

ANTON PORUBSKÝ

VHODNOSŤ RIEČNYCH NÍV POPRADU, TORYSY A ONDAVY LEŽIACICH VO FLYŠOVÝCH PÁSMACH, PRE ZÍSKANIE VODNÝCH ZDROJOV

V doterajšej hydrogeologickej a vodárenskej praxi sa kvartérne fluviaálne sedimenty flyšových riek považovali za bezvýznamné a vodohospodársky bezcenné. Výskumy posledných rokov však poukazujú na celý rad hydrogeologicky priaznivých lokalít, bohatých na zásoby podzemných vôd i v pásmach vonkajšieho i vnútorného paleogénu. V zápase o každý liter podzemnej vody, ktorá môže poslúžiť vodohospodárskemu rozvoju, či už ako pitná, alebo úžitková voda potrebná pre poľnohospodárstvo alebo priemysel, treba veľmi starostlivo posudzovať negatívnu alebo pozitívnu každého územia po stránke jeho zvodnenia a vodohospodárskeho využitia. Slovensko je vodohospodársky roztriedené na oblasti s dostatočnými zásobami vody, na oblasti prebytkové a na oblasti pasívne, kde treba vodu privádzať. Oblasti flyšových pásiem sa všeobecne považujú za pasívne, čo spôsobuje kvantitatívna stránka v zásobách podzemných vôd. Z aspektov vodohospodárskej bilancie (teda ja hydrologickej) považujú sa za priaznivé areály a regióny len tie, kde sa výdatnosti územia môžu merať na desiatky a stovky litrov za sekundu. Z hľadiska hydrologickej a krajinnej bilancie to často neobstojí. Často aj regióny s malými množstvami výdatnosti (5–10–15 l/s), ale s hustými výskytmi (údolné nivy horských riek, ich meandre a jednotlivé kotliny) môžu byť zdrojom veľkých množstiev čerpatelných a využiteľných zásob podzemných vôd. O flyšových pohoríach sa tradovalo, že pre svoju ťavo-bridlicovitú povahu sú pre vodu nepriepustné, dažďová voda po nich stečie do dolín a riečnych tokov. Zabúdalo sa, že flyšové pohoria reprezentujú aj veľké pásma pieskovcov a zlepcov, že majú svoju tektoniku, poruchy, zlomy a pukliny a že sú schopné nielen prijať, ale aj akumulovať pomerne veľké percento dažďových vôd. A konečne, treba si uvedomiť, že aj otekajúca voda v korytách potokov vo flyšových údoliach a riek infiltruje do sypkých náplavov údolných nív, tam sa na určitý čas akumuluje a vytvára dynamické zásoby podzemných vôd. Ide len o to, aby sme vedeli tieto dynamické zásoby účelne využiť prv, ako znova infiltrujú do riek pri ich nízkych stavoch.

Predložená práca má poukázať na to, že zvodnený kvartér uvedených riek môže byť tiež významným vodohospodárskym činiteľom a že sú v ňom akumulované pomerne veľké a využiteľné zásoby podzemných vôd. Z týchto vôd sa nedajú plánovať veľké skupinové vodovody, ale často z nich možno budovať menšie vodovody lokálneho významu, pričom väčšie zdroje a pramene možno napájať i do siete skupinových vodovodov.

Dôležitá je tiež otázka kvalitatívnych parametrov — chemicko-fyzikálnych a biologických vlastností týchto vôd. Chemické výskumy podzemných vôd zvodneného kvartéru uvedených riek ukazujú, že tieto vody väčšinou vyhovujú po chemicko-fyzikálnej

stránke ako vody pitné. Niektoré sa dokonca môžu používať bez úprav (nepriaznivý je len zvýšený obsah železa a mangánu), väčšie množstvo týchto vôd len s malými úpravami. Teplotou 8–12 °C vždy spĺňajú kritériá normy pitných vôd. Po zdravotnej stránke býva v nich lokálne väčší počet baktérií coli, ktoré poukazujú na znečistenie vôd povrchovými zdrojmi. Avšak aj táto záhada sa dá pomerne ľahko odstrániť vhodným situovaním studní, ich hygienickou ochranou, chránenými ochrannými rajónmi — pásmami a čiastočnou úpravou vody chlôrovaním. Takáto voda je vždy zdravšia a ekonomicky lacnejšia (so zachovaním prirodzených vlastností) ako voda z priehrad a jazier, upravovaná na pitnú vodu.

Za účelom bližšieho poznania hydrogeologických a hydrochemických pomerov podzemných vôd kvartérnych usadenín riek flyšových pohorí zhodnocujeme výsledky výskumov niektorých z nich.

HYDROGEOLOGIA KVARTÉRU RIEKY POPRAD

Rieka Poprad má veľkosť povodia 1914 km², patrí k hlavnému povodiu Visly a jej povodie hraničí s povodiami Váhu a Hornádu. Priemerný ročný prietok jej korytom na československo-poľských hraniciach je 24,3 m³/s.

Z geologického hľadiska rieka Poprad má vymodelované svoje doliny v najhornejšej časti v mezozoických horninách, v strednej a dolnej časti v horninách paleogénu. K mezozoickým horninám patria najmä triasové dolomity pri Svite, ktoré tu tvoria aj podložie kvartérnych náplavov. Hydrogeologické a hydrologické vzťahy medzi dolomitmi a podzemnou vodou kvartéru neboli doteraz podrobnejšie skúmané, ale je isté, že tieto vzťahy sú pomerne silne intenzívne. Vápence bradlového pásma sú silne slienité a len málo náchylné ku skrasovateniu. Z toho by vyplývalo, že hydrodynamické vzťahy medzi nimi a vodami kvartéru sú pomerne malé.

