

MICHAL ZAŤKO

PRÍSPEVOK K NIEKTORÝM OTÁZKAM REŽIMU OBYČAJNÝCH  
PODZEMNÝCH VÔD SLOVENSKA

In the article the author deals with some régime laws of the common underground waters of Slovakia. On researching the level fluctuation of the underground water in lowlands and basins, the substantiality of springs, the temperature and partly also on the chemical structure of the underground waters in the mountains of Slovakia an expressive vertical zonation in the common underground waters régime has been corroborated. There have been distinguished three height degrees in the territory of Slovakia, namely a degree up to 450–600 m above sea level, further from 450–600 m up to 1000–1300 m a. s. l., and over 1000–1300 m a. s. l.

S rozvojom pozorovacej siete podzemných vôd a hromadením materiálu o zmenách hladín podzemných vôd, výdatnosti prameňov, teploty a chemizmu vody prichádzajú stále viac do popredia otázky režimu podzemných vôd ako významného prvku pri ich regionálnom štúdiu a rajonizácii. Režim podzemných vôd je pritom chápaný ako časové a priestorové zmeny ich kvantitatívnych a kvalitatívnych vlastností, ktoré sa prejavujú v kolísaní hladiny podzemnej vody, výdatnosti prameňov, zmenami teploty vody a jej chemického zloženia (33).

Problematika komplexného regionálneho štúdia režimu obyčajných podzemných vôd je v zahraničí dosiaľ najlepšie rozpracovaná v sovietskej literatúre, najmä v prácach M. A. Šmidta (37), A. A. Konoplanceva (16, 17, 18, 20), G. H. Kamenského (15), S. V. Kovalevského (21) a v ďalších. V československej literatúre prehľadný regionálny pohľad na základné zákonitosti režimu obyčajných podzemných vôd na území ČSSR prvý podal R. Netopil (33), ktorý zároveň načrtol aj schému ich rajonizácie s ohľadom na režim. Detailnému štúdiu režimu obyčajných podzemných vôd na menších regionálnych celkoch venovaná je však pozornosť vo viacerých prácach. Z hľadiska teoreticko-metodologického najvýznamnejším prínosom sú najmä práce D. Dubu (3, 4, 5, 6, 7, 8), E. Kullmana (22, 23, 24, 25), R. Netopila (31, 32, 34), N. Sommera (36) a iné.

Povrchová tvárnosť Slovenska podmieňuje výrazný prejav geografického zákona výškovej zonálnosti — stupňovitosti v rozložení jednotlivých prvkov fyzickogeografického prostredia. Zákonité zmeny v klíme, vo vegetačnom a pôdnom kryte i povrchovom odtoku Slovenska, súvisiace so zmenou nadmorskej výšky, boli potvrdené v mnohých prácach. Pri podzemných vodách čiastočne naznačil závislosť ich režimu od nadmorskej výšky R. Netopil (33), aj keď ho nedáva priamo do súvisu so zákonitosťami vertikálnej zonálnosti.

Ďalej by som chcel trochu bližšie analyzovať niektoré zákonitosti režimu obyčajných podzemných vôd Slovenska práve vo vzťahu k výškovej zonálnosti a na prehľadnej mape načrtnúť výškové stupne líšiace sa režimom obyčajných podzemných vôd.

