

PAVOL REPKA

RAJONIZÁCIA PODZEMNÝCH VÔD VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

The East-Slovakian Lowland forms a basic taxonomical unit — a region by its macrorelief and by its annual type as to refilling supplies of ground water. Artesian basins of ground water having been laid out according to structural-geological units and shallow basins of ground water having been laid out according to geologico-geomorphological units are distinguished.

I. ÚVOD

V súčasnosti sa do popredia nášho záujmu dostávajú prírodné vodné zdroje. Jednou z foriem ich regionálneho štúdia je aj komplexná geografická rajonizácia. Nenahradzuje hydrogeologické mapovanie, lebo je samostatnou zložkou skúmania hydrogeografického prostredia a líši sa od neho metodikou výskumu i obsahom mapy.

II. NIEKOLKO POZNÁMOK K TEÓRII RAJÓNOVANIA PODZEMNÝCH VÔD

Teória rajónovania podzemných vôd je najlepšie prepracovaná v sovietskej literatúre. Nachádzame v nej počiatky rajonizácie ako spôsobu regionálneho štúdia podzemných vôd. Základom rajonizácie podzemných vôd sa stalo učenie V. V. Dokučajeva (3) o prírodnej zonálnosti fyzickogeografických javov. Metodika štúdia zonálnosti podzemných vôd bola však nejednotná. Napr. V. S. Ilin (12) za základ vyčleňovania zón bral ich odlišnosti klimatické, geomorfologické, litologické a hĺbku eróznej bázy. B. L. Ličkov (28) pripisoval veľký význam spätosti podzemných vôd s rastlinstvom. Boli to však hlavne A. A. Kozyrev (20), O. K. Lange (27), K. J. Lisicyn (29), G. N. Vysockij (50) a i., ktorí teóriu horizontálnej zonálnosti preverili množstvom faktologického a metodologického materiálu a položili tak základy moderného rajónovania podzemných vôd. Pri rajónovaní sa hlavný význam kládol artézskym nádržiam, a preto sa metodika rajónovania opierala najmä o tektonické štruktúry (47) a o geologicko-štruktúrne vzťahy (45, 35 a i.). V prácach celého radu ďalších autorov nachádzame už kombináciu tohto základu, napr. s hydrodynamickými podmienkami (11, 51), s režimom podzemnej vody (13, 14, 17, 18, 19, 27, 43 a i.), s geografickými podmienkami (2, 15, 44), s hydrogeologicko-hydrologickými podmienkami (21). Vývoj teórie rajónovania podzemných vôd nám ukázal, že použitím jednej a tej istej metodiky nemôžeme rajónovať rôzne artézske vody i podzemné vody plytkých nádrží, lebo na nich pôsobia rôzne prírodné podmienky. Takého názoru je aj U. M. Achmedsafin s kolektívom autorov (1), keď hovorí, že štruktúrno-geologický princíp pre rajónovanie plytkých nádrží podzemných vôd neposkytuje uspokojujúce výsledky, lebo základné vlastnosti pohybu a režim týchto podzemných vôd

sú významne ovplyvňované reliéfom krajiny. Základom rajonizácie musia sa stať nie určité hydrogeologické zákonitosti alebo ukazovatele, ale najcharakteristickejšie znaky, ktoré plne určujú hydrogeografické pomery územia. Takými to ľahko vyjadriteľnými znakmi pre rajónovanie podzemných vôd plytkých nádrží sú geologicko-geomorfologické vlastnosti územia.

U nás v súčasnosti sú pokusy o rajonizáciu podľa dvoch koncepcií. R. Netopil (33) navrhuje hydrologický princíp. Za základ vyčleňovania územných taxonomických jednotiek odporúča použiť kritériá priemerného ročného priebehu kolísania hladiny podzemnej vody, resp. výdatnosti prameňa. Pre mapy mierky 1:25 000 až 1:50 000 odporúča tieto taxonomické jednotky: provincia — určená je podmienkami dopĺňovania podzemných vôd v priebehu roka; pásmo — určené je typickým ročným chodom kolísania hladiny podzemnej vody, resp. výdatnosti prameňa; rajón — vyčleňuje sa na základe miery rozkolísania hladiny, resp. výdatnosti prameňa, vyjadrenou krajnými 10 % hodnotami prekročenia; jednotky a podjednotky — vyčleňujú sa podľa rôznorodnosti režimu podzemnej vody, ktorý je ovplyvnený hlavne geomorfologickými vlastnosťami územia. Údolnú nivu pokladá za samostatné hydrologické pásmo, v ktorom vyčleňuje tri jednotky: územie pozdĺž koryta, územie pozdĺž okraja nivy a strednú časť nivy. Hydrogeologické vlastnosti hornín používa len ako doplnkové kritérium pre vyčlenenie území s vodou pôrovou, puklinovou a krasovou.

J. Vrba (49) navrhuje hydrogeologickú koncepciu rajónovania podzemných vôd, ktorá sa zakladá na dôkladnej znalosti štruktúrno-geologickej stavby a hydrogeologických pomerov územia. Pri rajónovaní podzemných vôd používa tieto taxonomické jednotky: hydrogeologický celok, hydrogeologický rajón, hydrogeologickú štruktúru a hydrogeologickú jednotku.

III. PODZEMNÉ VODY VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

a) *Stručná fyzickogeografická a hydrogeologická charakteristika*

Východoslovenská nížina má pomerne pestrý reliéf, ktorý je odrazom tektonických procesov a klimatických zmien neogénu a kvartéru. J. Kvitkovič (25, 26) v ňom rozlišuje dve geomorfologické jednotky: poklesávajúcu štruktúrnú rovinu s výskytom vulkanických exotov a hrastových štruktúr a nerovnomerne dvíhajúci sa pahorkatinný stupeň po obvode nížiny, poznačený širokým rozvojom erózných foriem. Oproti štruktúrnej rovine je zlomovo obmedzený. Štruktúrna rovina pozostáva z riečnych terás, náplavových kuželov, agradačných valov, medziagradačných depresii, priekopových prepadlín a hrastí.

Východoslovenskú nížinu odvodňuje Bodrog, ktorý má vejárovitú riečnu sieť. Vysoké vodnosti sa na riekach jeho sústavy dostávajú v jarných mesiacoch (oderský typ), keď odtečie (podľa Štátneho vodohospodárskeho plánu) v priemere až 46 % z celoročného odtečenia povodia. Hlavné rieky jeho povodia prameňa vo flyšovej oblasti. Ich povodia majú skoro rovnaké prírodné pomery a vplyvom toho i postup a priebeh povodňových vln, za ktorých prevládajú letné svojou veľkosťou nad zimnými. Značnejšie straty vody (dopĺňovanie zásob podzemných vôd) z povrchových tokov nastávajú až vo Východoslovenskej nížine, kde rieky strácajú bystrinný charakter a často meandrujú (37). Povodia potokov prameňiacich v Slánskom pohorí a vo Vihorlate majú odlišnú geologickú stavbu, veľkosti intenzity zrážok a iných klimatických činiteľov. Podľa vodnosti patria hlavné toky k vrchovinnému typu, ich prítoky z Východoslovenskej nížiny k nížinnému typu (4). Obidva typy však majú maximálny odtok na jar a časté zvýšenie prítokov v lete a jeseni. Ich povodňové vlny sa často stretávajú a do vodohospodárskej úpravy Východoslovenskej nížiny spôsobovali rozsiahle záplavy.

Klimaticky patrí Východoslovenská nížina do teplej oblasti s kontinentálnym charakterom podnebia. Celkový úhrn zrážok dosahuje v priemere 580 mm na juhu a 715 mm na severe. Úhrnný ročný výpar na podhorskom stupni dosahuje hodnotu v priemere 500 mm a na štruktúrnej rovine 550 mm.

Vo Východoslovenskej nížine sa stretávame so širokou škálou hornín, vyznačujúcich sa priepustnosťou pórovou, pórovo-puklinovou a puklinovo-krasovou. Sú to hlavne: piesky, štrky, tufity, aglomeráty, ryolity, andezity, zlepenca, kremence, pieskovce, vápence a dolomity.

