

ANTON PORUBSKÝ

HYDROLÓGIA A GEOMORFOLÓGIA VODÁRENSKY VÝZNAMNÝCH  
DUNAJSKÝCH OSTROVOV

The study is aimed with its contents at the hydrology and hydrogeology of Danubian islands in the Czechoslovak territory. There is a great number of islands in the inundation area of the Danube. Only one of them is permanently inhabited, namely the Červená flotila Isle in Komárno, but several can be used as water-supplying areas. The greatest one is the Sihof Isle in the Devín water gap. It is taken away from it more than 1000 l water per sec. for the water supply of Bratislava. On the Červená flotila Isle the water source of the water supply of Komárno was built. It has been found that even further islands have a very favourable hydrogeological value as well as a good geographical position for building water sources.

Štúdia sa zaoberá hydrologickými, geomorfologickými a hydrogeologickými pomermi vodárensky významných dunajských ostrovov, ktoré sú v našom vodnom hospodárstve veľmi dôležité alebo môžu byť vhodnými vodárskymi územiami vodných zdrojov s veľkým rozsahom využitia. Doteraz sa vodárensky využívajú len dva z nespočetného množstva dunajských ostrovov, a to ostrov Sihof nad Bratislavou a ostrov Červenej flotily (býv. ostrov sv. Alžbety) v Komárne. Výskumné práce sa ďalej uskutočnili na ostrovoch: Devínsky ostrov (Sedláčkov), Velkoleskom ostrove a Mužlianskom ostrove.

Dunaj má vo svojom koryte na československom území veľké množstvo dodnes nespočítaných ostrovov a ostrovčekov. Väčšina týchto ostrovov je súčasťou inundačného územia, takže tvoria medzi stálym korytom Dunaja a ochrannými hrádzami jeden hydrologický a hydrografický celok. Mnoho ostrovov bolo pretnutých ochrannými dunajskými hrádzami, takže aj keď v dnešných geomorfologických pomeroch tvoria jeden celok s inundačným územím, hydrologicky a hydraulicky boli ich zákonitosti pozmenené práve ochrannými hrádzami. Na odvrátenej strane od hlavného ramena je ďalej veľké množstvo starých, bývalých ostrovov, ktoré pri geomorfologickom štúdiu pririečnej zóny možno zreteľne vyčleniť, hoci bývalé staré a mŕtve ramená Dunaja sú už druhotne zanesené, zasedimentované a postupne vyrovnávané s ostatným rovinným stupňom územia Podunajskej nížiny.

Nespočetné množstvo ostrovov a spleť živých i mŕtvych ramien Dunaja je výsledkom spádových pomerov rieky, jej akumuláčnej činnosti a veľmi častého menenia — sťahovania ramien a koryta Dunaja. Koryto Dunaja, jeho agradačné valy a lokálne sedimentácie eolických materiálov určovalo v najširšom zmysle geomorfologický charakter rovinných území oboch strán Dunaja. Pravdaže, mala a má tu svoj vplyv aj geologická

a tektonická stavba územia, ktorá predurčovala hlavné smery tokov celej Podunajskej nížiny, ale k jej hydrografickým zmenám hlavným podielom prispeli samy rieky v spolupráci s geomorfologickými prvkami územia.

Po stránke hydrologickej, hydraulickej a geomorfologickej zaeľujeme dunajské ostrovy do troch základných skupín:

1. dunajské ostrovy v inundačnom území — teda medzi korytom toku a jeho ochrannými hrádzami,
2. dunajské ostrovy za ochrannými hrádzami, ktoré ich prejali a ohraničili od inundačného územia, ale ich ešte ohraničujú z viacerých strán staré ramená Dunaja s vodou,
3. dunajské ostrovy za odvrátenou stranou hrádze, morfologicky jasne zreteľné, avšak staré ramená sú už druhotne zasedimentované.

Hydrogeologicky ich možno rozdeliť do skupín:

1. dunajské ostrovy vybudované na vyvýšených kryhách starších hornín,
2. dunajské ostrovy vybudované na kvartéri hornín gabčíkovskej priehlbiny.

V tejto štúdií sa budeme ďalej zaoberať len ostrovmi významnými pre vodohospodárstvo a ktoré patria do prvej hydrogeologickej skupiny a taktiež i do prvej hydrologickej skupiny.

Prvým na čs. úseku Dunaja je Devínsky ostrov (Sedláckov ostrov). Tento ostrov leží v holocénnych náplavoch Dunaja medzi hlavným ramenom rieky a jej lavostranným vedľajším ramenom na SZ okraji Devínskej prery. Kvartérne nánosy ostrova spočívajú na žulovej kryhe malokarpatského masívu ufatého devínskym zlomom.

Dĺžka ostrova je 1,5 km, maximálna šírka 250 m. Maximálna mocnosť kvartéru je 10,0 m. Ostrov má vretenovo pretiahnutý tvar s mnohými brázdami starých ramien najrôznejších smerov od SV až po JZ. Staré, dnes už druhotne zanesené ramená a občasné toky tvoria morfologické priehlbiny pod úrovňou terénu od 0,5 do 2,0 m.

Geologický profil územia je na základe hydrogeologického prieskumu (list 5, 6, 7) takýto:

- 0,00—0,50 m ílovitopiesčitá hlina,
- 0,50—5,0 m štrk piesčitý od 0,5 do 3,0 cm s ojedinelými valúnkami 5 až 8 cm,
- 5,0—9,80 m štrk piesčitý s valúnkami do 5 cm so strednozrnným až hrubozrnným pieskom.

Paleozoikum:

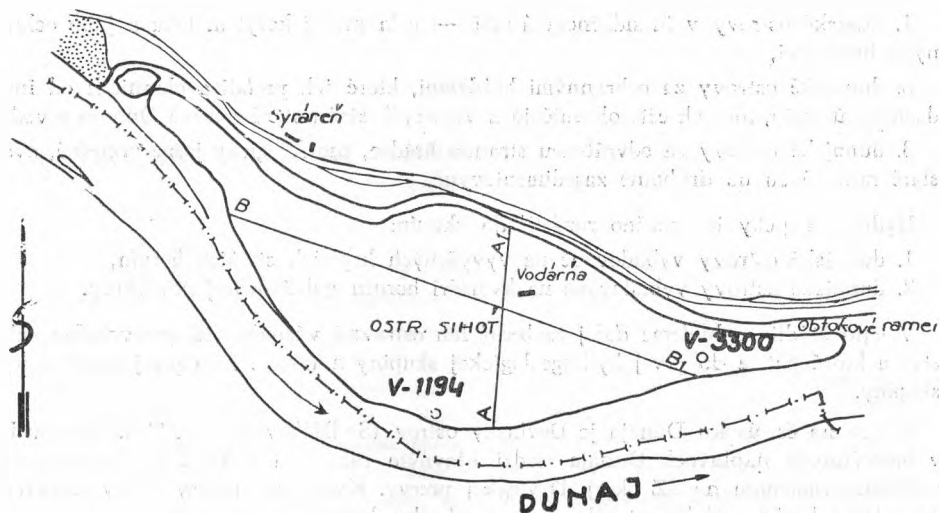
- 9,80—10,65 m pevná žula.

