Sú pokryté rôzne mocnou vrstvou povodňových, piesčitých hĺn a miestami i pieskami. Petrografická skladba jednotlivých zrn štrkov a pieskov osvetľuje, že sú to všeobecne horniny prinesené sem Dunajom z alpských oblastí.

V tejto štúdii nebudeme sa zaoberať jednotlivými hydrogeologickými pomermi všetkých geologických formácií, lebo z hľadiska získania zdrojov podzemných vôd majú výlučne význam len kvartérne fluvialne sedimenty štrkov a pieskov. Ich mocnosť na území Pečenského lesa kolíše z miesta na miesto pod vplyvom tektoniky, neogénnej sedimentácie a geomorfologických procesov od 8 do 12, maximálne 14 m. Štrky a piesky sú veľmi dobre opracované a vyskytujú sa v rôznych granulometrických rozmedziach. Pre vodu sú veľmi dobre priepustné a majú schopnosť akumulovať veľké množstvá prírodných zásob podzemných vôd. Najlepšie priepustné štrky a piesky sú rozložené pozdĺž

Dunaja — v jeho najužšej pririečnej zóne. Ďalej od Dunaja sa priepustnosť znižuje a práve takisto sa znižuje aj mocnosť štrkovej a piesčitej vrstvy. Preto aj vplyv povrchových vôd v Dunaji na dopĺňovanie zásob podzemných vôd je najväčší v pririečnej zóne, so vzdialenosťou od Dunaja sa pri priemerných prietokoch znižuje.

Hladina podzemnej vody pod terénom sa pohybuje 2—3 m pri priemerných stavoch na Dunaji. Pri maximálnych prietokoch na Dunaji stúpa i hladina podzemných vôd v Pečenskom lese až na 0,25 m pod terén, naproti tomu však v období minimálnych prietokov v Dunaji klesá hladina podzemných vôd na 4—6,5 m pod terén.

V posledných rokoch uskutočnili Vodné zdroje (D. Žák) podrobný hydrogeologický prieskum celého tohto územia, aby vyhledali na základe predchádzajúcich štúdií vhodné odberné územie na doplnenie bratislavského vodovodu pitnými vodami. Hydrogeologický prieskum skončili s mimoriadne priaznivými výsledkami. Dokázalo sa, že štrky a piesky nivy Dunaja v Pečenskom lese akumulujú také množstvo vody, z ktorého možno odberať pre vodovodné využitie až okolo 800 l/s pitnej vody. Zároveň sa vypracúvajú na Hydroconsulte v Bratislave podrobné štúdie na dopĺňovanie týchto zásob podzemných vôd cestou umelej infiltrácie, takže sa ráta s odberom podzemných vôd z tohto územia v množstve až 1200 l/s.

Z vodohospodárskeho hľadiska má územie Pečenského lesa veľký význam ako odberné územie kvalitných pitných vôd, pretože celý areál nie je dotknutý ešte zásahom človeka a možno ho dobre ochraňovať podľa platných smerníc o ochrane zdrojov podzemných vôd.

Roku 1972 boli na území Pečenského lesa vybudované odberné studne a z týchto studní sa už aj odčerpáva voda do bratislavskej vodovodnej siete v množstve asi 240 l/s. Jediným ohrozením kvality podzemných vôd sú podzemné vody v blízkosti mŕtveho Pečenského ramena, ktoré však v budúcnosti má byť zasypané a vyrovnané s terénom.

ÚZEMIE PODUNAJSKEJ NÍŽINY

Vzhľadom na prírodné pomery, najmä hydrogeologické, hydrologické a geomorfologické, musíme si slovenskú časť Podunajskej nížiny rozdeliť na viacero hydrogeologických a hydrografických celkov (23). Toto rozčlenenie vzhľadom na výskyt a bohatstvo podzemných vôd je práve také opodstatnené ako napr. geologické alebo geomorfologické členenie. Územiu Podunajskej nížiny sa budeme venovať trochu podrobnejšie, lebo je to najbohatšie územie na podzemné vody v celej ČSSR a v Európe vôbec. V centrálnej časti Podunajskej nížiny, ktorou možno označiť územie v oblasti Dunajskej Stredy a Gabčíkova, kde sa vyskytuje takmer 600 m hrubé súvrstvie štrkov a pieskov, v ktorých je akumulované veľké množstvo podzemných vôd — 8—10 mld. m³. Nechceme a geograficky ani nemôžeme celé územie priradovať k zázemiu Bratislavy a obmedzujeme toto územie len na hornú časť Žitného ostrova, podkarpatskú oblasť, pravostrannú oblasť dunajského územia a ľavostranné územie Malého Dunaja. Geograficky a ani geomorfologicky sa presne územie hornej časti Žitného ostrova nedá ohraničiť. Hydrogeologicky a vodohospodársky ho možno ohraničiť hranicami podkarpatských zlomových línií na čiaru Kalinkovo—Senec, teda západne od sládkovičovského zlomu.

Z hľadiska prírodných zásob podzemných vôd dominantné postavenie majú aj dunajské ostrovy, ktorých je v riečnom úseku Dunaja medzi Bratislavou a Šamorinom veľmi mnoho. Plošne najväčšie a hydrogeologicky najvýznamnejšie sú z nich predovšetkým Biskupický a Kalinkovský, ktoré sa však vodárensky nikdy nevyužívali a azda sa ani využívať nebudú. Po výstavbe plánovaných vodných diel na Dunaji — v tomto prípade

hate v Hrušove, budú obidva ostrovy zaliate vzdutými vodami hrušovskej nádrže. Práve taký istý osud postihne aj atraktívny Ostrov kormoránov, s ktorými sa potom rozlúči naše územie azda navždy (11).