V paleogénnom súvrství sa striedajú polohy spoločne zvrásnených pieskocov a bridlíc. Veľmi priaznivé hydrodynamické vzťahy sú najmä v úsekoch rozvinutého pieskovcového súvrstvia, kde môže dochádzať k miešaným hydrodynamickým vzťahom — sezónne môžu pieskovce privádzať vodu do kvartéru a sezónne ju zase môžu drenovať a odvádzať do väčších hĺbok. Tu sú dokázané význačnejšie vodonosné horniny, najmä v bazálnom súvrství paleogénu. Tvoria ich pieskovce a zlepenice, v ktorých sa môžu metamorfovať aj minerálne vody, napr. vo Veľkej Lomnici, Forbasoch a v Sulíne.

Vzhľadom na túto prácu majú pre nás najväčší význam (i z hľadiska využiteľných dynamických zásob podzemných vôd) fluvialné sedimenty kvartéru riečnych nív. Podzemné vody kvartéru sa akumulujú vo zvodnených pieskoch a štrkoch riečnej nivy. Vyskytujú sa síce aj vo forme sutinových prameňov, ale sú naozaj málo výdatné. Hodnota zvodneného fluvialného kvartéru je závislá od jeho mocnosti, priepustnosti štrkov a pieskov, od ich vzájomných vzťahov ku korytu rieky a od plošného rozšírenia. Koryto Popradu, najmä vo svojej strednej a dolnej časti, meandruje vo svojich náplavoch a vytvára samostatné územné hydrogeologicky menšie jednotky s typickým prietokovým režimom podzemných vôd. Typickosť tohto režimu je v tom, že sa v ňom pravidelne odzrkadľuje prietokový režim koryta s amplitúdou rozkyvu úmernej vzdialenosti od koryta.

Riečna niva Popradu má šírku od 100 do 1300 m, hrúbku zvodnej vrstvy od 1,5 do 5,0 m. Je skoro pravidlom, že v hornom úseku sú hrúbka a šírka zvodnej nivy najmenšie, v dolných úsekoch sa zväčšujú (tu niva dosahuje až 9 m hrúbku). Úmerne k hrúbke a šírke zvodneného kvartéru menia sa i výdatnosti zvodnenej vrstvy na jednu

studňu od 1,0 do 20,0 l/s. Najnižšie výdatnosti sa zistili v okolí Lučivnej, najväčšie východne od Hniezdneho.

Na základe geologických pomerov, geomorfológie územia, hrúbky a plošného rozšírenia zvodnej vrstvy rozdelil M. Haluška (1968) nivný kvartér Popradu na 6 úsekov.

Úsek Lučivná — Poprad má šírku riečnej nivy od 300 m pri Lučivnej až do 1200 m pri Poprade. Hrúbka zvodneného horizontu kolíše od 3,0 do 7,0 m pri celkovej hrúbke kvartéru od 5,0 do 8,0 m. Zvodnená vrstva pieskov a štrkov je pokrytá 0,5—1,5 m vrstvou povodňových hĺn. Výdatnosť územia na jednu studňu kolíše od 0,8 do 5,5 l/s. Koeficient priepustnosti pieskov a štrkov je na tomto území radove 10^{-4} m/s.

V úseku Poprad — Kežmarok hrúbka fluviaálnych náplavov kolíše od 2,0 do 3,5 m, šírka od 250 do 750 m, hrúbka zvodnenej vrstvy od 0,5 do 2,5 m. Pokryvné povodňové hliny majú hrúbku od 0,5 do 0,7 m. Výdatnosť zvodného horizontu na jednu studňu sa lokálne mení od 0,1 do 1,2 l/s. Koeficient priepustnosti je tiež veľmi menlivý a jeho hodnota sa pohybuje v rozmedzí $6,7 \times 10^{-4}$ — $6,7 \times 10^{-5}$ m/s.

Úsek Kežmarok — Podolínec má v riečnej nive celkovú hrúbku kvartérnych sedimentov do 5,2 m, z toho hrúbku pokryvných hĺn od 0,2—3,4 m. Hladina podzemných vôd býva mierne napätá v dôsledku menšej priepustnosti pieskov a štrkov vo svojich vrchných polohách. Koeficient priepustnosti zvodnených pieskov a štrkov je $4,6 \times 10^{-4}$ m/s. Výdatnosti jednotlivých studní sú malé, v okolí Podolíncu do 3 l/s.

V úseku Podolínec — Chmelnica má Poprad 500—1200 m širokú holocénnu nivu. Hrúbka jej kvartérnych sedimentov sa pohybuje od 2,40 do 7,00 m, hrúbka zvodnej vrstvy od 0,60 do 3,20 m. Zvodnené piesky a štrky sú pokryté fluviaálnymi hlinami v hrúbke od 0,20 do 0,60 m. Miestami sú zahlinené jemnozrnné piesky. Zvodnenie kvartéru rieky Poprad v tomto úseku je veľmi dobré, hydrogeologicky a vodárensky veľmi priaznivé. Lokálne na jednu studňu možno zo štrkov a pieskov odoberať 19—25 l/s pomerne dobrej pitnej vody (východne od obce Hniezdne). Priemerné výdatnosti na jednu studňu sú 6—8 l/s. Mimoriadne zvodné sú náplavové (dejekčné) kužele a majú značne veľké množstvá exploatačných zásob podzemných vôd — napr. kužele potoka Čierny, kde sa z viacerých studní odoberalo naraz až 40 l vody za sekundu. Pomerne priaznivé zvodnenie kvartéru je aj v okolí Starej Lubovne.

V opisovanom úseku rieky Poprad majú štrky a piesky kvartéru najväčšiu priepustnosť. Koeficient priepustnosti sa radove pohybuje v hodnotách 10^{-3} m/s, čo je z vodárenského hľadiska mimoriadne priaznivé.

