

VEDECKÉ SPRÁVY

ANTON PORUBSKÝ

HYDROGRAFICKÝ REGIÓN ŽITNÉHO OSTROVA A POTREBA
ZÁKONNEJ OCHRANY JEHO ZÁSOB PODZEMNÝCH VÔD

ÚVOD

Geografická poloha Československej socialistickej republiky je v strednej Európe vzhľadom na vodné bohatstvo veľmi nepriaznivá.

Územie Slovenska patrí po hydrografickej stránke k dvom úmoriám (Baltickému a Čiernomorskému) a vo svojom vodnom hospodárstve je odkázané prevažne na zrážkovú vodu, a len čiastočne na vody, ktoré pritekajú zo susedných území Dunajom a Moravou.

Každý moderný štát považuje vodné hospodárstvo a vodný fond za jedno z hlavných kritérií svojej civilizácie a kultúry. Základom vodného fondu je vodohospodárska bilancia, ktorá je precedantom každého ďalšieho rozvoja a plánovania v národnom hospodárstve každej krajiny.

Zo všetkých prác slovenských výskumných ústavov SAV, vysokých škôl, rezortných výskumných ústavov a popredných odborníkov vyplýva, že na územie Slovenska spadne vo forme zrážok za rok asi 31 mld m³ vody, z ktorej povrchovými tokmi odtiekne cca 13 mld m³; ostatok sa stratí rôznymi formami výparu a podzemným odtokom. Z uvedeného podielu zrážok sa teda obohacujú aj zásoby podzemných vôd, ktoré sa pre územie Slovenska ohodnocujú na 49 m³/s (7). Na druhej strane sa hodnotí podiel vôd, najmä Dunaja, pritekajúcich na naše územie. Ako poukážeme podrobnejšie v ďalšej časti tejto štúdie, Dunaj priteká na naše územie devínskou bránou a po opustení M. Karpát priteká do Podunajskej nížiny, ktorej morfológicko-geologická stavba je priam ideálnym a svetovo unikátnym prostredím pre vytváranie zásob podzemných vôd enormných množstiev. Do územia Žitného ostrova infiltruje sa voda z Dunaja pri každom jeho vodnom stave v úseku Bratislava-Gabčíkovo, čo na celom úseku Dunaja počas veľkých vôd robí až 201 m³/s pomerne dobrej vody. Podľa bilancie Výskumného ústavu vodného hospodárstva v Bratislave územím Žitného ostrova preteká v podzemných vodách sústavne až 8 m³/s pomerne dobrej a kvalitnej podzemnej vody.

Pri porovnaní celkovej bilancie zásob podzemných vôd Slovenska, získaných zo zrážok na území Slovenska nepravidelne a nepriaznivo rozložených, so zásobami podzemných vôd Žitného ostrova, musí nám jeho vodohospodársky význam v bilancii národného hospodárstva markantne vystúpiť. Z tohto porovnania potom jasne vyplýva význam Žitného ostrova ako základnej bázy pre „ťažbu“ a využitie základnej prírodnej

suroviny — vody, ktorá vo svojom prirodzenom prostredí nie je vyťažiteľná, lebo sa regeneruje, obnovuje a dopĺňa každým dňom a rokom.

Územie nášho štátu má obmedzené množstvo vody, a preto hospodárenie ňou si vyžaduje prísny vodohospodársky režim. Je najvyšší čas, aby v štátnom pláne sa voda považovala za primárnu podmienku ďalšieho rozvoja. Preto je potrebné vymedziť oblasti, ktoré majú vhodné prírodné podmienky pre získanie vody pre zásobovanie obyvateľstva, či už z podzemných alebo povrchových tokov, a tieto oblasti chrániť pred nepriaznivými zásahmi, ktoré dnešné zásoby vôd ohrozujú a znehodnocujú.

Územie Žitného ostrova a prilahlá časť Podunajskej rížiny — najmä medziriečie (Malý Dunaj — Čierna voda — Dudváh) je pre svoje špecifické vlastnosti a bohatstvo podzemných vôd vodohospodársky veľmi významné.

Toto územie, ktoré je schopné „obdarúvať“ národné hospodárstvo trvale o cca 10 000 l/s vody, malo by byť vodohospodársky osobitne chráneným územím.

1. CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH PODMIENOK

1.1 Geografické údaje

Záujmové územie sa nachádza na Žitnom ostrove, ohraničenom Dunajom a Malým Dunajom, s celkovou územnou plochou 1620 km². Celé územie je rovinaté so sklonom k Malému Dunaju a je pretkané sieťou odvodňovacích kanálov. Administratívnym centrom Žitného ostrova je Dunajská Streda (26, 27).

1.2 Hydrologické pomery

Najdôležitejším tokom Žitného ostrova, ktorý sa v minulosti podieľal aj na jeho geologickej stavbe a vytvorení riečnej siete je Dunaj. Svojím stredným tokom odvodňuje viac ako polovicu územia našej republiky.

Dunaj vteká na naše územie devínskou bránou a prechádza územím ČSSR na dĺžke 182 km. V tomto úseku nemá však rovnaký charakter. Dôležitý je lom spádu, ktorý nastáva pri Palkovičove, umožňujúci väčšiu sedimentáciu materiálu a tvorbu bočných ramien. V čase vysokých vodných stavov rieka tieto ramená intenzívne naplňa a zaplavuje rozsiahle územia. Sú to tzv. obdobia s veľkými vodami, pri ktorých v profile Bratislavy dosahuje prietok v Dunaji 9700—14 000 m³/s (povodne r. 1965 i skôr).

Rieka Dunaj má rozhodujúci vplyv na režim podzemných vôd väčšej časti Žitného ostrova a kvantitatívne zmeny, najmä v jeho hornej časti, pod Bratislavou. Tieto sa prejavujú zmenou hladiny podzemných vôd, v páse 8—10 km vzdialenom od rieky, ktorý sa v smere prúdu zužuje. Podzemné vody na Žitnom ostrove mávajú najvyššiu hladinu v období vysokých stavov na Dunaji, čo je potvrdené mnohými výskumnými prácami.

1.3 Zrážky a evapotranspirácia

Rozloženie zrážok na Žitnom ostrove je pomerne rovnomerné, s miernym ubúdaním k východu. Priemer zrážok za sedemdesiatročné obdobie je 588 mm, desaťročné priemery kolíšu medzi 551 a 637 mm. Rozdelenie zrážok v jednotlivých mesiacoch je veľmi

nerovnomerné s minimami úhrnu 0—5 mm a maximami úhrnu 95—189 mm. Viac ako polovica zrážok pripadá na letný polrok. Najsuchší mesiac je február.

Rozhodujúce obdobie pre zväčšenie zásob podzemných vôd zo zrážok je zimné, keď väčšia časť vody vsakuje do zeme a dosahuje hladinu podzemných vôd. Na zmenu zásob podzemných vôd vplýva aj výpar z pôdy a transpirácia rastlín. Hoci doterajšie pozorovania nie je ešte možné zovšeobecniť, dá sa v priemere odhadnúť na 360—450 mm/rok.

Výpar z voľnej hladiny, pozorovaný na Výskumnej stanici v Žiharci, je okolo 800 mm/rok.

1.4 Teplotné pomery

Žitný ostrov patrí medzi najteplejšie územie v republike. Priemerná ročná teplota vzduchu dosahuje asi 9,7 °C, priemerná teplota vo vegetačnom období až 15 °C.

Maximálne teploty sú v júli, minimálne v januári. Pozorovaná maximálna teplota dosiahla až 38 °C a minimálna až -35 °C.

1.5 Veterné pomery

Prevládajúce smery vetrov na Žitnom ostrove sú juhovýchodné; severozápadný smer prevláda na jar a v lete, čo sa čiastočne mení v blízkosti Malých Karpát. Najintenzívnejšie sú vetry severné a severozápadné. Bezvetrie činí asi 20 % pozorovaní v dennom ročnom priemere, s maximom bezvetria december-január a minimom v jarných mesiacoch.

