

JAROSLAV CHROBOK, ZDENĚK POSPÍŠIL, ANTON PORUBSKÝ

PODZEMNÉ VODY NIVY VÁHU V BYTČIANSKEJ KOTLINE

Jaroslav Chrobok, Zdeněk Pospíšil, Anton Porubský: Underground waters of the Váh alluvium in the hollow of Bytča. Geogr. Čas., 28, 1976, 3; 5 tables, 2 figures, 32 references.

The present work deals with the problem of underground waters in the Váh alluvium of the Bytča hollow. It evaluates the geographical-geological environment, the mightiness and permeability of inundated gravels and sands, as well as the reserves of underground waters. It determines the forms of quantitative and qualitative formation of underground waters and estimates their mutual relation to the surficial waters of the Váh river and its affluents.

The main statement of the study consists in that the underground waters of the Váh alluvium have relatively good physical-chemical properties of the drinking waters in places more distanced from the river bed. Near to the river, the groundwater is affected by its secondary pollution. The quantity of underground waters is estimated principally by the balance method and the method reposing on the annual oscillations of the water level.

Bytčianska kotlina sa priraďuje k považským medzihorským kotlinám stredného Považia a rozprestiera sa po oboch stranách Váhu medzi Hričovom a Nosickou priehradou. Na pravej strane Váhu je ohraničená východnými svahmi Javorníkov a na ľavej strane západnými až severozápadnými svahmi Strážovských vrchov. Vytvára ju hlavne aluviálna niva s nadmorskou výškou od 320 do 267,5 m. Mladšie terasy morfológicky nevynikajú a staršie terasy sa svojimi stupňami zachovali iba útržkovite na svahoch Javorníkov a Strážovských vrchov. Významné sú tu náplavové kužele, ktoré majú značné rozlohy, napríklad pri vyústení potokov Petrovického, Súľovského, Tepličky a pod.

Do prírodných pomerov kotliny hlboko zasiahla výstavba vodných diel na Váhu, a to Hričovská vodná nádrž, prírodný kanál do hydroelektrárne v Mikšovej a Považskej Bystrici a Nosická vodná nádrž.

Pohorie Javorníkov na pravej strane Váhu sa označuje ako pahorkatina s nadmorskou výškou okolo 500 m, v okolí Nosickej nádrže sú to bradlá. Lavostanné Strážovské vrchy sa výškove pohybujú od 300 do 950 m n. m., najvyšší kopec je Veľký Manín.

Z geologického hľadiska budujú Bytčiansku kotlinu s okolím horniny bradlového pásma, paleogénu, neogénu a kvartéru. Rieka Váh tu prakticky sleduje generálny smer bradlového pásma, ktoré vytvára celý rad samostatných krýh

vápencov a dolomitov obalených slieňovcami, ílovcami, pieskovecami a zlepenkami. Kryštalické jadro v celom okolí Bytčianskej kotliny nevystupuje.

Flyšové pásmo je výsledkom geosynklinálnej sedimentácie a neskorších horotvorných pohybov na rozhraní paleogénu a neogénu. Z neho do oblastí Bytče zasahuje bystrickou jednotkou magurského flyšu. Bystrická jednotka je charakteristická vývinom rytmicky sa striedajúcich bridlíc a pieskovcov.

Sama kotlina patrí do sústavy terciérnych depresí s paleogénom súľovskej oblasti a neogénom. Paleogén súľovskej oblasti zasahuje do kotliny z východnej časti — zo Strážovských vrchov a je zastúpený uloženinami stredného a vrchnej eocénu hlavne zlepenkami a brekciami. Toto súvrstvie je uložené na mezozoickom podloží.

Neogénne sedimenty sa tu vyskytujú len v malom rozsahu v okolí Hrabového a sú zvyškami sedimentácie pôvodne jednotného zálivu spojeného s transgresiou z Podunajskej nížiny cez ostatné kotliny — Ilavskú a Trenčiansku. Sedimenty neogénu majú zväčša charakter pelitických, ílovitých usadenín.

Kvartérne uloženiny pokrývajú celú Bytčiansku kotlinu v najrôznejších svojich formách od aluviálnych hĺn cez delúviá až po fluviálne náplavy Váhu a miestnych potokov.

KLIMATICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMERY

Klimatické pomery skúmaného územia sú podmienené viacerými faktormi, medzi ktorými vyniká aj jeho geografické polozenie medzi Javorníkmi na západe a Strážovskými vrchmi na východe až juhovýchode. Územie je pri prevládajúcich severných a západných vetroch v tieni Javorníkov. Bytčianska kotlina má v porovnaní so svojím západným alebo východným okolím nižšie zrážkové úhrny, vyššiu teplotu vzduchu a z toho vyplývajúce rozdielne zaradenie do klimatickej oblasti, či podoblasti.

Podľa mapy klimatických oblastí ČSSR [Atlas podnebí Československé republiky, 1958] patrí Bytčianska kotlina do mierne teplej oblasti so základnými znakmi: počet letných dní ($t_{\max} = 25^{\circ}\text{C}$) v roku pod 50, júlová teplota nad 16°C . Podľa Končekovho „vlahového indexu“, ktorého hodnota sa v kotline pohybuje medzi 60 a 120, kotlinu zaraďujeme do vlhkej podoblasti. Pri uvažovaní ďalších klimatických prvkov podoblasti sa ďalej delia na klimatické okrsky. V kotline je zastúpený iba okrsk B₇ s charakteristikou: mierne teplý, vlhký, s chladnou alebo studenou zimou, dolinný, januárová teplota pod -3°C . Najvyššie polohy Javorníkov patria do chladnej oblasti, okrsku C₁ s charakteristikou mierne chladný. Rovnaké zastúpenie klimatických oblastí a okrskov zasahuje aj do Strážovských vrchov.

Pre hodnotenie zrážkových pomerov sú v Bytčianskej kotline k dispozícii dve zrážkomerné stanice — Bytča s nadmorskou výškou 308 m a Považská Bystrica s 288 m n. m.

Priemerné mesačné úhrny zrážok v mm za obdobie rokov 1931—1960 a podiel jednotlivých mesiacov na ročnom priemernom úhrne zrážok v % sú na tab. 1.

Podiel ročných období na priemernom ročnom úhrne zrážok v mm a % je na tab. 2.

Tabuľka 1

Priemerné mesačné úhrny zrážok v mm za obdobie rokov 1931—1960 a percentuálny podiel mesiacov na ročnom priemere

Stanica	Jan.	Febr.	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Rok
Bytča	49	48	48	45	69	85	99	84	52	58	56	50	743 mm
	6,6	6,5	6,5	6,1	9,3	11,4	13,3	11,3	7,0	7,8	7,5	6,7	100 %
Považská Bystrica	45	44	46	45	68	87	94	79	52	58	54	46	718 mm
	6,3	6,1	6,4	6,3	9,5	12,1	13,1	11,0	7,2	8,1	7,5	6,4	100 %

Tabuľka 2

Podiel ročných období na priemernom ročnom úhrne zrážok

Stanica	Jar		Leto		Jeseň		Zima	
	marec-máj		jún-aug.		sept.-nov.		dec.-febr.	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Bytča	162	21,8	268	36,1	166	22,3	147	19,8
Považská Bystrica	159	22,2	260	36,1	164	22,8	135	18,8

Tabuľka 3

Podiel vegetačného a nevegetačného obdobia na priemernom ročnom úhrne zrážok

Stanica	Vegetačné obdobie		Nevegetačné obdobie	
	apríl-september		október-marec	
	mm	%	mm	%
Bytča	434	58,4	309	41,6
Považská Bystrica	425	59,2	293	40,8

Podiel vegetačného a nevegetačného obdobia na priemernom ročnom úhrne zrážok v mm a % je na tab. 3.

V časovom rozložení zrážok v priebehu roka pripadá maximum na júl, keď spadne v priemere 13,1—13,3 % (94—99 mm) zrážok z priemerného ročného úhrnu a minimum zrážok pripadá na mesiace február a apríl (Bytča), keď spadne v priemere 6,1 % zo zrážkového ročného normálu (v Bytči 45 mm, Považskej Bystrici 44 mm). Maximálne množstvo zrážok spadne vo vegetačnom období, keď je aj najvyšší výpar a transpirácia. Podiel jarných a jesenných mesiacov na ročnom úhrne zrážok je takmer rovnaký 21,8—22,8 %. Najnižšie zrážkové úhrny sú v zimných mesiacoch, ktoré sa zúčastňujú na ročnom zrážkovom úhrne 18,8—19,8 %.

Pre obdobie rokov 1901—1950 sa pre hodnotené stanice udávajú vyššie priemerné ročné úhrny zrážok, a to v Bytči 771 mm a v Považskej Bystrici 774 mm.

Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou za obdobie rokov 1921—1922 až 1950—1951 je v Považskej Bystrici 68,4 dní (priemerne od 26. 11. do 18. 3.).

Vzhľadom na bližšie poznanie hydrologických charakteristík Bytčianskej kotliny bolo treba určiť priemerné zrážky za celé územie a nielen za hodnotené dve stanice. Na určenie celoúzemných priemerných zrážok sme zakreslili polygonovú sieť s použitím najbližších 6 staníc, pre ktoré sa udávajú zrážkové normály z obdobia rokov 1931—1960, a to Bytča, Považská Bystrica, Žilina, Veľké Rovné, Brvnište a Púchov. Priemerná veľkosť zrážok, určená polygonovou metódou, je pre územie 743,7 mm. Metódou spriemerňovania a porovnávania hodnôt sme pre územie Bytčianskej kotliny určili priemerné ročné zrážky v množstve 738,7 mm ako reprezentatívny priemer.

Teplotné pomery v Bytčianskej kotline sa nepozorovali pravidelne a možno ich odhadovať iba interpoláciou zo staníc v Žiline a v Trenčianskych Tepliciach. Analógiou podľa uvedených staníc môžeme pre Bytčiansku kotlinu predpokladať priemernú ročnú teplotu 8 °C. Priemerná mesačná relatívna vlhkosť vzduchu na študovanom území je 79 %.

Hodnota celkového výparu bola určená viacerými metódami. Hodnota výparu z povrchu pôdy, ktorú podľa M. I. Budykova a L. J. Zubenoka vypočítal J. Tomlain (1965) pre stanicu Žilina, je 500 mm za rok a pre stanicu Trenčín 493 mm za rok. Podľa tejto metódy by sme pre územie Bytčianskej kotliny mohli rátať s veľkosťou výparu 500 mm. Metódou podľa vzorca L. Turca vychádzame pre študované územie výpar 439 mm. Podľa prác O. Duba (1949) mohli by sme pre študované územie predpokladať priemerný ročný úhrnný výpar približne 500 mm. Keďže hodnoty O. Duba a J. Tomlaina sú takmer rovnaké, môžeme teda vziať

hodnotu výparu 500 mm za bilančnú hodnotu pre celú kotlinu, kde to znamená asi 67—70 % podielu zo zrážkového ročného úhrnu.

Váh je centrálnym tokom, ktorý svojimi prítokmi odvodňuje celé územie Bytčianskej kotliny a priľahlé časti Javorníkov i Strážovských vrchov. V súčasnosti do Bytčianskej kotliny vteká profilom Hričovskej priehrady, po ktorú má plochu povodia $P_1 = 7\,152,9 \text{ km}^2$, dĺžku doliny L_1 156,3 km. Bytčianskou kotlinou opúšťa priehradou Nosice, kde má už plochu povodia $P_2 = 7\,896,6 \text{ km}^2$ a dĺžku doliny L_2 194,8 km. Differencia plôch povodií medzi konečným a začiatočným profilom $P_2 - P_1$ je $743,7 \text{ km}^2$ s dĺžkou toku $L_2 - L_1 = 38,5 \text{ km}$. Z plochy povodia na vlastnú Bytčiansku kotlinu pripadá iba $48,4 \text{ km}^2$, čo je 6,5 %.

Prítoky Váhu s plochou povodia väčšou ako 5 km^2 i s ich hydrologickými a hydrografickými charakteristikami sú na tab. 4.

Bytčianska kotlina s príslušnými územiaми pohorí tvorí územie hydrologicky uzavreté. Nepriteká do neho nijaká voda po povrchu ani pod povrchom (okrem Váhu) a všetky zrážky spadnuté na toto územie odtekajú hlavným tokom Váhu jedným záverečným profilom.

Prietoky na prítokových potokoch v Bytčianskej kotlině sa merajú iba na potokoch Petrovička a Domanižanka. Petrovička má priemerný ročný prietok $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$, maximálny $15,9 \text{ m}^3/\text{s}$ a minimálny $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$. Domanižanka má priemerný ročný prietok $2,07 \text{ m}^3/\text{s}$, maximálny $45,6 \text{ m}^3/\text{s}$ a minimálny $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$.

Prietoky na Váhu sa merajú na vodomerných stanicích v Strážove a v Pú-

Tabuľka 4
Hydrografické charakteristiky prítokov Váhu

Prítoky	Plocha povodia P v km ²	Dĺžka doliny L v km	Charakteristika P/L ²	Poznámka
z pravej strany				
Dlhopoľka	47,9	13,2	0,27	ústi do kanála
Rovnianka	49,8	16,6	0,18	"
Petrovička	66,8	17,8	0,21	ústi do Váhu
Pšurnovický potok	8,1	6,1	0,22	"
Štiavnik	63,2	18,6	0,18	"
Papradnianka	78,9	21,9	0,16	"
Marikovský potok	102,4	21,5	0,22	ústi do Nosickej priehrady
z ľavej strany				
Závadský potok	14,8	8,5	0,20	ústi do Váhu
Hradné	34,7	13,0	0,20	"
Drieňovka	18,9	6,2	0,28	"
Manínsky potok	15,8	10,0	0,16	"
Domanižanka	101,4	20,0	0,25	ústi do Nosickej priehrady
Mošteník	17,4	8,9	0,22	"

Tabuľka 5

Priemerné prietoky na Váhu v ročných obdobiach za roky 1931—1960

Jar	Leto	Jeseň	Zima
marec-máj 163,6	jún-august 119,1	sept.-november 94,3	december-február 86,7
Vegetačné obdobie		Nevegetačné obdobie	
apríl — september 136,2		október — marec 95,6	

chove, teda pred prítokom do kotliny a po výtoku z nej. V Strážove za obdobie rokov 1931—1960 boli namerané maximálne prietoky 2 500 m³/s, stredné 120 m³/s a minimálne 18,6 m³/s. V Púchove za obdobie rokov 1912—1956 (do výstavby Nosickej priehrady) boli namerané maximálne prietoky 1930 m³/s, stredné 133 m³/s a minimálne 19,9 m³/s. Prietoky na Váhu ovplyvňujú od hydrologického roku 1954 vodné diela Oravská priehrada, Krpeľany, Hričov a Nosice.

Maximálne mesačné prietoky na stanici Strážov pripadajú na apríl (dlhodobý priemer 219,6 m³/s) a minimálne na január (73,2 m³/s). Sú určené za obdobie rokov 1931—1960, ale aj priemerné prietoky v jednotlivých ročných dobách, ako sú uvedené na tab. 5.

Po výstavbe Hričovskej priehrady sa prietokové pomery na Váhu v Bytčianskej kotline podstatne zmenili. Cez priehradný profil nádrže väčšia časť vody odteká derivačným kanálom do hydrocentrál Mikšová a Považská Bystrica a len malá časť vody sa vypúšťa do Váhu. Možno tu povedať, že táto vypúšťaná voda kvantitatívne zodpovedá iba hygienickému minimu. Množstvo vody vypúšťané do kanála sa sleduje s $\pm 5\%$ presnosťou. Maximálne množstvo bolo vypustené v júni 1965, a to cca 380 m³/s a najmenšie v auguste 1967, iba 38,94 m³/s. Do Váhu sa v Hričove vypúšťa v období od 1. októbra do 30. apríla 3 m³/s, od 1. mája do 30. septembra 5 m³/s a okrem toho sa prepúšťajú všetky veľké vody (podľa údajov podniku Povodie Váhu v Piešťanoch).

Priemerný prietok vo Váhu po výstavbe Hričovskej priehrady v profile nad Považskou Bystricou sa odhaduje asi na 6,2—8,3 m³/s. Je to prietok podstatne nižší ako 364-denná voda (bola 22 m³/s), ba dokonca nižší, ako bol minimálny denný priemer pred výstavbou priehrady.

Prírodná schopnosť hornín budujúcich Bytčiansku kotlinu vodu prepúšťať, akumulovať alebo transportovať je veľmi variabilná a úplne závislá od petrografickej a granulometrickej stavby, od ich tektoniky a morfológie, od ich textúry a štruktúry.

Najstaršími horninami sú mezozoické horniny bradlového pásma, ktoré sú hlavnou stavebnou jednotkou neogénneho a kvartérneho podložia. Majú prevažne flyšový charakter. Vystupujú zväčša v pruhu rovnobežnom s dolinou Váhu a sú reprezentované striedaním slieňov, pieskovcov, zlepcov a vápencov. Celkovo okrem Manínskych skál predstavujú komplex slabopriepustných hornín s malou akumuláciou a frekvenciou podzemnej vody a s málovýdatnými prameňmi. V manínskej sérii priamo v Manínskej úžine vyvierajú najvýznamnejší prameň, ktorého výdatnosť je 20—45 l/s. Voda má teplotu 17 °C, čo svedčí

o jej hlbšom obehu. Manínske skaly zaberajú plošnú veľkosť cca 3,5 km², čo je malá infiltračná oblasť pre takúto veľkú výdatnosť, a tak za zberné územie tohto prameňa treba pokladať aj vápencové územie južnejšie od neho.