Úsek Chmelnica — Čirč má riečnu nivu pri Plavči širokú od 300 m až do 1300 m. Hrúbka kvartérnych náplavov sa pohybuje od 5,6 do 8,1 m, priemerná hrúbka zvodnenej vrstvy je 5,5 m. Zvodnené štrky a piesky pokrýva vrstva zahlinených jemnozrnných až strednozrnných pieskov hrubá 0,4—2,9 m. Miestami prechádzajú do piesčitých až ílovitých hĺn s organickou prímiesou a okruhliakmi štrku. Priepustnosť štrkov a pieskov sa lokálne mení od 1×10^{-3} do $6,5 \times 10^{-4}$ m/s, výdatnosť na jednu studňu od 2,5 do 4,0 l/s, výnimočne až 14 l/s.

Pre úsek Čirč — Mníšek nad Popradom je charakteristická šírka riečnej nivy 200—300 m, menej až 600 m. Hrúbka kvartérnych náplavov sa plošne veľmi mení od 7,0 m pri Legnave do 11,5 m v okolí Mníška. Hrúbka zvodnenej vrstvy sa pohybuje od 5,5 do 9,0 m a pokrýva ju 0,2—2,0 m vrstva piesčitých hĺn. Výdatnosť zvodnenej vrstvy na jednu studňu je v rozmedzí od 7,0 do 14,0 m/s. Koeficient priepustnosti má strednú hodnotu 6×10^{-4} — $1,5 \times 10^{-3}$ m/s. Aj tento úsek kvartérnych sedimentov Popradu je mimoriadne priaznivé pre vodárenské využitie zásob podzemných vôd z kvalitatívneho hľadiska.

Podzemné vody kvartéru rieky Poprad sa nad Svitom zaraďujú koncentráciou vodíkových iónov medzi vody slabo alkalické (pH 7,5), stredne mineralizované (392,24 mg/l) a dosť tvrdé (13,52 °nem.). Obsah dusičnanov trvalým odberom vody klesá na nezávadnú koncentráciu. Podľa hydrochemickej klasifikácie je to voda výhradne bikarbonátová — vápenatá s vyšším obsahom horčíka.

Chemicky veľmi diferencované sú podzemné vody kvartéru Popradu v okolí mesta Poprad. Na základe vodíkových iónov sú charakterizované ako nepatrne kyslé (pH 6,9) až nepatrne alkalické (pH 7,1). Sú to vody veľmi silne mineralizované (944,86—1080,0 mg/l) a podľa celkovej tvrdosti patria k typu veľmi tvrdých vôd (33,75—39,36 °nem.). V dôsledku neprípustných koncentrácií síranových iónov (261,72—291,31 mg/l) sú vody nevhodné pre pitné účely. Zvýšený obsah organických látok a amoniaku svedčí o tom, že vody sú druhotne znečistené organickými látkami. Tiež je tu pre pitné vody neprípustná koncentrácia železa a mangánu.

Vody kvartérnych usadenín Popradu v okolí Plavča sú mierne alkalické s pH 7,2—7,3, stredne mineralizované (356,47—398,53 mg/l) a dosť tvrdé (13,45—16,72° nem.). Podľa geochemického typu ide o vody výhradne bikarbonátové — vápenaté. Podobný chemicko-fyzikálny charakter majú aj podzemné vody kvartéru v okolí Mníška nad Popradom. Bakteriologicky je však väčšina z nich bezchybná.

HYDROGEOLOGIA KVARTÉRU TORYSY

Rieka Torysa so svojim stredným ročným prietokom 8,23 m³/s pri vyústení do Hornádu pramení v Levočských vrchoch. Preteká Šarišskou hornatinou, od Prešova na juh Košickú kotlinou. Dolina Torysy je vymodelovaná v smere vrstevnatosti a tektonických porúch, ktoré sledujú hlavný smer karpatského pásma až po Prešov, kde sa skrúca na juh a kde jej smer podmienili Slanské vrchy a hornádske zlomy. Po klimatickej stránke dolina Torysy patrí do teplej oblasti v južnom úseku a do mierne teplej v severnom úseku, s priemernou ročnou teplotou 8,6—7,8 °C. Priemerné ročné zrážky sa pohybujú od 580 mm v okolí Lipian, do 678 mm pri Brezovici nad Torysou.

Rieka Torysa od svojej pramennej oblasti až po Prešov preteká horninami paleogénneho centrálne-karpatského flyšu. V jednotlivých úsekoch jej toku stretávame sa s bazálnym súvrstvom, ktoré tvoria zlepcové brekcie z okruhliakov rôznych typov kryštalických hornín. Ďalej sú to ílovcovo-pieskovcové súvrstvia medzi Sabinovom a Prešovom, zelenkasté pieskovce a ílovce s vložkami zlepcových brekcií (šambrónske vrstvy medzi Krivanmi a Pečovskou Novou Vsou), ílovcové súvrstvie v doline Torysy medzi Sabinovom a Krivanmi, zlepcové a pieskovcové vrstvy žipovsko-radačovského pásma pri Drienovskej Novej Vsi, pieskovcovo-ílovcové súvrstvie medzi Krivanmi a Brezovicou nad Torysou a pieskovcové súvrstvie pri Sabinove a v doline Slavkovského potoka. V Prešovskej kotline a Košickej kotline sú to horniny neogénu.

Kvartérne sedimenty podľa vzniku môžeme rozdeliť na svahové, soliflukčné, eolické a fluvialne. Pre cieľ našej práce hlavný význam majú fluvialne sedimenty kvartéru riečnej nivy.

Výskumnými prácami zistená hrúbka kvartérnych náplavov Torysy má v priemere 7,0—10,0 m, lokálne však až 13,0 m pri Brezovici nad Torysou a 23,0 m pri Benkovciach. Mimoriadne veľkú hrúbku kvartérnych fluvialných sedimentov spôsobuje poklesové územie a zmena spádovej krivky rieky. Na báze sedimentov sú piesčité štrky,

zriedka i piesky. V dolinách rieky, najmä v inundáciách vystupujú často štrky a piesky až na povrch a len so vzdialenosťou od koryta rieky k svahom pribúda ich hlinita a hlinito-piesčitá prikrývka na 3,0–5,0 m.