Hydrologicky a hydraulicky je dôležitá celá štrkopiesčitá vrstva kvartéru, ktorá predstavuje hrúbku asi 9,0 m. Hladina podzemnej vody počas výskumu (7) bola 2,30 m pod terénom. Počas čerpacej skúšky sa pri výdatnosti 29,0 l/s. znížila o 1,40 m v čerpanej studni. Podzemná voda je v priamej hydraulickej spojitosti s vodou v koryte Dunaja a na priebeh zmien vody v Dunaji okamžite reaguje aj režim podzemných vôd ostrova. Súčiniteľ filtrácie zvodnených štrkov a pieskov je vyjadrený hodnotou „k“ =  $= 1,0 \cdot 10^{-2}$  m/sec (5, 6, 7).

Výskumom sa dokázalo, že Devínsky ostrov je vhodným vodárenským ostrovom s dobrými schopnosťami a možnosťami dopĺňovania zásob podzemných vôd. Z ich zásob sa na vodárenské využitie môže odoberať v priebehu roka 150 — 400 l/s. vody. Časovo

rozdielnu vodárenskú kapacitu ostrova podmieňuje režim prietokových pomerov na Dunaji.

Ďalším ostrovom a vodárensky najvýznamnejší je ostrov Sihot' s výškou 136,80 až 138,50 m n. m.



Obr. 1. Ostrov Sihot' na Dunaji. Mierka 1:25'000.

Ostrov Sihot' je záchytným vodárenským územím bratislavského vodovodu. Tento ostrov vytvoril Dunaj a jeho vedľajšie rameno medzi Devínom a Karlovou Vsou — v riečnych kilometroch Dunaja 1873—1876. Má pretiahnutý tvar, o dĺžke asi 3 km s najväčšou šírkou 1 km. Jeho rozloha je 222 ha, od stredu Bratislavy je vzdialený asi 5 km. Prvý hydrogeologický prieskum ostrova urobil projektant bratislavskej vodárne Salbach r. 1882. Zistil na ňom veľmi dobré filtračné vlastnosti zvodnených vrstiev a vyhovujúcu kvalitu podzemných vôd na ich vodárenské využitie. V tomto čase sa z ostrova Sihot' pre bratislavský vodovod odoberá množstvo vody 800 — 1000 l/sec. Situácia ostrova je na obr. 1.

Ostrov Sihot' pre svoju pomerne malú relatívnu výšku vzhľadom na koryto Dunaja a vodné stavy v Dunaji býva pri vysokých stavoch rieky zaplavovaný, a to pravidelne dva razy do roka. Raz koncom zimy pri odchode ľadov a raz v lete, keď nastáva intenzívne topenie alpských snehov, spojené s výdatnými dažďami, prípadne búrkami. Od týchto istých pomerov závisí aj množstvo vody vo vedľajšom ramene ostrova, ktoré pri nízkych stavoch vody na Dunaji má iba vodu stojatú, pri vysokých stavoch voda v ňom tečie, ba vylieva sa na ostrov a celý ho zaplavuje.

Podrobný hydrogeologický výskum celého ostrova sa uskutočnil až v rámci prieskumných prác pre vodné dielo Wolfstal v rokoch 1954—1960 a môžeme povedať, že dnes už hydrogeologické pomery tohto vodárensky veľmi cenného ostrova poznáme dobre. Prieskumnými prácami sa dokázala nejednotnosť usadzovania kvartérnych zvodnených vrstiev a ich nepravidelnosť v rozložení po celom ostrove. Táto nejednotnosť a nepravidelnosť sa jasne odráža vo výsledkoch výpočtov súčiniteľa filtrácie, ktoré sa miestami často aj dosť značne líšia.

Hydrogeologické pomery ostrova Sihof udáva jeho geologická stavba, najmä kvartérne usadeniny a ich granulometrické zloženie, ďalej geomorfológia ostrova, hlavne čo sa týka starých ramien Dunaja. Úložné pomery kvartérnych a čiastočne aj sarmatských usadenín pod nimi sú veľmi rozmanité, čo vyplýva z nerovnomerného zaplavovania ostrova počas rôznych stavov vody na Dunaji a vývoja jeho vlastného koryta.

Po geologickej stránke ostrov budujú kvartérne sedimenty, ktoré sú uložené na sarmatských a ílovitých pieskoch. Na báze sarmatu sa začínajú paleozoické žuly (5, 6, 7).

Žulové pohorie Karpát tvorilo v dávnych dobách súvislé pohorie spojené Hainburskými vrchmi na pravej strane Dunaja. Následkom tektonických pochodov, vytvorením systému dvoch hlavných zlomových línií — devínskej a hainburskej, územie medzi nimi pokleslo a vytvorilo priekopovú prepadlinu. V neskorších dobách si cez túto prepadlinu našiel cestu pre svoje koryto i Dunaj, ktorý spolu s Moravou vytvorili v nej výplň dnešnej devínskej preryvy. Na značnú časť poklesnutých žúl sa najprv usadili horniny sarmatu — piesky a ílovité piesky — okrem týchto, kvartérne usadeniny, a to hlavne Dunaja vo forme pieskov, štrkov a pokryvných povodňových hlín. Sarmatské usadeniny nie sú vyvinuté na celom ostrove, miestami je kvartér usadený priamo na žulách a zdá sa, že na rakúskej strane, na pravej strane Dunaja — oproti ostrovu Sihof — výlučne len na žulách.

Údolné štrky vyplňujúce Devínsku preravu patria do würrmu, a to do najmladšieho stupňa, pričom tento stupeň možno pomenovať devínskym, a nie petržalským, ako to urobil Myslík (1958). Najtypickejšie je vyvinutá na ostrove Sihof a v celej Devínskej preryve, na juh až po tektonickú líniu malokarpatského zlomu v Pečenskom háji. Podložím celej tejto terasy sú prevažne malokarpatské žuly, len v menšej miere aj horniny sarmatu. Od malokarpatského zlomu na juh do Podunajskej nížiny sa začína staršia terasa a je uložená na sedimentoch panónu, ktorá sa môže označovať ako Petržalská terasa a mohla by byť ekvivalentom práterskej terasy vo Viedni.

Hydrogeologickú stavbu ostrova a vzťahy hydraulických závislostí podzemných vôd od vôd Dunaja môžeme sledovať na priloženom profile A — A' (obr. 2).