Horniny centrálneho karpatského paleogénu sú zastúpené hlavne v povodí potoka Hradné a sú reprezentované súľovskými karbonatickými zlepenkami a brekciami. Ich zvodnenie nad eróznou bázou je pomerne malé, ale smerom do ich mezozoického karbonatického podložia môže sa očakávať i väčšia akumulácia podzemných vôd.

Horniny paleogénu magurského flyšu sú stavebným prvkom pravej strany kotliny. Sú zastúpené zlínskymi vrstvami s prevahou ílov a menším podielom pieskovcov.

Po stránke zvodnenia horniny magurského flyšu majú len podradný význam pre obeh alebo vytváranie zásob podzemných vôd. Málovýdatné pramene (0,5—1,5 l/s) sú rôzne situované na výstupoch pieskovcov alebo svahovosuťových delúviách.

Horniny neogénu tvoria len malé ostrovčeky južne od Bytče v okolí Hrabového a vzhľadom na výskyt podzemných vôd nemajú nijaký hydrologický význam.

Kvartérne sedimenty sú reprezentované hlavne fluviálnymi sedimentami Váhu a jeho prítokov s malými zvyškami vyšších terás, ďalej sú to sprašové hliny a sute, menšie zosuvy, hlinité eluviá a delúviá. Najlepšie schopnosti na zachytenie a akumulovanie vôd majú vážske štrky a piesky, nivy Váhu a náplavové kužele potokov vyúsťujúcich do doliny Váhu. Bazálne polohy kvartéru sú odvodňované skrytými prestupmi do sedimentov dna doliny.

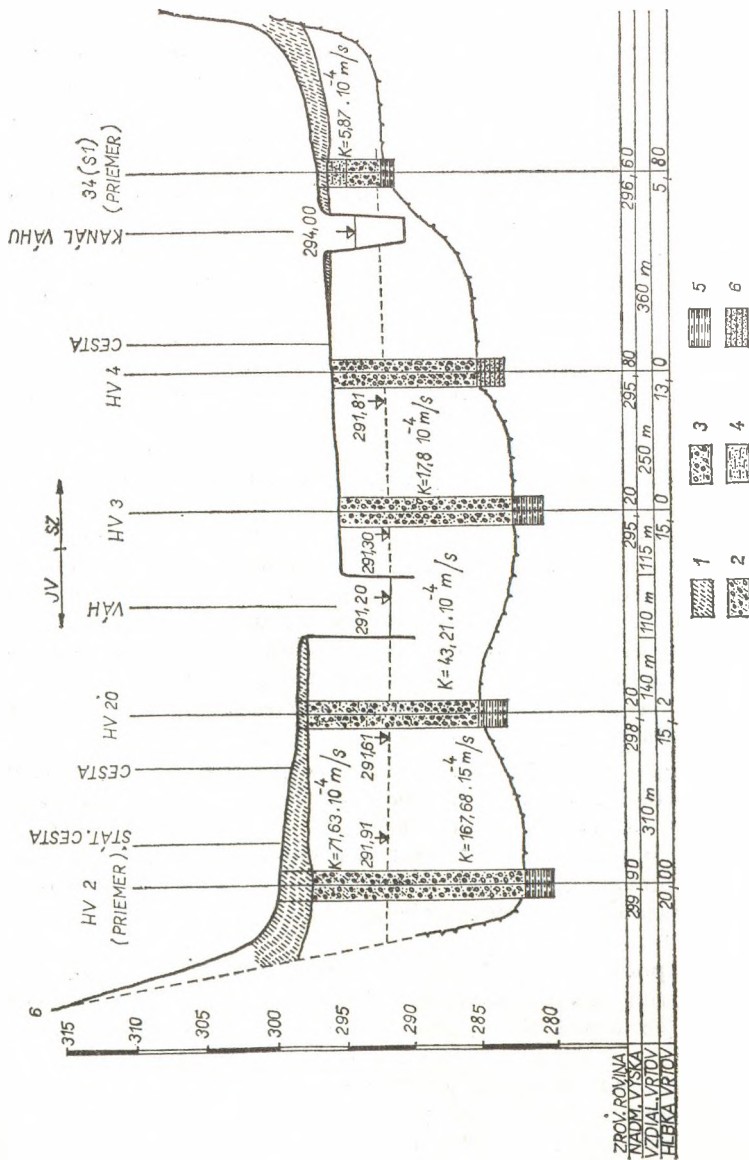
Z hľadiska zásob a cirkulácie podzemných vôd najväčší význam majú fluviálne sedimenty Váhu a jeho prítokov.

Šírka vážskej doliny v Bytčianskej kotline sa pohybuje v rozmedzí 0,4 až 2,5 km. Mocnosť kvartéru v nej kolíše od 4 do 18 m. Pomerne rovný povrch dolinnej nivy člení len koryto Váhu a jeho prítoky. Spád terénu od Hričova (320 m n. m.) po Nosice (267,5 m n. m.) je priemerne 1,44 ‰. Rovnaký spád má aj podložie náplavov Váhu. Morfológia podložia vážskych náplavov bola formovaná popri tektonike i korytom rieky, ktorá ho v histórii svojho vývoja rôzne prekladala.

Najmenej členité podložie nivy Váhu je v úseku Horný Hričov-Kotešová, kde je mocnosť zvodnených štrkov a pieskov do 10 m. Na úrovni Kotešovej sa dolina rozširuje až na 2,5 km a podložie kvartéru sa rozčleňuje pod vplyvom prítokov Rovnianky a Petrovičky, ktoré koryto Váhu postupne zatlačovali až k ľavému okraju nivy. V okolí Predmieru, kde je šírka nivy asi 2 km, je koryto Váhu zatlačované zase do pravej strany nivy pod vplyvom potoka Hradné. V profile Mikšová—Rašov sa dolina Váhu zužuje na 1,5 km a sedimentácia štrkov a pieskov sa sústredila na ľavú stranu Váhu, kde mocnosť kvartéru je až 18 m. Takto pokračuje až do profilu Plevník—Drienové—Šebesťanová. Na pravej strane nivy, na ktorej vedie aj prívodný kanál na hydrocentrále Mikšová a Považská Bystrica, neboli zistené väčšie mocnosti štrkov a pieskov ako 10 m.

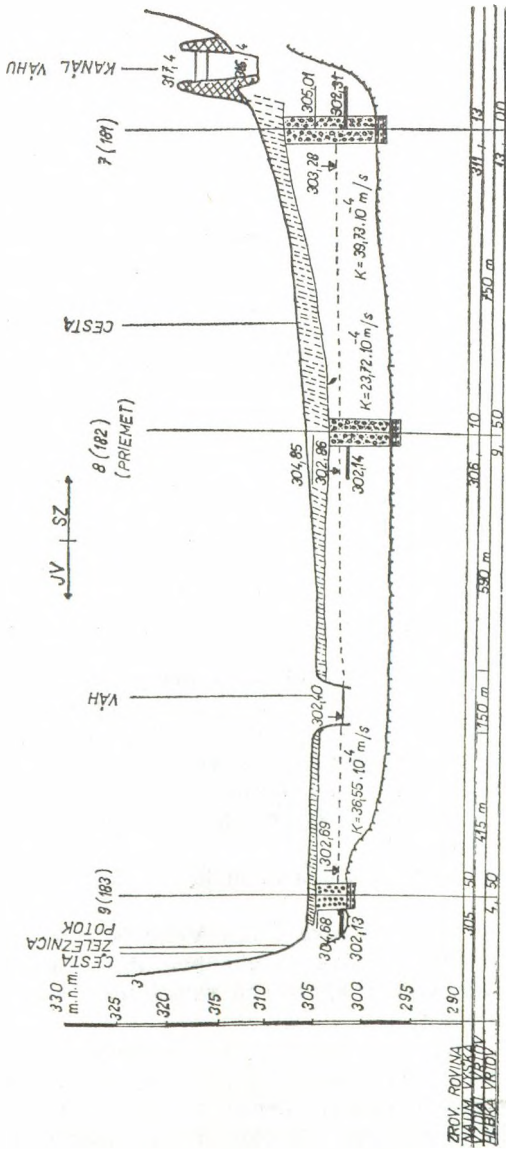
Dolina Váhu sa potom zužuje už na 400 m v úžine profilu Považská Teplá—Považské Podhradie. Ani tu mocnosť kvartéru neprevyšuje 10 m. Takto potom pokračuje aj do okolia Považskej Bystrice.