V úseku neogénneho toku Torysy sú štrky a piesky riečnej nivy hrubé 3,0–5,0 m a práve tak isto hrubá je i ich hlinitá prikrývka. V štrkoch sú časté šošovky piesčitých ílov a pieskov. Podobne sa mení aj petrografický charakter zloženia zŕn, pieskov a štrkov. V časti toku po Prešov prevládajú vo fluviálnych sedimentoch zrná paleogénnych hornín — pieskovecov, zlepcov, drob, kremencov a bridlíc. Od Prešova na juh pribúdajú andezity, vápence a dolomity.

V priamom pomere s hrúbkou sypkých kvartérnych usadenín je aj ich hodnota zvodnenia a vodárenského využitia. Zvodnené vrstvy bývajú hrubšie v prostriedku riečnej nivy, smerom k okrajom sa stenčujú. Avšak to nie je pravidlom, často sa stáva (pri väčšine riek na území Slovenska), že zvodnený kvartér je najhrubší v údolných nivách pod pravostrannými svahmi.

Výraznú zmenu granulometrického zloženia sypkého kvartéru v doline Torysy pozorujeme v oblasti Prešova. Kým nad Prešovom prevládajú frakcie hrubých až veľmi hrubých štrkov, pod Prešovom sú už len štrky drobné, s bohatou prímесou pieskov. Zákonitosť sedimentácie fluviálneho kvartéru Torysy sa prejavuje aj v tom, že štrky smerom do nadložia prechádzajú do pieskov, ktoré sú pokryté hlinami.

V celom zvodnenom kvartéri riečnej nivy Torysy môžeme rozoznať a vyčleniť niekoľko menších oblastí s meniacou sa priepustnosťou zvodnených sedimentov. Podľa J. Frankoviča (1969) v oblasti Brezovica nad Torysou — Krivany sa koeficient priepustnosti pohybuje v hodnotách $6,0 \times 10^{-4}$ — $1,8 \times 10^{-3}$ m/s. Jeho hodnoty klesajú od Krivan po Prešov, kde je $1,0 \times 10^{-4}$ — $1,0 \times 10^{-3}$ m/s. Najmenšia priepustnosť štrkov a pieskov je v oblasti nachádzajúcej sa južne od Prešova ($5,0 \times 10^{-4}$ — $4,0 \times 10^{-5}$ m/s).

V tomto úseku toku má rieka Torysa dva charakteristické vzťahy k podzemným vodám svojich náplavov. V hornom úseku nad Prešovom je jej koryto zarezané v priepustných štrkoch a pieskoch. Hladina podzemnej vody neustále reaguje na všetky zmeny prietokov v koryte. Smerom k svahom doliny mierne stúpa. Celkovo prevláda režim s krátkodobým dopĺňovaním podzemných vôd vodou z rieky a ich dlhodobým drenovaním. Južne od Prešova je koryto rieky zarezané iba po povrch zvodnenej vrstvy, miestami je vymodelované iba v hlinitých náplavoch. Hladina podzemných vôd má výrazný spád od svahov k rieke, ktorá väčšiu časť podzemných vôd dreňuje.

V úseku Brezovica nad Torysou — Lipany je šírka údolnej nivy spolu s náplavmi Slavkovského potoka 300–400 m, v okolí Krivan až 600 m. Hrúbka zvodnenej vrstvy je 8,0–10,0 m v strede doliny, na okrajoch menej ako 5,0 m. Koeficient priepustnosti zvodnenej vrstvy je horizontálne veľmi menlivý a pohybuje sa v rozmedzí $5,8 \times 10^{-3}$ — $9,9 \times 10^{-5}$ m/s. Najvyššie výdatnosti na jednu studňu (30–50 l/s) sa dosiahli v oblasti sútoku Slavkovského potoka s Torysou. Priemerné výdatnosti väčšej časti územia sa však pohybujú okolo 5–10 l/s. Podzemná voda má charakter voľnej hladiny.

Ďalším úsekom je tok rieky medzi Lipanmi a Sabinovom so šírkou riečnej nivy 300–600 m, v okolí Sabinova až 1 km. Hrúbka zvodnenej vrstvy, ktorú tvoria piesky a štrky, miestami i štrky hlinité, sa pohybuje od 3,5–6,5 m. Ich priepustnosť vyjadrená koeficientom priepustnosti je v rozmedzí $1,6 \times 10^{-3}$ — $1,3 \times 10^{-4}$ m/s. Úmerne k priepustnosti sa pohybujú aj výdatnosti na jednu studňu v množstve od 5 do 12 l/s. Veľmi priaznivé podmienky pre exploataciu podzemnej vody sú aj v okolí Sabinova a Rožkovian.

V úseku Sabinov — Prešov kvartérne usadeniny riečnej nivy majú veľmi menlivú šírku (od 150 m pri Veľkom Šariši po 1,5 km pri Michalanoch nad Torysou). Aj hrúbka zvodnenej vrstvy, ktorú reprezentujú piesky a štrky, kolíše od 2,0 do 5,0 m. Úmerne k nej sa mení i hodnota priepustnosti zvodnenej vrstvy od $2,0 \times 10^{-3}$ do $3,5 \times 10^{-4}$ m/s a výdatnosti na jednotlivé stupne 1,0—10,0 l/s. V tomto úseku sa zistili aj prítoky podzemných vôd zo svahov do podzemných vôd riečnej nivy.

Na poslednom svojom úseku rieka Torysa už netečie pásmom flyšových pohorí, ale neogénom Prešovskej kotliny a Košickej kotliny. Hladina podzemnej vody má charakter mierne napätý. Koryto rieky je väčšinou zarezané v hlinitých horninách v nadloží zvodnených vrstiev, a tam kde je hlbšie, zároveň dreňuje podzemné vody. Hrúbka zvodnenej vrstvy má 5,0—8,0 m a tvoria ju štrky a piesky. Ich priepustnosť vyjadrená koeficientom priepustnosti je od $8,8 \times 10^{-4}$ do $4,0 \times 10^{-5}$ m/s. Výdatnosť na jednu studňu je pomerne malá (1—2 l/s). Smerom k Hornádu pribúda piesčitá frakcia a zvyšuje sa v nich aj hlinitá prímes. Lokálne v okolí Lemešian sa zistila výdatnosť až 6 l/s.