Na Žitnom ostrove je viac ako 2000 hodín slnečného svitu za rok, čo je popri Východoslovenskej nížine najviac v republike.

2. GEOLOGICKÁ STAVBA ŽITNÉHO OSTROVA

Pre názornosť a poznanie geologickej stavby Žitného ostrova zmienime sa aspoň čiastočne o geologickej stavbe širšieho okolia.

Žitný ostrov leží v centre Malej Podunajskej nížiny, ktorá sa rozprestiera po oboch stranách Dunaja, na území SSR a Maďarskej ľudovej republiky.

Na základe doterajších výsledkov geologického výskumu môžeme konštatovať, že rieka Dunaj so svojím korytom je dnes situovaná takmer v centre nížiny v miestach najhlbšej centrálnej časti Podunajskej panvy.

Starý pevný podklad tvoria na západe a severozápade granitoidy a kryštalinikum Malých Karpát, na východe a juhovýchode horniny mezozoika maďarského stredohoria. Tektonická hranica medzi nimi prebieha na severozápad od Komárna.

Súvrstvia paleogénnych hornín sa vyskytujú ešte viac na východ.

V tejto štúdii posudzovaná časť Žitného ostrova sa nachádza severozápadne od centra a v centre najväčšej priehlbne panvy.

Vlastná neogénna výplň panvy má najväčšiu mocnosť (asi 5000 m) v okolí Gabčíkova. Smerom k severozápadu staršie podložie rovnomerne stúpa (v okolí Hamuliakova je v hĺbke cca 3000 m a smerom k Bratislave z jeho mocnosti ešte viac ubúda).

Podľa J a n á ě k a (20) v celkovej mocnosti neogénnej výplne majú prevahu sedimenty

pliocénu, panónu, pontu a levantu, lebo hlavné obdobie vývoja Podunajskej panvy začína pliocénom.

Z hľadiska hydrogeologického pre danú úlohu sú najvýznamnejšie práve horniny uvedených jednotlivých stratigrafických stupňov.

Najviac rozšíreným a najmocnejším súvrstvom v panve je pliocén, ktorý sa tu vyskytuje o mocnosti až 2800 m. Pliocén je najviac zastúpený horninami panónu, ktorého vývoj súvrství nie je jednotný v celej panve. Na spodu má sivé vápnité íly, miestami s pieskami, ale vyskytujú sa v ňom i drobné štrky. Vo vyšších polohách prevládajú piesčité íly a piesky. Najvrchnejší oddiel panónu tvorí plytkovodná uhoľná séria s pestrým ílovitým vývojom.

Vývoj pontu je značne jednotný. Prevládajú v ňom pestré íly, v menšej miere vápnité íly, ktoré sú hnedo a žltohnedo škvrnité. Piesky sa vyskytujú málo a netvoría súvislé polohy.

Pri konečnom štádiu vlastnej pontskej regresie sedimentovala v panve séria gabčíkovských pieskov, charakterizovaná pieskami, drobnými štrkami a v menšej miere tiež vrstvami a šošovkami ílu.

Najmladšími členmi výplne panvy sú štrkové a piesčité uloženiny levantu až kvartéru, ktorých mocnosť je až 300 m, tzv. dunajské štrky. V okolí Kolárova je ich ekvivalentom „kolárovska formácia“, mocná asi 120–180 m, tvorená najmä pieskami a drobnými štrkami s bohatou prímiesou ílovitých pieskov, konkrécií a preplástkov ílov.

Podrobnejší geologický výskum Žitného ostrova sa uskutočnil až v rámci inžiniersko-geologického a hydrogeologického výskumu pre sústavu vodných diel na Dunaji, v rámci ktorého sa uskutočnil aj tektonický výskum pomocou hlbokých vrto. Výskumné práce dokázali, že najmladšie súvrstvie kvartér + levant nie je možné stratigraficky rozčleniť. Tvorí 300 m mocný komplex dunajských štrkov, ktorý leží na súvrství „gabčíkovských pieskov“. Súvrstvie gabčíkovských pieskov je tiež cca 300 m.

Pre daný problém tejto štúdie sú najvýznamnejšie „dunajské štrky“ kvartéru + levantu. Ako je vyššie uvedené, je to cca 300 m mocné súvrstvie štrkov, štrkov s pieskami, pieskov so štrkom a s polohami vápnitých ílov, rozkladajúcich sa na pravom i ľavom brehu Dunaja. Materiálové zloženie štrkových okruhliakov a piesčitých zrn série dunajských štrkov je rozdielne od pieskov série „gabčíkovských pieskov“. Dunajské štrky sú pravidelne hrubé až veľmi hrubé, veľkosť okruhliakov 10–17 cm, štrčky gabčíkovských pieskov sú vždy drobné, len zriedka strednozrnité. Dunajské štrky majú farbu zrn hrdzavohnedú až hnedožltú, gabčíkovské piesky sú sivé až zelenosivé. V petrografickom zložení zrn štrkov do hĺbky cca 150 m prevládajú: kremeň, metamorfne a sedimentárne kremence – až 80 % celkového množstva. V ďalších 20 % sú zastúpené silicity rôzneho typu so sivým a hnedým zafarbením. Vzácne sa vyskytujú aj čierne a červené rádiolarity, ďalej sú to vápence, dolomitické vápence, rôzne typy kryštalických bridlíc a pieskovce.

Najnovšie výskumy dokázali, že dunajské štrky a podložné gabčíkovské piesky tvoria jediný, v centre panvy až 600 m mocný hydrogeologický horizont.

3. HYDROGEOLOGICKÉ POMERY ŠTUDOVANÉHO ÚZEMIA A REŽIM PODZEMNÝCH VŮD

Územie hydrologicky patrí do povodia Dunaja, hydrogeologicky do SZ oblasti tzv. „gabčíkovskej priehlbne“.

Žitný ostrov, ako celok, sa na základe najmä morfologických znakov radil v predoš-

lých prácach mnohých hydrogeológov, hydrológov a geomorfológov do jedného hydrogeologického celku — oblasti. Bolo to jednoduché, pretože územie bolo a je ohraničené Malým Dunajom a Dunajom od Vlčieho hrdla až po Komárno.

Ak máme dnes spresňovať regionalizačné členenie dunajského územia, musíme vychádzať z jeho geografického prostredia, zvodnenia a režimu podzemných vôd. Všetky uvedené faktory, ktoré pokladáme za základné, musia sa stať najmä v podmienkach Malej Podunajskej nížiny ako neogénnej panvy s mohutnou výplňou zvodnených štrkov a pieskov a s obrovským množstvom statických i dynamických zásob podzemných vôd, kritériom pre vyčlenenie samostatnej regionálnej, hydrologickej a hydrogeologickej oblasti.

Podzemné vody celého územia Žitného ostrova sú pod vplyvom Dunaja buď priamo, alebo nepriamo prostredníctvom Malého Dunaja. Z výsledkov najrôznejších výskumov vieme, že hlavné koryto (a v minulosti ich bolo viac) putovalo po celom Žitnom ostrove a po väčšej časti Malej Podunajskej nížiny tak na československom, ako aj na maďarskom území. Význam korýt a ramien Dunaja sa menil pod vplyvom prítokových množstiev, budovania agradačných valov, akumulácie splavenín, tektonicko-seizmických pochodov, klimatických zmien a celého radu známych i neznámych prírodných faktorov.

Tak sa stalo, že raz bolo hlavným korytom Dunaja i koryto terajšieho Malého Dunaja, a že Dunaj tiekol i vyššie na sever a severovýchod od svojej dnešnej hranice. Na druhej strane to dokazuje, že i riečna sieť jeho prítokov menila miesta svojho vyústenia, či už do koryta alebo ramien Dunaja a či do jazier a močarísk, ktorými bolo pokryté územie celej, i maďarskej časti Podunajskej nížiny. Prítom rieky Litava a Ráb prinášali do Podunajskej nížiny sedimentačný materiál totožný s dunajským a akumulovali ho rovnako do neogénnej panvy, ako Dunaj.