Pre informáciu a dopresnenie poznania zákonitosti sedimentácie dunajských náplavov v Podunajskej nížine musíme si uvedomiť, že ešte v pliocéne tiekol Dunaj od Viedne do Podunajskej nížiny južne od Leithského pohoria a severne od Viedenského Nového Mesta. Vo vrchom pliocéne stahoval svoje koryto na sever do Bruckej brány a až na prechode od pliocénu k pleistocénu — včasom kvartéri preložil svoje hlavné rameno do Devínskej brány (17). Úmerne k tomu menila svoje koryto aj ďalšia alpská rieka Leitha. Presvedčivo to už dokázali viacerí odborníci, a to Fink, Kardoss, Pécsi a ďalší. U nás v poslednom čase dokázala pleistocénny vek presťahovania sa Dunaja do Devínskej brány V. Mazurová. Zistila a dokázala, že v Devínskej bráne najstaršia a najvyššia dunajská terasa sa nachádza 130 m (vysoká plošinová terasa) nad strednou hladinou Dunaja. Táto výšková terasa ďalej poukazuje na sústavné sa vyzdvihovanie Malých Karpát aj v kvartéri a na pokles nivného územia Devínskej brány.

Zo severu a východu pritekali do Podunajskej nížiny zase rieky karpatských pohorí, ktoré boli ekvivalentom terajšieho Váhu, Dudváhu, Nitry a Žitavy. Ich sedimentácia hrubozrnných, ale i jemných materiálov sa stretávala, často i prerastala a prekryvala sedimentáciu Dunaja, Leithy, Rábu a Moravy. Vzájomné pôsobenie týchto riek a nerovnomerná sedimentácia nimi prineseného materiálu, ukladaného do okrajových častí, ale i do centrálného pásma neogénnej depresie, spôsobila nepravidelnosť vlastnej výplne v horizontálnom, ako aj vertikálnom smere. Tým sedimentačná štruktúra kvartéru centrálnej časti Podunajskej nížiny dostala špecifickú formu, ktorú už v starších prácach som označil ako polycyklickú. Je reprezentovaná predovšetkým nerovnomernou sedimentáciou štrkov a pieskov, nesymetrickým striedaním ich vrstiev a šošoviek, často s polohami a šošovkami rašelinových sedimentov, ílovitých pieskov, ílov, slabo stmelенých pieskocov a na báze i zlepcov. Hydrogeologicky to predstavuje veľké nerovnosti v zákonitostiach režimu podzemných vôd, vo vertikálnom i horizontálnom smere priepustnosti, v dynamike podzemných vôd a v ich hydrochemických vlastnostiach. Často sa tu stretávame s takými hydraulickými zvláštnosťami, ktoré sa vymykajú bežným zákonitostiam a musia sa špeciálne študovať z lokality na lokalitu.

Do celkového režimu podzemných vôd, resp. na jeho vytváraní zasahujú a zúčastňujú sa v prvom rade prírodné statické zásoby akumulovaných podzemných vôd po oboch stranách Dunaja a Malého Dunaja, ďalej dynamické zásoby meniace sa v hydrologických závislostiach od prietokov v Dunaji, v Malom Dunaji a vo Váhu a prítoky podzemných vôd z okrajových území, najmä z podkarpatského územia, Trnavskej pahorkatiny a nivného územia Váhu medzi Sládkovičovom a Galantou.

Vzhľadom na všetky uvedené prírodné zákonitosti musíme aj hydrogeologicky a hydrologicky vyčleňovať v Podunajskej nížine viac rájónov a taxonomicky ich členiť na menšie oblasti zásob podzemných vôd. Úlohou tejto štúdie je hodnotenie okolia Bratislavy, pokiaľ je vodohospodársky zaujímavé pre exploatáciu podzemných vôd na vodovodné využitie. K tomuto cieľu som už v minulosti vyčlenil niekoľko hydrogeologicko-hydrografických oblastí, ktoré tu budeme hodnotiť už aj s dosiahnutými výsledkami najnovších výskumov. Na pravej strane Dunaja je to oblasť petržalsko-čunovská a na ľavej strane sú to oblasti: podkarpatská, biskupicko-šamorínska a bernolákovsko-šúrska (ľavá strana Malého Dunaja). Geologicko-tektonicky, hydrogeologicky a čiastočne aj hydrologicky a geomorfologicky ide v podstate o západnú a severnú okrajovú oblasť vlastnej centrálnej časti Podunajskej nížiny. Dunaj v nej nerobí nijakú prírodnú hranicu — jeho vplyv sa rovnako prenáša na územie Maďarska, ako aj na územie ČSSR.

Do tejto hydrogeologicko-vodárenskej oblasti zahrnujeme územie na pravej strane Dunaja medzi jeho korytom, maďarskými a rakúskymi hranicami a pečenským ramenom Dunaja. Podľa geologickej stavby a hydrogeologických zákonitostí rozdeľujeme oblasť na dve podoblasti: petržalskú a čunovskú.

(a) Petržalská podoblasť je charakterizovaná menšou mocnosťou fluvialných dunajských štrkov a pieskov — asi 10—20 m. Štrky a piesky kvartéru sú uložené na ílovitých a ílovito-piesčitých vrstvách spodného pliocénu — pravdepodobne meotu a pontu. Piesky a štrky kvartéru sú pokryté rôznymi druhmi hĺn, predovšetkým povodňových, piesčitých a piesčito-ílovitých. Ich mocnosť je 3 m a menej.