Dolina Torysy medzi Vojkovicami a Košickou Poliankou má šírku 1,0—1,5 km. V kvartéri sedimentov svojou hrúbkou prevláda zvodnená vrstva (15—23 m) pri Beniakovciach. Pri Rozhanovciach dosahuje hrúbku asi 4 m. V štrkoch a pieskoch sa veľmi často vyskytujú šošovky ílov a piesčitých ílov. Smerom k juhu hrúbka zvodnenej vrstvy klesá až na 1,5—2,5 m. Hrúbka pokryvných útvarov nad pieskami a štrkami dosahuje 1,0—4,0 m.

CHEMIZMUS VÔD

Podzemné vody zvodnenej riečnej nivy Torysy v úseku Brezovica nad Torysou podľa hlavných geochemických zložiek patria k typu vôd čisto hydrouhličitanových — vápenatých — s vyšším obsahom horčíka. Podobnú charakteristiku majú aj vody kvartéru Slavkovského potoka. Sú to vody infiltrované z riek do ich náplavov. V niektorých prípadoch badať i vplyv zrážkovej vody. Z hygienického hľadiska sú vody striedavo zdravotne bezchybné a striedavo závadné — vyžadujú úpravu. Obsah železa a mangánu je veľmi nízky až nulový.

V úseku Lipany — Sabinov patria vody k typu vôd čisto hydrouhličitanových — vápenatých. Podľa chemicko-fyzikálneho zloženia spĺňajú kritériá pitných vôd, niektoré i podľa hygienických kritérií.

Podobne aj viaceré podzemné vody zvodneného kvartéru v úseku Sabinov — Prešov svojím chemicko-fyzikálnym zložením spĺňajú kritériá pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Patria tiež k typu vôd čisto hydrouhličitanovo-vápenatému, niektoré s vyšším obsahom železa, mangánu a vysokým obsahom organických látok. Badať i zvýšené množstvo síranov a hydrouhličitanov, čím sa vody zaraďujú aj k typu vôd síranovo-hydrouhličitanových — vápenatých. Niektoré vody obsahujú až 329,20 mg/l síranov. V smere toku badať zmeny v obsahu minerálnych solí i v hodnotách tvrdosti. Prítomnosť alkalických hydrouhličitanov nebola zistená a tvrdosť má prevažne uhličitanový charakter. Vo vodách sa objavuje zvýšený obsah mangánu, železa a organický pôvod chemických indikátorov povrchového znečistenia. Podzemné vody zvodneného kvartéru tohto úseku zväčša nevyhovujú bez úpravy na pitné účely. V okolí Lemešian je voda nepatrne alkalická (pH 7,1), silnejšie mineralizovaná (759—797 mg/l), s celkovou tvrdosťou až 29,5 °N. Geochemicky patrí k typu vôd čisto hydrouhličitanových — vápenatých. Je v nich zvýšený obsah síranov a vápna, železa a mangánu.

Rieka Ondava má svoje koryto a riečnu nivu vymodelované v horninách Ondavskej vrchoviny, ktorej tvárnosť reliéfu podmieňuje odolnosť flyšových súvrství, ďalej v horninách bradlového pásma a neogénu Východoslovenskej nížiny.

V doline Ondavy je dlhoročný priemer zrážok 709 mm s priemernou ročnou teplotou 7,8 °C (Svidník). Stredné riečne prietoky korytom Ondavy v profile Horoviec sú 20,7 m³/s.

V povodí Ondavy vystupujú horniny mezozoika v jej doline v okolí Podčičvy a vo vnútornom bradlovom pásme. Z flyšových hornín karpatského paleogénu sú známe vrstvy štyroch tektonických jednotiek: krosnenské pásmo, magurský flyš, bradlové pásmo a centrálnokarpatský paleogén. Neogén tvorí podložie kvartérnym sedimentom Ondavy v severnej časti Východoslovenskej nížiny. Medzi Ondavou a Laborcom sa nachádzajú i ryodacity a ich pyroklastiká.

Kvartérne sedimenty sú hydrogeologicky najvýznamnejšie. V nich sa akumulujú zásoby podzemných vôd a vytvárajú ich prirodzené zásoby. Na hornej Ondave podľa genetického typu môžeme vyčleniť viac typov kvartérnych sedimentov, z ktorých hydrogeologický a vodárenský význam majú iba fluviaálne sedimenty. Medzi kvartérnymi fluviaálnymi sedimentmi Ondavy prevládajú najmä hliny, štrky a piesky. Sú vyvinuté po celej dĺžke jej toku. Štrky reprezentujú fluviaálny kvartér, najmä v hornom úseku rieky, v dolnom prevládajú piesky a piesky so štrkom. Hrúbka hĺn riečnej nivy nepresahuje 1 m. Na báze kvartéru sa nachádza vrstva štrkov, ktorých hrúbka kolíše od 1,0 do 4,0 m v hornej časti, v dolnej časti až vyše 15,0 m. Po stránke zvodnenia kvartérnych sedimentov riečnej nivy možno celý tok Ondavy rozčleniť na niekoľko úsekov (M. Šindler).

Prvým úsekom je dolina Ondavy vo svojej najvrchnejšej časti medzi Varadkou a Svidníkom, kde je riečna niva najužšia (dosahuje len niekoľko desiatok metrov). Hrúbka zvodnenej vrstvy sa pohybuje od 1,0 do 4,0 m. Miestami sú štrky pokryté 1,0–2,0 m vrstvou hĺn, avšak väčšinou vystupujú až na povrch. Vodárensky sa dajú využiť až v okolí Cigle, kde hodnota ich priepustnosti je až 8×10^{-4} m/s. Výdatnosť jednotlivých studní býva približne 0,5–2,0 l/s. Na tomto území je hladina v koryte Ondavy nad úrovňou hladiny podzemnej vody a dopĺňa ich zásoby v každom čase.