Váh celou svojou dĺžkou v Bytčianskej kotline preteká iba v koryte vybudovanom fluviálnymi náplavami a nikde nie je zahĺbený až do nepriepustného



Obr. 1. Priechny profil nivou Váhu v Bytčianskej kotline medzi Mikšovou a Rašovom.
 1 — hĺbina, 2 — zahlienené štrky a piesky, 3 — štrk s pieskom, 4 — piesočnatý úl, 5 — sliene, slienovec, ílovec, 6 — pieskovce.

podložia. V prehĺbeninách koryta a iných morfologických depresiách sú uložené štrky a piesok so štrkom s výraznou prevahou hrubých materiálov. Okruhliaky štrku majú priemer 10—20 cm, ojedinile sa vyskytujú aj balvany s veľkosťou až 40 cm. Asi 80 % nivnej sedimentácie tvoria zväčša štrky veľkosti 4—63 mm, menej piesky veľkosti 0,06—4 mm. Zrná štrkov sú najviac zo žúl, pieskovcov a vápencov, menej zo zlepencov a kremencov. Kryciu vrstvu dobre



Obr. 2. Priechý profil nivo Váhu v Bytčianskej kotline medzi Bytčou a Kotešovou.
 1 — hĺna, 2 — zahĺnené štrky a piesky, 3 — štrk s pieskom, 4 — piesočnatý íl, 5 —
 sĺene, sĺienovce, ílovce, 6 — pieskovce.

priepustných štrkov a pieskov tvorí zväčša vrstva povodňových piesočnatých hĺn, hrubá 0,5—3 m. Na niektorých častiach územia prekrýva vlastne zvodnené štrky a piesky až 10 m hrubé súvrstvie hĺn a zahĺnených štrkov, čo je určite materiál naplavený do doliny Váhu jeho bočnými prítokmi.

Nívné územia jednotlivých vážskych prítokov majú aj pomerne veľké rozlohy a mocnosti dobre zvodnených štrkov a pieskov.

Dolinná niva potoka Petrovička má pri vyústení do doliny Váhu šírku asi 500 m a mocnosť náplavov okolo 6,5 m. Sedimentácia sa začína na podloží hrubými nevytriedenými štrkami slabo zaílovanými. Nad nimi sú zahlinené štrky a hliny so štrkom. Materiál zfn tvoria prevažne pieskovce s rôznym stupňom opracovania, často aj balvany do veľkosti 30 cm. Ich priepustnosť je okolo $1-4.10^{-4}$ m/s. Na prechode jeho náplavového kužeľa do nivy Váhu je zberné územie bytčianskeho vodovodu, z ktorého sa odoberá 40 l/s pomerne kvalitnej vody.

Niva Marikovského potoka má šírku cez 300 m, nad Udičou až 400 m. Mocnosť zvodnených štrkov a pieskov v nive medzi Udičou a Prosným je 10—12 m, ale na báze sú už polohy ílov. V okolí Hornej Marikovej je mocnosť zvodneného kvartéru 6—8 m. Najväčšie výdatnosti boli dosiahnuté zo studne pri Udiči neďaleko potoka, a to 12 l/s pri znížení hladiny vody o 3 m. Hladina vody sa pohybuje od 2 do 3,5 m pod terénom.

V doline Papradnianky je niva široká 300—350 m s mocnosťou zvodnených štrkov a pieskov od 10 do 13 m (na území medzi Papradnom a Brvništom). Dosiadnutá výdatnosť na 1 studňu je okolo 6,8 l/s pri znížení 2,5 m. Súčiniteľ filtrácie zvodneného prostredia je $k = 3.10^{-4}$ m/s.

Mimoriadne priaznivé podmienky zvodnenia a veľké zásoby podzemných vôd majú nívne sedimenty Domanižanky. Z doterajších poznatkov za najlepšie zvodnený možno považovať kvartér nivy Domanižanky v úseku Považskej Bystrice, kde je jeho mocnosť iba 8—9 m, ale výdatnosť na 1 studňu je až 25 l/s.

Najvyššiu priepustnosť majú štrky v miestach svojich maximálnych mocností. Ich priepustnosť charakterizovaná súčiniteľom priepustnosti je v rámci rozmedzí hodnôt $1,67.10^{-2}$ m/s až 2.10^{-3} m/s. Menšiu priepustnosť má zvodnený materiál na okrajoch nivy, a to okolo $3,5.10^{-4}$ m/s. Ešte podstatne menšiu priepustnosť majú sedimenty pokryvných vrstiev zvodnených štrkov a pieskov. Na niektorých územiach, napríklad v okolí Rašova, je rozdiel v priepustnosti štrkov s pieskami a ich nadložným pokryvom natoľko veľký, že vytvára trvale napätý horizont podzemných vôd.

Štrky a piesky v nive rieky Petrovička majú hodnotu súčiniteľa priepustnosti $1-5.10^{-4}$ m/s.

Smer tečenia podzemných vôd v nive doliny Váhu je v priebehu roka zhodný so smerom priebehu terénu a kvartérneho podložia. Variabilita v rozkolísanosti hladín podzemných vôd je spôsobená variabilitou stavov hladín v koryte Váhu, resp. jeho prítokov.

Prírodné formovanie režimu podzemných vôd v náplavoch Váhu v Bytčianskej kotline bolo podstatne narušené výstavbou Hričovskej priehrady. Priehradné teleso je utesnené oceľovou stenou (larzenovou) až do skalného podložia a voda z nádrže je vedená na Mikšovskú hydrocentrálu nepriepustným kanálom. To vylučuje významnejšie prítoky podzemných vôd do štrkov a pieskov pod priehradou. Podľa meraní Vodorozvoja, n. p. v Bratislave boli priesaky z kanála do štrkov za rok 1963 37,5 l/s, za rok 1964 24,5 l/s, za rok 1965 22,9 l/s a za rok 1966 25,1 l/s.

Je len samozrejmé, že regulovaným stavom vody v koryte Váhu sa prispôbila i hladina podzemných vôd a ich dnešný režim. Rozdiely v režime podzemných vôd hodnotil M. Loupanec z Geotestu v Brne porovnaním hydrogeologických hodnôt z rokov 1956—1959, t. j. pred napustením priehrady a derivačného kanála a z rokov 1965—1968, t. j. po začatí činnosti vodného diela.

Jednoznačne sa dokázalo, že po uvedení tejto energetickej sústavy do prevádzky (1962) sa prietoky na Váhu počas väčšej časti roka vyrovnali a znížili v mesačných priemeroch viac ako o 1 m. Hladina podzemnej vody v pririečnej zóne, v pásme prevažne ovplyvňovanom Váhom asi 300 m od koryta rieky, poklesla v ročných priemeroch približne o 1 m a vo vedľajšom pásme ovplyvňovanom prevažne atmosferickými zrážkami a prítokmi zo susedných území (cca 200 m od okraja kvartéru), poklesla hladina až o 0,40 m.

Z výsledkov výskumu teda vidieť, že pre súčasné formovanie režimu podzemných vôd majú rozhodujúci význam atmosferické zrážky v príslušnom úseku Váhu spadnuté tak na nivu Váhu, ako aj na priľahlé svahy. Na ich doplňovanie sa ďalej zúčastňujú podzemné vody prítokov Váhu obojstranných dolín. No nemožno zanedbať vplyv veľkých prietokových vôd vo Váhu najmä na ľavej strane úseku okolo Horného Hričova, ďalej stále doplňovanie v meandri pri Kotešovej a Bytči. Na druhej strane zreteľné odvodňovanie nivy je v meandri pri Rašove a v úžine pri Šebestanovej a Považskej Bystrici.

KVANTITATÍVNE HODNOTENIE PODZEMNÝCH VÔD

Ako sme už zdôraznili, základný vodohospodársky význam na získanie vodných zdrojov majú podzemné vody kvartéru nivy Váhu. Preto aj pri kvantitatívnom hodnotení sa sústredíme iba na ne. Predovšetkým určíme ich prírodné zásoby pomocou bilančnej metódy. Zvolili sme si pre ňu zjednodušenú rovnicu $O = Z - V$, kde O je odtok, Z sú zrážky a V je výpar. Hodnoty pre našu úvahu sme prevzali z materiálov Hydrometeorologického ústavu a z literatúry, a to $S = 738,7$ mm, $V = 500$ mm, $O = 238,7$ mm. Povrchový odtok na území nivy prakticky neexistuje a 238,7 mm zrážok predstavuje približne množstvo vody, ktoré infiltruje do nivných zvodných sedimentov na ploche 38 km² (po odčítaní plochy Nosickej nádrže). Prepočítané na množstvo vody je to ročne 9 070 600 m³ infiltrovaných vôd, čo je asi 288 l/s. Z drobných území bez povrchového odtoku (17 km²) infiltrujúce vody do vážskych štrkov a pieskov predstavujú množstvo asi 133 l/s, čo je spolu 421 l/s.