Geologická a tektonická stavba Žitného ostrova, teda v centrálnej časti Podunajskej nížiny, nie je jednotná. Pokiaľ kvartérne sedimenty na území Bratislavy a Petržalky majú mocnosť 10—12 m, v ich okrajových častiach sa ich mocnosť zväčšuje na 15 až 18 m. Smerom do stredu Žitného ostrova zväčšuje sa mocnosť kvartérnych sedimentov pod vplyvom tektonických javov a vytvárania neogénnej priehlbne. Podloží kvartéru v oblasti podkarpatskej sú sedimenty vrchného panónu, v oblasti neogénnej priehlbne prevažne sedimenty levantu a pontu. Levantské sedimenty predstavujú fáciu sedimentov sypkých a tvoria so sypkými sedimentami kvartéru jeden mocný zvodnený komplex s voľnou hladinou podzemnej vody. Tento zvodnený komplex kvartérno-levantský (20) dosahuje najväčšiu mocnosť v oblasti Gabčíkova a Baky, 520—600 m — najhlbšia časť depresie. Na jeho geologickej stavbe zúčastňujú sa štrky a piesky v najrôznejších polohách, vrstvách a striedaniach, často úplne nezákonité a lokálne úplne rozdielne čo do mocnosti polôh a ich granulometrickej hodnoty. A práve táto polycyklická (balíková) štruktúra nie je výsledkom len činnosti Dunaja, ale i jeho prítokov a tektonických pochodov, ktoré podmieňovali sústavné poklesávanie komárňanskej panvy a jej plnenie štrkami a pieskami práve v takom poradí, v akom ich dnes poznáme.

Hlavná gabčíkovská priehľbeň je tektonicky ohraničená zlomovými líniami, na severe sládkovičovskou a na juhovýchode líniou Kližskej Nemej. Podľa najnovších výskumov boli v blízkom okolí Gabčíkova dokázané dve tektonické línie: západná a východná (20, 21, 22). Vrchný neogén, ktorý vo vývoji ílov v okolí Podunajských Biskupíc prudko klesá k juhu a k juhozápadu do hĺbky, vystupuje znova k povrchu na 10—12 m pod terén na elevácii (hrasti) v Kližskej Nemej (23).

Územie gabčíkovskej priehlbne dávame pre jeho špecifickosť geologickej stavby, veľké množstvo akumulovanej vody vo forme statických zásob a špecifický režim podzem-

ných vôd do samostatnej regionalizačnej hydrogeologickej oblasti, do ktorej nutne musíme priradovať aj územie na maďarskej strane, lebo tvorí s našim územím jeden regionalizačný hydrogeologický celok.

Východné, juhovýchodné a severné ohraničenie gabčíkovskej depresie zatiaľ ešte presne nepoznáme, no na základe doteraz urobeného prieskumu predpokladáme jeho centrálnu časť v smere Gabčíkovo-Baka, za stáleho znižovania mocnosti zvodneného komplexu kvartérno-levantského súvrstvia smerom k Malému Dunaju. Na východ a severovýchod splyva spolu s „kolárovskými vrstvami“ reprezentovanými levantskými pieskami.

V hydrogeologickej regionálnej oblasti gabčíkovskej depresie je režim podzemných vôd závislý od nasledovných činiteľov:

1. prietoky v koryte Dunaja a Malého Dunaja,
2. zrážky,
3. ostatné vplyvy.

V zhode so skutočnými prírodnými pomermi môžeme na Žitnom ostrove vyčleniť 3 rajóny s rozdielnym režimom podzemných vôd:

- a) oblasť priečnej zóny, kde sa prejavuje sústavný vplyv riek,
- b) oblasť zmiešaná — vplyv rieky, zrážok a prítokov zo susedných území,
- c) oblasť (v centrálnej časti Žitného ostrova), kde sa režim podzemných vôd formuje zreteľne aj pod vplyvom zrážok.

Novšie výskumy územia a režimu podzemných vôd, najmä v gabčíkovskej depresii sprispeňujú dynamiku podzemných vôd a ich režim, ktorý je podstatne zložitejší, ako sme sa doteraz domnievali. Tlakové zmeny vyvolávané veľkým množstvom vody, mocnosťou vodného stĺpca a nerovnomernou plošnou i vertikálnou rozloženosťou rôzne zvodnených sedimentov (granulometrická rozdielnosť) vytvárajú 2 dynamické režimy — povrchový a hĺbkový. Povrchový režim má všetky znaky a zákonitosti režimu obyčajných podzemných vôd kvartérnych náplavav riek, tak, ako ho už v minulosti spracovali niektorí autori. Táto zákonitosť je však zonálne viazaná a obmedzená na mocnosť zvodnených horizontov. V pomeroch gabčíkovskej depresie je to maximálne do hĺbky 30 m. Nižšie sa prejavuje vplyv hĺbkového režimu so všetkými svojimi dynamickými znakmi.

V okolí Šamorína počas povodne r. 1961 z piezometra, osadeného v hĺbke 260 m, tiekla voda už o 20 hodín prv, ako z piezometra, osadeného v hĺbke 16 m. K tomuto problému sa vrátíme v niektorom z budúcich čísiel Geografického časopisu.

Celý Žitný ostrov predstavuje so svojimi zvodnenými náplavami nádrž podzemných vôd s akumuláciou vyše 10 miliárd m³ vody pomerne dobrej kvality. Dynamický prietok profilom Žitného ostrova sa udáva cca 8 m³/s vody.

Ako sme už spomenuli, Dunaj tečie so svojim korytom a mnohými svojimi ramenami v úseku Bratislava-Gabčíkovo vysoko nad hladinou podzemných vôd, a teda jeho vody počas povodní, ako aj pri nízkych stavoch neustále dopĺňujú zásoby podzemných vôd územia po oboch stranách. V okolí Gabčíkova až Palkovičova sú obe hladiny takmer na rovnakej úrovni, takže výška hladiny podzemnej vody je hydrologicky viazaná na prietochných množstvách v koryte Dunaja a prítokoch podzemných vôd z vyššej časti Žitného ostrova. Táto zákonitosť potom platí na celom ďalšom území v úseku Dunaja až po Chľabu. Uvedené vysunuté „hrebeňové“ postavenie koryta Dunaja nad okolitou hladinou podzemnej vody je pre Žitný ostrov mimoriadne dôležité. Pod jeho vplyvom sa zásoby podzemných vôd na území ostrova zväčšujú, prípadne znižujú.

Vplyv Dunaja, i keď je rozhodujúci, neprejavuje sa na celom území rovnako. Naj-

viac sa uplatňuje samozrejme bezprostredne pozdĺž koryta — jasná pririečna zóna a potom takmer v celej hornej časti ostrova. Tu majú podzemné vody spočiatku spád k Malému Dunaju a v priestore Vajnory — Ivánka sa postupne skrúcajú na východ až na juhovýchod.

Podzemné vody pod vplyvom gravitácie a hydrodynamických zákonitostí „tečú“ priepustnými vrstvami profilom Žitného ostrova a zadržávajú sa až na tektonickej línii vyzdvihnutej neogénnej kryhy pred Kližskou Nemou.

Veľká časť podzemných vôd tečúcich z hornej časti ostrova do jeho stredu a ďalej na východ sa vracia do Dunaja prostredníctvom Malého Dunaja a odvodňovacími kanálmi prostredníctvom prečerpávacích staníc.