Podložné vrstvy vrchného neogénu — pliocénu dosahujú malú mocnosť, odhadujeme ich maximálne na 300—400 m. Pod nimi pokračujú vrstvy miocénu, podobne ako na ľavej strane Dunaja. V pliocénnom súvrství neogénu sa striedajú menšie vrstvy a šošovky piesku s vrstvami ílov, ílovitých pieskov a slienitých ílov. Vo vrstvách pieskov, ktoré sú čiastočne zvodnené, vyskytujú sa podzemné artézske vody. Vrstvy pieskov majú malé mocnosti a sú slabo dopĺňované podzemnými vodami. Preto aj studne v nich vyvŕtané majú malé výdatnosti — od 0,1 do 2,0 l/s. Kvalitatívne vyhovujú na pitné účely, ale vzhľadom na malé výdatnosti nehodia sa na väčšie vodovodné zásobovanie.

Podzemná voda v sypkých kvartérnych sedimentoch má voľnú hladinu a je v trvalej hydraulickej spojitosti s vodou v koryte Dunaja. Zásoby podzemných vôd v štrkoch a pieskoch sú neustále dopĺňované z povrchových vôd Dunaja a s prítokom podzemných vôd z územia Pečenského lesa a aj z územia podhoria Hainburgských vrchov. Zvodnené štrky a piesky kvartéru majú veľmi dobrú priepustnosť a sú schopné akumulovať veľké množstvá zásob podzemných vôd. Ich priepustnosť charakterizovaná súčiniteľom filtrácie je $1-3 \cdot 10^{-3}$ m/s až $8 \cdot 10^{-4}$ m/s. Výdatnosť na 1 studňu je 40—60 l/s, pričom celá podoblasť by mohla dávať množstvo vody aj vyše 600 l/s.

Podzemná voda z tejto podoblasti sa však nehodí kvalitatívne na zásobovanie pitnou vodou. Jej kvalita je zhoršená najmä rozsiahlou občianskou výstavbou a sústavne ohrozovaná rôznymi potenciálnymi zdrojmi možného trvalého znečistenia. Mimo toho sa tu plánuje výstavba veľkých sídlisk veľkej Bratislavy s plnou občianskou vybavenosťou.

Územie petržalskej hydrogeologickej podoblasti býva pri vysokých vodných stavoch na Dunaji čiastočne zaplavované vývermi podzemných priesakových vôd na terén. Hladiny veľkých vôd na Dunaji bývajú vysoko nad úroveň terénu v okolí Petržalky, ktorú chránia vysoké ochranné hrádze. V rámci výstavby vodných diel na Dunaji sa plánujú vybudovať aj zvláštne protipovodňové opatrenia na bezpečnosť petržalského územia.

Dunajské náplavy tohto územia sú geomorfologicky zaradené do petržalskej terasy, ktorá je ekvivalentom viedenskej-práterskej terasy. Toto ich zaradenie potvrdili aj novšie geomorfologické výskumy. Smerom južným a juhovýchodným k Rusovciam pod vplyvom tektonických pochodov sa prehĺbuje povrch neogénu a stúpajú na mocnosti usadeniny kvartéru.

(b) Podoblasť čunovská na povrch terénu sa nedá ešte presne ohraničiť od podoblasti petržalskej. Z geologického a hydrogeologického hľadiska je ekvivalentom hornej časti Žitného ostrova. Územie je tektonicky porušené systémom zlomov základného podkarpatského zlomu. Jeden z týchto zlomov prechádza aj líniou Bernolákovo—Biskupice a oddeľuje podkarpatskú pliocénnu kryhu od základnej poddunajskej depresie. Ďalej na juhozápad pokračuje pod Dunajom na jeho pravú stranu niekde medzi Petržalkou a Janíkovým Dvorom alebo málo južnejšie.

Južnejšie od uvedenej tektonickej línie poklesávajú v podloží kvartéru neogénne vrstvy

ílov do hĺbky 60 m v okolí Rusoviec. V profile obcí Most na Ostrove—Štefánikovce a južnejšie od Rusoviec prebieha ďalší zlom karpatského smeru, za ktorým znova klesá neogénne podložie kvartéru na 90—100 m pod terén. Od tohto zlomu sa však južnejšie objavujú už pod štrkami a pieskami kvartéru jasne neogénne piesky o mocnosti 20—30 m na báze s pieskovicami a zlepenkami, najčastejšie slabo stmelenými. Boli navŕtané počas výskumu pre vodné diela na Dunaji na oboch stranách Dunaja a najnovšie aj hydrogeologickými vrtní kalinkovského vodného zdroja.

Samozrejme, že sa so zmenou geologicko-tektonických pomerov menia aj hydrogeologické a hydrologické pomery podzemných vôd, čo je aj hlavným kritériom členenia pravej strany Dunaja na dve podoblasti. Ako z uvedeného vidieť, je územie čunovskej hydrogeologickej podoblasti veľmi priaznivé pre výskyt veľkých zásob podzemných vôd.

V podoblasti sa vyskytujú dva druhy obyčajných podzemných vôd — artézske vody s napätou hladinou a vody s voľnou hladinou.

Artézske vody sú viazané na vrstvy štrkov a pieskov, ktoré sú sedimentované vo vrchnoneogénnych súvrstviach. Ich výskyt je jasný z celkovej geologickej stavby, avšak nemajú praktický vodohospodársky význam vzhľadom na ich malé množstvo. Dostatočné množstvo podzemných vôd vo vrstvách kvartérnych štrkov a pieskov prakticky vylúčilo prieskum a využívanie artézskych vôd. Jednotlivé horizonty artézskych vôd vyskytujú sa v hĺbkach od 100—120 m až do 400—500 m. Predpokladá sa, že kvalitatívne by boli vhodné na vodovodné využitie.