Ďalším množstvom vôd sa doplňajú podzemné vody nivy Váhu infiltráciou priesakom vôd povrchových tokov. Hydrometrovaním niektorých potokov v profiloch pri vyústení do doliny (horný profil) a v profiloch pred vyústením do Váhu (dolný profil) zistili pracovníci Geotestu Brno dosť veľké straty v prietokoch, ktoré presiakli do podzemných vôd: pri Manínskom potoku je to priemerne 110 l/s, pri potoku Hradné 13,5 l/s a pri potoku Petrovička 109,8 l/s. Pri ostatných prítokoch sa tieto straty nemerali a nepozná sa ani veľkosť prítokov do zásob podzemných vôd z koryta Váhu. Celkovou aproximáciou a analógiou môžeme určiť približné množstvo podzemných vôd prúdiacich v kvartérnych usadeninách Váhu Bytčianskej kotliny na 700 l/s.

V rámci určenia optimálneho množstva podzemných vôd, ktoré je možné odoberať z územia, musíme si určiť dynamické zásoby — tie zásoby, ktoré sa viažu na rozkolísanosť hladín počas celého hydrologického roka. Z nich potom sa určuje exploatačné množstvo vody, ktoré možno z vodárenského územia odoberať pre vodohospodárske ciele bez väčšieho zásahu do prírodného prostredia.

Dynamické zásoby podzemných vôd sa bežne určujú metódou výpočtov prie-

tokov vybranými profilmi podľa rovnice $Q = k.I.P$, kde Q je množstvo pretekajúcej vody profilom, k je súčiniteľ filtrácie, P je plocha prietochného profilu, I je hydraulický spád. Súčiniteľ filtrácie sa vypočítal z hodnôt získaných z čerpacích skúšok na hydrogeologických vrtoch, hydraulický spád bol odvodnený z minimálnych hladín podzemnej vody za roky 1965—1968 v porovnávacích vrtoch Hydrometeorologického ústavu. Plocha prietochných profilov bola určená planimetromi. Touto metódou sa počítali dynamické zásoby podzemných vôd pre:

Profil Dolný Hričov, vstupné hodnoty $k = 12,08 \cdot 10^{-4}$ m/s, $I = 2,4 \cdot 10^{-3}$, $P = 5\,670$ m² a $Q = 16,0$ l/s.

Profil Bytča $k = 86,33 \cdot 10^{-4}$ m/s, $I = 1,9 \cdot 10^{-3}$, $P = 9\,494$ m², $Q = 155,0$ l/s.

Profil Mikšová: a) ľavostranná niva $k = 121,98 \cdot 10^{-4}$ m/s, $I = 1,5 \cdot 10^{-3}$, $P = 4\,715$ m², $Q = 86,0$ l/s, b) pravostranná niva $k = 29,26 \cdot 10^{-4}$ m/s, $I = 1,9 \cdot 10^{-3}$, $P = 4\,879$ m², $Q = 27,0$ l/s.

Takto sme na nivu Váhu v Bytčianskej kotline určili sumárny prietok podzemných vôd v množstve 284,0 l/s. Tento prietok bol vypočítaný v uvedených prietochných profiloch pri minimálnych úrovniach hladín podzemnej vody. Kolísanie hladín nad touto úrovňou svedčí o nerovnosti medzi prítokom a odtokom podzemnej vody. Ak poznáme veľkosť kolísania hladín, plošný rozsah zvodnenej vrstvy a hodnotu účinnej pórovitosti, môžeme si určiť príslušný objem (množstvo) vody podľa vzťahov $Q = dh \cdot F \cdot \mu \cdot t^{-1}$, kde Q je objem vody vo zvodnenom prostredí, dh je priemerný ročný rozkyv hladín podzemnej vody, F je plocha zvodnenej vrstvy, μ je účinná pórovitosť v rozsahu kolísania hladiny podzemnej vody a t je počet sekúnd za rok ($3,15 \cdot 10^7$).

Rozkyv hladín bol určený z vrtoch pozorovacej siete Hydrometeorologického ústavu; dh je 1,23 m, $F = 38,10 \cdot 10^6$ m² a μ je 0,25. Takto určený objem podzemnej vody v nive Váhu bol vyčíslený v množstve $Q = 371,0$ l/s.

Celkové množstvo podzemnej vody priemerne tečúcej v sedimentoch nivy Váhu v kotline je možné určiť spočítaním prietochného množstva pri minimálnych úrovniach hladiny podzemnej vody s množstvom vody, vypočítaným z objemu vody v rozhraní priemerného rozkyvu hladiny podzemnej vody. V Bytčianskej kotline prietok v profiloch je 284,0 l/s, vypočítaný objem z rozkyvu je 371,0 l/s, teda v bilančnej úvahe môžeme uvažovať s množstvom podzemných vôd 650—700 l/s.

Uvedené zásoby podzemných vôd môžeme označiť ako prírodné zásoby, ktoré pretekajú náplavmi riečnej nivy bez ľudského zásahu. Okrem týchto zásob možno ešte určiť exploatačné zásoby, t. j. zásoby, ktoré môžeme odoberať zo zvodneného prostredia určitými technickými zásahmi, napr. studňami. Tieto technické zásahy môžeme usmerňovať dvojakým spôsobom, a to tak, že môžeme odoberať vodu len z prírodných zásob podzemnej vody bez „sťahovania“ vody z rieky alebo rátame aj s odberom vody infiltrovanej do pozemných vôd priamo z koryta rieky zvýšením spádových rozdielov tak, aby dosah depresného (odberného) kúžeľa siahal k rieke. Oba spôsoby sa dajú hydraulicky vypočítavať, buď matematickými metódami, buď modelovaním. Táto otázka je veľmi dôležitá a hlboko sa dotýka najmä kvality vody a životného prostredia. Odbery podzemných vôd na ich vodohospodárske využitie z riev sa musia plánovať podľa kvality povrchového toku. Ak je voda v povrchovom toku kvalitná, druhotne neznehodnotená, môže sa rátať s takým odberným systémom, ktorý vyvolá hydraulické spády umožňujúce presakovanie povrchových vôd do vodá-

renského územia a tak ho kvantitatívne zlepšovať, pričom možno rátať aj so samočistiacou schopnosťou zvodneného prostredia. Tam, kde vody povrchových tokov sú kvalitatívne druhotne znečistené, nemožno budovať odber vody pre verejné zásobovanie tak, aby povrchové vody z rieky zhoršovali kvalitu podzemných vôd. Rieka Váh má teraz veľmi zlú kvalitu vody vo svojom koryte, a teda nemožno v jej nive budovať také vodárenské územia, ktorých odberné zariadenia by boli v priamej hydraulickej spojitosti s riekou.

Pre nivu Váhu v Bytčianskej kotline boli určené hydraulickými matematickými metódami dve alternatívy exploatačných zásob podzemných vôd pomocou radu fiktívnych studní. Ako prvá alternatíva sa uvažuje odber zo zásob podzemných vôd bez ich ovplyvnenia Váhom a vychádza z minimálne odberné množstvo 102,7 l/s, priemerné množstvo 137,3 l/s. V rámci druhej alternatívy, pri ktorej sa predpokladá doplňovanie exploatačných zásob podzemných vôd z rieky, bolo by možné z nich odoberať až 1500 l/s.

Druhá alternatíva odberu vzhľadom na kvalitu vážskej vody teraz neprichádza do úvahy pre verejné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Prvá alternatíva vzhľadom na množstvo prírodných zásob podzemných vôd sa zdá kvantitatívne podhodnotená. Určenie optimálneho exploatačného množstva vody zo zásob podzemných vôd sa môže uskutočniť až po podrobnom terénnom výskume.

KVALITA PODZEMNEJ VODY

Kvalitu podzemnej vody v nívnych zvodnených sedimentov Váhu v Bytčianskej kotline formujú primárne faktory prírodného prostredia a sekundárne faktory ľudskej činnosti.

Po geochemickej stránke sa podzemné vody priradujú k typu kalciumbikarbonátových vôd, lokálne s relatívne vyšším obsahom horčíka. Majú neutrálnu až slabo alkalickú reakciu, stredne vysokú sumárnu mineralizáciu. Podľa celkovej tvrdosti patria medzi vody dosť tvrdé až tvrdé. Všeobecne však možno povedať, že podľa fyzicko-chemických vlastností zväčša vyhovujú ČSN 83 0611 pre pitné vody s výnimkou malého pásma pririečnej zóny (pozdĺž Váhu), kde môžu obsahovať organické znečistenie prekračujúce hraničné hodnoty normy. Počas prieskumu na niektorých lokalitách bol zistený vyšší obsah železa a mangánu.