Vplyv zrážok na podzemné vody tiež nemožno zanedbať; prejavujú sa najmä vo vnútorných častiach ostrova. V horných častiach ostrova je dokázaný vplyv prítoku podzemných vôd z Malých Karpát a aj vysoké vody Váhu môžu v hydrologicky priaznivom období na východnej strane územia načas prerušiť odtok podzemných vôd z ostrova a vzduť i vodu v koryte Malého Dunaja. Stretnutie dvoch veľkých povodňových vôd na Dunaji a Váhu v Komárne môže mať katastrofálne následky, čo sme poznali aj pri povodni r. 1965.

Hĺbkla hladiny podzemnej vody pod terénom sa v hornej časti gabčíkovej depresie pohybuje okolo 4,5—7,0 m, v strednej časti až po Dunajskú Stredú okolo 4,0 m, v dolnej časti a všade pozdĺž Dunaja 0—2—4 m pod terénom.

Spád hladiny podzemnej vody je v hornej časti ostrova niekoľkokrát väčší ako v dolnej. Keď uvážime, že priepustnosť zvodnených materiálov v osi ostrova postupne klesá smerom na východ, jasne vidíme, že podzemný prítok z hornej časti ostrova je väčší, ako je dolná časť územia schopná prijať. Tento stav spolu s geologickými prekážkami (neogénna kryha Kližskej Nemej) spôsobuje zdúvanie hladiny podzemnej vody a lom spádu v okolí Čalova a Okoča, kde pred vybudovaním drenážnych kanálov bývali rozsiahle močariská.

Zvodnený materiál vzhľadom na režim podzemných vôd najvýstižnejšie charakterizuje filtračný súčiniteľ „ k_f “. V pomeroch gabčíkovej priehlbne bol vzhľadom na projektovanú výstavbu vodných diel mnohokrát určovaný. Ak berieme do úvahy komplex zvodneného súvrstvia môžeme vzhľadom na filtračný súčiniteľ vymedziť viac rajónov (5, 22).

Pri hodnotení zvodnených materiálov územia gabčíkovej depresie určili sme vzhľadom na výstavbu plánovaných vodných diel zvlášť hodnotu „ k_f “ pre štrky, zvlášť pre štrky s pieskom a pre piesky a zostavili sme graf hodnôt „ k_f “ na základe prímеси pieskov s frakciou zrn do 2 mm podľa kriviek zrnitosti.

Hodnotu súčiniteľa filtrácie pre dunajské štrky a piesky sme na základe dlhoročných výskumov stanovili nasledovne (23):

štrky	$k_f = 3 - 5,10^{-3} \text{ m/s}$
štrky s pieskom	$k_f = 8,10^{-4} \text{ až } 3,10^{-3} \text{ m/s}$
štrky piesčité	$k_f = 6 - 8,10^{-4} \text{ m/s}$
piesok	$k_f = 5,10^{-5} - 6,10^{-4} \text{ m/s}$

Vzhľadom na vertikálne členenie komplexu súvrstia, určili sme pre usadeniny dunajských štrkopieskov do hĺbky 30 m priemernú hodnotu k_f $3,10^{-3} \text{ m/s}$, pod hĺbkou 30 m k_f $2 - 8,10^{-4} \text{ m/s}$ (23).

Pri pokusnom zisťovaní anizotropie určili sme jej hodnotu 2—4.

Režimom podzemných vôd Žitného ostrova sa zaoberali mnohí pracovníci rôznych

výskumných ústavov. Skúmal sa režim podzemných vôd, najmä v prirodzenom stave a z výsledkov sa robili teoretické uzávery, ako prognózy zmien režimu podzemných vôd pre vybudovanie drenážnych a odvodňovacích kanálov a najmä pre výstavbu vodných diel na Dunaji.

Poznatky o súčasnom režime podzemných vôd sú podrobne spracované najmä v prácach D. Dubu, V. Háleka, D. Gyalokaya, M. Lehkého, M. Bartolčíča a pracovníkov IGHP (8, 9, 10).

Na území Žitného ostrova môžeme na základe režimu podzemných vôd vyčleniť tri základné smery. Prvý je takmer rovnobežný s Dunajom, postupuje JV smerom cez Žitný ostrov. Jeho hlavnou napájajúcou oblasťou je úsek Dunaja pod Bratislavou medzi r. km 1866 až 1849. V závislosti od vodných stavov Dunaja sa vypočítala brehová infiltrácia do územia od najnižších do najvyšších stavov 100–400 l/s na 1 km brehovej čiary, potažne 2–8 m³/s na celom úseku. Uvádza sa, že z daného množstva priteká na dolnú časť Žitného ostrova iba 0,8–0,8 m³/s, ostatok je odvodňovaný hlavne Malým Dunajom, odvodňovacími kanálmi a úhrnným výparom.

Druhý hlavný prúd postupuje takmer rovnobežne s Malým Dunajom po jeho severnej strane. Tento je doplnený Dunajom na krátkom úseku na území Bratislavy, ďalej priemerným prítokom z Malých Karpát a pri vysokých vodách aj Malým Dunajom.

Tretí hlavný prúd podzemných vôd tečie zo severu dolinou Váhu a medziriečia. Jeho celkový prítok v oblasti obce Zemné je asi 0,15 m³/s.

Všetky tri základné prúdy podzemných vôd sa stretávajú v dolnej časti Žitného ostrova a na území medzi Malým Dunajom, Váhom a Nitrou.

Základná zvláštnosť režimu prúdenia podzemných vôd na území Žitného ostrova je v tom, že podzemné vody vo svojom vertikálnom rozložení vytvárajú obrovské množstvá statických zásob a len ich vrchná časť do hĺbky 15–20 m sa dynamicky mení a pri všetkých vodných stavoch ju dopĺňa brehová infiltrácia z Dunaja.

4. CHEMIZMUS PODZEMNÝCH VÔD

Z výsledkov doterajších hydrochemických výskumov podzemných vôd na Žitnom ostrove možno vyvodíť, že kvalita podzemných vôd v prírodnej zóne Dunaja sa mení v rozsahu, ktorý je v relácii k hydrologickému režimu povrchových a podzemných vôd a geologickému prostrediu.

Pri hydrochemickom hodnotení podzemných vôd skúmaných oblastí v tejto štúdií vychádzame najmä z výskumov Výskumného ústavu vodohospodárskeho v Bratislave a z prác Inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu, závodu v Bratislave. R. J a c k o — VÚV Bratislava (18, 19) hodnotí charakter vôd na Žitnom ostrove, ktoré sú prevažne bikarbonáto-vápenatého typu na základe šiestich prevládajúcich iónov: HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ a do klasifikácie zaraďuje aj anión NO₃⁻. Zistil, že tieto vody ďalej prechádzajú k typu vôd bikarbonáto-horečnatému, prípadne k typu prechodnému a miestami až zmiešanému. Tieto uzávery boli potvrdené aj ďalšími hydrogeologickými prácami P a v ú r a, B u j a l k u a P o r u b s k é h o (5, 21, 30).

Vody pravého bikarbonáto-vápenatého typu vystupujú okrem oblasti infiltrácie v hornej a strednej časti Žitného ostrova aj vo vodách vnútorných oblastí v hornej a strednej časti územia.

V tejto štúdií sa navrhuje za zberné územie podzemných vôd oblasť medzi obcami Jánošíkovo-Kalinkovo-Hamuliakovo, ktoré po stránke hydrologickej sú v priestore mie-

šania vôd, infiltrovaných z Dunaja a vôd, pritekajúcich z vnútra Žitného ostrova. Prevláda však vplyv Dunaja.

Staršie hydrochemické výskumy nehodnotili podzemné vody príručnej zóny Dunaja priam najlepšie. Štúdie do roku 1962 zaraďujú priečnu zónu do oblasti málo vyhovujúcej pre pitné vody a vnútornú časť Žitného ostrova do oblasti vyhovujúcej (16, 17). Staršie práce vychádzali väčšinou zo vzoriek vody domových studní, ktoré podliehali priamym vplyvom svojho okolia a len v menšej miere zo studní s hĺbkovým odberom vody. Novšie rozborové vychádzajú práve zo vzoriek hlbších polôh, 20–25 m a prinášajú priaznivejšie výsledky, najmä zmenou doterajšieho názoru na kvalitu podzemných vôd príručnej zóny.