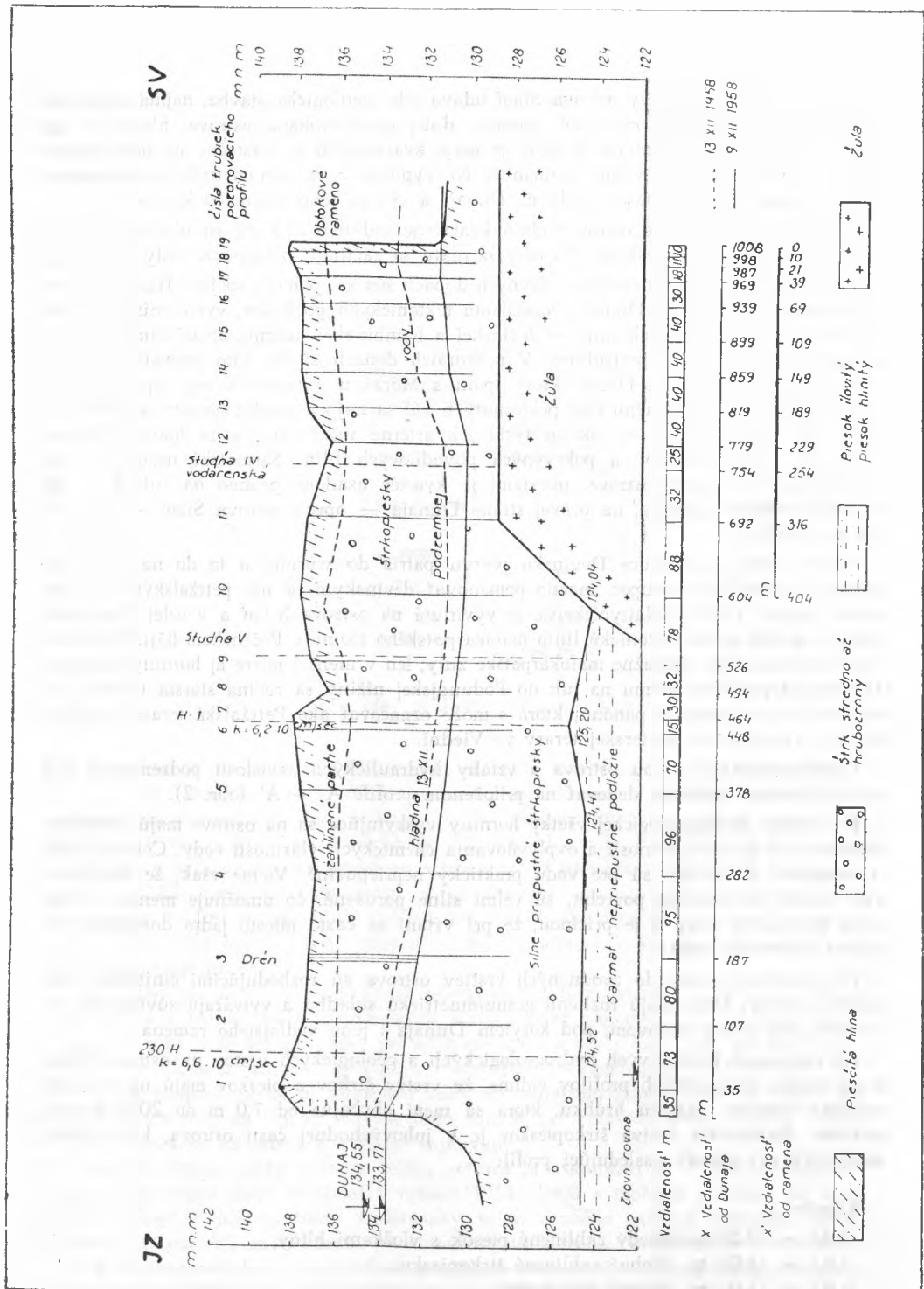
Po stránke hydrogeologickej všetky horniny vyskytujúce sa na ostrove majú rozdielne vlastnosti čo do priepustnosti a ovplyvňovania chemických vlastností vody. Celistvé žuly a sarmatské sedimenty sú pre vodu prakticky nepriepustné. Vieme však, že karpatské žuly, najmä na svojom povrchu, sú veľmi silne porušené, čo umožňuje menšiu cirkuláciu puklinovej vody a je príčinou, že pri vŕtaní sa často miesto jadra dostávajú iba žulové rozdrvené piesky.

Pre infiltráciu vody do zvodnených vrstiev ostrova sú rozhodujúcimi činiteľmi čisté piesky a štrky, ktoré majú rozličnú granulometrickú skladbu a vytvárajú súvislú vrstvu uloženú pod celým ostrovom, pod korytom Dunaja i jeho vedľajšieho ramena.

Pri porovnaní jednotlivých hydrogeologických a geologických vrstiev na ostrove Sihof a pri štúdiu geologických profilov vidíme, že vrstvy štrkov a pieskov majú na rôznych miestach ostrova rozličnú hrúbku, ktorá sa mení obyčajne od 7,0 m do 20,0 m pod terénom. Najhrubšia vrstva štrkopieskov je v juhovýchodnej časti ostrova, kde hydrogeologický vrt ukázal nasledujúci profil:

Kvartér:

- 0,00 — 3,20 m hnedý zahlinený piesok s vložkami hliny,
- 3,20 — 6,00 m drobné zahlinené štrkopiesky,
- 6,00 — 11,00 m drobné štrkopiesky,
- 11,00 — 20,05 m drobné štrkopiesky, občas väčšie valúny kremeňa.



Obr. 2. Hydrogeologický profil A – A<sub>1</sub>. Mierka: horizontálne 1:5000, vertikálne 1:200.

Sarmat:

20,50 — 65,00 m jemný sivý žulový piesok s malým obsahom zvyškov fauny,  
65,00 — 70,00 m hrubší žltosivý žulový piesok, na báze zvetranej žuly.

Priepustnosť dunajských štrkopieskov na ostrove Sihof je značná. Najväčšia bola v ČSSR zistená pri štrkoch a pieskoch vôbec. Hodnota koeficientu priepustnosti „k“ sa pri nich pohybuje v medziach od 0,06—0,006 m/s. Miestami, kde sú iba piesky, zahlienené štrkopiesky, sa táto hodnota zmenší až na 0,001 m/s., prípadne aj menej. Smery prúdenia podzemných vôd, ako aj ich výšky sú v neustálej korelácii s hladinou vody v Dunaji a jeho ramene.

Porovnanie súčiniteľov filtrácie zvodnených materiálov na ostrove Sihof si môžeme urobiť na tab. 1, kde sú uvedené hydrogeologické vrty, rozložené po celom ostrove.