Menej priaznivé vlastnosti majú podzemné vody po stránke bakteriologickej. Lokálne majú vysoký obsah saprofytických zárodkov, prípadne aj mikróbov zo skupiny *E. coli*. K znečisťovaniu podzemnej vody dochádza nielen v blízkosti povrchových tokov, ale v celej nive, najmä tam, kde je nedostatočná krycia vrstva v nadloží zvodnených štrkov a pieskov. Určením ochranných pásiem pre vodárenské územia je možné sa vyvarovať bakteriologickému ovplyvneniu studní.

Je potrebné zmieniť sa ešte o vplyve derivačného kanála na podzemné vody. Jeho vplyv na kvantitu vôd je určite negatívny. No pre súčasnú kvalitu je priaznivý. Sústredením prítoku silno znečistených vážskych vôd do izolovaného kanála sa v niektorých úsekoch Váhu čistota vody výrazne zlepšila vplyvom prítokových vôd z bočných tokov. Pozorovať to najmä v časti územia medzi Bytčou a Považskou Bystricou.

1. ANDRUSOV, D.: Poznámky ku geológii Považí. Věstník SGU IX, 3—4, Praha 1950.
- 2. ANDRUSOV, D.: Geologická mapa Bradlového pásma v liste Žilina, Archív GÚDŠ, Bratislava 1959.
- 3. ARLETH, J.: Bytča — posudok o základovej pôde, Geofond, Bratislava 1958.
- 4. BINDEMAN, N. N.: Ocenka expluatacionnych zapasov podzemných vôd. Moskva 1963.
- 5. BUDAY, T.: Regionálna geológia ČSSR, II. diel, Praha 1966.
- 6. BUJALKA, P.: Vyhodnotenie hydrogeologickej sondy v Považskej Bystrici, Geofond, Bratislava 1958.
- 6. CASTANY, G.: Prospection et exploitation des eaux souterraines. Paris 1968.
- 7. DUB, O.: Výpar, jeho plošné a časové rozdelenie na Slovensku. Meteorologické správy, 1949.
- 8. DUB, O.: Všeobecná hydrológia Slovenska. Bratislava 1954.
- 9. EVENLING, G.: Vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov v povodí Váhu v úseku Trenčín-Žilina. Geofond, Bratislava 1966.
- 10. HYNIE, O.: Hydrogeologie ČSSR, I. Prosté vody. Praha 1961.
11. CHINORACKÝ, J.: Hydrogeologický prieskum pre vodné dielo Mikšová. Geofond, Bratislava 1955.
- 12. MAHŮT, P., PORUBSKÝ, A. a kolektív: Inžiniersko-geologický a hydrogeologický prieskum pre sanáciu predstaroveckého zosuvu. Geofond, Bratislava 1963.
- 13. KAČURA, G.: Hydrogeologický prieskum Bytča. Geofond, Bratislava 1957.
- 14. LUKNIŠ, M., PLESNÍK, P.: Nížiny, kotliny a pohoria Slovenska. Bratislava 1961.
- 15. MAHEL, M.: Regionálna geológia ČSSR, diel II, Praha 1967.
- 16. MALÝ, J.: Bytča, zaistenie pitnej vody pre pivovar. Geofond, Bratislava 1964.
- 16. MAZŮR, E.: Niekoľko profilov kvartérom severozápadného Slovenska. Geogr. Čas., 8, Bratislava 1956.
- 18. MAZŮR, E.: Vývoj stredného Váhu v mladom pleistocéne. Geogr. Čas., 15, Bratislava 1963.
- 19. NETOPIIL, R.: K problému hydrologického rajonování území ČSSR podle režimu podzemných vod. Sborník ČSZ, 1, Praha 1964.
- 20. ORVAN, J.: Hydrogeologický prieskum pre vodný zdroj Bytča. Geofond, Bratislava 1965.
21. PORUBSKÝ, A.: Považská Bystrica — správa o vyhodnotení čerpaceho pokusu. Geofond, Bratislava 1954.
- 22. PORUBSKÝ, A.: Vyhodnotenie „k“ v Hornom Hričove. Geofond, Bratislava 1955.
- 23. PORUBSKÝ, A.: Hričov, Mikšová — hydrogeologický prieskum. Geofond, Bratislava 1959.
- 24. PORUBSKÝ, A.: Hydrogeológia kvartéru Váhu v úseku Krpelany—Sereď. Geol. Práce, 1960.
- 25. PORUBSKÝ, A.: Podzemné vody neogénu a kvartéru Slovenska. Geol. Práce, 1964.
- 26. PORUBSKÝ, A.: Vodná bilancia Slovenska. Geogr. Čas., 21, 1969.
- 27. POSPÍŠIL, Z. a kol.: Kvartér stredného toku Váhu, Geofond, Bratislava 1971.
- 28. CHROBOK, J., LOUPANEC, M., POSPÍŠIL, Z.: Režim podzemných vôd Bytčianskej kotliny a jeho ovplyvnenie vážskou deriváciou. Zborník referátov V. hydrogeologickej konferencie. Gottwaldov 1970.
- 29. ŠUBA, J.: Ochranné pásma bytčianskeho vodovodu. Geofond, Bratislava 1972.
- 30. TOMLAIN, J.: Priestorové a časové rozloženie výparu z povrchu pôdy na území ČSSR. Geogr. Čas., 17, 3, Bratislava 1965.
31. ZAJÍČEK, V.: Spodné vody na Váhu pred stavbou vodných diel a po ich dokončení. Vodohosp. Čas. 1, Bratislava 1953.
- 32. Ročenky HMÚ a Vodorozvoja, kolektív autorov 1955—1973.

Jaroslav Chrobok, Zdeněk Pospíšil, Anton Porubský

LES EUAX SOUTERRAINES DE L'ALLUVION DU VÁH DANS LE BASSIN DE BYTČA

Le bassin de Bytča se range aux bassins inter-montagneux du cours moyen de Váh et il s'étend sur les deux côtés du Váh, entre Hričov et le barrage de Nosice. De côté droit du Váh, il est limité par les pentes orientales des Javorníky et, du côté, gauche, par les pentes d'ouest et nord-ouest des montagnes de Strážov. Il est formé

principalement par une plaine alluviale ayant une altitude entre 320 et 267 m au dessus de la mer. Les terrasses plus jeunes ne ressortent pas morphologiquement et les terrasses plus anciennes ne sont conservées que fragmentairement par leurs dégâts sur les pentes des Javorníky et des montagnes de Strážov. Des cônes alluvionnaires y sont importants, ayant des étendues considérables, par ex. aux embouchures des ruisseaux Petrovický, Suľovský, Tepličky etc.

Les conditions naturelles du bassin étaient profondément atteintes par la construction des barrages du fleuve Váh, notamment du réservoir de Hričov, des canaux d'aménée aux centrales hydroélectriques de Mikšová et Považská Bystrica, et du réservoir de Nosice.

Des sédiments quaternaires recouvrent tout le bassin de Bytča, en ses différentes formes, à partir des argiles éluviales et déluvions, jusqu' aux alluvions fluviaux du Váh, des ruisseaux locaux et leurs cônes alluvionnaires.

Selon la carte des régions climatiques de la ČSSR [Atlas du climat de la République Tchécoslovaque, 1958], le bassin de Bytča appartient dans la région modérément chaude, avec les marques fondamentales suivantes: nombre annuel de jours d'été ($t_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$) au dessous de 50, la température de juillet au dessus de 16°C .

Pour évaluer les conditions de précipitations il existent, dans le bassin de Bytča, deux stations de mesurage: celle de Bytča à l'altitude de 308 m et celle de Považská Bystrica à l'altitude de 288 m.

Quant' à la distribution saisonnière des précipitations, le maximum tombe à juillet, atteignant en moyenne 13,1—13,3 % (94—99 mm) du moyen total des précipitations-annuelles, et le minimum tombe au mois de février, un moyen de 6,1 % du normal annuel des précipitations (à Bytča 45 mm, à Považská Bystrica 44 mm). Le maximum de précipitations tombe pendant la période de végétation, quand aussi l'évaporation et la transpiration sont les plus grandes. La portion des mois de printemps et d'été du total annuel de précipitations est presque égale, de 21,8—22,8 %.