Geologická stavba Východoslovenskej nížiny je pestrá. Zúčastňujú sa na nej geologické útvary počnúc paleozoikom až po recent. Hydrogeologicky sú dôležité hlavne neogén a kvartér. Zložitá germanotypová tektonika, prevažne poklesového charakteru, rozčlenila Východoslovenskú nížinu na celý rad nerovnomerne poklesnutých, resp. vyzdvihnutých kryh, čo silne ovplyvnilo hydrogeologické pomery. Rozdielny vývoj útvarov predkvartérnych a kvartérnych podmieňuje výskyt hlbších nádrží podzemných vôd, v ktorých výmena vody je spomalená (až znemožnená) a vplyv klimatických faktorov sa v nich prejavuje značne stlmene a plytkých nádrží podzemných vôd — hlavne v kvartérnych sedimentoch, ktoré patria do vrchnej hydrodynamickej zóny (zóna voľnej výmeny vody). Geotektonický vývoj Východoslovenskej nížiny vytvoril predpoklady pre vznik artézsky napätých horizontov, ktorých základnou artézskou štruktúrou je artézsky sklon. Piezometrické niveau artézsky napätej vody je len nehlboko pod terénom, ale často je aj pozitívneho charakteru.

b) *Rajonizácia hlbších nádrží podzemných vôd*

Hydrogeologický výskum hlbších nádrží podzemných vôd nie je možné oprieť o rozsiahlejší dokumentačný vrtný materiál, ktorý by dovoľoval urobiť ich podrobnú rajonizáciu. Preto dnes môžeme vyčleniť len niektoré, najmä vodárensky dôležité rajóny, a to len podľa poznatkov o geologickej štruktúre územia.

1. Artézsky rajón pahorkatinného stupňa nížiny pri východných svahoch Slánskeho pohoria.

1.1. Subrajón Slánskej poruchy. Tu pod mocným súvrstvom nepriepustných neogénnych sedimentov (asi 150 m) sú poklesnuté a silne tektonicky porušené andezity a ich pyroklastikum. Pri čerpacom pokuse na vrte H-1 dosiahla sa výdatnosť 9 l/sek. už pri znížení o 0,8 m. Piezometrické niveau tejto puklinovej vody je asi 250 m n. m.

1.2. Subrajón sarmatských tufov a tufitov Drahovskej kryhy. Od Slánskeho pohoria na východ sa vrstvy tufov a tufitov ukláňajú a často kombinujú so zvodenými polohami štrkov a pieskov. Celý komplex sa vyznačuje pórovou, resp. pórovo-puklinovou priepustnosťou. Nachádza sa v hĺbke 100—120 m a poskytuje 4—6 l/sek. dobrej pitnej vody na jeden vrt pri prirodzenom prelive nad terén.

1.3. Subrajón tortónskych tufitov pri Kamennej Porube. Poskytuje až 4 l/sek. dobrej pitnej vody na jeden vrt. Zvodené tufity v hlbokom periglaciálnom údolí sa nachádzajú v hĺbke od 16 do 21 m a negatívne artézsky napätá hladina podzemnej vody je len nehlboko pod terénom (asi 140 m n. m.).

1.4. Subrajón vrchnosarmatských sedimentov okolia Zemplínska Teplica — Ozorovce. Zvodené horizonty pieskov a štrkov, ktoré sa často kombinujú s tufitmi, sa nachádzajú v hĺbke 90—150 m a sú výdatné 1—6 l/sek. na jeden vrt pri prirodzenom prelive nad terén.

2. Artézsky rajón Podvihorlatský.

2.1. Subrajón uhoľnej panvy Hnojné.

2.2. Subrajón uhoľnej panvy Sejkov.

2.3. Subrajón Tibavský.

Vo všetkých troch subrajónoch sú skoro rovnaké hydrogeologické pomery. Celý rajón sa vyznačuje tým, že má až niekoľko zvodnených horizontov v sedimentárnych a vulkanických horninách. Nehlboko uložené artézske horizonty (40—60 m) majú vodu s negatívne artézsky napätou hladinou, hlbšie uložené už s pozitívne artézskou hladinou. Najlepšie sú zvodnené vrchnopliocénne sedimenty, ktoré poskytujú 1—6 l/sek. dobrej pitnej vody na jeden vrt, lokálne i väčšie množstvo. Z hľadiska zásobovania pitnou vodou je najvýhodnejšie odberať vodu z plytkého artézskeho horizontu Tibavského subrajónu (ca 60 m). Tento horizont sa viaže na bázu sedimentárneho neogénu a podložné andezity a poskytuje až nad 3 l/sek. výbornej pitnej vody z jedného vrtu pri prirodzenom prelive nad terén.

3. Artézsky rajón pri Kráľovskom Chlenci a Čiernej nad Tisou. Viaže sa na tufiticko-lignitickú sériu vrchného sladkovodného sarmatu a na levantské pestré vrstvy peliticko-psefitické. Horizonty tekutých pieskov majú vodu čiastočne preplynutú CO₂ a s artézskym výronom. Tento rajón je veľmi slabo preskúmaný. Nie je zatiaľ možné sa jednoznačne vyjadriť o jeho rozšírení a o oblasti infiltrácie. Prechádza do Maďarska, kde sa vodárensky využíva. Na našom území sú zvodnené horizonty (asi 30 m mocné) až v hĺbke asi 220 m (38).

V ostatnej časti Východoslovenskej nížiny sú ešte artézske horizonty v rôznych hĺbkach, ktoré sa viažu prevažne na piesčité polohy šošovkovitého vývoja. Majú malé, prevažne statické zásoby, často ako relikty slanej morskej vody, niekedy so stopami nafty a plynu.

c) *Rajonizácia plytkých nádrží podzemných vôd*

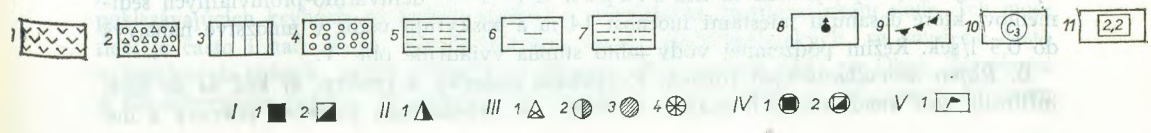
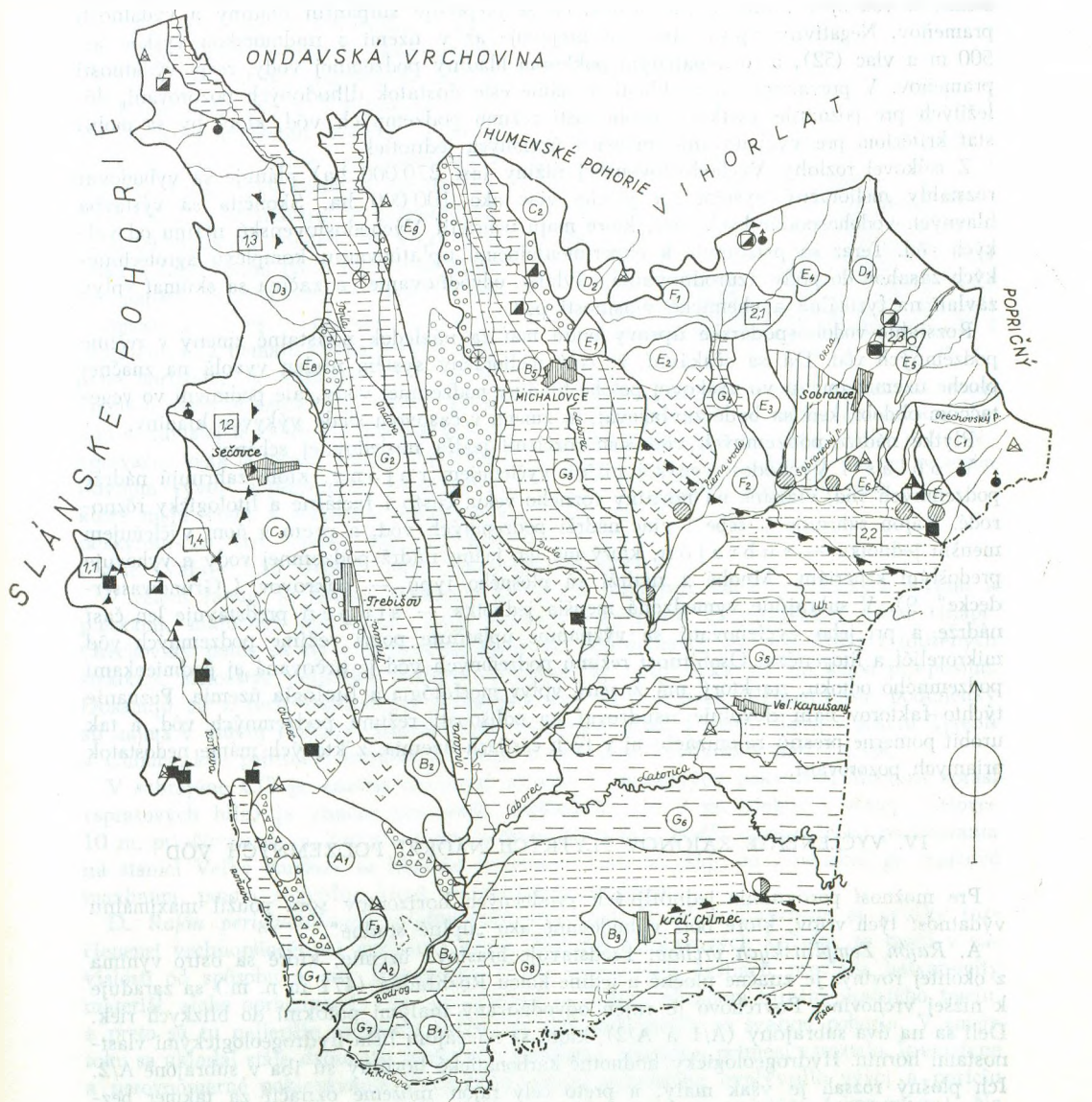
Hydrogeologická dokumentácia týchto nádrží je lepšia. Nedostatkom je však to, že sieť objektov pre pozorovanie podzemných vôd nie je ešte v celej Východoslovenskej nížine dobudovaná, a preto nie je možné podľa aspoň 10 ročných pozorovaní zhodnotiť režim podzemných vôd. Pod pojmom „režim“ rozumieme charakteristické zmeny zásob podzemných vôd na danom území v čase, ktoré sa navonok prejavujú zmenami piezometrickej úrovne, resp. výdatnosti prameňa.