Počas hydrogeologických výskumov na veľkopolokse Gabčíkovo a najmä pre plánovaný chemický závod pod Šamorinom, oba v príručnej zóne Dunaja, sa zistilo, že vody vyhovujú pre pitné ciele i bez ďalších úprav (19, 38). Ich chemizmus sa menil už počas krátkodobých čerpacích skúšok. Nastal pokles minerálnych látok z 513 mg/l na 390 mg/l v hĺbke 33–40 m. Pokles mineralizácie nastal najmä poklesom obsahu síranov, chloridov a dusičnanov, alkálií a alkalických zemín. Uvedené výsledky potvrdila aj dlhodobá čerpacia skúška.

Z hydrochemického hľadiska sú všetky vody slabo zásadité, stredne mineralizované, dosť tvrdé. Celková tvrdosť vôd môže byť 12–18 °nem. Tvorí ju najmä tvrdosť prechodná, t. j. bikarbonáty alkalických zemín a v menšej miere tiež tvrdosť stála, reprezentovaná síranmi a chloridmi vápnika a horčíka a pri vodách, ktorých pH je 7,7 aj karbonáty horčíka.

Kontaminované látky organického pôvodu a indikátory znečistenia (amoniak, dusitany) sa čerpacou skúškou znižovali a už v desiaty deň vyhovovali smerným číslam. Obsah sírovodíka sa vyskytuje len lokálne. Voľný kyslíčnik uhličitý je iba vo forme príslušného kyslíčnika uhličitého a nie je agresívny voči betónu, ani železu.

Podzemné vody v priamej príručnej zóne Dunaja v hornej a strednej časti Žitného ostrova majú z hľadiska svojej kvality optimálne parametre pre vodárenské využívanie za podmienok, že v záujmových oblastiach budú urobené všetky opatrenia na vylúčenie akýchkoľvek vplyvov sekundárneho znečistenia. V tejto oblasti možno nateraz rámcovo odporúčať pre vodárenské oblasti územia, ktoré sa budú nachádzať mimo inundačného územia a od rieky budú vzdialené aspoň 500 m.

V hlbších polohách zvodneného štrkového a piesčitého prostredia sa očakáva ešte priaznivejšia kvalita podzemných vôd, ktorá menej podlieha sekundárnym vplyvom znečistenia.

5. VODNÉ ZDROJE PRIPRAVOVANÉ A VYUŽÍVANÉ

Na území Žitného ostrova a prilahlých územiach na ľavej strane Malého Dunaja bolo doteraz vybudovaných a je zachytených viac významných vodných zdrojov. Mnohé z týchto vodných zdrojov s kvalitnou podzemnou vodou už zásobujú obyvateľstvo dobrou pitnou vodou a prinášajú mnohoraký úžitok nášmu národnému hospodárstvu a potrebám ľudu. Z konkrétnych lokalít, ktoré majú najväčší význam pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou sú:

II. vodný zdroj Bratislavy, pre ktorý je vybudovaných šesť širokoprofilových studní v území južne od Podunajských Biskupíc s celkovou dokumentovanou výdatnosťou 1200 l/s; Bernolákovo-bažantnica, vítaná studňa s výdatnosťou až do 100 l/s; Senec, vítané studne severne od mesta (plánuje sa ich rozšírenie v území južne od mesta)

s celkovou výdatnosťou 200 l/s; Miloslavov, vítaná studňa s celkovou výdatnosťou 100 l/s, Kalinkovo-Hamuliakovo, vítaná studňa s výdatnosťou 40 l/s (podľa potreby sa tu môžu vybudovať studne s celkovou kapacitou aj 1000 l/s dobrej kvalitatnej pitnej vody; Šamorín, vítané studne pre miestny vodovod o výdatnosti 60 l/s (v oblasti Šamorína je hydrogeologickým prieskumom dokázaná výdatnosť územia až 3000 l/s, pomerne kvalitatnej vody; Tonkovce — Vojtechovce, vítaná studňa s výdatnosťou 133 l/s; Nový Život — Eliašovce, vítaná studňa s výdatnosťou 50 l/s; Zlaté Klasy, vítaná studňa s výdatnosťou 70 l/s, Štvrtok na Ostrove — Sklenárovo, vítaná studňa s 85 l/s; Lehnice, vítaná studňa s výdatnosťou 70 l/s; Dunajská Streda, vítané studne vybudované a zapojené na vodovod s plánovanou výdatnosťou 150 l/s; Jelka, ukončený hydrogeologický výskum pre skupinový vodovod až do Nitry o celkovej možnej kapacite 1500 l/s, z ktorých pre obavu znečistenia sa odporúča odoberať len 700 l/s; Gabčíkovo, vítané studne s plánovanou kapacitou 2000 l/s.

Na podklade podrobných hydrologických a hydrogeologických výskumov sa spresňuje veľkolepá koncepcia skupinových vodovodov, ktoré po prvýkrát boli naznačené v technicko-ekonomickej koncepcii rozvoja zdravotne-vodohospodárskych stavieb na západnom Slovensku, vypracovanej v roku 1966 (23). V tejto koncepcii sa plánuje a navrhuje transportovať pitnú vodu z oblasti s dostatočným množstvom nezávadnej podzemnej vody, konkrétne z hornej časti Žitného ostrova, do oblasti s nedostatkami vody, alebo so zlou vodou.

Podľa uvedenej koncepcie počíta sa odberom podzemných vôd, najmä z lokalít Jelka, Šamorín, Lehnice, Gabčíkovo, zásobovať celé západné Slovensko, ohraničené južne Dunajom a mestami: Štúrovo, Tlmače, Nitra a Galanta. Týmto vodným zdrojom sa má bez potreby úpravy do roku 2000 zásobovať celkom asi 130 miest a dedín, s úhrnným počtom obyvateľov cca 500 000. Množstvo vody, ktoré sa má odoberať predstavuje zatiaľ 3500 l/s.

Doplňujúce vodné zdroje II. bratislavského vodovodu sa tiež budú orientovať na juhozápadné územie od Podunajských Biskupíc smerom k pririečnej zóne Dunaja. CHZJD v Bratislave už dávno odoberajú z Vlčieho Hrdla kvalitatnú podzemnú vodu o výdatnosti asi 600 až 1000 l/s.

Všetky uvedené vodné zdroje a všetky zásoby podzemných vôd Žitného ostrova s priľahlým územím sa začínajú teraz kvalitatívne zhoršovať a mnohé z nich sú už sekundárnymi vplyvmi človeka natoľko kontaminované, že sa na pitie nemôžu používať. Ak dopustíme ich ďalšie znečisťovanie rozširovaním a výstavbou nových závodov, najmä chemických a petrochemických, môžu všetci odborníci vodného hospodárstva zodpovedne prehlásiť, že podzemné vody Žitného ostrova sa pre vodné hospodárstvo nezachránia, čím vzniknú národnému hospodárstvu škody, ktoré nemôže nahradiť nijaký i čo najdôležitejší závod.

6. ZDROJE A VPLYVY ZNEČISTENIA

Hlavným zdrojom podzemných vôd Žitného ostrova, ako sme už dokázali, je rieka Dunaj. Na druhej strane sa však Dunaj ako veľký recipient využíva aj na vypúšťanie veľmi nedostatočne alebo vôbec nečistených odpadových vôd zo sídlisk, priemyselných a poľnohospodársko-potravinárskych závodov, čím sa môže obrovský zdroj doplňovania zásob podzemných vôd stať aj zdrojom znečisťovania zásob podzemných vôd.