Tabuľka 1

Soda	„k“	m/s.	Poznámka
2303	1,52	$\cdot 10^{-3}$	
2304	6,62	$\cdot 10^{-3}$	kvartérne štrky
2305	5,60	$\cdot 10^{-3}$	
2350	1,20	$\cdot 10^{-4}$	sarmatské piesky
2316	1,15	$\cdot 10^{-2}$	ostrov pod Devínom-kvartér
3300	6,50	$\cdot 10^{-2}$	kvartér
3301	2,72	$\cdot 10^{-4}$	sarmatské piesky
3302	2,30	$\cdot 10^{-3}$	kvartér I. horizont
3302	8,12	$\cdot 10^{-5}$	sarmat II. horizont
3302	2,14	$\cdot 10^{-5}$	sarmat III. horizont
H-1	6,21	$\cdot 10^{-3}$	kvartér (Višňovský)

Celkový súčiniteľ filtrácie vypočítaný z hydroizohyps vytvorených odberom podzemných vôd pre vodovod Bratislavy  $k = 2,5 \cdot 10^{-3}$  m/s. tak, ako ho udáva Višňovský, zdá sa reprezentatívny pre celý ostrov.

Výpočet z priebehu povodňovej vlny a jej vnikaní počas infiltrácie do vnútra ostrova ako presakovej vlny v smere od hlavného ramena Dunaja po stred ostrova dáva  $k = 6,10 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Od vedľajšieho ramena po stred ostrova  $k = 5,8 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Mnohí bratislavskí vodári, najmä v starších časoch, vzhľadom na to, že podzemné vody ostrova chemicko-fyzikálne vyhovujú kritériám pre pitné vody, mali názor, že majú svoj pôvod v Alpách, a nie v dunajských vodách. Predstavovali si to tak, že voda infiltrovaná do alpských masívov sa hlbinnou cirkuláciou dostáva až po Dunaj k ostrovu Sihof. Tu našla priaznivé výstupné cesty k dobre priepustným kvartérnym štrkom a pieskom, v ktorých potom vytvára nádrž kvalitnej podzemnej vody.

Pre porovnanie chemicko-fyzikálneho zloženia podzemných vôd na ostrove Sihof a riečnej dunajskej vody uvedieme rozbor v tab. 2.

Bakteriologické vlastnosti podzemných vôd boli posúdené podľa bakteriologických rozborov, urobených KHE-om v Bratislave, zo vzoriek odobratých z výtokového potrubia vodovodu.

Počas nízokých a stredných vodných stavov v koryte Dunaja je odčerpávaná voda z vodárenských studní nezávadná. Počas výskytu vyšších vodných stavov v koryte Du-

Tabuľka 2

Celková tvrdosť	Dunaj	Vodáreň
	11,8	8,5
SO <sub>4</sub>	44,2	43,6
Cl	21,8	18,9
NO <sub>2</sub>	0,0	stopy
NO <sub>3</sub>	2,4	2,4
Fe	0,0	0,05
Mn	0,0	0,0
NH <sub>4</sub>	1,42	0,62
Odparok	308,0	226,4

naja je ostrov Sihof zaplavený čiastočne alebo úplne dunajskou riečnou vodou. Voda odčerpávaná zo studní je závadná pri stave Dunaja vyššom ako ca 136,00 m n. m. Po zaplavení ostrova dunajskou vodou trvá bakteriologická závadnosť podzemnej vody ešte určitý čas aj po upadnutí a silnom poklese hladiny Dunaja, pretože sa povrchová voda zadrží v miestach priehlbni starých ramien ostrova a naďalej infikuje podzemnú vodu.

Podľa údajov obsluhujúceho personálu vodárne sa zníži závadnosť vody vypnutím ťažkových studní č. I a č. VII a vypnutím rúrnych studní č. 1, 34 a čiastočne č. 2. Závadnosť vody sa odstraňuje chlôvaním.

Zvýšenými stavmi vody v Dunaji nastáva bakteriologické znečistenie vody, najmä v tých studniach, ktoré sú zle vybudované a do ktorých nie je dostatočne zamedzená možnosť vnikania povrchových vôd. A práve tieto povrchové vody sú pôvodcami bakteriologického znečistenia vody v studniach. Stúpanie množstva baktérií je dokázané úmerne so stúpaním hladiny vody v Dunaji.

Aby sme jasne dokázali (6, 7, 16) pôvod podzemnej vody zvodnených vrstiev ostrova Sihof vo vodách Dunaja, urobili sme podrobné hydrochemické zhodnotenie hydrogeologického vrtu č. 3300, ktorého geologický profil je:

#### Kvartér:

- 0,00 — 1,40 m hlina jemnopiesčitá, svetlohnedá,
- 1,40 — 2,60 m hlina ťavoito-jemnopiesčitá, šedá s hrdzavými šmuhami,
- 2,60 — 3,70 m štrčík 0,5 — 2,0 cm, ojedinelé valúčky 6—7 cm s jemnozrnným až strednozrnným pieskom,
- 3,70 — 6,10 m štrčík 0,5— 2,0 cm s malou prímесou jemnozrnného piesku, ojedinele valúčky 6—8 cm,
- 6,10 — 7,30 m štrčík 0,5 — 1,0 cm, ojedinele valúčky 2—4 cm s malou prímесou jemnozrnného piesku.
- 7,30 — 8,80 m štrk 3—4 cm ojedinele drobnejšie frakcie 0,5 — 1,0 cm s jemnozrnným pieskom, ojedinele valúčky do 15 cm.

#### Paleozoikum:

- 8,50 — 8,90 m prekremenená veľmi pevná žula.

V uvedenom vrte zvodnené kvartérne štrkopiesky sú uložené priamo na žulách. Aby sme zistili eventuálne výrony vody zo žúl do kvartérnych štrkopieskov, odoberali sme vzorky vody pre chemicko-fyzikálne rozbory počas vrtných prác z rôznych hĺbok vrtu 3,70 m, 6,10 m, 8,20 m a počas čerpacieho pokusu, kde bola pomiešaná všetka voda spolu. Výsledky rozborov sú v tab. 3.