Kvartérne fluviaľne sedimenty Dunaja boli v tomto území už pomerne dobre preskúmané, a to v rámci výskumu pre vodné diela na Dunaji pozdĺž celého infiltračného profilu pravej strany Dunaja, ktorý tu uskutočnil IGHP, n. p., a v rámci výskumu ziskania vodných zdrojov pre bratislavský vodovod, ktorý uskutočnili Vodné zdroje, n. p., najmä v okolí Rusoviec a Ostrovných Lúčok — v strede územia medzi Rusovcami a Čunovom (18). V okolí Čunova a na území južne po maďarské hranice doteraz nebol urobený podrobnejší hydrogeologický prieskum.

Na povrchu štrkov a pieskov je hlinitá a hlinito-piesčitá pokrývka o hrúbke 1,5—3,0 m. Štrky majú veľmi diferencovanú granulometrickú stavbu o veľkosti zŕn 0,5—3,0 cm, ojedinele sú i väčšie. V štrkoch je 20—30 % piesku o veľkosti zŕn 0,5—0,1 mm. Štrky a piesky majú veľkú akumuláciu schopnosť na udržanie pomerne veľkého množstva podzemných vôd. Sú veľmi dobre priepustné — súčiniteľ filtrácie je okolo 4.10^{-3} m/s.

Hydrogeologický režim podzemných vôd je ovplyvňovaný celoročnými vzťahmi podzemných vôd s povrchovými vodami v koryte Dunaja, prítokom podzemných vôd z petržalskej podoblasti, prítokom podzemných vôd zo západnej strany od rakúskych hraníc, zrážkami (v menšej až zanedbateľnej miere) a hydraulickými vzťahmi vzájomne pôsobiacej dynamiky podzemných vôd centrálnej časti Podunajskej nížiny. Priamymi meraniami sa počas hydrogeologického výskumu zistilo, že hodnota rozkvyv hladín podzemných vôd v tomto území je 2,94 m vo vzdialenosti 300 m od koryta rieky. Vo vzdialenosti 4,6 km od koryta Dunaja bol rozkvyv hladín podzemných vôd 1,41 m. Územie pravej strany Dunaja je hydrogeologicky vzhľadom na množstvo prírodných zásob podzemných vôd jedno z najväčších na čs. území vôbec. V rámci exploatacie zo zásob týchto vôd na vodovodné zásobovanie bolo by možné z územia v okolí Jaroviec—Rusoviec—Ostrovných Lúčok a Čunova odberať až 5000 l/s. Vodné zdroje, n. p., Bratislava (18), svojím hydrogeologickým prieskumom len v okolí Ostrovných Lúčok dokumentujú odber podzemných vôd 2380 l/s. Toto množstvo odporúčajú odberať 17 studňami.

Podzemná voda z hodnotenej oblasti úplne vyhovuje z kvalitatívneho hľadiska na pitné účely.

Podkarpatskú hydrologickú a hydrogeologickú oblasť vzhľadom na geologickú stavbu, zásoby a režim podzemných vôd delíme na dve podoblasti: a) prechodnú podoblasť — od svahov Malých Karpát s prechodom do Podunajskej nížiny, b) bratislavsko-vajnorskú podoblasť so zreteľnou fluviaľnou sedimentáciou Dunaja.

Ⓐ) Do prechodnej podkarpatskej podoblasti zahrňame územie starších kvartérnych terás Dunaja v Bratislave a svahy Malých Karpát s prechodom do holocénnej nivnej roviny Dunaja a Malého Dunaja.

Vzhľadom na možnosti exploatacie podzemných vôd pre ich vodárenské využitie bratislavské terasy Dunaja nemajú praktický význam. Určité zásoby podzemných vôd sú akumulované v stredných terasách v úrovni Hurbanovo nám.—Gottwaldovo nám. a Račianske mýto. Zdrojmi ich dopĺňovania sú výhradne zrážkové vody. Majú význam len v rámci inžinierskej geológie — pri zakladaní rôznych stavieb a snád' raz aj pri výstavbe perspektívne plánovaného metra.

Ⓑ) Bratislavsko-vajnorská podoblasť je prakticky rozložená už na nivných náplavoch Dunaja, v menšej miere na karpatskom delúviu a na menších náplavových kuželoch malokarpatských potokov. Je to územie, ktoré sa prakticky rozprestiera medzi Dunajom, južným úpäťím Malých Karpát, Vajnormi, Ivankou pri Dunaji a korytom Malého Dunaja.

Územie je geologicky budované kvartérom o hrúbke 3—7 m. Smerom k Malému Dunaju sa táto hrúbka zväčšuje na 12—14 m. V podloží kvartéru sú uložené vrstvy pliocénu vo forme ílov a ílovitých pieskov s nerovnomerne usadenými vrstvami pieskov a drobných štrkov. Pod pliocénnymi horninami sú uložené súvrstvia hornín miocénu. Boli overené vrtmi naftového prieskumu v okolí Bernolákova. Pod nimi sa vyskytuje skalné podložie reprezentované malokarpatským kryštalinikom.