Smer toku medzi Svidníkom a Turanmi nad Ondavou sa mení na S–J a riečna niva v okolí Stropkova, Duplína a Stročina dosahuje šírku až 1500 m. V úsekoch, kde sa na geologickej stavbe zúčastňujú pieskovce, je riečna niva široká iba okolo 200 m. Hrúbka zvodnenej vrstvy sa priestorovo mení od 1,0 do 4,0 m (pri Duplíne) a tvoria ju štrky s prímiesou pieskov. V ich nadloží sú hliny, ktorých maximálna hrúbka je 1,0 m a smerom ku korytu rieky vystupujú štrky až na povrch.

Priepustnosť zvodnených štrkov a pieskov tohto úseku Ondavy je pomerne vysoká, radovo 10^{-3} m/s, čo poukazuje na ich veľkú aktívnu pórovitosť a čistotu. V oblasti Sitníka na pravej strane je $k = 1 - 8,8 \times 10^{-3}$ m/s, pri Duplíne $8,3 \times 10^{-3}$ m/s. Z takto dobre priepustných zvodnených polôh bývajú i pomerne vysoké výdatnosti na jednu studňu. Na vrte HO-13 pri Duplíne sa čerpalo až 22 l/s zo zásob podzemných vôd. Inak sa na celom úseku výdatnosti studní pohybujú asi 5–7 l/s. Spád hladiny podzemnej vody je od svahov smerom ku korytu rieky. V blízkosti svahov je podzemná voda mierne napätá, bližšie ku korytu je hladina voľná. Z toho vyplýva, že Ondava dreňuje podzemné vody svojich nánosov. Zásoby podzemných vôd sa dopĺňajú infiltráciou z rieky, zo zrážok a prítokov zo svahov.

Pomerne široká (2 km) je riečna niva Ondavy v úseku medzi Slovenskou Kajňou a Hencovcami. Hrúbka kvartérnych sedimentov riečnej nivy dosahuje až 10–12 m, z toho hrúbka zvodnenej vrstvy 4–5 m. Zvodnenú vrstvu reprezentujú štrky s prímiesou pieskov, ktoré sú uložené v hornej časti úseku po Podčičvu na ílovitých bridliciach a pieskovočoch, na juh od Podčičvy na ílovitých horninách, miestami i na vápencoch. Zvodnené štrky a piesky pokrýva značne hrubá vrstva hĺn (4 m, miestami až 8 m). Priepustnosť zvodnených štrkov a pieskov je dobrá a pohybuje sa v hodnotách $8,3 \times 10^{-4} - 4,0 \times 10^{-3}$ m/s. Tomuto údaju odpovedajú aj výdatnosti jednotlivých studní (6–12 l/s). Hladina podzemnej vody v blízkosti rieky je voľná, smerom k svahom doliny sa prejavuje ako mierne napätá. Koryto rieky Ondavy sa v tomto úseku zarezáva až do zvodnených štrkov a pieskov. Hladina vody v Ondave je väčšinou nižšia ako hladina podzemnej vody. To znamená, že Ondava viac dreňuje ako stačí dopĺňať zásoby podzemných vôd svojich náplavov. Zásoby sa dopĺňajú iba pri vysokých stavoch Ondavy a prítokom zo svahov. Priame dopĺňovanie zrážkami nemožno predpokladať, pre pomerne hrubú vrstvu pokrývných hĺn.

Posledný úsek samostatnej riečnej nivy Ondavy je medzi Hencovcami a jej sútokom s Topľou. Podložie a okrajové hranice zvodnených vrstiev tvoria väčšinou íly. Na nich je usadená zvodnená vrstva štrkov a pieskov, hrubých 4–7 m, miestami až 9 m. Hlavným zvodneným materiálom sú tu stredné až drobné štrky s prímiesou piesku do 15 %. Na území sútoku Ondavy a Tople pribúda piesčitá prímies až do 40 %.

Priepustnosť štrkov a pieskov je pomerne dobrá: $1,0 - 3 \times 10^{-3}$ m/s. V severnej časti územia a v medzirieči Ondavy a Tople sa priepustnosť znižuje na $3 - 5 \times 10^{-4}$ m/s.

Výdatnosti jednotlivých studní sa z miesta na miesto veľmi menia, v priemere od 5 do 20 l/s, i viac. Z kvantitatívneho hľadiska veľmi priaznivé podmienky sú v medzirieči na sútoku Ondavy s Topľou. Tu možno zásoby podzemných vôd obohacovať i umeľou infiltráciou, čo by prispelo aj k zlepšeniu ich kvality.

Režim podzemných vôd je miešaný, hladina podzemnej vody sa prejavuje častejšie napätá ako voľná. Maximálne hladiny podzemných vôd bývajú v marci, minimálne v novembri. Rozkyv hladín pozorovaných na pozorovacích objektoch Hydrometeorologického ústavu je v objekte 1160 3,61 m a v objekte 1161 3,45 m (1). Hlavný vplyv na režim podzemných vôd majú rieky Ondava a Topľa. So vzdialenosťou sa tento vplyv utlmuje a viac sa uplatňujú tlakové vplyvy v dôsledku zrážok.

Využiteľné zásoby podzemných vôd kvartéru v sútoku Ondavy s Topľou na základe podrobného hydrogeologického prieskumu stanovil E. Cibulka na 100 l/s.