Podľa dlhodobých pozorovaní hladín podzemných vôd v pomerne riedkej sieti pozorovacích objektov patrí Východoslovenská nížina do oblasti s celoročným typom dopĺňovania podzemných vôd. Na prevažnej časti územia tejto oblasti je režim podzemných vôd ovplyvnený povrchovými tokmi (52). Jedným z prvkov režimu je časový výskyt vysokých a nízkych stavov hladiny. Vo viacročnom priemere vysoké stavy trvajú od konca marca do prvej polovice apríla, ojedinele i v máji. Potom nasleduje pozvoľný pokles hladiny až po minimálny stav v októbri—novembri. V niektorých častiach oblasti

Mapa 1. Rajóny podzemných vôd Východoslovenskej nížiny. 1 — stupeň sprašových pokrovov, 2 — stupeň deluviálno-proluviálnych sedimentov, 3 — stupeň napätých hladín podzemných vôd, 4 — stupeň riečnych akumuláčnych terás a stupeň pozdišovských štrkov, 5 — stupeň s režimom podzemných vôd ovplyvňovaným vodnými stavmi riek, 6 — stupeň s režimom podzemných vôd ovplyvňovaným vodnými stavmi riek, 6 — stupeň močaristých depresí, 7 — stupeň tlmeneho režimu podzemných vôd, 8 — významnejšie vývery obyčajných vôd, 9 — orientačné ohraničenie artézskych rajónov, 10 — označenie subrajónu plytkých nádrží, 11 — označenie artézskeho subrajónu.

Minerálne vody: I. Slané — nátrium-chloridové. 1 — nátriumbikarbonátového charakteru, 2 — kalcium-bikarbonátového charakteru. II. Nátrium-bikarbonátové. 1 — nátrium-chloridového charakteru. III. Kalcium-bikarbonátové. 1 — nátrium-chloridového charakteru, 2 — vadózne: železité, 3 — uhličité, 4 — bórové. IV. Zložené. 1 — nátrium-chloridového charakteru, 2 — kalcium-bikarbonátového charakteru. V. Iné. 1 — prameň prírodný.

MAPA RAJÓNOV PODZEMNÝCH VÔD VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY



sa prejavuje aj jesenné podružné maximum — ako odraz letných zrážok. V úzkych pásoch aluviálnych nív pozdĺž tokov na režime podzemných vôd sa odráža kolísanie vodných stavov v tokoch, ktoré sa prejavuje vo výkyvoch hladiny podzemnej vody s určitým oneskorením. Nestálosť zím umožňuje neprerušené doplňovanie zásob podzemných vôd aj v zimných mesiacoch, čo sa prejavuje stúpaním hladiny a výdatnosti prameňov. Negatívny vplyv zimy sa prejavuje až v území s nadmorskou výškou asi 500 m a viac (52), a to nepatrným poklesom hladiny podzemnej vody, resp. výdatnosti prameňov. V prevažnej časti oblasti nemáme ešte dostatok dlhodobých pozorovaní, dôležitých pre poznanie všetkých osobitností režimu podzemných vôd, ktoré by sa mohli stať kritériom pre vyčleňovanie menších územných jednotiek.

Z celkovej rozlohy Východoslovenskej nížiny (asi 270 000 ha) plánuje sa vybudovať rozsiahly melioračný systém na ploche viac ako 100 000 ha. Skončila sa výstavba hlavných vodohospodárskych diel, ktoré majú uchrániť Východoslovenskú nížinu od veľkých vôd. Teraz sa pristupuje k experimentálnemu uplatňovaniu komplexu agrotechnických zásahov do pôdy (zúrodňovanie, závlaha, odvodňovanie) a začína sa skúmať vplyv závlah na fyzikálne a chemické vlastnosti pôd.

Rozsiahle vodohospodárske úpravy budú mať za následok podstatné zmeny v režime podzemných vôd. Dá sa očakávať, že celý melioračný systém nielen vyvolá na značnej ploche územia zmenu vo výškovej polohe hladiny podzemnej vody, ale podmieni vo vegetačnom období, keď sa bude zavlažovať, aj zmenu v časovom slede výkyvov hladiny.

Plytké nádrže podzemných vôd som rozčlenil podľa nasledovnej schémy:

V o b l a s t i Východoslovenskej nížiny vyčleňujem r a j ó n y, ktoré zahrnujú nádrže podzemných vôd, viazané na horniny rôzneho veku, často i faciálne a litologicky rôznorodé. Rajón zahrnuje v sebe i viac nádrží podzemných vôd, a preto v ňom vyčleňujem menšiu jednotku — s u b r a j ó n, ktorý má len jednu nádrž podzemnej vody a vyhovuje predošlým kritériám. Mnohé z nádrží sú plošného typu — pokrovov („Grundwasserdecke“, 9). V subrajóne vymedzená menšia jednotka — s t u p e ň predstavuje len časť nádrže a pri jeho vyčleňovaní sa významne uplatňuje popri režime podzemných vôd mikrorelief a litogenéza. Osobitosť režimu podzemných vôd je určovaná aj podmienkami podzemného odtoku, na ktorý má značný vplyv morfológia a litológia územia. Poznanie týchto faktorov nám dovoľuje usudzovať na odlišnosti režimu podzemných vôd, a tak urobiť pomerne presnú rajonizáciu aj v tých častiach územia, z ktorých máme nedostatok priamych pozorovaní.

IV. VYČLENENIE RAJÓNOV PLYTKÝCH NÁDRŽÍ PODZEMNÝCH VÔD

Pre možnosť porovnania jednotlivých zvodnených horizontov som použil maximálnu výdatnosť tých vrstev, ktoré boli vybudované ako „úplné studne“.

A. *Rajón Zemplínskych vrchov.* Predstavuje hrastové územie, ktoré sa ostro vyníma z okolitej roviny. Je značne ploché a jedine kótou Rozhladná (471 m n. m.) sa zaraďuje k nižšej vrchovine. Povrchovo je rajón odvodňovaný malými potokmi do blízkych riek. Delí sa na dva subrajóny (A/1 a A/2), ktoré sa navzájom líšia hydrogeologickými vlastnosťami hornín. Hydrogeologicky hodnotné karbonatické horniny sú iba v subrajóne A/2. Ich plošný rozsah je však malý, a preto celý rajón môžeme označiť za takmer bezvýznamný. Miestny význam tu má s t u p e ň A/1—1 — deluviálno-proluviálnych sedimentov, ktoré dosahujú miestami mocnosť 14 m a poskytujú vodu v množstve nanajvýš do 0,5 l/sek. Režim podzemnej vody tohto stupňa vyjadruje obr. 1.

B. *Rajón neovulkanických trosiek.* Rozpukané andezity a ryolity, aj keď sa do nich infiltruje časť atmosférických zrážok (k čomu im napomáhajú pieskové pokrovy a iné

kvartérne svahové sedimenty), sú významné najmä tým, že vzdúvajú a usmerňujú prúdy podzemných vôd.

C. *Rajón pahorkatinného stupňa nižiny*. Predstavuje vrchnopliocénnu roveň (24, 25), ktorá zarezáva horniny rôznych genetických typov. V kvartére bola výrazne rozčlenená hlavne periglaciálnymi údoliami. Rajón pozostáva z 3 subrajónov, odlišných aj komplexom hornín. Tým je daná aj ich rozdielna hydrogeologická hodnota. Vulkanický komplex hornín subrajónu C/1 je významný v pásmach silných tektonických porúch, na ktorých sa získava dobrá pitná voda negatívne artézsky napätá (Kolibabovce 3 l/sek., Vyšné Nemecké 11 l/sek.). Morské sedimenty subrajónu C/2 nemajú významnejšie zvodnené horizonty. V subrajóne C/3 je situácia o niečo priaznivejšia. Vyskytujú sa tam aj súvislejšie zvodnené piesčité polohy (prevažne však je tortón-sarmat v slienitovitom vývoji s piesčitými šošovkami), ktoré majú vodu s napätou hladinou a poskytujú ca 0,4 l/sek., len ojedinele i viac (Veľatý 1,25 l/sek., Úpor, Kožuchov 0,7 l/sek.).