Malý Dunaj, ktorý odoberá z hlavného toku vodu pre svoj prietok, je doplňovaný

veľkým množstvom odpadových vôd najmä v oblasti mesta Bratislavy, a tak sa stáva jedným z hlavných zdrojov znečisťovania podzemných vôd.

Slovnaft, ako výrobca petrolejárskych produktov a spracovávateľ ropy, je veľkým znečisťovateľom podzemných vôd priamo v areáli svojho závodu a nepriamo prostredníctvom Malého Dunaja, do ktorého vypúšťa chladiarenské vody.

Ďalším kvantitatívnym veľkým znečisťovateľom podzemných vôd sú CHZJD, ktoré vo svojej blízkosti znehodnotili podzemné vody ďaleko za hranicu použiteľnosti. Sekundárny vplyv ich odpadových vôd sa prejavuje v celej oblasti Malého Dunaja po oboch jeho stranách.

Zdrojmi znečisťovania povrchových a podzemných vôd je celý rad najrôznejších bratislavských fabrík a komunálnych závodov, ktoré tu pre ich množstvo nebudeme citovať. Kvalitu podzemných vôd zhoršuje aj intenzívne používanie umelých hnojív a pesticídov v poľnohospodárstve a vo vinohradníctve.

Zvláštnym problémom znečisťovania Dunaja sú oleje, ktoré k nám prinášajú vody Dunaja z rakúskeho územia a vody Moravy. Hladina vody Dunaja nimi býva niekedy pokrytá na 10—80 %. Prasknutie ropovodu alebo akákoľvek havária na jeho potrubí, mala by priam katastrofálne následky na kvalitu podzemných vôd po celej jeho trase.

Medzi potenciálne zdroje znečistenia treba rátať tiež odpadové a splaškové vody mestskej kanalizácie, najmä jej zberačov, ktoré vyúsťujú do Malého Dunaja. Všetky odpadové vody, vtekajúce do Malého Dunaja znečisťujú jeho vodu až na neprípustnú mieru IV. triedy čistoty. Vplyvmi odpadových a priesakových vôd do vôd podzemných, nemení sa len základné fyzikálno-chemické zloženie vody, ale táto sa obohacuje zložkami, ktoré sú v rozpore s ČSN pre pitné účely. Zmena kvality podzemných vôd sa môže uplatniť v zmene:

1. organoleptických vlastností,
2. fyzikálneho stavu vody,
3. chemického zloženia,
4. osídlenia mikrobiálnej flóry a fauny.

Z hľadiska využiteľnosti podzemných vôd západného Slovenska pre pitné účely môže mať toto nepriaznivé zloženie z hľadiska prirodzených účinkov, alebo zásahov veľmi neprijemné následky. Znečisťovanie podzemných vôd je o to nebezpečnejšie, že znečisťovacie látky sa šíria pod vplyvmi hydrodynamiky v smere spádu podzemných vôd a zamorujú celé široké okolie a môžu z používania podzemných vôd vyradiť celé oblasti. Markantným príkladom znehodnocovania podzemných vôd produktami fabrických znečistení sú podzemné vody oblasti II. vodného zdroja Bratislavy. V tejto oblasti sa sleduje kvalita podzemných vôd už vyše štyroch rokov. V plnej miere sa prejavil najmä vplyv znečisťovania zo strany Slovnaftu. Ako príklad uvediem kvalitatívne ukazovatele zo studne I a zo studne IV (10):

Studňa I.

Dátum	1964—65	1969
Zápach	bez	zemitý
Celková tvrdosť °N	20,4	36,0
Oxidovateľnosť mg O ₂ /l	0,3	1,4
Chloridy Cl mg/l	23,3	73,0
Sirany SO ₄ , mg/l	77,5	379,2

Dusičnany NO ₃ , mg/l	24,0	30,0
Sodík Na mg/l	13,0	90,0
Draslík K mg/l	5,4	8,3

Studňa IV.

Dátum	1967	1969
Zápach	bez	silné ropné produkty
Celková tvrdosť °N	25,4	32,0
Oxidovateľnosť mg O ₂ /l	0,3	2,0
Chloridy Cl mg/l	41,3	70,0
Sírany SO ₄ mg/l	76,8	258,2
Dusičnany NO ₃ mg/l	40,0	49,0
Sodík Na mg/l	13,2	63,0
Draslík K mg/l	6,0	6,6

Z uvedených príkladov vidieť, že sa neprejavil len vplyv Slovnaftu, ale i CHZJD.

7. POTREBA ZÁKONNEJ OCHRANY PODZEMNÝCH VÔD A NÁVRH OPATRENÍ

Pre zlepšenie kvality vody v Dunaji a v Malom Dunaji sa navrhuje nadviazať kontakty s vodohospodármi Rakúska a žiadať dodržiavanie medzinárodných noriem čistoty vodných tokov. Treba prešetriť a zistiť hlavné zdroje znečisťovania toku rieky Moravy na území mimo Slovenska.

V záujme zastavenia nepriaznivých vplyvov na podzemné vody zo strany ovplyvňovateľov (zdrojov znečistenia) treba uskutočniť mnohé opatrenia (10), z ktorých primárne sú:

1. Pripraviť a vybudovať ústrednú kanalizačnú čistiareň mesta Bratislavy.
2. Vybudovať v areáli CHZJD Bratislava čistiareň odpadových vôd s takou technológiou, ktorá eliminuje látky nepriaznivo vplyvajúce na materiál odpadovej stoky a ktorá upraví odpadové vody závodu na kvalitu vôd v recipiente.
3. Zabezpečiť prípravu a realizáciu náhradného odpadového kanálu CHZJD do Dunaja včítane objektov, aby sa zamedzilo dočasnému havarijnému vypúšťaniu odpadových vôd do Malého Dunaja.
4. V závode Slovnaft vybudovať účinný lapač olejov aj chladiacich vôd a tieto vyústiť do Dunaja spolu so všetkými odpadovými vodami, ktoré sú v súčasnosti zaústené do Malého Dunaja.
5. Uskutočniť v bratislavských závodoch podrobnú revíziu a realizovať všetky opatrenia na zamedzenie účinkov prípadných havárií závodných potrubí, cisternových vozov atď.
6. Zabezpečiť kvalitné čistenie odpadových vôd zo všetkých závodov v Bratislave i na jej okolí, ktoré znehodnocujú a znečisťujú povrchové vody na širšom okolí (Malý Dunaj, Čierna Voda, i menšie potoky a potôčky).
7. Nepripustiť výstavbu chemického kombinátu, ktorého výstavba sa plánuje v okolí Šamorína.

Realizácia tohto závodu môže vo veľmi krátkom čase znehodnotiť všetky podzemné vody Žitného ostrova. Tento závod s celou výstavbou navrhujeme presunúť do oblasti a bližšieho okolia Kližskej Nemej. V navrhovanom území vystupuje nepriepustný neo-

gén celkom blízko k povrchu terénu 10–15 m, čo je z hľadiska hydrogeologického i stavebno-technického veľmi priaznivé pre ochranu podzemných vôd.

8. Vypracovanie a schválenie ochranných rájónov pre podzemné vody Žitného ostrova a jeho okolia.

Predbežný návrh ochranných rájónov, zatiaľ len pre hornú časť Žitného ostrova a susedné územia, vypracovali pracovníci Západoslovenských vodární a kanalizácií v Bratislave (10) a nakoľko sa s ním stotožňujeme, preberáme ho i do tejto štúdie:

Z hľadiska zdravotno-vodohospodárskeho je potrebné vymedziť širšiu ochranu tohto územia a zaviesť také opatrenia, ktoré zabezpečia, že túto cennú zásobáreň vody budú môcť užívať i budúce generácie:

1. Územie, ohraničené z juhu, od mesta Bratislavy, tokom Dunaj, až po obec Topolovec, odtiaľ smerom severným cez obec Pastuchy Padáň, D. Bar po obec Jahodnú, na severe v úrovni obcí Č. Voda, V. Úľany, Senec, Bernolákovo, Jur pri Bratislave, Rača a opäť Bratislava, včítane tokov Dunaj, Morava, Malý Dunaj, Čierna Voda, Šúrsky kanál, vyhlásiť za širšie ochranné pásmo vodných zdrojov západnej časti Žitného ostrova.