Na území sa vyskytujú dva druhy podzemných vôd — artézske vody a vody s voľnou hladinou. Artézske vody sú hydrogeologicky viazané na vrstvy pieskov a drobných štrkov uzavrených vo vrstvách ílov a ílovitých pieskov panónu až sarmatu. Boli dokázané viacerými hydrogeologickými vrtmi v celom profile od Bratislavy až po Jur pri Bratislave, v Bernolákove i v Chorvátskom Grobe. Teraz sa artézske vody v okolí Bratislavy už nevyužívajú pre svoje malé výdatnosti — do 2 l/s z hĺbok nad 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 mokradiny, z ktorých značná časť je už dnes umele odvodnená. Veľmi dobre sú známe medzi Bratislavou a Račou a v okolí močiara Šúr.

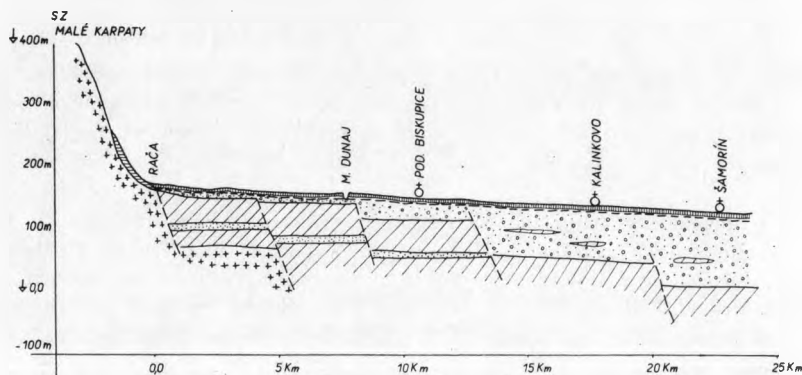
Kvartérne sedimenty sú zastúpené najmä štrkami, pieskami, ktoré tu naniesol Dunaj. Pod svahmi Malých Karpát sú štrky a piesky premiešané s nánosmi potokov z Malých Karpát. Na severe územia sú pomerne silno zahľinené, smerom na juh a juhovýchod sa hľinitá prímes stráca. V okolí Vajnora, Ivanky pri Dunaji a Prievozu sú už celkom čisté. Hladina podzemných vôd kolíše v nich od 0,0—4,0 m pod terénom. Veľmi dobré hydrogeologické pomery vzhľadom na zásoby podzemných vôd sú v celom priestore medzi Prievozom a Vajnormi a smerom na Žitný ostrov. V súčasnosti na tomto území je už rozsiahla výstavba nových obytných štvrtí Bratislavy, nových závodov s najrôznejším výrobným programom a letisko. Sú to všetko veľké zásahy človeka do prírodno-životného prostredia, v dôsledku ktorých sa veľmi znehodnocujú podzemné vody až na stupeň ich nepoužitia. Preto toto územie už v nijakom prípade nemôže prísť do úvahy ako odberné územie vodných zdrojov na vodovodné zásobovanie.

Na režim podzemných vôd vplýva predovšetkým ich hydraulické spojenie s povrcho-

vými vodami Dunaja, prítoky podzemných vôd zo strany Malých Karpát a čiastočne aj prítoky z bernolákovsko-šurskej oblasti. Dunaj má svoje terajšie koryto založené vo svojich agradačných valoch vysoko nad hladinou podzemných vôd a pri každom svojom prietokovom množstve (i minimálnom) dopĺňa zásoby podzemných vôd svojich obojstranných území.

HORNÝ ŽITNÝ OSTROV

Hydrologické a hydrogeologické vyčlenenie tejto oblasti v záujme vodohospodárskeho využitia jej zásob podzemných vôd vyplýva z geologickej a tektonickej stavby územia. Na schematickom hydrogeologickom profile (č. 3) vidíme, že územie je geologicky



Profil 3. Schematický hydrogeologický profil Malé Karpaty — Podunajská nížina.

budované kvartérom a neogénom a je popretínané viacerými zlomami malokarpatského smeru. Geograficky by sme ho mohli ohraničiť Dunajom, Malým Dunajom a čiarou v profile Šamorín—Štvrtok na Ostrove. Toto územie vodohospodári všeobecne označujú ako horný Žitný ostrov. Cez územie prebieha aj jasne dokázaný tektonický lamačský zlom, ktorý oddeľuje vyššiu neogénnu kryhu územia Slovaftu od nižšej kryhy Podunajských Biskupíc. Tento zlom križuje zlomy malokarpatského smeru. V rámci hydrogeologickej celoslovenskej rajonizácie pričleňujem toto územie k okrajovému hydrogeologickému rajónu Podunajskej nížiny.

Mocnosť kvartérnych usadenín, najmä štrkov a pieskov, sa v území značne mení so stálym zväčšovaním smerom do centra Žitného ostrova, kde je neogénná panva najhlbšia (v okolí Dunajskej Stredy a Gabčíkova až 5000 m). Mocnosť štrkov a pieskov pri Malom Dunaji je 15—18 m, pri Podunajských Biskupiciach 30—35 m, pri Kalinkove 80—90 m a pri Šamoríne už vyše 100 m. Štrky a piesky sú pokryté hlinami, hlinitými pieskami, sprašovými hlinami a v okolí Malého Dunaja lokálne i viatymi pieskami. Na území severne a severovýchodne od Šamorína sú kvartérne štrky a piesky uložené na levanských pieskoch, známych ako „kolárovske vrstvy“. Spolu s nimi vytvárajú jeden zvodnený horizont podzemných vôd s voľnou hladinou. Akumulujú veľké množstvá statických aj dynamických zásob podzemných vôd. Tieto vody sú hydrologickou, hydrogeologickou a hydraulickou súčasťou zásob podzemných vôd kvartérno-levantskej výplne neogénnej depresie.