V celom rajóne je hodne rozšírený stupeň hlbokých údolí, vyplnených štrkami a pieskami, majúcimi podzemnú vodu priamo ovplyvnenú pretekajúcimi tokmi (napr. Orechovský potok sa na viacerých miestach pri minimálnych stavoch stráca v uložených štrkoch). Množstvo pelitickej prímеси spôsobuje, že tieto štrky sú len slabopriepustné. Dosahujú sa z nich najčastejšie výdatnosti len do 0,3 l/sek. Priaznivejšie podmienky sú najmä v alúviu Roňavy, kde sa zistili výdatnosti 2 až 4 l/sek., ďalej v alúviu Terebli a Chlmca, kde pelitickej prímеси je menej a vrty sú tu výdatné i nad 1 l/sek.

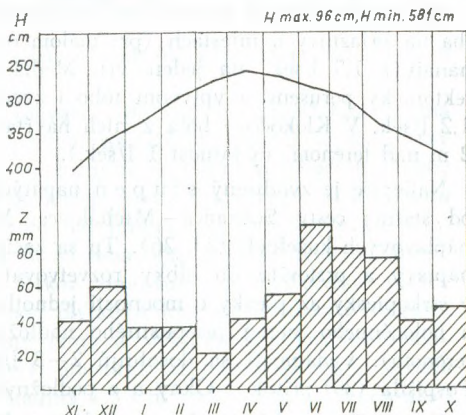
V subrajóne C/3 je značne rozšírený stupeň sprašových pokrovov. Mocnosť spraší (sprašových hĺn) je značne premenná, najčastejšie do 3 m, niekde i viacej (Čelovce 10 m, pri Novosade a Zemplínskom Jastrabí 3–6 m). Podľa desaťročného pozorovania na stanici Veľký Ruskov sa hladina podzemnej vody zvyšuje od novembra po marcové maximum, potom pozvoľna klesá po októbrové minimum.

D. *Rajón periglaciálnych náplavových štrkových kužeľov*. Zahrnuje aj zvyšky rozčlenenej vrchnopliocénnej poriečnej rovne. Zloženie náplavových kužeľov sa mení v závislosti od spôsobu a sily transportu. V ich koreňových častiach prevláda balvanovitý materiál, slabo opracovaný, ešte nevytriedený s malým obsahom hlinito-piesčitého tmelu, a preto sú tu najlepšie možnosti infiltrácie vôd stekajúcich zo svahov pohoria. V smere toku sa ukladal stále drobnejší materiál a množstvo pelitickej prímеси vzrastalo. Intenzívne a nerovnomerné poklesávanie štruktúrnej roviny významne ovplyvnilo vývoj a pozíciu jednotlivých kužeľov, ktoré patria (23) trom až štyrom generáciám (günz-würm). Na poklesávajúcich kryhách sú kužeľa uložené v normálnom stratigrafickom slede. Ich mocnosť je často i nad 20 m. Korytá potokov, najmä podvihorlatských, sú založené často v kužeľových štrkoch, avšak straty vody sú malé. Boli zistené (34) na Okne, Žiarovnici a Choňskovskom potoku. Prirodené odvodňovanie tohto rajónu sa deje prostredníctvom

MIESTO: LUHYNA C.1

OBDOBIE: 1951-1960

VÝŠKA mn.m. 157



Obr. 1. Typ celoročného dopĺňovania zásob podzemných vôd na stupni deluviálno-proluviálnych sedimentov. Letné zrážky v 10 ročnom priemere sa prejavujú slabým zvýšením hladiny podzemnej vody.

väčšieho množstva málo výdatných prameňov (do 0,5 l/sek.) a podzemným odtokom do susedných území. Režim podzemných vôd ovplyvňuje hlavne infiltrácia atmosférických zrážok a presakovanie vôd povrchových tokov, preto je tu rozkvyv hladiny značný.

Najlepšie zvodnené sú štrky podvihorlatských kuželov — subrajón D/1. Aj tu sa však iba na priaznivých miestach (pri malom obsahu pelitickej prímesi) dosahujú výdatnosti nanajväčš 1,5 l/sek. na jeden vrt. Medzi Kalužou a Jovsou sú podložné tufobrekcie tektonicky porušené a vplyvom toho i zvodnené. Dosahujú sa z nich výdatnosti 0,5 až 1,2 l/sek. V Klokočove bola z nich navŕtaná pozitívne artézska voda (ustálená hladina 2 m nad terénom, výdatnosť 1 l/sek.).

Najlepšie je zvodnený stupeň napätých hladín D/1—1. Je vyvinutý zhruba južne od štátnej cesty Sobrance—Michalovce. Morfológicky vytvára rovinu na ponorených náplavových kužloch (23, 26). Tu sa začínajú náplavové kužele ponárať pod holocénne náplavy a prstovito do hĺbky rozvetvovať. Ich litologické zloženie sa postupne mení v štrkopiesky až piesky o mocnosti jednotlivých polôh 2—4 m. Vplyvom spádu územia a holocénneho menej priepustného nadložia sa hladina stáva napätou (asi 3 m pod terénom). Výdatnosti sa dosahujú 2—3 l/sek., v Nižnej Rybnici 7—14 l/sek. (podľa Pospíšila (39) prítok z Okny a z podložných levantských pestrých vrstiev).

Kužele Tarnavského a Vinianskeho potoka (D/2) sú silne zahlinené, a preto nepriaznivé pre akumuláciu väčšieho množstva podzemných vôd. Hydrogeologickú situáciu kuželov pod Slánskym pohorím (D/3) zhoršuje 3—5 m hrubá vrstva (lokálne aj viac) svahových hĺn. Dosahujú sa z nich výdatnosti len 0,2—0,4 l/sek.

E. *Rajón hrastových štruktúr.* Zahŕnuje neotektonické štruktúry (24), nápadne vystupujúce zo štruktúrnej roviny, ktorých vývoj prebiehal v rôznych obdobiach. Jednotlivé hrasti predstavujú subrajóny. Hydrogeologicky málo významné sú hrasti: Biela hora, Karná, Sejkovská, Parchovianska a Zálužická (bez stupňa Iňačovskej spráše), lebo ich budujú prevažne neogénne ílovité horniny, bez pozoruhodnejšie zvodnených horizontov. Ostatné hrasti majú vyvinuté často len v malej hĺbke pod povrchom terénu jeden i viac zvodnených horizontov, viažúcich sa na vrchnopliocénne a kvartérne štrky a piesky. Majú obyčajne napätú, na stupni Iňačovskej spráše E/2—1 v Iňačovciach pozitívne artézske napätú hladinu (0,3 m nad terén, výdatnosť 5,7 l/sek.). Popri pozdĺžnych zlomových poruchách, obmedzujúcich vlastné hrasti, vyskytujú sa aj priečne zlomy, rozčleňujúce ich na jednotlivé kryhy. Napr. Revištská hrast' E/3 je rozčlenená na Fekišovskú, Zavadskú, Revištskú a Remetskú kryhu. Z nich je dôležitá hlavne Revištská kryha (hladina asi 3 m pod terénom, výdatnosť 3 l/sek.) a Remetská kryha (4 hydraulicky spojené piesčité horizonty, hladina asi 2 m pod terénom, výdatnosť 6 l/sek.). Zlomový systém niektorých hrastí severovýchodnej časti Východoslovenskej nížiny je zrejme mladý a súvisí s celkovým zlomovým systémom Sejkovskej uhoľnej panvy, na čo poukazuje silné preplnenie podzemných vôd CO₂ (Senné, Iňačovce, Porostov, Svätuš). Sprášové hliny, svahové hliny a íly dosahujú mocnosť 5—10 m a vytvárajú nepriepustný strop zvodneným horizontom.

Hydrogeologicky významný je stupeň Pozdišovskej štrkovej formácie E/9—1. Súvisle sa začína úzkym výbežkom severne od Rakovca nad Ondavou a siaha až pod Bánovce nad Ondavou. S ílovitými medzipolohami dosahuje mocnosť nad 100 m. Na východe sa ponára pod alúvium Laborca (39). Na vlastnej hrastovej štruktúre dosahujú sa z prvého štrkového horizontu výdatnosti asi 1 l/sek. Podzemná voda má voľnú hladinu. Na východných svahoch hrasti sa v okolí Pozdišoviec a Laškoviec z druhého a tretieho štrkového horizontu získava artézska podzemná voda, (výdatnosť 3 l/sek.). Režim podzemných vôd je odrazom chodu atmosférických zrážok a podzemného odvodňovania do alúvia Laborca.