Tabuľka 3

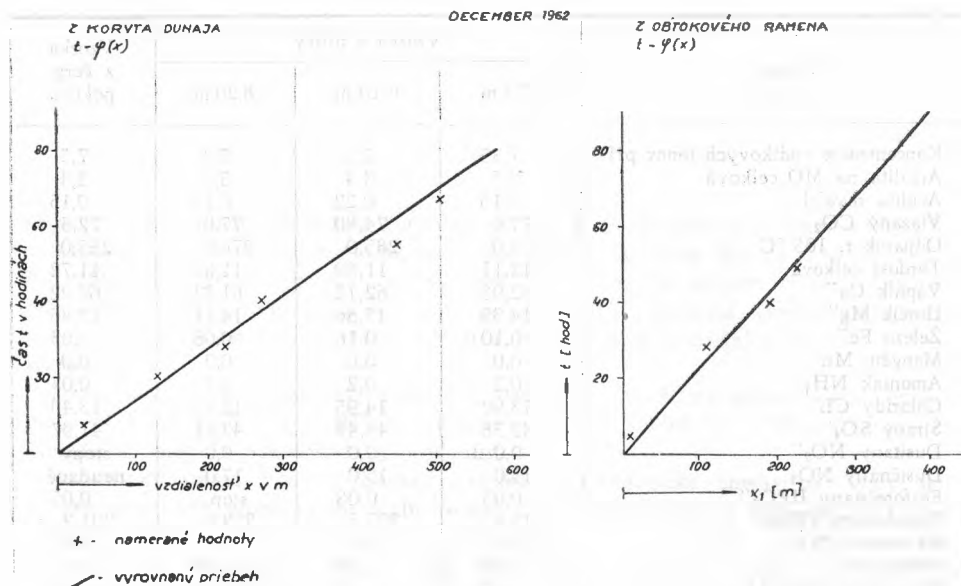
V mg l/l	Vzorka z hĺbky			Vzorka z čerp. pokusu
	3,70 m	6,10 m	8,20 m	
Koncentrácie vodíkových iónov pH	7,35	7,5	7,3	7,5
Alkalita na MO celková	3,5	3,4	3,5	3,3
Acidita myal/l	0,15	0,22	0,15	0,15
Viazaný CO <sub>2</sub>	77,0	74,80	77,0	72,6
Odparok r. 105 °C	295,0	285,0	276,0	285,0
Tvrdosť celková	12,11	11,89	11,83	11,72
Vápnik Ca <sup>++</sup>	62,93	62,12	61,32	60,92
Horčík Mg <sup>++</sup>	14,35	13,86	14,11	13,86
Železo Fe <sup>++</sup>	0,10	0,16	0,08	0,05
Mangán Mn <sup>++</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0
Amoniak NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,2	0,2	0,1	0,07
Chloridy Cl <sup>-</sup>	13,90	14,95	12,95	13,40
Sírany SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	42,38	46,49	43,61	41,97
Dusitany NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0	stopy
Dusičnany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15,0	15,0	17,0	neudané
Fosforečnany HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,03	0,03	stop.	0,05
Bikarbonáty HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	213,6	207,5	213,6	201,3
Karbonáty CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0
Voľný CO <sub>2</sub>	6,60	9,68	6,60	6,6
Prirodzený obsah O <sub>2</sub>	3,92	5,21	4,83	neudané
Sírovodík H <sub>2</sub> S	—	—	—	—

Chemicko-fyzikálne rozbory za roky prieskumu 1956—1962 dokazujú, že vo zvodnenej vrstve kvartérnych štrkopieskov ostrova Sihoť sú podzemné vody do nich infiltrované z koryta Dunaja, a neovplyvňujú ich nijaké vývery, prípadne vývery podzemnej vody z podložia žúl. Tu treba tiež zdôrazniť, že hydrogeologický vrt č. 3300 je najvýdatnejším hydrogeologickým vrtom na celom ostrove Sihoť s výdatnosťou 85 l/s. pri znížení hladiny vody iba o 0,4 m, súčiniteľ filtrácie  $k = 6,5 \cdot 10^{-2}$  m/s. Teda sa môže právom povedať, že tento vrt najlepšie vystihuje hydrogeologické prostredie ostrova Sihoť. Uvedená výdatnosť sa vzťahuje na stredné stavy dunajských prietokov.

Na hydrogeologickom profile A—A<sub>1</sub> môžeme sledovať vplyv zmien hladiny vody v koryte Dunaja a vo vedľajšom ramene na zmenu režimu podzemných vôd ostrova. Výskumy sa pravidelne robili v profile pozorovacích trubiek od koryta Dunaja k vedľajšiemu ramenu tak, aby zachytili aj dve produkčné studne bratislavskej vodárne. Na profile A—A<sub>1</sub> vidíme, ako stúpa hladina podzemnej vody úmerne so stúpaním vody v koryte Dunaja i ramena na obr. 3 i časovú závislosť postupovania presakovej vlny. Ďalej na obr. 3 vidíme, že presaková vlna z vedľajšieho ramena do zvodnenej vrstvy ostrova postupuje pomalšie ako z koryta Dunaja, čo svedčí o tom, že koryto vedľajšieho ramena je viac zakolmatované, zvodnený materiál viac zahľinený.



Ako vysvitá z hydrogeologickej stavby celého ostrova, z chemických rozborov vody dunajskej a podzemnej vody z kvartéru ostrova, ďalej zo závislosti výdatnosti studní od vodných stavov Dunaja podzemná voda na ostrove Sihot' je voda infiltrovaná z Dunaja. Len vo veľmi malej miere nie je vylúčená možnosť dopĺňovania podzemných vôd zo žulových puklín, príp. tektonických porúch kvartérneho podložia, čo však nemá vplyv na vodárenskú hodnotu ostrova.



Obr. 3. Časová závislosť postupu infiltračnej vlny do územia ostrova Sihot'.

Na obr. 3 môžeme sledovať rýchlosť prenikania presakovej vlny do vnútra ostrova z koryta Dunaja i z vedľajšieho ramena pod vplyvom veľkých vôd. Je to tiež jeden z priamych dôkazov dopĺňovania zásob podzemných vôd vodárenského ostrova Sihot' z rieky Dunaj.

Ostrov Sihot' za súčasného prirodzeného stavu plne vyhovuje ako záchytné územie vodného zdroja bratislavského vodovodu. Po hydraulickom a bilančnom hodnotení možno uvažovať s odberom podzemnej vody z ostrova pre vodohospodárske využitie celkove 1000 až 2200 l/s. pomerne dobrej, kvalitnej pitnej vody. Veľkosť odberu podzemnej vody je viazaná na dobre a hydraulicky správne urobené exploatačné objekty a na prietokové množstvá vody v koryte Dunaja, ktorá je trvalým zdrojom zásobovania podzemných vôd.

V riečnych kilometroch Dunaja 1781—1784,5 sa rozprestiera Veľkoleeský ostrov. Je zhruba kosodĺžnikového tvaru s mierne zaoblenými uhlami. Jeho dĺžka je zhruba 3 km a šírka 1 km. Rozlohou je približne taký veľký ako ostrov Sihot' nad Karlovou Vsou. Geomorfologicky patrí do inundačného územia Dunaja s nadmorskou výškou terénu 108,80—110,0 m. Ostrov je vybudovaný v úseku Dunaja, kde jeho koryto je vymodelované na vysokej kryhe sedimentárneho neogénu.

Povrch ostrova je zhruba rovný s miernym úklonom k juhovýchodu. Povrch terénu rozbrázdňujú staré a občasné ramená Dunaja s rozdielom erozívnych stupňov od 0,5 až

do 3,0 m pod terénom. Celý ostrov husto porastajú listnaté stromy prevažne vrbý a topole.