2. Vyriešiť otázku príslušnosti hraničných tokov Dunaja a Moravy a urýchlene vykonať rokovania s rakúskou stranou, ako aj s kompetentnými orgánmi ČSR vo veci zlepšenia kvality vody v týchto tokoch dôsledným budovaním nových a prevádzkovaním jestvujúcich čistiarenských zariadení pre odpad vody, ktoré sa vypúšťajú do týchto tokov.

3. Nesúhlasí v širšom ochrannom pásme s budovaním priemyslu, ktorý by mohol svojimi výrobkami, resp. technologickým procesom a spôsobom výroby ohrozovať kvalitu pitných vôd. Z toho dôvodu treba každú žiadosť o výstavbu takého závodu podrobne preskúmať, prekonzultovať s odbornými orgánmi, organizáciami a inštitúciami a v prípade nejednoznačných názorov žiadať komisiu o jej posúdenie.

4. Požiadat prevádzkára ropovodu, ktorý prechádza časťou záujmového územia o vypracovanie takých opatrení a prevádzkového poriadku, ktorými je možné vykonať v prípade havárie účinný zásah a zamedziť znehodnotenie podzemných vôd ropou alebo ropnými produktami. Prevádzkový poriadok vypracovaný z týchto hľadísk by mali posúdiť aj vodohospodári.

5. Keďže bude potrebné okolo už konkrétnych vodných zdrojov v budúcnosti vytvoriť aj ochranné pásmo druhého stupňa s podstatne prísnejšími obmedzeniami ako pri širšom ochrannom pásme, treba, aby žiadateľ o povolenie výstavby zabezpečil vypracovanie prognózy na uváženie konkrétnych lokalít, z ktorých sa v budúcnosti bude odoberať väčšie množstvo vody. Je to potrebné preto, aby tieto mohli byť chránené a aby sa v ich ochranných pásmach mohli zariadiť všetky potrebné opatrenia.

Do redakcie došlo 6. 2. 1970

LITERATÚRA

1. Barta R., *Vodné dielo Dunaj — geofyzikálny prieskum*. Geofond, Bratislava 1964. —
2. Bindemann N. N., *Výpočty zásob podzemných vôd*. Moskva 1964. —
3. Bočever F. M., Verigin N. N., *Metodická príručka pre výpočty exploatačných zásob podzemných vôd pre vodohospodárstvo*. Moskva 1966. —
4. Buday T., Cambel B., *Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR, listy Bratislava a Čalovo, 1:200 000*, GÚDŠ, Bratislava 1962. —
5. Bujalka P., *Hydrogeologický prieskum na Žitnom ostrove*, Geofond, Bratislava 1959. —
6. Dlábač M., *Výskum vzťahov medzi tvarom povrchu a geologickou stavbou v oblasti*

Malaj Dunajskej nížiny. Geologické práce, zväz. 59, Bratislava 1959. — 7. Duba O., *Všeobecná hydroológia Slovenska*. SAV Bratislava, 1954. — 8. Duba D., *Súčasný režim spodných vôd v oblasti dolnej časti Žitného ostrova, dolného Váhu, Nitry a Žitavy*. Archív VÚVH, Bratislava 1959. — 9. Duba D., Gyalokay, Zajíček, Supek, *Súčasný režim podzemných vôd v oblasti Devín-Višegrad*. Archív VÚVH, Bratislava 1955. — 10. Elek T., Vavrová M., Lehky M., *Vodárenské územie západnej časti Žitného ostrova a prilahlých oblastí a návrh ich širších ochranných rájónov*, archív KOVAK-u, Bratislava 1969.

11. Gregor R., Hálek V., Jakubec L., Verfel J., *Niektoré skúsenosti z prípravy a priebehu pokusu na batérii hydraulicky nedokonalých studní pri Gabčíkove*, Inžinierske stavby č. 1, Praha 1968. — 12. Gyalokay D., Cabala D., *Veľkopokus zo širokoprilivových studní v Gabčíkove*. Geofond, Bratislava 1967. — 13. Hálek V., *Prognóza hladín podzemnej vody na Žitnom ostrove pre derivačnú variantu vodného diela na Dunaji*. Archív HDP, Bratislava 1965. — 14. Hlavatý Z., *Hydrogeologický prieskum pre vodný zdroj Chempik v Šamoríne*. Geofond Bratislava, 1967. — 15. Izsó J., *Oblasť holocénnej niivy Veľkého Žitného ostrova a k nej prilahlých častí*. Archív IGHP, Bratislava 1965. — 16. Jacko R., *Hydrochemická prognóza akosti podzemných vôd v prirečnej zóne Dunaja*. Archív VÚVH, Bratislava 1967. — 17. Jacko R., *Hydrochémia podzemných vôd v Podunajskej nížine*. Archív VÚVH, Bratislava 1962. — 18. Janáček J., *Tektonický výskum v oblasti vodného diela Dunaj*. Geofond, Bratislava 1967. — 19. Jakubec L., Porubský A., *Československý úsek Dunaja*. Geofond, Bratislava 1962. — 20. Jakubec L., *Filtračné poruchy čs. úseku Dunaja*. Archív, IGHP, Bratislava 1967.

21. Jakubec L., Porubský A., Vadovič R., Tichý Š., *Inžiniersko-geologický a hydrogeologický výskum pre vodné diela na Dunaji*. Geofond Bratislava. 1967. — 22. Kačerník E., *Inžiniersko-geologický prieskum pre HC Gabčíkovo*. Geofond Bratislava 1966. — 23. KOVAK Bratislava, *Plán vodohospodárskeho rozvoja Západoslovenského kraja*. Archív KOVAK-u Bratislava 1968. — 24. Kvitkovič J., Lukniš M., Mazúr E., *Geomorfológia a kvartér nížin Slovenska*. Geografický časopis ročn. 8, č. 4, Bratislava 1956. — Lukniš M., Mazúr E., *Geomorfologické regióny Žitného ostrova*. Geografický časopis ročn. 8, č. 2—3, Bratislava 1959. — 26. Porubský A., *Hydrogeologický výskum pre II. vodný zdroj Bratislavy*. Geofond, Bratislava 1958. — 27. Porubský A., *Podzemné vody neogénnych a kvartérnych usadenín Slovenska*. Geologické práce, správy 32, Bratislava 1964. — 28. Porubský A., *Hydrogeologické pomery čs. úseku Dunaja*. Prednáška na konferencii SAV, 1957. — 29. Porubský A., *Hydrogeologická štúdia pre skupinový vodovod Gabčíkovo*. Archív IGHP, Bratislava 1967. — 30. Porubský A., *Hydrogeologická štúdia pre náhradný II. vodný zdroj mesta Bratislavy*. Archív IGHP, Bratislava 1967.

31. Porubský A., *Hydroológia a geomorfológia dunajských ostrovov*. Geografický časopis, roč. 21, č. 1, Bratislava 1969. — 32. Porubský A., *Prehľad o vodnom bohatstve Slovenska*. Geografický časopis, roč. 21, č. 2, Bratislava 1969. — 33. Porubský A., *Termálne vody neogénu Podunajskej nížiny*. Geografický časopis, ročn. 22, č. 1, 1970. — 34. Sladký R., *Inžiniersko-geologický prieskum pre prívodný a odpadový kanál vodného diela na Dunaji*. Archív IGHP, Bratislava 1966. — 35. Štein F., *Návrh zásobovania vodou na Žitnom ostrove*. Archív VÚVH, Bratislava 1958. — 36. Vadovič R., Maľko J., *Správa pre vodné dielo Wolfthal*. Geofond, Bratislava 1958.