Na stupni Malčickej spráše (E/9—1) sa z vrchnopliocénnych pieskov dosahujú výdatnosti prevažne 0,3 — 0,7 l/sek., zriedkavejšie 1 — 2 l/sek. Najpriaznivejšia hydrogeologická situácia je východne od Malčíc, kde v úzkej depresii piesky so štrčikom dosahujú mocnosť až 18 m. Ich podzemná voda má napätú hladinu (asi 3 m pod terénom) a už pri malom znížení sa dosiahla výdatnosť až 4 l/sek.

F. *Rajón priekopových prepadlín.* Patria k nemu prirodzené depresie s intenzívnym aj recentným poklesávaním a akumuláciou (24, 25).

Podvihorlatská priekopová prepadlina F/1 (prevažne dnešná Podvihorlatská vodná nádrž). Vplyvom zložitej tektoniky sa pod kvartérom nachádzajú neogénne sedimenty rôznych stratigrafických stupňov s niekoľkými zvodnenými horizontmi (Podvihorlatský artézsky rajón). Kvartérne periglaciálne náplavové kužele prechádzajú často až do stredu priekopovej prepadliny, kde sa vyklíňujú a mimo najvrchnejšej polohy vplyvom subsidencie už stratili súvis s koreňovou oblasťou a sú od seba oddelené ílovitými polohami. Do stredu priekopovej prepadliny sa priemer štrkov znižuje na hrubozrnné piesky o mocnosti vrstvy 2—5 m, ktoré sa ponárajú pod plytké holocénne sedimenty (piesky, kalové sedimenty, rašelina). Úklon, nepriepustný strop a vyklíňovanie kuželov spôsobujú napätosť hladiny (asi 1—2 m pod terénom), miestami až pozitívny výron (podľa Nešvaru (34) na vrte Hg 136 južne od Jovsy hladina 1,35 m nad terénom). Výdatnosti sa pohybujú asi 0,5—1 l/sek.

Depesia pri Sennom F/2. Hydrogeologicky je nepreskúmaná. Podľa vrtu GM-2 do hĺbky 80 m je v nej 7 zvodnených horizontov v tekutých pieskoch od seba oddelených ílovitými polohami. Pri prevrtávaní pieskov dochádzalo k výronom plynu.

Černochovska priekopová prepadlina F/3. Spodnotortónske slienité íly so šošovkami pieskov sú pokryté kvartérnymi deluviálno-proluviálnymi sedimentmi. Má iba malý hydrogeologický význam. Výdatnosti maximálne do 0,5 l/sek. sa dosahujú až z neogénnych piesčitých polôh, ktoré majú vodu s napätou hladinou (4—5 m pod terénom).

G. *Rajón aluviálnych nív.* Vo Východoslovenskej nížine zaberá najrozsiahlejšie územie. Aluviálne nivy hlavných tokov delia ho na subrajóny. V tejto stati podám len stručné hydrogeologické charakteristiky jednotlivých aluviálnych nív a spôsob ich delenia na stupne. Pre názornosť podrobnejšie opíšem prvý stupeň, na ktorom okrem iného dosahujú sa aj vyššie výdatnosti ako na iných vyčlenených stupňoch.

1. Stupeň s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek

Viaže sa na recentné agradačné valy hlavných tokov, iba ojedinele aj na staroholocénny agradačný val. V miestach, kde dno rieky je založené v dobre priepustných sedimentoch, je vplyv vodných stavov toku na režim podzemných vôd priamy, inde sa prejavuje s oveľa väčším časovým posunom výkyvu hladiny. Hladina podzemnej vody ani pri maximálnych stavoch nedosahuje úroveň, pri ktorej by bola aktívna v procesoch pôdnej tvorby. Na tomto stupni sú hlinito-piesčité nevyvinuté nívne pôdy.

G/1—1. *Prvý stupeň subrajónu aluviálnej nivy Roňavy.* Zaberá územie aluviálnych nív Roňavy a Bózsavy, ktoré svojimi silne rozvetvenými vejarmi prítokov odvodňujú značnú časť Slánskeho pohoria. Podložné miocénne sedimenty nie sú priaznivé pre vznik výdatnejších zvodnených horizontov a medzi Michalanmi a Luhyňou vytvárajú výrazný podložný prah. Intenzívnejšie poklesávanie územia vyvolalo mohutnejšiu štrkopieskovú akumuláciu s maximom okolo Slovenského Nového Mesta (nad 30 m). Podzemná voda má voľnú hladinu (97—100 m n. m.). Koryto Roňavy je založené v štrkoch, ktorých vysoký koeficient filtrácie umožňuje odber vody až nad 45 l/sek. z jedného vrtu. Plynulé

doplňovanie zásob podzemných vôd sa deje zo Slánskeho pohoria, Zemplínskych vrchov a presakovaním vody z korýt Bodrogu, Roňavy a Bózszy.

G/2. *Subrajón aluviálnej nivy Tople a Ondavy.* Miocénne podložie kvartéru je priaznivé pre vznik zvodnených horizontov iba v okolí Nižného Hrabovca. Ide tu o tektonicky silne porušené bridličnato-pieskovcové súvrstvie, ktoré má podzemnú vodu s napätou hladinou (asi 8 m pod terénom) a je výdatné do 2,5 l/sek. na jeden vrt. V kvartérnej aluviálnej nive v pozdĺžnom profile, zhruba po spojnicu obcí Lomnica—Nižný Hrabovec, štrkopiesky vytvárajú iba jeden zvodnený horizont, prikrýty 2—5 m hrubým holocénnym slabo priepustným stropom. Južne od spominatej spojnice obcí mocnosť kvartéru sa zväčšuje a vzrastá aj počet zvodnených horizontov (2—3), ktoré sú vzájomne hydraulicky spojené (sútok Tople a Ondavy 30 m, južná časť doliny 40 m).

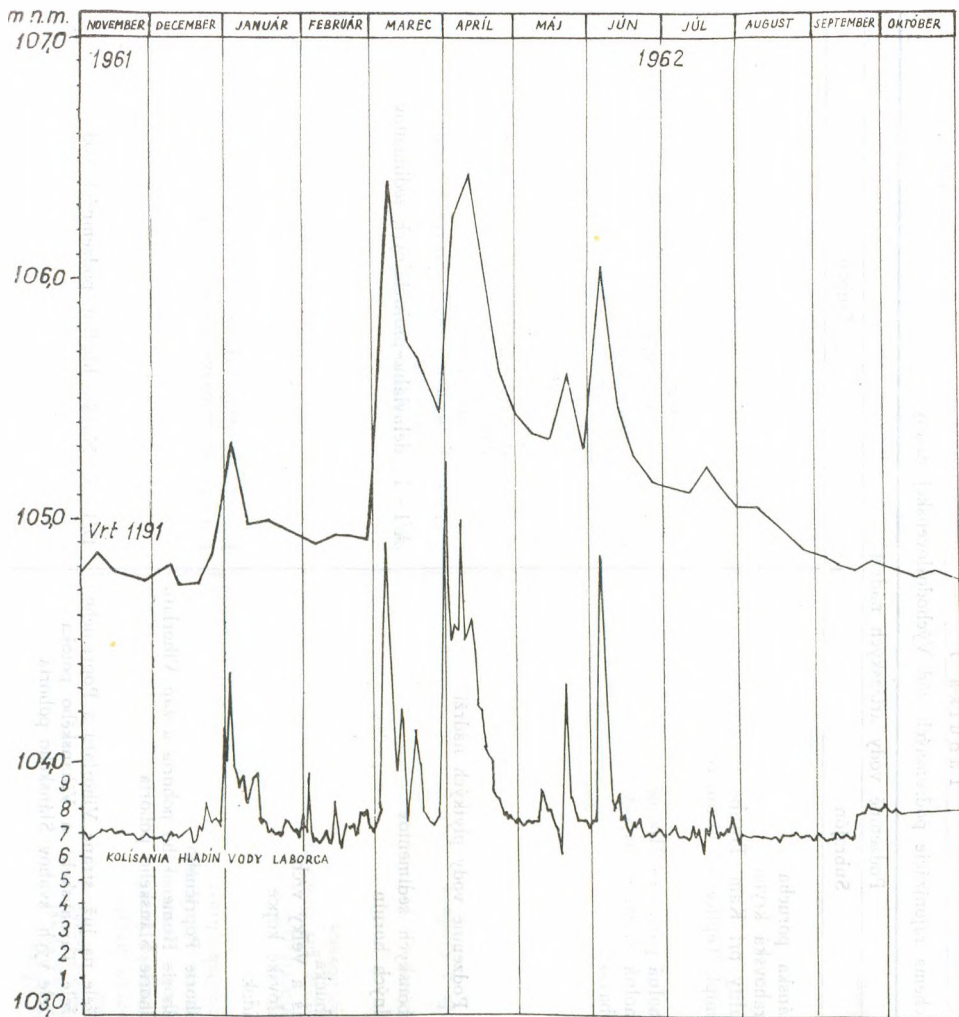
G/2—1. *Prvý stupeň.* Štrkopiesčité polohy majú veľmi nerovný povrch, a preto len na niektorých miestach sú korytá riek založené v dobre priepustných sedimentoch. Vplyv režimu vodných stavov sa preto na zmenách zásob podzemných vôd prejavuje s veľkým oneskorením a často je aj hladina podzemnej vody slabo napätá (3—4 m pod terénom). Výdatnosti sa dosahujú najčastejšie 1—3 l/sek. na priaznivých miestach i viac (Čaklov 4—5 l/sek., Lomnica 6—9 l/sek., sútok Tople s Ondavou 6—7 l/sek.). Južne od Bánoviec nad Ondavou na tomto stupni sú vrty výdatné 3—6 l/sek.