Geologický profil Veľkoleleského ostrova môže byť charakterizovaný výskumným hydrogeologickým vrtom HV-1 v západnej časti ostrova:

Kvartér:

- 0,00 — 1,0 m hlina humózná, ornica,
- 1,00 — 3,50 m piesok jemný,
- 3,60 — 8,00 m štrk drobný s prímiesou piesku 20 %, veľkosť valúnov 1—3 cm,
- 8,00 — 9,60 m štrk veľmi drobný,
- 9,60 — 13,0 m štrk stredný s prímiesou piesku, valúny 2—5 cm, ojedinele až 15 cm,
- 13,00 — 16,0 m piesok stredný so štrkom, obsah valúnov 10 %,
- 16,00 — 17,0 m piesok jemný so štrkom.

Neogén:

- 17,00 — 21,00 m íl prachovitý, pevný, sivý,
- 21,00 — 36,0 m piesok jemný, veľmi slabo ílovitý.

Hladina podzemnej vody počas výskumu v jarných mesiacoch r. 1958 bola 3—3,80 m pod terénom. Čerpacou skúškou overená výdatnosť bola 21,0 l/s. pri znížení hladiny vody o 3,0 m od pôvodnej ustálenej hladiny. Súčiniteľ filtrácie bol určený hodnotou  $k = 5,9 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Prietokové zmeny v hlavnom koryte Dunaja sa okamžite odrážajú aj v podzemných vodách. Pri stúpaní hladiny vody v Dunaji o 1,5 až 2,0 m nad priemerné stavy sa zvýši hladina podzemných vôd na ostrove na 1,5 až 2,0 m pod terén. Ak veľká voda v Dunaji trvá dlhšie, vyrovnáva sa s ňou hladina podzemnej vody na ostrove za 30 hodín. Pri povodňových vodách býva ostrov zaplavený.

Pri vhodnom rozmiestnení exploatačných studní bolo by možné odoberať z ostrova na vodohospodárske ciele minimálne 200 l/s., maximálne pri vysokých vodách na Dunaji aj 600 l/s.

Významným dunajským ostrovom je ďalej ostrov Červenej flotily v Komárne. Dunaj si ho vytvoril vo svojich riečnych kilometroch 1768—1770 s nadmorskou výškou terénu 111,0—110 m.

Vlastné územie ostrova Červenej flotily má pretiahnutý tvar v rovnobežnom smere s Dunajom, ktorý tečie na jeho južnej strane. Na severnej strane ostrova je prístavná zátoka Komárňanských lodeníc. S územím Komárna je spojený úzkym pásom zeme — umelo vytvorenou hrádzou, ktorá slúži ako prípoj na ostrovnú cestu. Je to jediný česko-slovenský ostrov na Dunaji, ktorý je pravidelne obývaný ako ostrovná časť mesta. Vodárenské územie aj s vybudovanou vodáreňou je v západnej časti ostrova hygienicky chránené od ostatných obytných a záhradných plôch.

Okolie Komárna je súčasťou neogénnej podunajskej panvy, prv známej ako Komárňanská neogénna panva. Kvartérne sedimenty ležia na mohutných komplexoch sedimentárneho panónskeho súvrstvia. Medzi kvartérnymi sedimentmi prevládajú štrky a piesky. Sedimentácia je nepravidelná, šošovkovitá, o súvislom vrstevnom slede tu nemožno hovoriť. Veľmi častý je výskyt pieskov, jemných pieskov s hlinitou až ílovitou prímiesou. Na povrchu je pokrývka nepriepustných hĺn nerovnakej mocnosti, miestami jemne piesčitých. Hrúbka kvartéru je nepravidelná a je podmienená neogénnou i kvartérou tektonikou prejavujúcou sa až podnes. V okolí Komárna mocnosť kvartéru se pohybuje okolo 10 m, smerom na východ sa zväčšuje až na 15 m. Na ostrove Červenej flotily

vidíme, že pokrývka povrchových piesčitých hĺn smerom od Dunaja sa znižuje a mocnosť jemných ílovitých pieskov sa zväčšuje. Pod nimi je vrstva štrkov a pieskov hrubá až 13 m a potom strednozrný piesok až do hĺbky 24,80 m. Povrch ostrova je dnes celkom rovinný, a to v dôsledku bytovej výstavby a kultivácie pôdy. Vyvýšeniny tvoria len ochranné hrádze pozdĺž koryta Dunaja a jeho ramena, ktoré chránia ostrov pred veľkými vodami. Pri dlhotrvajúcich povodniach býva ostrov zamokrený a neraz i celý pod vodou, ktorá presiakne i cez kvartérne sedimenty. Pre poznanie geologického profilu územia ostrova nám môže názorne poslúžiť vrt P-6, ktorý tu bol odvítaný ako výskumný hydrogeologický vrt (14) pre poznanie režimu podzemných vôd:

#### Kvartér:

- 0,00 — 0,40 m piesok slabohlinitý, šedý, s ojedinelými valúnkami,
- 0,40 — 1,90 m hlina silne piesčitá s drobnými valúnkami,
- 1,90 — 3,40 m piesok jemnozrný až strednozrný, slabo ílovitý,
- 3,40 — 4,40 m drobný štrk,
- 4,40 — 11,40 m štrk s pieskom, valúny 8—10 cm,
- 11,40 — 12,00 m strednozrný piesok s prímiesou drobného štrku,
- 12,00 — 16,00 m štrk s pieskom, valúny do 10 cm,
- 16,00 — 24,80 m piesok strednozrný, šedý.

#### Neogén:

- 24,80 — 27,50 m ílovitý jemnozrný šedý piesok,
- 27,50 — 30,00 m íl piesčitý, šedý, vápnný, rozpadavý.

Hranica neogén — kvartér nie je presne stanovená, chýbajú paleontologické rozbery. Analógiu s pomermi komárňanskej strany územia dalo by sa uvažovať, že kvartér má aj na ostrove mocnosť do 16 m a teda že sa neogén začína v 16 metroch pod terénom jemnými šedými pieskami.

Medzi územím Komárna a ostrovom Červenej flotily ide zlom smeru SZ — JV. Na základe výsledkov najrôznejších výskumov v území okolia Komárna, íly, ktoré sa nachádzajú pod kvartérom, patria už k panónu. Na základe vrtných prác na ostrove Červenej flotily sú pod kvartérom štrkami a pieskami jemné ílovité šedivé piesky, ktoré zaraďujeme do vrchného pliocénu — levantu (15). Vizualne sa podobajú pieskom kolárovskej formácie, ktorá má svoje hlavné rozšírenie v okolí Kolárova, ale pokračuje až k Šamorínu. Ich výskyt na ostrove Červenej flotily by jasne svedčil o existencii a činnosti kvartérnej tektoniky.