Z geologickej stavby neogénnej výplne územia vyplýva, že sú v nej aj vrstvy pieskov a drobných štrkov s artézskymi vodami. Výskum týchto vôd sa na pitné ciele však nikdy neuskutočňoval. Neogénne súvrstvia boli preskúmané až v Dunajskej Stredě s cieľom vyhľadania a exploatacie hypertermálnych vôd, s cieľom ich energetického využitia (22).

Zvodnené horizonty štrkov a pieskov v tejto oblasti boli už hydrogeologicky pomerne dobre preskúmané. Prvý a základný hydrogeologický výskum sa tu robil v rokoch 1956—1957 pre vyhľadanie druhého vodného zdroja pre Bratislavu (19) v okolí Podunajských Biskupíc, ďalej pre sústavu vodných diel na Dunaji (11), základný hydrogeologický výskum Žitného ostrova v rokoch 1958—1969 (2) a najnovšie pre vybudovanie ďalších vodných zdrojov bratislavského vodovodu v Kalinkove (21) a v území medzi Hamuliakovom, Šamorínom a Čilistovom.

Veľké mocnosti štrkov a pieskov a ich veľmi dobrá priepustnosť ($3 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-2}$ m/s) umožnili vytvorenie veľkých zásob podzemných vôd. Doterajšími výskumnými prácami sa zaistili vodné zdroje o výdatnosti až asi 5000 l/s pomerne dobrej a kvalitnej vody. V dôsledku výstavby petrochemického priemyslu vo Vlčom hrdle sa značná časť zásob podzemných vôd začala znehodnocovať. Pre toto znehodnotenie aj druhý vodný zdroj mesta Bratislavy v Podunajských Biskupiciach o kapacite 1200 l/s musel byť vypojený z vodovodnej bratislavskej siete. Nahradil ho kalinkovský vodný zdroj, z ktorého sa teraz odoberá približne 800 l/s dobrej pitnej vody. V nami študovanej oblasti najväčším vodným zdrojom bude vodný zdroj Šamorín s exploatačným množstvom až 3000 l/s.

Zrozsiahlymi výskumnými prácami hydrogeologického charakteru a hydrochemického charakteru sa dokázalo, že najkvalitnejšie podzemné vody sa vyskytujú v štrkoch a pieskoch pririečnej zóny Dunaja. Preto aj všetky najnovšie vodné zdroje sú perspektívne projektované na tomto území. Len pre zaujímavosť spomenieme, že je už vybudovaný vodný zdroj Gabčíkovo s pripraveným exploatačným množstvom tiež 3000 l/s vody. Táto voda bude zásobovať veľký skupinový vodovod, ktorý bude zásobovať obyvateľstvo pitnou vodou až po Šahy.

S problematikou ochrany územia sa tu nebudem podrobnejšie zaoberať, pretože už bola publikovaná v Geograf. časopise, č. 2, 1970.

BERNOLÁKOVSKO-ŠŮRSKA OBLASŤ

Popri biskupicko-šamorínskej oblasti má veľký hydrogeologický význam aj bernolákovsko-šúrska oblasť. Z hľadiska tejto práce môžeme oblasť ohraničiť územím medzi ľavou stranou Malého Dunaja a pravou stranou Čiernej vody. Na jeho geologickej stavbe sa rovnako zúčastňujú horniny neogénu a kvartéru ako v predchádzajúcich oblastiach. Mocnosti kvartérnych štrkov a pieskov sú rôzne menlivé. V okolí Bernolákova ich je 10—12 m, smerom k Jelke je ich až nad 100 m. V nich akumulované podzemné vody sú sústavne dopĺňované podzemnými vodami zo Žitného ostrova, z povrchových vôd potoka Čierna voda a podzemnými prítokmi zo smeru Trnavskej pahorkatiny.

Hydrogeologické výskumy a najrôznejšie prieskumné práce dokázali na tomto území veľké zásoby podzemných vôd. Za súčasného stavu sú ešte vhodné na pitné ciele, avšak v dôsledku zásahov človeka, výstavbou priemyselných centier a odpadovými vodami sa stále zhoršujú. Za hranicou územia nami vymedzeného, na ľavej strane Malého Dunaja, je vybudovaný veľký vodný zdroj Jelka. Jeho exploatačné množstvo zo zásob podzemných vôd bolo určené na 1200 l/s, avšak v dôsledku obáv o zhoršovanie kvality vody sa sta-

novilo odoberateľné množstvo iba na 600 l/s. Vodovod z tohto územia má byť prepojený na ponitriansky skupinový vodovod.

Mojím cieľom v tejto štúdií bolo podať základné výsledky hydrogeologických prieskumov území v okolí Bratislavy. Zo stránky hydrogeologickej a hydrochemickej najvhodnejšími územiami na využitie zásob podzemných vôd sa javia územia pririečnych zón Dunaja. V nich je veľké množstvo zásob podzemných vôd, ktoré vysoko prekračujú plánovanú potrebu pre Bratislavu a vyhovujú aj kvalitatívne.