G/3. *Subrajón aluviálnej nivy Laborca.* Po Michalovce tečie Laborec v širokom nížinnom výbežku, z obidvoch strán lemovanom terasovým stupňom. Pri Michalovciach prechádza do otvorenej roviny s intenzívnym poklesávaním, ktoré prerušuje vytváranie terás a podmieňuje subsidenčnú sedimentáciu. V okolí Michaloviec je hlboká depresia s mohutnou akumuláciou „pozdišovských“ štrkov, ktoré pri Michalovciach už splývajú s kvartérnymi štrkopieskami a vytvárajú významný hydrogeologický horizont. Južne od rozšírenia „pozdišovských“ štrkov je neogénne podložie už málo vhodným prostredím pre akumulovanie väčších zásob podzemných vôd.

G/3—1. *Prvý stupeň.* Po Michalovce hladina Laborca je vyššie ako hladina podzemnej vody. Na tomto úseku recentného agradačného valu Laborec dopĺňa zásoby podzemných vôd nepretržite po celý rok. Z jednotlivých vrtov sa tu dosahujú výdatnosti 10—15 l/sek. Južne od Michaloviec Laborec pri normálnych stavoch už dreňuje podzemné vody, ktorých režim je pod vplyvom dvoch hlavných zložiek: prítoku zo susedného územia a prítoku z rieky. Pri normálnych stavoch Laborca podzemná voda prúdi smerom k nemu, pri vysokých stavoch opačne. Najvyššie vystupuje hladina podzemnej vody (40) od februára do júla a dosahuje maximum v apríli, čo odpovedá najvyšším stavom Laborca (obr. 2). Dosahujú sa tu vysoké výdatnosti (Michalovce 34 l/sek., Sliepkovce, Lastomír 16—20 l/sek.).

G/4—1. *Subrajón aluviálnej nivy Čiernej vody.* Celý subrajón patrí k prvému stupňu. Začína sa výrazným prelomom Čiernej vody cez Zálužickú a Revištskú hrasť. Cez tento prelom sa deje prirodzené odvodňovanie Podvihorlatskej priekopovej prepadliny. Mocnosť kvartéru dosahuje 12—15 m, hladina podzemnej vody je často slabo napätá (asi 2 m pod terénom) a z jednotlivých vrtov sa dosahuje výdatnosť do 1 l/sek., v blízkosti brehu aj 2 l/sek.

G/5, G/6, G/7 a G/8. *Subrajóny aluviálnych nív Uhu, Latorice, Tisy a Bodroga.* Aluviálne nivy týchto riek nevytvárajú oproti sebe nápadne ohraničené hydrogeologické jednotky. Ohraničené sú podľa geomorfologického mapovania (22). Pre tieto subrajóny má veľký hydrogeologický význam rozsiahla podhorská depresia, vyplnená mohutnou polohou štrkov, tzv. „minajská séria“ (7), ktorú tu uložili koncom pliocénu a v kvartére rieky Uh, Latorica a Tisa so svojimi prítokmi. Mocnosť tejto série je najväčšia južne od Užhorodu — až 200 m, pri Minaji a pri Čope 100—150 m. Na naše štátne územie táto



Obr. 2. Ročný chod hladiny podzemnej vody na stupni s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek (podľa Pospíšila).

depressia zasahuje iba svojim okrajom. Táto zvodnená štrková vrstva sa na našom území vetví na 2—3 štrkopiesčité, hydraulicky spojitú polohu, ktoré postupne prechádzajú do tekutých pieskov (celková mocnosť 25—50 m). V území rozšírenia štrkov, resp. štrkopieskov dosahujú sa z jednotlivých vrtov výdatnosti i nad 10 l/sek. dobrej pitnej vody (Pinkovce, Záhor, Lekárovce, Bežovce). Na ostatnom území už prevládajú tekuté piesky, ktorých granulometrické zloženie len miestami umožňuje odber väčšieho množstva vody z jedného vrtu (5—10 l/sek.). Hydrogeologicky priaznivou okolnosťou je tu značné rozšírenie viatych pieskov, ktoré umožňujú infiltráciu atmosférických zrážok. Najčastejšie tvoria s vrchnou polohou riečnych tekutých pieskov spoločný zvodnený horizont. Prvý

Tabuľka 1

Schéma rajonizácie podzemných vôd Východoslovenskej nížiny

Podzemné vody artézskych nádrží		
Rajón	Subrajón	Stupeň
1. Artézsky rajón pahorkatinného stupňa nížiny pri východných svahoch Slánskeho pohoria	1. 1. Slánska porucha 1. 2. Drahovská kryha 1. 3. Tufity pri Kam. Porube 1. 4. Zempl. Teplice — Ozorovce	
2. Artézsky rajón Podvihorlatský	2. 1. Uhoľná panva — Hnojné 2. 2. Uhoľná panva — Sejkov 2. 3. Tibavský	
3. Artézsky rajón pri Kráľovskom Chlmcí a Čiernej nad Tisou		
Podzemné vody plytkých nádrží		
A. Zemplinské vrchy	A/1 karbónskych sedimentov A/2 skalných hornín	A/1—1 deluviálno-proluviálnych sedimentov
B. Neovulkanické trosky	B/1 Tarbucka B/2 Avaš a Veľký vrch B/3 Kráľovské kopce B/4 Hrádok	
C. Pahorkatinný stupeň nížiny	C/1 Podhorie Popričného C/2 Podhorie Humenského pohoria a záp. Vihorlatu C/3 Podhorie Slánskeho pohoria	
D. Periglaciálne náplavové kužele	D/1 Kužele na juž. strane Vihorlatu a Popričného D/2 Kužele Tarnavského a Viňanského potoka D/3 Kužele vých. svahov Slánskeho pohoria	D/1—1 Napäté hladiny podzemných vôd

E. Hrasťové štruktúry	E/1	Biela Hora	
	E/2	Zálužická hrasť	E/2-1 Iňačovská sprasť
	E/3	Revištská hrasť	
	E/4	Karná	
	E/5	Tibavská hrasť	
	E/6	Porostovská hrasť	
	E/7	Sejkovské hrasti	
	E/8	Parchovianska hrasť	E/9-1 Pozdišovská štrková formácia
	E/9	Trhovištská hrasť	E/9-2 Malčická sprasť
F. Priekopové prepadliny	F/1	Podvihorlatská	
	F/2	Depresia pri Sennom	
	F/3	Černochovska	
G. Aluviálne nivy	G/1	Roňava	G/1-1 s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek
	G/2	Topľa a Ondava	G/2-1 s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek
			G/2-2 močaristé depresie
			G/2-3 tlmený režim
			G/2-4 riečne terasy
	G/3	Laborec	G/3-1 s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek
			G/3-2 močaristé depresie
			G/3-3 tlmený režim
G/3-4 riečne terasy			
G/4-1 s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek			
G/5-1	Uh	G/5-1 } stavmi riek	
G/5-3	Latorica	G/5-3 tlmený režim	
G/6-2	Tisa	G/6-2 močaristé depresie	
G/7	Bodrog	G/7-1 s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek	
		G/7-2 močaristé depresie	
		G/7-3 tlmený režim	
		G/8-1 s režimom ovplyvňovaným vodnými stavmi riek	
G/8-4		G/8-4 riečne terasy	

zvodnený horizont má obyčajne podzemnú vodú s voľnou hladinou (2—3 m pod terénom), druhý, resp. tretí horizont má už spravidla podzemnú vodu s napätou hladinou.