Hladina podzemnej vody pri stredných stavoch vody v koryte Dunaja na kóte 107,40 m n. m. sa pohybuje okolo 3,40 m pod terénom. Na výkyvy prietokových pomerov v koryte Dunaja reaguje priamo a okamžite. Hydrogeologické pomery ostrova sú veľmi priaznivé pre odber podzemných vôd na vodohospodárske a vodárenské využitie. Uvedený výskumný vrt počas čerpacej skúšky dával pri znížení 2,80 m výdatnosť až 32,5 l/s. pomerne dobrej a chemicko-fyzikálne vyhovujúcej vody. Špecifická výdatnosť studní bola 14,0 l/s., teda mimoriadne vysoká a možno povedať, že dosahuje množstvo studní osadených v okolí Bratislavy a Petržalky.

Z dosiahnutých hydrogeologických výskumov a hydraulického hodnotenia zvodnenia územia ostrova vyplýva, že možno za vhodných podmienok a vybudovania exploatačných objektov z neho odoberať 200—350 l/s. vody denne. Hydrologické pomery ostrova sú celkom jednoduché a viazané na prietokové pomery Dunaja. Spád hladiny podzemnej vody je pravidelný od koryta Dunaja do územia a ďalej do prístavného ramena. Pri veľkých

vodách sa vyrovnáva a podzemná voda zaplňa celú hrúbku priepustných hornín kvarteru. Minimálna hladina v Dunaji je v dlhoročnom priemere na kóte 105,05 m n. m. a pod túto kótu nikdy nepoklesne ani hladina podzemnej vody.

Zaujímavosťou podzemných vôd kvartéru ostrova Červenej flotily je ich pomerne vysoká teplota, akú nemá podzemná voda ani na jednom dunajskom ostrove. V čase letných mesiacov má podzemná voda ešte vo vzdialenosti 50—70 m od koryta Dunaja teplotu 14 — 17 °C. Ďalej od stredu ostrova sa teplota znižuje na 9 — 13 °C, čo je už teplota pomerne vyhovujúca pre pitné vody.

Podzemné vody na ostrove podľa pH faktora možno charakterizovať ako slabo až mierne alkalické. Organické látky v nich neprekračujú prípustnú hranicu. Sú stredne tvrdé. Tvrdosť tvoria kyslé uhličitaný vápnika a horčíka. Ich mineralizácia je stredne veľká, priemerne 248 mg/l. Zastúpenie vápenatých a horečnatých solí je priaznivé. Vody obsahujú stopy železa a v jednej vzorke boli aj stopy mangánu. Chloridy a sírany sú prítomné v nezávadných koncentráciách.

Posledným väčším ostrovom na československom úseku Dunaja je Mužlianský ostrov. Vytvoril si ho Dunaj svojím vedľajším ramenom mužlianskym v riečnych kilometroch 1730,3 — 1731,9. Je zhruba 1,6 km dlhý a 400 m široký. Má tvar nepravidelnej pol-elipsy s rovnou pobrežnou líniou s korytom Dunaja. Býva pri veľkých vodách pravidelne zaplavovaný, pričom veľké vody menia jeho povrch zanášanim jednak starých ramien a rôznych múld a vytvárajú nové.

Jeho hydrologický a hydrogeologický ráz je úplne rozdielny od ostatných ostrovov. Je to v dôsledku toho, že aj zloženie jeho kvartérnych sedimentov je rozdielne od ostatných ostrovov. Tu Dunaj už nemá veľké spády a teda ani veľkú rýchlosť tečenia vody. V jeho splaveninách prevládajú hrubozrnné až jemné piesky a počas veľkých vôd mnoho ílov a koloidov. Tieto sa pomaly usadzujú na ostrovné územie, postupne ho zakolmatovávajú a utesňujú. Mocnosť štvrtohorných usadenín na Mužlianskom ostrove je maximálne iba 8 m (1). V jeho vrstevnom slede prevládajú povodňové hliny a hlinité piesky. Aj vrstvy drobných štrkov a pieskov sú silne zahlinené a zaílované. V dôsledku toho sú na ostrove veľmi malé priepustnosti, malé možnosti akumulácie podzemnej vody a malé možnosti ich dopĺňovania. Súčiniteľ priepustnosti je charakterizovaný hodnotou  $k = 4,6 \cdot 10^{-4}$  m/s. Výdatnosť vodných zdrojov nedosahuje často ani 2 l/s. na jeden odberný objekt (1).

O Mužlianskom ostrove možno celkom povedať, že má malú hydrologickú vodárenskú hodnotu. Priaznivejšie hydrologické a hydrogeologické pomery sú na území ľavej strany Dunaja za hrádzami.

Z výsledkov výskumu dunajských ostrovov na čs. úseku Dunaja situovaných na vyvýšených kryhách hornín starších ako kvartér vyplýva, že hydrologicky, hydraulicky sú najpriaznivejšie ostrovy v úseku Devín — Komárno. Vo vodnom hospodárstve predstavujú veľké zásoby podzemných vôd s možnosťou ich exploatacie a vodovodného využitia v omnoho väčšej miere, ako je to doteraz. Hydrologicky sú to všeobecne vody infiltrované z koryta Dunaja, avšak svojou kvalitou pomerne dobre spĺňajú kritériá pitných vôd. V budúcnosti však stupeň ich znečistenia infiltrovanou vodou bude závislý stále viac a viac od stupňa znečisťovania vody v koryte rieky.

#### LITERATÚRA

1. Batory V., Hydrologický prieskum mužlianskeho ostrova. Geofond 1968. — 2. Čeppek L., Tektonika komárňanskej kotliny a vývoj pozdĺžneho profilu čs. Dunaja. Sborník St. geolog. ústavu Čs. republiky XII, 33—64, Praha 1938. — 3. Dlabáč A., Výskum vzťahov

medzi tvarmi povrchu a geologickou stavbou oblasti Malej Dunajskej nížiny. Brno 1958. — 4. Hromádka J., Průlom dunajský a půda Bratislavy. Bratislava III, Bratislava 1929. — 5. Hýroššová E., Doplňující hydrogeologický prieskum ostrova Sihof. Geofond 1967. — 6. Jakube — Porubský, Čs. úsek Dunaja 1962. Archív Geofondu. — 7. Kolektív pracovníkov ÚSG a GP, Zprávy a posudky o inžiniersko-geologickom a hydrogeologickom výskume pre vodné dielo Wolfsthal. Archív Geologického prieskumu, n. p., Žilina 1954—1960. — 8. Koša J., Hydrogeologický prieskum ostrova Veľký Les. Geofond 1968. — 9. Koutek J., Zoubek V., Vysvětlivky ke geologické mapě v měř. 1:75 000, list Bratislava 4768, Praha 1936. — 10. Porubský A., Hydrogeologické pomery II. vodného zdroja pre Bratislavu. Zpráva ÚSG. Žilina 1958.