LITERATÚRA

1. BUDAY, T., CAMBEL, B.: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR, listy Bratislava a Čalovo, 1:200 000, GÚDŠ, Bratislava 1962. — 2. BUJALKA, P.: Hydrogeologický prieskum na Žitnom ostrove, Geofond, Bratislava 1959. — 3. DLABÁČ, M.: Výskum vzťahov medzi tvarom povrchu a geologickou stavbou v oblasti malej Dunajskej nížiny. Geologické práce, 59, Bratislava 1959. — 4. GYALOKAY, M., ZAJÍČEK, V., SUPEK, J.: Súčasný režim podzemných vôd v oblasti Devín-Višegrad. Archív VÚVH, Bratislava 1955. — 5. ELEK, T., VAVROVÁ, M., LEHKÝ, M.: Vodárenské územie západnej časti Žitného ostrova a priľahlých oblastí a návrh ich širších ochranných rájónov. Archív ZSVAK, Bratislava 1969. — 6. HÁLEK, V.: Prognóza hladín podzemnej vody na Žitnom ostrove pre derivačnú variantu vodného diela na Dunaji. Archív Hydroconsultu, Bratislava 1965. — 7. HLA VATÝ, Z.: Hydrogeologický prieskum pre vodný zdroj Chempik v Šamoríne. Geofond, Bratislava 1967. — 8. HÝROSSOVÁ, E.: Hydrogeologický prieskum Devínskeho ostrova, Geofond, Bratislava 1966. — 9. IZSÓ, J.: Oblasť holocénnej nivy veľkého Žitného ostrova a k nej priľahlých častí. Archív IGHP, Bratislava 1965. — 10. JACKO, R.: Hydrochemická prognóza akosti podzemných vôd v pririečnej zóne Dunaja. Archív VÚVH, Bratislava 1967.

11. JAKUBEC, L., PORUBSKÝ, A.: Československý úsek Dunaja. Geofond, Bratislava 1962. — 12. JAKUBEC, L., PORUBSKÝ, A., VADOVIČ, R., TICHÝ, Š.: Inžiniersko-geologický a hydrogeologický výskum pre vodné diela na Dunaji. Geofond, Bratislava 1967. — 13. KULLMAN, E.: Základný hydrogeologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny. Archív GÚDŠ, Bratislava 1966. — 14. KULLMAN, E.: Vody západných svahov Malých Karpát a ich vplyv na režim a zásoby podzemných vôd Záhorskej nížiny. GÚDŠ, Bratislava 1965. — 15. KVIŤKOVIČ, J., LUKNIŠ, M., MAZÚR, E.: Geomorfológia a kvartér nížin Slovenska. Geografický časopis, roč. VIII, č. 4, Bratislava 1956. — 16. LUKNIŠ, M., MAZÚR, E.: Geomorfologické regióny Žitného ostrova. Geogr. Čas., 8, 1959, č. 2–3. — 17. MAZUROVÁ, V.: Terasový systém Dunaja v Devínskej bráne. [Kandidátska dizertačná práca.] Bratislava 1972. — 18. PECHOČIAKOVÁ, A.: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu na lokalite Rusovce-Ostrovne Lúčky, Geofond, Bratislava 1973. — 19. PORUBSKÝ, A.: Hydrogeologický výskum pre druhý vodný zdroj Bratislava, Geofond, Bratislava 1958. — 20. PORUBSKÝ, A.: Podzemné vody neogénnych a kvartérnych usadenín Slovenska. Geologické práce, Správy, 32, Bratislava 1964.

21. PORUBSKÝ, A., HOLÉCZYOVÁ, Z.: Hydrogeologická štúdiá pre náhradný II. vodný zdroj mesta Bratislavy. Vodorozvoj, Bratislava 1967. — 22. PORUBSKÝ, A.: Termálne vody neogénu Podunajskej nížiny, Geogr. Čas., 22, 1970, č. 1. — 23. PORUBSKÝ, A.: Hydrografický región Žitného ostrova a potreba zákonnej ochrany jeho zásob podzemných vôd. Geogr. Čas., 22, 1970, č. 2. — 24. PORUBSKÝ, A.: Hydrogeologické možnosti získania vodných zdrojov pre Bratislavu. Archív Hydroconsultu, Bratislava 1967. — 25. POSPÍŠIL, P.: Hydrogeologická štúdiá a návrh prác pre územie Bratislava-Pečenský les. Archív Vodné zdroje, Bratislava 1968. — 26. ŠTEIN, F.: Návrh zásobovania vodou na Žitnom ostrove. Archív VÚVH, Bratislava 1958. — 27. ZATKO, M.: Niektoré otázky geografie podzemných vôd Slovenska. Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae, Geographica 7, Bratislava 1968. — 28. ŽÁK, D.: Hydrogeologický prieskum Pečenského lesa. Geofond, Bratislava 1970.

LES EAUX SOUTERRAINES DE BRATISLAVA ET SES ENVIRONS

En ce qui concerne la présence et quantité des réserves d'eaux souterraines, Bratislava, la capitale de la République Socialiste Slovaque a une position géographique très avantageuse. Les conditions géomorphologiques de ses larges arrières proviennent de la construction favorable géologique et géomorphologique des plaines environnantes, des bassins néogènes remplis des sédiments quaternaires du Danube et Morava. Le but de cette étude est de démontrer les possibilités d'utiliser ces ressources d'eaux souterraines pour les conduites d'eau dans la proximité de la ville.

Il y a quelques années encore que des sources fournissant 1000—1200 l/s suffisaient d'approvisionner Bratislava avec l'eau potable. La consommation actuelle s'élève déjà à 2000—2300 l/s et, en 2000, la consommation prévue est de 5000 l/s. Le territoire entourant Bratislava est capable de fournir cette quantité pour la conduite d'eau de Bratislava.