2. Stupeň močaristých depresií

Močaristé depresie sa vyskytujú medzi agradačnými valmi a v okrajových častiach aluviálnych nív. Režim podzemných vôd je tu výrazne ovplyvnený prítokom zo susedného územia, napr. z terasového stupňa a pod., pri vrchných piesčitých horizontoch aj ich vnútornými povrchovými vodami. Hladina podzemnej vody síce v priebehu roka kolíše od 0,5—2 m pod terénom, lokálne i viac, avšak pri vysokých stavoch podzemných vôd je takmer pod povrchom terénu a spôsobuje oglejovanie pôdy už v jej najvyššej časti. Po väčších dažďoch sa depresie na mnohých miestach menia na dlhší čas na močaristé územia. Podzemná voda je aktívna pri procesoch pôdneho vývinu, spôsobuje zabahnenie pôd, niekedy aj sekundárne zasolenie. Depresie sú pretkané hustou sieťou odvodňovacích kanálov. Ich vody sú prevažne nižšie ako hladiny hlavných riek, do ktorých ich preto treba prečerpávať. Časté sú tu aj vrstvy rašeliny, nachádzajúce sa len nehlboko pod povrchom zeme. Podzemné vody sa bez úpravy pre pitné účely nehodia, lebo sú chemicky i bakteriologicky chybné.

G/6—2. *Močaristá depresia subrajónu aluviálnej nivy Latorice.* K tejto aluviálnej nive patrí len močaristé územie medzi staroholocennými agradačnými valmi Uhu a Tisy. Do tohto subrajónu zahrnujeme ešte aj močaristé územie dolných tokov Ondavy a Laborca. Nadmorská výška územia sa pohybuje asi 100—101 m. Z tejto roviny bohato pretkanej mŕtvymi ramenami morfológicky vystupujú nevysoké duny (102—104 m n. m.). V kvartérnej sedimentácii prevládajú piesky (niekde i s obsahom štrčikov) nad šošovkami ílov. Na väčšine územia sa riečne tekuté piesky začínajú v hĺbke asi 3 m pod terénom. Vyvinuté sú tu prevažne 3 zvodnené polohy, z ktorých druhá a tretia majú vodu s napätou hladinou. Najpriaznivejšie podmienky pre odber väčšieho množstva vody sú v okolí Ptrukše, kde sa už pri malom znížení (2,5 m) dosiahla výdatnosť 10 l/sek.

3. Stupeň tlmeného režimu

Viaže sa na staroholocénne agradačné valy. V nich sa tlmia, až zanikajú vplyvy režimov vodných tokov i prítoku zo susedného územia, preto sa vyznačujú malým rozkyvom hladiny. Hladina podzemnej vody sa najčastejšie pohybuje asi 2—3 m pod terénom a nespôsobuje oglejovanie týchto lužných pôd, pri ktorých možno badať drnový proces vývinu. Reliéf povrchu a zrnitostné zloženie pôd umožňujú aj čiastočnú infiltráciu atmosférických zrážok, obzvlášť v územiach rozšírenia viatych pieskov. Zvodnené horizonty nie sú v hydraulickej spojitosti s povrchovými tokmi. Na niektorých miestach sú zvodnené horizonty pod mocnejšou ílovito-hlinitou vrstvou, a tu je potom podzemná voda s napätou hladinou.

4. Stupeň riečnych akumuláčnych terás

Tento stupeň je vyvinutý po okrajoch riečnych dolín v subrajónoch aluviálnych nív Ondavy, Bodroga a Laborca. Oproti predošlým stupňom aluviálnych nív terasy morfológicky nápadnejšie vystupujú. Terasové štrky sú skoro všade prikrýté hrubou vrstvou

hlín (5–12 m), na ktorých sú illimerizované pôdy. Podzemná voda má najčastejšie voľnú hladinu, ktorá sa nikdy nezvyší na takú úroveň, pri ktorej by mohla byť aktívnou v procese pôdneho vývinu. Prúdenie podzemnej vody je usmernené do aluviálnych nív.

ZÁVER

V predloženej práci sú po prvýkrát študované podzemné vody artézskych i plytkých nádrží v rámci celej Východoslovenskej nížiny, vyčlenenej geomorfologicky. Artézske nádrže jednotlivých rajónov sú vyčlenené podľa štruktúrno-geologických jednotiek, ktoré sa doteraz poznajú často iba orientačne. Zatiaľ sa ešte neprikróčilo k ich podrobnejšiemu výskumu a bilancovaniu, hoci sa nachádzajú (okrem 3. artézskeho rajónu) v území chudobnom na pitné vody. Kvalita vody je výborná a dosahované výdatnosti nasvedčujú tomu, že by ich bolo treba využívať aj pre potreby väčších spotrebíšť ako doteraz.

Štúdium plytkých nádrží podzemných vôd a ich vyčleňovanie v rámci rajonizácie sa opieralo už o dobrú znalosť geologicko-geomorfologických vlastností územia, sčasti aj režimu podzemných vôd. To pomohlo (oproti doterajším prácam) presnejšie vyčleniť jednotlivé hydrogeologické jednotky, obzvlášť v takých hydrogeologicky komplikovaných územiach, akými sú najmä hrastové štruktúry a aluviálne nivy dolných tokov riek Východoslovenskej nížiny.

Základná sieť pozorovacích objektov podzemných vôd Hydrometeorologického ústavu je už vyprojektovaná a v niektorých častiach nížiny už aj dokončená. Bolo by ju potrebné doplniť tak, aby plne pokryla všetky vyčlenené hydrogeologické jednotky. Dôkladné poznanie režimu podzemných vôd umožnilo by ich bilancovanie a významne prispelo tiež k ich podrobnému rajónovaniu.

LITERATÚRA

1. Achmedsafin U. M. a kol., *Gidrogeologičeskoje rajonirovanije i regionalnaja ocenka resursov podz. vod Kazachstana*. Nauka, Alma-Ata 1964. — 2. Budanov N. D., *Gidrogeologija Urala*. Izdat. Nauka, Moskva 1964. — 3. Dokučajev V. V., *K učeniju o zonach prirody. Gorizontálnyje i vertikalnnye počvennyje zony*. Zap. SPb. mineral. ob., č. 37, 1899. — 4. Dub O., *Všeobecná hydrologia Slovenska*. SAV, Bratislava 1954. — 5. Duba D., *Vyšetrovanie neustáleného prúdenia spodnej vody hydrologickými metódami a ich použitie pre predpovede zmien v režime*. Rukopis. VÚV, Bratislava 1960. — 6. Duba D., *Určenie zmien v režime spodných vôd územia zjednodušenou bilančnou metódou*. Acta geologica et geographica U. C. Geologica, č. 7, SNP, Bratislava 1961. — 7. Gofštejn I. D., *Neotektonika Karpát*. Izdat. Ak. nauk Ukrajinskoj SSR, Kijev 1965. — 8. Grahmann R., *Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung*. Forschungen zur deutschen Landeskunde, zv. 104, 1958. — 9. Hyne O., *Hydrogeologie ČSSR. I. Prosté vody*. ČSAV, Praha 1961. — 10. Hynie O., *Hydrogeologie ČSSR. II. Minerální vody*. ČSAV, Praha 1963.

11. Ignatovič N. K., *Gidrogeologičeskije struktury — osnovy gidrogeologičeskogo rajonirovanija territorii SSSR*. Svetskaja geologija, č. 19, 1947. — 12. Il'in V. S., *Gruntovyje vody*. Boľšaja sovetskaja Encyklopédija, zv. XXX, 1930. — 13. Kac D. M., *Režim gruntových vod v orošajemych rajonach i jeho regulirovanije*. Seľchozizdat, Moskva 1963. — 14. Kamenskij G. N., *Zonalnosť gruntových vod i počvennogeografičeskije zóny*. Trudy laboratorii gidrogeol. problem. VI, 1949. — 15. Kamenskij K. N., Tolstichina M. M., Tolstichin N. J., *Gidrogeologija SSSR*. Gosgeoltechizdat. 1959. — 16. Klimentov P. P., *Metodika gidrogeologičeskich issledovanij*. Moskva 1961. — 17. Konopljancev A. A., *Jestestvennyj režim podzemnych vod i jeho zakonomernosti*. Gosgeoltechizdat., Moskva 1963. — 18. Konopljancev

A. A., Kovalevskij V. S., *O principach izučeniaja jestestvennogo režima gruntovyh vod*. Meteorologija i gidrologija 1961. — 19. Konopljanec S. S., Kovalevskij S. V., Semenov S. V., *Nekotoryje regionalnyje zakonomernosti režima gruntovyh vod SSSR*. Sovetskaja geologija, č. 9, Moskva 1964. — 20. Kozyrev A. A., *Osnovnyje zakonomernosti zaleganiya podzemnyh vod na teritorii jevropskoj časti SSSR*. Sb. Issledov. podzemnyh vod SSSR, zoš. 2, 1933.