CHEMIZMUS VÔD

Podzemné vody kvartéru Ondavy pri Stropkove zaraďujú sa koncentráciou vodíkových iónov medzi vody nepatrne až slabo alkalické. Skúška oxidovateľnosti preukázala, že vody obsahujú len malé množstvo rozpustených organických látok a možno ich označiť za vody veľmi čisté. Obsahom solí patria medzi vody stredne až dosť tvrdé, avšak síranov a chloridov majú malé množstvo. Železo, mangán, amoniak, dusičnany a fosforečnany boli zistené iba v nezávadných koncentráciách. Sírovodík nebol zistený. Podzemné vody majú mierne útočný charakter na železo i stavebný materiál s obsahom vápna. Teplota vody sa pohybuje v rozmedzí 8,4–11,9 °C.

Po stránke chemicko-fyzikálnych vlastností lokálne vyhovuje ako pitná voda, no niekde ich treba upravovať. Po stránke zdravotnej pre zvýšený obsah baktérií coli je potrebné tieto podzemné vody upravovať.

V okolí Kladzian majú podzemné vody riečnej nivy nezávadný obsah organických látok. Faktor pH majú na rôznych miestach značne rozdielny — sú zreteľne kyslé až slabokyslé. Podľa množstva vápenatých a horečnatých solí sú charakterizované ako tvrdé. Obsah železa a mangánu je v nich závadný. Bol zistený amoniak, ďalej dusičnany a fosforečnany. Chloridy sú prítomné v malých množstvách, sírany presahujú hranicu agresivity na betón. Teplota vody je okolo 10,3 °C.

V dolnom úseku Ondavy stúpa mineralizácia podzemných vôd jej nivy so vzdialenosťou od rieky a zvyšuje sa aj koncentrácia železa a mangánu.

V hornom a strednom úseku až po Kladzany podzemné vody kvartéru sú pomerne dobré a po menšej úprave (zníženie Fe a Mn) ich možno vodohospodársky využiť i pre pitné ciele.

Chemicko-fyzikálne i zdravotné zloženie týchto vôd je najnepriaznivejšie okolo sútoku Ondavy s Toplou, kde sa veľmi negatívne prejavujú vplyvy priemyselnej výroby.

ZÁVER

Na príklade zvodnenia riečnych nív východoslovenských riek Popradu, Torysy a Ondavy vidieť, že aj riečne nivy fľyšových území na Slovensku majú veľkú vodohospodársku hodnotu. Ich kvartérne zvodnené štrky a piesky akumulujú značné množstvo vody najmä tam, kde riečna niva má šírku viac ako 300—500 m, kde ich hrúbka je aspoň 4—8 m a priepustnosť radovo aspoň 10^{-4} m/s. Ich podzemné vody majú spravidla i priaznivé chemicko-fyzikálne vlastnosti a môžu sa využívať pre vodovodné zásobovanie. Lokálne sa v nich vyskytuje väčšie množstvo dusičnanov a zvýšený obsah železa a mangánu. Tam ich treba ako pitnú vodu upravovať.

Priaznivé hydrogeologické pomery sú aj v náplavových kužeľoch vytvorených bočnými prítokmi pred ich vyústením do hlavných riek.

Výdatnosti zvodnených náplavov riečnych nív na jednu studňu sú 2—40 l/s, najčastejšie 5—10 l/s.

Po hydrochemickej stránke sa väčšina podzemných vôd riečnych nív východoslovenských riek zaraďuje k typu vôd čisto uhličitanovo-vápenatých, lokálne s vyšším obsahom horčíka, prípadne síranov. Koncentraciou vodíkových iónov sa radia k vodám nepatrne až slabo alkalickým. Ich teplota sa pohybuje podľa ročných období od 8 do 12 °C.

LITERATÚRA

1. Cibulka E. *Božice — hydrogeologický prieskum*. Geofond Bratislava 1968. — 2. Frankovič J., *Hydrogeologický prieskum aluviálnych náplavov rieky Laborca v oblasti Lastomír — Sliepkovce — Budkovce*. Archív IGHP, Žilina 1965. — 3. Frankovič J., Hornád — Torysa — *výpočet zásob podzemných vôd*. Archív Vodorozvoja, Bratislava 1969. — 4. Haluška M., *Alúvium Popradu — hydrogeologický prieskum*. Archív Vodorozvoja, Bratislava 1968. — 5. Kvitkovič J., *K základným geomorfologickým problémom Východoslovenskej nížiny*. Geografický časopis XVI, 1964, 2, 143—159. — 6. Kvitkovič J., *Príspevok k poznaniu neotektonických pohybov vo Východoslovenskej nížine a príslahých oblasti*. Geografický časopis XIII, 1961, 3, 176—194. — 7. Leško B., *Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Snina*. GÜDŠ, Bratislava 1964. — 8. Maheľ M., *Regionálna geológia ČSSR*, II. diel. Praha 1966. — 9. Orvan J., *Hydrologický prieskum náplavov Ondavy a Tople pri ich sútoku*. Archív IGHP, Žilina 1960. — 10. Pavúr K., *Chemický výskum vôd Východoslovenskej nížiny*. Výskumná úloha ÚSG, Žilina 1957.

11. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum v Trebišove*. Archív IGHP, Žilina 1957.
— 12. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum v okolí Sabinova*. Archív IGHP, Žilina 1957. — 13. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum v okolí Sobraniéc*. Archív IGHP, Žilina 1957. — 14. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum Vranov — Hencóvce*. Archív IGHP, Žilina 1955. — 15. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum Giraltovce*. Archív IGHP, Žilina 1955. — 16. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum v okolí Sniny*. Archív IGHP, Žilina 1956. — 17. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum v Stropkove*. Geofond Bratislava 1956. — 18. Porubský A., *Hydrogeologický prieskum v Bardejove*. Geofond Bratislava 1957. — 19. Porubský A., *Hydrogeologické pomery Východoslovenskej nížiny*. Zborník ÚSG, Žilina 1958. — 20. Porubský A., *Podzemné vody neogénnych a kvartérnych usadenín na Slovensku*. Geologické práce, zoš. 32, Bratislava 1964.