La vieille Bratislava s'étendait sur les versants sud-ouest et sud des Petits Carpathes. De ces versants et des anciennes terrasses danubiennes, elle s'agrandissait successivement vers l'alluvion holocène du Danube et Petit Danube. La grande Bratislava d'aujourd'hui incorpora les communes voisines est bâtit ses quartiers d'habitation à la circonférence de la ville entière. Le territoire de Bratislava, avec ses environs, appartient à plusieurs unités orographiques, dont la structure géologique et géomorphologique joue un rôle primordial pour l'approvisionnement de la population et l'industrie avec eau potable et industrielle. Un facteur important dans le milieu naturel de Bratislava c'est le Danube qui afflue sur le territoire tchécoslovaque près de son confluent avec la Morava. Ensuite, il passe par la Porte de Devín qui a son fondement dans la tectonique variée des Petits Carpathes. Près de Bratislava, le Danube entre dans la grande Plaine Danubienne qui représente, sur ses deux côtés, une large campagne descendant modérément vers le sud-est ou sud.

En vue de la présence de plusieurs unités orographiques et géomorphologiques, ayant des relations différentes avec les eaux souterraines, nous pouvons délimiter plusieurs zones d'eaux souterraines possédant leurs propres régularités hydrogéologiques.

La Plaine de Záhorie s'étend entre les Petits Carpathes et les rivières de Morava et Myjava. Elle fait partie du bassin néogène viennois. Pour Bratislava, sa partie sud-ouest nous intéresse le plus, c'est à dire la zone fluviale de la Morava et la dépression souscarpathienne de Plavec-Záhorie, dans la section de Lozorno-Zohor. Le bassin néogène de la Plaine Záhorie est tectoniquement démembré en plusieurs élévations et bas-fonds couverts avec des sédiments quaternaires. Ces sédiments sont représentés surtout par des graviers et sables, en moindre mesure par des dunes et argiles inondées. Il y a deux sortes d'eaux souterraines: des puits artésiens, liés aux couches de sable et gravier fin, dans les séries de lits néogènes, et des eaux à surface libre, liées aux graviers et sables du Quaternaire. On peut principalement prendre en considération ces eaux pour être exploitées dans les conduites d'eau. Par des travaux détaillés de recherche et d'exploration, on pouvait constater que c'est surtout dans la dépression mentionnée auprès des Carpathes, dans la zone fluviale de la Morava, que se trouvent les grandes provisions d'eaux souterraines de bonne qualité. Leur quantité exploitable, dans la sphère d'intérêt de Bratislava, s'élève à 400—600 l/s.

Les Petits Carpathes sont formés par une montagne de fond cristallin et des sédiments du Trias inférieur ou Craie inférieure. Ils forment la frontière naturelle entre la Plaine de Záhorie et la Plaine Danubienne. Le cristallin des Petits Carpathes n'a pas dans la proximité de Bratislava, grande importance hydrogéologique et d'exploitation d'eaux. Il n'y a que des faibles sources avec des rendements variables qui ne peuvent pas être une garantie solide de leur utilisation en grande mesure pour les conduites d'eau.

Les îles de Danube. En suite de la déclivité variable du lit du Danube, il s'y trouvent des différentes îles et îlots. Les plus importantes d'entre eux commencent déjà dans la Porte de Devín, par celle de Sihof, et à travers la Plaine Danubienne, entre Bratislava et Šamorín, il y

a un système entier d'îles. La plus importante île de Sihof est exploitée pour la conduite d'eau. La quantité d'eau gagnée de ses puits creusés s'élève à 1200 l/s. L'île Sihof fut le centre de la première conduite d'eau à Bratislava, en exploitation depuis 1883.

La forêt de Pečňa. Le territoire de la forêt de Pečňa s'étend de côté droit du Danube, entre Petržalka et la frontière autrichienne. C'est un terrain très favorable pour l'obtention d'eau potable de bonne qualité. Les eaux souterraines y sont liées aux sables des alluvions danubiens quaternaires. Leur épaisseur est de 10—12 m. Ils reposent en partie sur des glaises ou sables glaiseux du Sarmate et, en partie, sur un substrat de granit qui remonte du massif baissé des Petits Carpathes. Une recherche récente hydrogéologique documentait ici une quantité de 1200 l/s d'eau souterraine appropriée à l'exploitation.

Le territoire de la *Plaine Danubienne* est la plus riche en eaux souterraines dans toute la Tchécoslovaquie. En tenant compte de sa structure géologique et des conditions hydrogéologiques, nous divisons, du point de vue d'aménagement d'eaux, la Plaine Danubienne en plusieurs régions qui s'étendent sur le côté droit et gauche du Danube. Les réserves principales d'eaux souterraines sont celles à surface libre, sur les alluvions de gravier et sable. Pendant les dernières années on exécutait une recherche hydrogéologique détaillée sur les deux côtés du Danube. Dans l'estimation de la balance des réserves exploitables d'eaux souterraines, la place primordiale appartient au territoire de la partie supérieure du Žitný Ostrov (île de Grain), à côté gauche du Danube, et au territoire entre Petržalka et Čunovo, de son côté droit. Du point de vue quantitative, les réserves d'eaux souterraines des deux territoires sont les mêmes, mais du point de vue qualitative, la qualité des eaux du Žitný Ostrov supérieur est menacée par la construction et l'exploitation d'entreprises industrielles. De chaque côté du Danube, on peut gagner au moins 5000 l/s, donc en tout 10.000 l/s. Cette quantité dépasse de loin la consommation planifiée de Bratislava et elle peut être utilisée aussi pour l'approvisionnement des larges arrières de Bratislava avec l'eau potable et industrielle.

Traduit par J. Bela j

Carte 1. Carte de la situation des environs de Bratislava.

Profil 1. Profil schématique hydrogéologique à travers l'île de Sihof.

Profil 2. Profil schématique hydrogéologique à travers la forêt de Pečňa.

Profil 3. Profil schématique hydrogéologique Petits Carpathes — Plaine Danubienne.