11. Porubský A., Hydrogeologický a hydrochemický výskum územia okolia Bratislavy. Kandidátska dizertačná práca — 1964. — 12. Porubský A., Hydrogeologické pomery čs. úseku Dunaja. Ochrana prírody, 1966. — 13. Porubský A., Hydrogeology of the Czechoslovak section of the Danube. Geologické práce. Bratislava 1968. — 14. Porubský A., Hydrogeologické pomery okolia Komárna. Správa Geofondu, 1958. — 15. Porubský A., Hydrogeologické pomery územia medzi Komárnom a Chlabom. Geologické práce, 1962. — 16. Porubský A., Podzemné vody neogénnych a kvartérnych usadenín na Slovensku. Geologické práce, 1964. — 17. Višňovský, Posudok vplyvu pripravovaného dunajského vodného diela na vodné zdroje bratislavskej vodárne a návrh ochrany vodných zdrojov. Rukopis. Bratislava 1957.

*Do redakcie došlo 15. 10. 1968*

Anton Porubský

## HYDROLOGIE UND GEOMORPHOLOGIE DER FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT WICHTIGEN DONAUINSELN

Am fast 200 km langen tschechoslowakischen Abschnitt der Donau befindet sich eine Menge von grösseren und kleineren Inseln. Die meisten dieser Inseln befinden sich im Abschnitt Bratislava — Komárno, wo die Donau die meisten Furten hat. Die genaue Zahl der Inseln ist bis jetzt noch nicht bekannt, sie ist aber auch nicht stabil und verändert sich bei jeder grösseren Überschwemmung.

Von der hydrologischen, hydraulischen und geomorphologischen Seite teilen wir die Donauinseln in drei Hauptgruppen:

1. direkte Donauinseln — d. h. gleichzeitig- im Schwemmgewässern zwischen dem Donauebett und den Schutzdämmen;
2. indirekte Donauinseln, von der Seite des Schutzdammes, welcher vom Hauptdonauebett abgewendet ist, sie sind aber von mehreren Seiten durch alte Flussarme abgegrenzt;
3. alte Donauinseln hinter der abgewendeten Seite des Schutzdammes von dem jetzigen Donauebett, morphologisch deutlich sichtbar, jedoch die alten Flussarme und — bette sind schon sekundär versedimentiert.

In dieser Studie befasste ich mich nur den für die Wasserwirtschaft wichtigen Inseln.

Als erste kommt im Gebiet der Tschechoslowakei die Insel Devínsky (Sedláčkov) ostrov in der Nähe von Devín. Die Maximallänge der Insel beträgt 1,5 km, Breite 250 m und Mächtigkeit des Quartärs 10,0 m. Der Untergrund der Quartärausfüllung wird vom paläozoischen Granit gebildet. Der Filtrationskoeffizient der bunten Schichten ist durch den Wert  $k=1,0 \cdot 10^{-2}$  m/s ausgedrückt. Durch Forschungsarbeiten wurde bestätigt, dass man im Jahresverlauf von der Insel 150 bis 400 l/s guten Trinkwassers entnehmen kann.

Eine weitere, für die Wasserwirtschaft wichtige Insel ist die Insel Sihof. Ihr Ausmass ist cca. 222 ha und von dieser Insel bekommt die Stadt Bratislava das Trink- und Nutzwasser. Derzeit entnimmt man täglich 800 bis 1200 l/s Grundwasser für die Wasserleitung in Bratislava. Den hydrogeologischen Bau der Insel kann man am beigelegten hydrogeologischen Profil A — A<sub>1</sub> verfolgen.

Entscheidende Faktoren für die Wasserinfiltration in die wasserführende Schichten der Insel sind der reine Sand und Schotter die verschiedenen granulometrischen Bau haben und unter der ganzen Insel, so wie auch unter dem Bett des Umlaufarmes und der Donau eine zusammenhängende Schicht bilden. Die Mächtigkeit des wasserführenden Quartärs schwankt von Stelle zu Stelle von 7 bis 18 m. Die Sandschotterschichten an der Insel Sihot haben die grösste bisher bei uns festgestellte Durchlässigkeit. Der Filtrationskoeffizient, den man aus den Förderproben ausgerechnet hat schwankt im Bereich von  $6,0 \cdot 10^{-2}$  m/s bis  $6,0 \cdot 10^{-3}$  m/s. Das Grundwasser in den Anschwemmungen der Insel ist in direkter hydraulischer Verbindung mit dem Wasser im Flussbett der Donau.

Eine weitere bedeutende Insel ist Veľkoleleský ostrov zwischen Medvedovo und Komárno. Die Länge beträgt 3 km, die Breite ist 18 km und die Mächtigkeit des Quartärs cca. 17 m. Der Untergrund der Quartärsedimente wird vom oberpliozänen, festen grauen Ton gebildet. Der Filtrationskoeffizient der wasserführenden Schotter und Sande ist  $k=5,9 \cdot 10^{-4}$  m/s. Bei den Forschungen an der Insel wurde die Ausgiebigkeit einer Bohrung bis auf 21 l/s bestätigt. Bei der zweckmässigen Verteilung der Exploitationsbrunnen könnte man von der Insel 200 bis 600 l/s Trinkwasser entnehmen.

Eine weitere bekannte Insel ist ostrov Červenej flotily (Ostrov sv. Alžbety) in Komárno. Es ist dies die einzige tschechoslowakische Insel, welche regelmässig bewohnt ist. Die Mächtigkeit der Quartärsedimente beträgt 18 bis 20 m. Von geologischer Sicht ist diese Insel dadurch interessant, das den Untergrund den Quartärschotter und -sand der oberpliozäne Sand bildet und nicht Ton und sie bilden zusammen die wasserführende Schicht des Grundwassers mit freiem Spiegel. Die Quartärsedimente an der Insel sind sehr gut mit Wasser versorgt. Die Ausgiebigkeit eines Brunnen erlaubt bis 32,5 l/s guten Trinkwassers zu entnehmen. Von der ganzen Insel wäre es möglich im Laufe des Jahres 200 bis 250 l/s Trinkwasser zu entnehmen. Die Wasserentnahmen müssen im nichtbewohnten Teil der Insel zustandekommen. Das Grundwasser der Quartärsedimente weist die höchste Temperatur (9—13 °C) von allen anderen Inseln im tschechoslowakischem Gebiet auf.

Die grösste Donauinsel zwischen Komárno und Štúrovo an tschechoslowakischer Seite ist die Insel Mužliansky ostrov. Sein hydrologischer und hydrogeologischer Wert ist jedoch geringer. Der Quartärsand und -schotter ist ziemlich verlehmt und daher auch wenig durchlässig.

Der hydrologische Ursprung der Grundwasser aller Donauinseln ist direkt im Wasser des Donaubettes. Die Gewässer sind zwischeneinander hydrologisch verbunden und reagieren sofort auf alle Durchflussveränderungen. Die Einflüsse der Niederschläge und des Schnees sind bedeutungslos. Die Qualität der anderen Wässer ist verhältnismässig gut.

Aus dem Slovakischen übersetzt von J. Kováčsová