Le Váh est un cours d'eau central qui, par la voie de ses affluents, draine tout le territoire du bassin de Bytča et des parties adjacentes des Javorníky et des montagnes de Strážov. En temps présent, il entre dans le bassin de Bytča par le profile du barrage de Hričov, jusqu' à où sa surface de drainage $P_1 = 7 \cdot 152,9 \text{ km}^2$ et la longueur de sa vallée = 156,3 km. Il quitte le bassin de Bytča par le barrage de Nosice, où sa surface de drainage s'élève déjà à $P_2 = 7 \cdot 896,6$ et la longueur de vallée à 194,8 km. La différence des superficies des bassins de fleuve entre le profile final et initial comporte $P_2 - P_1 = 743,7 \text{ km}^2$ et celle de la longueur du cours d'eau comporte $D_2 - L_1 = 38,5 \text{ km}$. De cet accroissement de surface, sur le bassin de Bytča proprement dit ne retombent que 48,4 km², c'est à dire 6,5 %.

Les passages d'eau par le Váh sont mesurés aux stations hydrométriques de Strážov et Púchov, c'est à dire avant son entrée et après sa sortie du bassin. Dans la période de 1931—60, on mesurait à Strážov des passages d'eau moyens de 120 m³/s, un maximum de 2.500 m³/s et minimum de 18,6 m³/s. À Púchov, pendant la période de 1912—1956 (avant la construction du barrage de Nosice), on avait mesuré des passages maximum de 1930 m³/s, moyens de 155 m³/s et minimum de 19,9 m³/s.

Après la construction de la digue de Hričov, les conditions d'écoulement du Váh dans le bassin de Bytča, furent essentiellement changées. La partie majeure de l'eau passe à travers le profile du barrage par le canal de dérivation, dans les hydrocentrales de Mikšová et Považská Bystrica, et la moindre partie de l'eau est amenée dans le Váh. On peut remarquer ici que le qualité de cette eau amenée ne satisfait que le minimum de l'hygiène.

Du point de vue des réserves et de la circulation des eaux souterraines, les sédiments fluviaux du Váh et de ses affluents ont une importance primordiale.

La largeur de la vallée du Váh varie dans le bassin de Bytča entre 0,4 et 2,5 km. La puissance du Quaternaire y varie de 4 à 18 m. La surface relativement plate de cet alluvion de vallée n'est articulée que par le lit du Váh et de ses affluents.

Le Váh passe de toute sa longueur le bassin de Bytča dans son lit formé par des dépôts fluviaux, n'étant nulle part enfoncé dans le substratum imperméable. Dans les fosses du lit ou autres dépressions morphologiques, on trouve des dépôts de gravier ou d'arène, avec une prédominance marquante des matériaux gros. Les galets ont d'habitude un diamètre de 10—20 cm; sporadiquement, on trouve aussi des pierres de 40 cm. Près de 80 % de la sédimentation alluviale sont formés par des graviers de 4—63 mm, en moindre mesure par des sables fins de 0,06—4 mm.

La plus grande perméabilité se rencontre chez les graviers aux endroits de leur puissance maximale. Elle est caractérisée par un index de perméabilité ayant des valeurs de $1,67 \cdot 10^{-2}$ à $2,0 \cdot 10^{-3}$ m/s. Le matériel inondé aux bords de l'alluvion a une moindre perméabilité de $3,5 \cdot 10^{-4}$ m/s environ. La perméabilité des sédiments des couches de couverture sur les graviers et sables inondés est encore beaucoup plus faible. Sur quelques territoires, par ex. aux environs de Raškov, la différence entre la perméabilité des graviers et sables, et celle de leur couverture supérieure est tellement forte qu'un horizon tendu d'eaux souterraines s'y établit.

La direction d'écoulement des eaux souterraines dans l'alluvion de la vallée du Váh, au cours de l'année, est identifiée avec celle du cours du terrain et du substrat quaternaire. La variabilité des niveaux d'eaux souterraines est causée par la variabilité du niveau d'eau dans le lit du Váh et de ses affluents.

La formation naturelle du régime d'eaux souterraines dans les sédiments du Váh, dans le bassin de Bytča, a été profondément troublée par la construction du barrage de Hričov. Le corps de la digue est étanché par une paroi d'acier (larsen) jusqu' à la base de roches et l'eau du réservoir est menée dans l'hydrocentrale de Mikšová par un canal imperméable. Ceci exclut l'arrivée des eaux souterraines dans les graviers et sables au dessous du barrage. Selon les mesurages du Vodorozvoj à Bratislava, les infiltrations du canal dans les graviers comportaient en 1963 — 37,5 l/s, en 1964 — 24,5 l/s, en 1965 — 22,9 l/s et en 1966 — 25,1 l/s.

Il est donc naturel que le niveau des eaux souterraines et leur régime actuel se sont adaptés aux niveaux réglés d'eau dans le lit du Váh. Il a été prouvé sans faute qu'après la mise en exploitation de ce système énergétique [1962], les passages d'eau du Váh se sont égalisés pendant la majeure partie de l'année et leurs moyennes mensuelles baissaient de plus de 1 m. Le niveau de l'eau souterraine dans la zone fluviale, influencée principalement par le Váh, à environ 300 m du lit de la rivière, avait baissé en différentes moyennes d' à peu près de 1,0 m, et dans la zone adjacente, influencée pour la plupart par les précipitations atmosphériques et les afflux des territoires voisins, à 200 m du bord du Quaternaire, son niveau avait baissé de 0,40 m.

On voit ainsi des résultats de la recherche que, pour la formation actuelle du régime d'eaux souterraines, l'importance décisive doit être attribuée aux précipitations atmosphériques dans le secteur respectif du Váh, tombées sur son alluvion ou sur les pentes voisines. À leur complètement participent ensuite les eaux souterraines des affluents du Váh venant des vallées de deux côtés.

La quantité totale d'eau souterraine s'écoulant en moyenne par les sédiments de l'alluvion du Váh peut être déterminée, dans le bassin, en sommant la quantité de passage, auprès des niveaux minimaux de l'eau souterraine, et la quantité d'eau calculé selon l'amplitude moyenne du niveau de l'eau souterraine. Dans le bassin de Bytča, l'écoulement par les profils contient 284,0 l/s, le volume calculé de l'amplitude est de 371,0 l/s, par conséquent en ce qui concerne la balance, nous pouvons estimer la possibilité d'eaux souterraines à 650—700 l/s.

Pour l'alluvion du Váh dans le bassin de Bytča, on a déterminé, par des méthodes hydrauliques mathématiques, deux alternatives de réserves d'exploitation d'eaux souterraines à l'aide d'une série de puits fictifs. Comme première alternative, on considère une prise des réserves d'eaux souterraines seulement, sans les influençant par le Váh, ce qui donne une quantité minimal de prise de 102,7 l/s et une quantité moyenne de 137,2 l/s. Selon l'autre alternative qui considère aussi un complètement

des réserves d'exploitation des eaux souterraines à partir de la rivière, on pourrait en reprendre même 1500 l/s.

La qualité de l'eau souterraine provenant des sédiments inondés de l'alluvion du Váh dans le bassin de Bytča est conditionnée par des facteurs primaires de l'environnement naturel et par des facteurs secondaires de l'activité humaine.

Du point de vue géochimique, les eaux souterraines appartiennent au type des eaux calcium-bicarbonatées, par places avec une teneur relativement haute de magnésium. Elles possèdent une réaction neutre jusqu' à faiblement alcaline et une minéralisation sommaire d'intensité moyenne. D'après leur dureté totale, elles appartiennent parmi les eaux assez dures jusqu' à dures. Mais en général on peut dire que suivant leurs propriétés physico-chimiques, pour la plupart, elles correspondent avec la norme tchécoslovaque ČSN 83.0611, valable pour les eaux potables, à l'exception d'une zone étroite fluviale (le long du Váh), où elles peuvent contenir des impuretés organiques dépassant les valeurs limites de la norme.

Fig. 1. Profil transversal par l'alluvion du Váh le bassin de Bytča, entre Mikšová et Rašov. 1 — argile, 2 — gravier et sable argileux, 3 — gravier avec sable, 4 — glaise sablonneuse, 5 — marne, marne schisteuse, pierre oilaire, 6 — grès.

Fig. 2. Profil transversal par l'alluvion du Váh dans le bassin de Bytča, entre et Kotešová. 1 — argile, 2 — gravier et sable argileux, 3 — gravier avec sable, 4 — glaise sablonneuse, 5 — marne, marne schisteuse, pierre oilaire, 6 — grès.

Traduit par J. Belaj

Ярослав Хробок, Зденек Поспишил, Антон Порубски

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПОЙМЫ ВАГА В БЫТЧИЯНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

Бытчианска котловина присоединяется к Поважским межгорным котловинам среднего Псважья и распространяется на обеих сторонах Вага между Гричовом и плотиной Носице. На правой стороне Вага ограничена восточными откосами Яворников и на левой западными до северозападных откосами Стражского горного массива. Главным образом она представлена аллювиальной равниной поймой с высотой над уровнем моря от 320,0 м до 267,5 м. Младшие террасы по морфологии не так явные и старшие своими ступнями сохранились только местами на откосах Яворников и Стражовского горного массива. Значительными здесь являются конусы выноса больших размеров, например в местах устья потоков Петровицкого.