21. Pospíšil P., *Základný hydrogeologický výskum Východoslovenskej nížiny*. Archív GÚDS, Bratislava 1967. — 22. Repka T., *Záverečná správa štrkopiesky východného Slovenska, povodie Laborca*. Archív GP, Sp. N. Ves 1965. — 23. Šindler M., *Potiská nížina — súhrnná správa*. Archív IGHP, Žilina 1968. — 24. Šindler M., *Potiská nížina VI — hydrogeologické pomery náplavov Laborca*. Archív IGHP, Žilina 1965. — 25. Štruňák V., *Geologické a hydrogeologické pomery v povodí Laborca*. Geologické práce, správy 29, Bratislava 1963. — 26. Štein F., *Výskum zmien zloženia vody vplyvom prírodných zmien a umelých zásahov*. Kandidátska dizertačná práca, 1963. — 27. Tkáčik P., *Hydrogeologický prieskum v Michalovciach*. Archív IGHP, Žilina 1957.

Do redakcie došlo 16. 11. 1970

Anton Porubský

LA DISPOSITION DES ALLUVIONS FLUVIAUX DE FLYSCH DU POPRAD, TORLYSA ET ONDAVA POUR ACQUÉRIR DES SOURCES D'EAU

Dans la pratique actuelle hydrogéologique et du service des eaux, les sédiments quaternaires fluviaux des rivières de montagnes de flysch sont considérés comme insignifiants et sans valeur pour l'approvisionnement en eau. Toutefois, les recherches des dernières années ont découvert une série des localités hydrogéologiquement favorables, riches en provisions d'eaux souterraines, même dans les zones de flysch du paléogène extérieur et intérieur en Slovaquie.

De point de vue de la balance hydrologique et hydrogéologique, seulement celles surfaces et régions sont considérées comme favorables, où l'abondance des eaux utilisables comporte des dizaines ou centaines de litres par seconde. Mais souvent, du point de vue de la balance hydrologique et du paysage, cette attitude n'est pas justifiée. Les régions ayant une moindre abondance d'eaux souterraines (de 5, 10 ou 15 l/s), mais des localités denses, comme celles des alluvions quaternaires des rivières de montagne, leurs méandres ou cuvettes partielles, peuvent aussi contenir des sources considérables en eaux souterraines exploitables et utilisables. Le travail présent se propose de démontrer que le quaternaire saturé des alluvions fluviaux, dans les montagnes de flysch, peut aussi devenir un facteur hydrologique important et que des quantités relativement grandes d'eaux utilisables y sont accumulées.

Les recherches hydrochimiques et hygiéniques démontrent qu'une grande partie de ces eaux convient pour eau potable ou qu'elles doivent être que partiellement traitées ou hygiéniquement protégées. Leur température satisfait toujours les critères des eaux potables (8–12 °C). Leur teneur élevée en fer et manganèse est quelquefois défavorable. Nous donnons dans l'article une évaluation des paramètres hydrogéologiques et hydrochimiques des rivières Poprad, Torysa et Ondava.

Le débit annuel du Poprad s'élève à 24,3 m³/s. Son alluvion fluvial a une largeur irrégulière de 100 à 1300 m, l'épaisseur des sédiments fluviaux comporte 5–15 m. Les couches saturées consistent de graviers et sables de 3–12 m. Leur coefficient de perméabilité varie, selon les localités, de 10⁻³ à 10⁻⁵ m/s. Par places, elles sont bien saturées et de leurs

provisions d'eaux souterraines on peut gagner, en moyenne, 5–8 l/s d'eau par puits, quelquefois même 20–40 l/s.

À la base de la concentration des ions d'hydrogène, nous classifions ces eaux souterraines comme faiblement alcalines, médiocrement minéralisées ou assez dures. Selon les caractéristiques hydrochimiques elles appartiennent, en majorité, au type des eaux exclusivement bicarbonatées-calcaires. Dans plusieurs secteurs, elles contiennent une concentration insoluble des ions sulfatiques et une teneur élevée de substances organiques.

La rivière Torysa a un débit moyen annuel de 8,23 m³/s. La largeur de son alluvion fluvial varie de 200 à 1500 m, l'épaisseur des sédiments quaternaires est de 3 à 20 m et celle de la couche saturée de 2 à 10 m. Le coefficient de perméabilité des graviers et sables saturés varie de 10⁻³ à 10⁻⁵ m/s, étant le plus souvent de 10⁻⁴ m/s. L'abondance d'eau par puits percé atteint, par places, 1–10 l/s, à des localités sporadiques 50 l/s (près du confluent avec le Slavkovský Potok).

Selon la quantité des composantes géochimiques, ces eaux appartiennent au type d'eaux purement hydrocarbonatées, avec une teneur élevée de magnésium. Pour la plupart, ce sont des eaux infiltrées des rivières dans l'alluvion. Dans beaucoup de secteurs de l'alluvion fluvial, les eaux souterraines peuvent être utilisées directement, sans aucun traitement. La teneur en fer et manganèse est aussi très basse ou même nulle. Dans quelques secteurs la teneur en sulfates augmente, donnant à l'eau un caractère de type d'eaux sulfatiques-hydrocarbonatées-calcaires.

La rivière Ondava possède un débit moyen annuel de 20,7 m³/s. La largeur de son alluvion fluvial varie entre 200 et 2000 m. La couche saturée consiste de sables et graviers, l'épaisseur des sédiments fluviaux quaternaires est de 1–15 m, celle de la couche saturée de 1–10 m, dans le secteur inférieur même plus. La perméabilité exprimée par le coefficient „k” est de 10⁻³ à 10⁻⁵ m/s. L'abondance d'eau par puits varie de 0,5 à 22 l/s.

Les eaux souterraines y sont d'habitude faiblement ou médiocrement alcalines, avec un peu de substances organiques dissoutes, dans le secteur supérieur. Le secteur inférieur est secondairement très pollué par des effluents industriels. Dans le secteur entier, l'eau contient une quantité élevée de fer et manganèse. Elle doit être donc traitée de point de vue sanitaire.

Traduit du slovaque par J. Bela j