21. Kudelin B. I., Fidelli I. F., *Principy gidrogeologičeskogo rajonirovaniya teritorii SSSR*. Vestnik Moskovskogo universiteta, č. 1, 1966. — 22. Kvitkovič J., *Geomorfologické pomery juhových. časti Potiskej nížiny*. Geograf. časopis VII, č. 1—2, Bratislava 1955. — 23. Kvitkovič J., *Geomorfologické pomery severnej časti Východoslovenskej nížiny a priľahlých oblastí*. Kandidátska diz. práca, Bratislava 1959. — 24. Kvitkovič J., *Príspevok k poznaniu neotektonických pohybov vo Východoslovenskej nížine a v priľahlých oblastiach*. Geograf. časopis XIII, č. 3, Bratislava 1961. — 25. Kvitkovič J., *K základným geomorfologickým poznatkom Východoslovenskej nížiny*. Geografický časopis XVI, č. 2, Bratislava 1964. — 26. Kvitkovič J., *Príspevok ku geomorfologickej rajonizácii Východoslovenskej nížiny a jej význam pre fyzickogeografickú rajonizáciu*. Referát X. jub. sjazdu ČSSZ, Prešov 1965. — 27. Lange O. K., *O zonalnom raspredelenii gruntovyh vod na teritorii SSSR*. Materialy k poznaniu geologičeskogo strojenija SSSR, nová séria, 1947. — 28. Ličkov B. L., *Osnovnyje čerty klasifikacii podzemnyh vod*. Sb. Issledovanija podzemnyh vod, zoš. 2, Izdat. Gos. gidrol., 1933. — 29. Lisicyn K. J., *O zakonach raspredelenija presnyh i solených vod v suchých suglinistých stepiach v sviazu s reliefom*. Trudy II. vsesojuz. gidrol. sjezda, č. II, 1929. — 30. Michaliček M., *Príspevok k hydrogeochemii východoslovenského neogénu*. Geologické práce, Zprávy 34, Bratislava 1965.

31. Mikulski Z., *Zarys hydrografii Polski*. Varšava 1963. — 32. Netopil Rost., *K otázke stanovenia charakteristických úrovní hladiny spodnej vody*. Vodohospodársky časopis SAV VI, č. 3, Bratislava 1958. — 33. Netopil R., *K problému hydrologického rajonování území ČSSR podle režimu podzemních vod*. Sborník ČSSZ, roč. 69, č. 1, Praha 1964. — 34. Nešvara, *Hydrogeologické pomery dejekných kuželov Vihorlatu*. Zpráva o výskumnom úkole. GP, Žilina 1963. — 35. Ovčinnikov A. M., *O typach artezijskych bassejnov*. Sbor. statej vo voprosam gidrologii i inž. geologii. Izdat. Mosk. universiteta, 1962. — 36. Petrovič Š., *Náčrt klimatických pomerov vých. Slovenska*. Kraj. nakl. všeob. literatúry, Košice 1963. — 37. Porubský A., *Hydrogeologické pomery Východoslovenskej nížiny*. Sborník ÚSG, č. 3, Geologický prieskum, Žilina 1958. — 38. Porubský A., *Podzemné vody neogénnych a kvartérnych usadenín na Slovensku*. Geologické práce, Zprávy 32, Bratislava 1964. — 39. Pospíšil P., *Prehľad hydrogeologických pomerov podzem. vód vo Východoslovenskej nížine*. Geolog. práce, Zprávy 32, GÚDŠ, Bratislava 1964. — 40. Pospíšil P., *Hydrogeologické pomery okolia Michaloviec*. Geologické práce, Zprávy 35, Bratislava 1965.

41. Repka P., *Zpráva o hydrogeologických a stavebnogeologických prieskumoch vo VSN z rôznych lokalít za roky 1958—1963*. Rukopisy, Geofond Bratislava. — 42. Repka P., *Sobranské kúpele*, Svet vedy, č. 9, Bratislava 1966. — 43. Rogovskaja N. V., *Analiz mnogoletnyh nabludenij za režimom podzemnyh vod (na primere daných Turkmenskoj gidrogeologičeskoj stancii)*. Sovetskaja geologija, 6, Moskva 1964. — 44. Ryžikov D. V., Fadeičeva M. A., *Gidrogeologičeskoje rajonirovaniye Urala*. Geologija SSSR XII, č. 2, 1947. — 45. Semichatov A. N., *Gidrogeologičeskoje rajonirovaniye SSSR*. Gidrogeológia SSSR. Moskva 1940. — 46. Struňák V., *Geologické a hydrogeologické pomery alúvia Labora medzi Strážskym a Michalovcami*. Geol. práce, Zprávy 29, Bratislava. — 47. Vasilevskij M. M., *O gidrogeologičeskom rajonirovanii territorii SSSR*. Priroda, č. 4, 1940. — 48. Votruba K., *Zkušnosti z vodohospodárske výstavby Východoslovenské nížiny*. Vodní hosp. 1, 1965. — 49. Vrba J., *Principy hydrogeologického rajonování*. Vod. hosp., č. 6, 1965. — 50. Vysockij G. N., *Georgij Nikolajevič Vysockij i jeho trudy*. Počvodenije, č. 3, 1941.

51. Zajcev I. K., *Osnovy gidrogeologičeskogo rajonirovaniya Kazachstana*. Sovetskaja geologija, č. 2—3, 1940. — 52. Zátka M., *Príspevok k niektorým otázkam režimu obyčajných podzem. vód Slovenska*. Geografický časopis, č. 2, Bratislava 1966.

Recenzoval R. Netopil, J. Kvitkovič

DIE RAYONIERUNG DER GRUNDWÄSSER DER OSTSLOWAKISCHEN TIEFEBENE

Die komplizierte germanotype Tektonik der Ostslowakischen Tiefebene und die unterschiedliche Entwicklung der vorquartären und quartären Formationen bedingten die Entstehung tiefer (neogener) und seichter Grundwasserbecken, überwiegend in Quartärsedimenten. Die tieferen Grundwasserbecken sind einstweilig nur teilweise untersucht worden und sind hauptsächlich nach den struktur-geologischen Einheiten ausgegliedert worden. Die seichten Grundwasserbecken sind schon hydrologisch gründlicher untersucht worden und ihre Rayonierung wurde nach den geologisch-geographischen Einheiten durchgeführt.

Es wurden folgende Einheiten ausgegliedert:

1. Die Ostslowakische Tiefebene bildet nach dem Makrorelief und nach dem Typus der Nachfüllung der Grundwässer ein selbständiges Gebiet.
2. Im Gebiet sind die Rayons nach dem Mezorelief ausgegliedert mit Berücksichtigung des geologisch-genetischen Gesteinkomplexes, an den sich die einzelnen seichten Grundwasserbecken binden.
3. Der Rayon umfasst häufig auch mehr als ein Grundwasserbecken und daher gliedern wir in seinem Rahmen auch noch einen Subrayon aus, der den vorherigen Kriterien entspricht, der aber nur ein Grundwasserbecken hat.
4. Die kleinste Einheit ist die Stufe, die nur einen Teil des Beckens bildet und bei deren Ausgliederung neben dem Grundwasserregime auch bedeutend das Mikrorelief und die Litogenese zur Geltung kommt.

Aus dem Slowakischen übersetzt von J. Kováčsová

Abb. 1. Ein Typus der ganzjährigen Nachfüllung des Grundwasservorrates an der Stufe der deluvial-proluvialen Sedimente. Die Sommerniederschläge im 10-jährigen Durchschnitt aussern sich durch den schwachen Anstieg des Grundwasserspiegels.

Abb. 2. Der Jahresgang des Grundwasserspiegels in der Stufe mit einem Regime, dass durch die Wasserstände der Flüsse beeinflusst ist (nach Pospíšil, 38).

Karte 1. 1 — Die Stufe der Lössdecken; 2 — die Stufe der deluvial-proluvialen Sedimente; 3 — die Stufe des gespannten Grundwasserspiegels; 4 — die Stufe der Akkumulationsflussterrassen und Stufe des Posdischover Schotters; 5 — Stufe mit einem durch die Wasserstände der Flüsse beeinflusstem Regime; 6 — Stufe der Sumpfdepressionen; 7 — Stufe des gedämpften Grundwasserregimes; 8 — bedeutende Quellen gewöhnlicher Wässer; 9 — Orientationsbegrenzung der artesischen Rayonen; 10 — Bezeichnung des Subrayons der seichten Grundwasserbecken; 11 — Bezeichnung des artesischen Subrayons.

Mineralwässer: I. Salzige — Natriumchloride. 1 — Natriumkarbonatische, 2 — Kalziumbikarbonatische. II. Natriumbikarbonatische. 1 — Natriumchloride. III. Kalziumbikarbonate. 1 — Natriumchloride, 2 — Vados-eisenhaltige, 3 — karbonatische, 4 — borige. IV. Zusammengesetzte. 1 — Natriumchloride, 2 — Kalziumbikarbonate. V. Andere. 1 — Naturquelle.