Естественные условия котловины были очень важно повлияны стройками гидросооружений на Ваге — Гричовской плотиной, подводящие каналы в гидростанции Микшова и Поважска Быстрица и Носице.

Целая Бытчианска котловина покрыта четвертичными отложениями отдельных форм — от элювиальных глин через делювий вплоть до флювиальных наносов Вага, местных потоков и их конусов выноса.

По карте климатических областей СССР (Атлас климата Чехословацкой республики, 1958 г.) Бытчианска котловина принадлежит в умеренно теплую область с следующими основными знаками: количество летних дней ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) в год под 50, температура в июле над 16°C .

Для обсуждения осадков условий в Бытчианской котловине находятся два пункта наблюдения — Бытча (308 м над уровнем моря) и Поважска Быстрица (288 м над уровнем моря).

По временному распределению осадков в течение года максимум достигают они в месяце июле — в среднем 13,1—13,3 % (94—99 мм) осадков среднегодовой суммы и минимум они достигают в феврале — в среднем 6,1 % осадков среднегодовой суммы. (в Бытчи 45 мм, в Поважской Быстрице 44 мм). Максимальное количество осадков достигается в вегетационном периоде, когда в природе происходит максимальное выпаривание и транспирация. Доля весенний и осенних месяцев в годовой сумме осадков почти одинаковая — 21,8—22,8 %.

Ваг представляет собой центральное течение, притоки которого осушают целую территорию Бытчианской котловины и прилегающие части Яворников и Страховского горного массива. В настоящее время в Бытчианскую котловину втекает профилем Гричовской плотины, до которой имеет поверхность водосборной площади $P_1 = 7.152,9 \text{ км}^2$, длину долины $l_1 156,3 \text{ км}$. Бытчианскую котловину опускает плотина Носице, где его поверхность водосборной площади достигает $P_2 = 7.896,6 \text{ км}^2$ и длину долины $l_2 194,8 \text{ км}$. Разница поверхностей водосборных площадей между окончательным и исходным профилями $P_2 - P_1 = 734,7 \text{ км}^2$ с длиной течения $D_2 - D_1 = 38,5 \text{ км}$. После увеличения поверхности водосборной площади приходится на собственную Бытчианскую котловину только $48,4 \text{ км}^2$, значит 6,5 %.

Протекания Вага измеряются в пунктах наблюдения в Стражове и в Пухове — значит в начале котловины и после вытекания из нее. В Стражове в период от 1931 г. до 1960 г. были измерены следующие данные: среднее протекание $120 \text{ м}^3/\text{с}$, максимально $2500 \text{ м}^3/\text{с}$ и минимально $18,6 \text{ м}^3/\text{с}$. В Пухове в период от 1912 г. до 1956 г. (когда была построена плотина Носице) измерили следующие протекания: максимальные $1930 \text{ м}^3/\text{с}$, средние $133 \text{ м}^3/\text{с}$ и минимальные $19,9 \text{ м}^3/\text{с}$. После построения плотины в Гричове условия протекания на Ваге в Бытчианской котловине корневым образом изменились. Через профиль плотины большая часть воды оттекает деривационным каналом в гидроцентраль Микшова и Поважска Быстрица и только часть воды выпускается в Ваг. Можно отметить, что вода, которую выпускают в Ваг по своему количеству соответствует только гигиеническому минимуму.

С точки зрения запасов и циркуляции подземных вод самое важное значение имеют флювиальные отложения Вага и его притоков.

Ширина Важской долины в Бытчианской котловине колеблется от 0,4 до 2,5 км. Мощность отложений четвертичного периода колеблется от 4 до 18 м. Относительно ровную поверхность долинной поймы расчленяет только русло Вага и его притоков.

Ваг по всей своей длине в Бытчианской котловине протекает только в русле образованным флювиальными наносами и не врезывается ни где в водонепроницаемый лежащий бок. В падинах русла и других морфологических депрессиях находятся гравий и пески с гравием с явным преобладанием крупного материала. Размер галок колеблется от 10 до 20 см, местами находятся также глыбы в размере до 40 см. Приблизительно 80 % отложений поймы представлено по большей части гравием (размер от 4 до 63 мм), меньше песками в размере 0,06—2 мм.

Самую большую проницаемость имеют гравии в местах их максимальной мощности. Их проницаемость охарактеризованная коэффициентом проницаемости колеблется от $1,67 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$ до $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$. Водносный материал на окраинах поймы имеет проницаемость около $3,5 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$. Относительно низкую проницаемость имеют отложения покровных слоев водосносного гравия и песков. На некоторых территориях, например в окрестности Рашова, разница в проницаемости гравия с песками их кровлей очень большая, что горизонт подземных вод находится под давлением.

Направление течения подземных вод в пойме долины Вага в течение года соответствует направлению рельефа и четвертичному лежащему боку. Колеблемость уровня подземных вод осуществлена колеблемостью уровней в русле Вага или его притоков.

Естественное формирование режима подземных вод в наносах Вага в Бытчианской котловине было значительно разрушено стройкой плотины Гричов. Тело плотины уплотнено стеной из стали в скальный лежащий бок и вода из плотины протекает в гидроцентраль Микшова каналом. Значит, что этим фактом исключаются более важные притоки подземных вод в гравий и пески под плотинной. По измерениям предприятия Водоздрой в Братиславе были просачивания из канала в гравий следующие: 1963 г. 37,5 л/с, 1964 г. 24,5 л/с, 1965 г. 22,9 л/с и 1966 г. 25,1 л/с.

Само собой разумеется, что регулируемым состоянием уровня воды в русле Вага приспособилась уровень подземных вод и их режим. Было доказано, что когда эта энергетическая система была внесена в эксплуатацию (1962 г.) протекания на Ваге в течение большей части года выравниваются и среднемесячные протекания понизились больше чем о 1 м. Уровень подземной воды в приречной зоне, приблизительно в 300 м от русла Вага, понизилась приблизительно о 1,0 м и в соседней зоне, повлиянной именно атмосферными осадками и притоками из прилегающих областей (приблизительно 200 м от окраины четвертичного периода) уровень воды понизилась о 0,40 м.

Из результатов исследований видно, что для современного формирования режима подземных вод имеют очень большое значение атмосферные осадки в соответствующем участке Вага — как на пойме Вага, так и на прилегающих откосах. На их дополнении принимают участие также подземные воды Вага.

Общее количество подземной воды текущей в отложениях поймы Вага в котловине можно определить сочетанием протекающего количества воды при минимальном уровне подземной воды с количеством воды, исчисленным из объема воды при среднем колебании уровня подземной воды. В Бытчианской котловине протекание в профилях 284,0 л/с, исчисленный объем из колебания 371,0 л/с, значит, что можем рассуждать с возможностью подземных вод 650—700 л/с.

Для поймы Вага в Бытчианской котловине были определены гидравлическими математическими методами две возможности эксплуатационных запасов подземных вод при помощи ряда фиктивных колодцев. Первая возможность — взятие только из запасов подземных вод исключая их повлияние Вагом с минимальным количеством воды 102,7 л/с и количеством воды в среднем 137,2 л/с. В рамках второй возможности, когда считается также с дополнением эксплуатационных запасов подземных из реки, можно взять 1.500 л/с.

Качество подземной воды в водоносных отложениях поймы Вага в Бытчианской котловине оформлено факторами естественной среды и факторами деятельности человека.

С точки зрения геохимии подземные воды принадлежат к типу кальций гидрокарбонатных вод, местами с относительно высшим содержанием магния. Они обладают нейтральной или слабощелочной реакцией (и) средней общей минерализацией. По твердости они принадлежат к водам относительно твердым до твердых. В общем можно сказать, что по физикально-химическим качествам они по большей части соответствуют ЧСН 83 0611 для питьевой воды при исключении малой зоны — приречной зоны — (вдоль Вага), где они содержат органические загрязнения выходящие за пределеные значения нормы.

Рис. 1. Поперечный профиль поймы Вага в Бытчианской котловине между Микшовой и Рашовом. 1 — глина, 2 — гравий и пески, 3 — гравий с песками, 4 — песчаные глины, 5 — мергели, мергелистые глины, глины, 6 — песчаники.

Рис. 2. Поперечный профиль Вага в Бытчианской котловине между Бытчей и Котешовой. 1 — глина, 2 — гравий и пески, 3 — гравий с песками, 4 — песчаные глины, 5 — мергели, мергелистые глины, 6 — песчаники.

Перевод: А. Томашкова