Anton Porubský

DIE HYDROLOGISCHE REGION DER SCHÜTTINSEL UND DER BEDARF EINES GESETZLICHEN SCHUTZES DER VORRÄTE IHRER UNTERIRDISCHEN GEWÄSSER

Das Gebiet der Schüttinsel und der anliegende Teil der Donautiefene befinden sich an der linken Seite der Donau zwischen Bratislava und Komárno. Die eigene Schüttinsel ist von dem Hauptfluss der Donau und von der Kleinen Donau begrenzt. Ihre Fläche ist 1620 km².

Hydrologisch wird das Gebiet in die Vertiefung von Gabčíkovo eingereicht, welche sich in ihrer Mitte befindet.

Der geologische und tektonische Bau der Schüttinsel (also des zentralen Teiles der Donautiefenebene) ist nicht einheitlich. Die Quartärsedimente haben in der Umgebung von Bratislava und Petržalka eine Mächtigkeit nur von 10–12 m. In der Richtung zum Zentrum des Beckens nehmen sie zu und direkt im Zentrum um Gabčíkovo erreicht ihre Mächtigkeit über 350 m. Hier sind sie auf den mit Wassermassen gefüllten Sanden und dem Feinschotter des Levant gelagert und bilden zusammen mit ihnen einen mit Wassermassen gefüllten Horizont von einer Mächtigkeit über 600 m.

Die Schüttinsel mit ihren Ablagerungen stellt einen riesigen Behälter unterirdischer Gewässer dar, mit einer Akkumulation von über 10 Milliarden m^3 statischer Vorräte unterirdischer Gewässer einer verhältnismässig guten Qualität. Der dynamische Durchfluss unterirdischer Gewässer durch den Querschnitt der Schüttinsel ist in der Bilanz auf 8 m^3/s berechnet.

Die Vorrats — resp. Ergänzungsquelle unterirdischer Gewässer der Schüttinsel ist in erster Reihe die Donau, dann die Niederschläge, Schnee und Zuflüsse unterirdischer Gewässer von den benachbarten hydrographischen Bereichen.

Das Wasser der Donau fliesst im eigenen Flussbett und in den Flussbetten der vielen Donauarme im Abschnitt Bratislava — Gabčíkovo hoch über dem Grundwasserspiegel in Quartärsedimenten. Infolge dessen infiltriert das Wasser vom Flussbett bei hohen und niedrigen Wasserständen stets die Ablagerungen und ergänzt die Vorräte unterirdischer Gewässer während des ganzen Jahres. Daraus folgt, dass der Grundwasserspiegel fortwährend auf die Durchflussverhältnisse in der Donau gebunden ist, und dass sich unter dem Einfluss der Wasserzustände des Flusses auch die dynamischen Vorräte unterirdischer Gewässer in mit Wassermassen gefüllten Schichten der Schüttinsel ändern. Im Donauabschnitt von Gabčíkovo stromabwärts fliesst die Donau nicht mehr über dem Grundwasserspiegel, aber in seinem Niveaum, und verleiht dem Regime unterirdischer Gewässer einen Talcharakter.

Obwohl der Einfluss der Donau ausschlaggebend ist, äussert er sich nicht gleich im ganzen Gebiet. Am meisten macht er sich geltend in der unmittelbaren Nähe des Flussbettes (sogenannte Stromzone) und auch im ganzen oberen Teil der Insel. Eine intensive Infiltration des Donauwassers in das Gebiet beginnt unterhalb von Bratislava, wo die unterirdischen Gewässer mit einem Gefälle in der Richtung zur Kleinen Donau fliessen. Dann ändert sich die Richtung nach südost.

Ein grosser Teil unterirdischer Gewässer, die vom oberen Teil der Insel in ihre Mitte und weiter nach Osten fliessen wird auf der tektonischen Linie einer erhebenen neogenen Scholle vor Kličská Nemá aufgehalten, und kehrt in die Donau durch die Kleine Donau oder durch Drainagekanäle zurück.

Der unterirdische Wasserstand bewegt sich im oberen Teil der Depression von Gabčíkovo unter dem Terrain im Ausmasse von 4,5–7 m, im mittleren Teil bis Dunajská Streda weist er 4 m, im unteren Teil und überall entlang der Donau 0–2–4 m auf.

In hydrochemischer Hinsicht kann man die Gewässer der Schüttinsel als bikarbonat — kalkhaltig, eventuell bikarbonat — magnesiumhaltig bezeichnen. Bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung entsprechen sie Trinkzwecken und zwar hauptsächlich im oberen und mittleren Teil der Schüttinsel und auch entlang des ganzen Flussbettes der Donau bis zu einer Entfernung von 300–500 m.

Der Bezug unterirdischer Wasser für Wasserleitungszwecke konzentriert sich hauptsächlich auf tiefere Lagen mit Wassermassen gefüllter Sedimente in der Tiefe unter 25–30 m. Es wurden hier bis jetzt einige zehn Ausbeutungsobjekte (Bohrbrunnen) errichtet, die schon jetzt die Bevölkerung mit Trinkwasser versorgen. Die Bilanzauswertung des Gebietes zeigte, dass man aus ihm gegen 10 000 l/s Wasser für verschiedene Ausnutzungszwecke und für den Aufbau grosser Gruppenwasserleitung entziehen kann.

Auf die qualitativen Eigenschaften unterirdischer Gewässer wirken sehr ungünstig verschiedene Einflüsse, vorallem sind es verschiedene industrielle Betriebe in Bratislava und ihrer Umgebung. In erster Reihe sind es die chemischen J. Dimitrovwerke und Slovnaft, aber man

kann auch die schädlichen Einflüsse der städtischen Spülichte und Abfallwässer und verschiedener Verunreinigungen nicht ausschliessen, welche die Donau schon aus Österreich und der Fluss Morava aus seinem Stromgebiet in das Gebiet der Schüttinsel mitbringen. Ungünstige chemische Komponenten gelangen vom Abfallwasser der Fabriken, Betriebe und Bespritzgebiete (Weingärtnererei, Landwirtschaft) in die unterirdischen Gewässer und verschlechtern ihre Qualität bis zum Masse ihrer Unanwendbarkeit für Trink -, aber auch andere Zwecke.

Zwischen den Verunreinigungsstoffen sind oft solche, welche sich durch keinerlei Zurichtung des Wassers entfernen lassen und welche das Wasser praktisch unbrauchbar machen. Natürlich ist es für die Wasserwirtschaft und für die ganze Volkswirtschaft ein unersätzlicher Schaden. Dieses Problem ist zur Zeit ein Weltproblem, und jeder Staat sorgt dafür, dass die Vorräte unterirdischer Gewässer auf seinem Gebiet durch gesetzliche Massnahmen geschützt werden. Auch bei uns ist es nötig die Vorräte unterirdischer Gewässer der Schüttinsel durch strenge gesetzliche Massnahmen zu schützen und konsequent durch Gesetze die Bedingungen festzulegen die die Schüttinsel als Wasserreservoirinsel (im Hinblick auf ihre grossen Vorräte unterirdischer Gewässer) erklärt. In keinem Falle sollte die Entwertung ihrer unterirdischen Gewässer zugelassen werden.

Der Schutz unterirdischer Gewässer der Schüttinsel und die entsprechende Aufrechterhaltung ihrer Qualität wird viele Teilmassnahmen erfordern, sowohl seitens der Staatsverwaltung, wie auch der Unternehmungen und verschiedener Betriebe in Bratislava und ihrer weiteren Umgebung. Auch die Qualität der auf unser Gebiet zufließenden Wasser in der Donau und Morava wird strenger kontrolliert werden müssen, und wir werden strenge Massnahmen zur Erhaltung der Qualität dieser Gewässer laut internationaler Vereinbarungen fordern müssen.

Aus dem Slowakischen übersezt von A. Mišíková