# 1. VÝŠKOVÁ ZONÁLNOSŤ REŽIMU OBYČAJNÝCH PODZEMNÝCH VÔD SLOVENSKA

## 1,1 Metodika práce

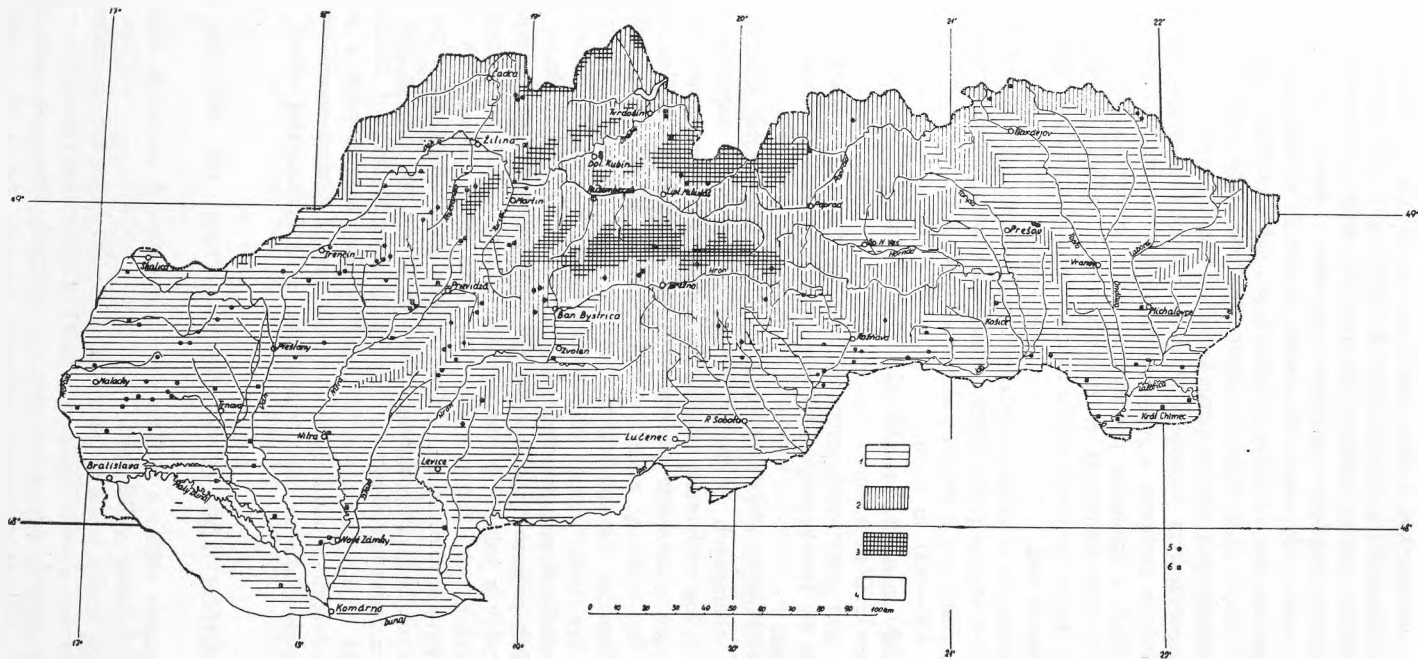
Prvoradou podmienkou pre vyjadrenie zmien režimu podzemných vôd je vyhodnotenie potrebného počtu objektov — prameňov, sond alebo studní — vhodne umiestených a pozorovaných dostatočne dlhý rad rokov. Počet pozorovaných objektov podzemných vôd na území Slovenska je značný už aj v súčasnosti. Podľa informácií na Hydrometeorologickom ústave v Bratislave, ktorý organizuje pozorovanie podzemných vôd a kde sa koncentrujú získané údaje, r. 1963 sa sústavne pozorovalo vyše 300 a nepravidelne tiež asi 300 prameňov. Hladina podzemnej vody sa sledovala vo viac ako 2200 objektoch. Rozmiestenie pozorovaných objektov, ako aj dĺžka ich pozorovania sú však veľmi nerovnomerné. Kým v nížinách Slovenska existuje značný počet objektov pozorovaných desať i viac rokov, v pohoriach sú k dispozícii vybrané pramene s dĺžkou pozorovania len niekoľko rokov (pri málo prameňoch je to 8—10 rokov). V niektorých kotlinách sa s pozorovaním začalo len v posledných rokoch. Čiže údaje o zmenách režimu podzemných vôd z celého územia Slovenska, ktoré by poskytovali podklad pre dôkladné matematicko-štatistické spracovanie a komplexné zhodnotenie po stránke kvalitatívnej i kvantitatívnej, zatiaľ ešte neexistujú. Preto na tomto mieste nemožno si klásť väčší cieľ ako pokus o konkrétne vyjadrenie niektorých zákonitostí v režime podzemných vôd Slovenska, a to na základe zhodnotenia jestvujúcich pozorovaní podzemných vôd, skúmaných vo vzťahu k ostatným prvkom fyzickogeografického prostredia.

Pre tento účel som vybral a štatisticky spracoval desiatky (nad 120) prameňov, ktoré sa nepretržite pozorujú aspoň 5 rokov a desiatky (nad 50) studní a sond sústavne pozorovaných najmenej desať rokov. Ako podkladový materiál použil som údaje o výdatnosti a teplote prameňov, resp. o výške hladiny podzemnej vody, zhromaždené na Hydrometeorologickom ústave v Bratislave. Keďže som sledoval časové rozdelenie zásob podzemných vôd a teploty vody počas roka, študoval som mesačné a vo väčšine prípadov i týždenné hodnoty výdatnosti a teploty prameňov a hladín podzemných vôd v jednotlivých rokoch i v celom pozorovanom období. Porovnaním získaných výsledkov zistili sa podstatné rozdiely v časovom rozdelení zásob podzemných vôd na území Slovenska, ktoré treba predovšetkým pripísať výškovej polohe. Pritom však treba poznamenať, že výsledky sú získané z podkladového materiálu, aký je zatiaľ k dispozícii. To znamená, že nerovnomernosťou rozloženia pozorovaných objektov a najmä dĺžkou pozorovania môžu byť načrtnuté zákonitosti a naznačený rozsah výškových stupňov viac-menej ovplyvnené.

## 1,2 Niektoré zákonitosti v režime obyčajných podzemných vôd Slovenska

Vychádzajúc zo získaných poznatkov možno usudzovať, že v režime nehlbokých podzemných vôd Slovenska zreteľne sa prejavuje zákon výškovej zonálnosti. Predbežne možno potvrdiť tieto zákonitosti:

a) So stúpajúcou nadmorskou výškou posúva sa maximum výdatnosti prameňov, resp., výšky hladín podzemných vôd, z marca—apríla na jún—júl, minimum z jesenných mesiacov október—december na zimné január—marec. V základných črtách nevynímajú sa z tejto zákonitosti ani krasové podzemné vody, aj keď známe vlastnosti karbonatických hornín ju značne modifikujú.



Mapa 1. Schematická mapa výškových stupňov obyčajných podzemných vôd Slovenska podľa niektorých zákonitostí ich režimu. 1 — výškový stupeň do 450—600 m n. m., 2 — výškový stupeň od 450—600 m n. m. do 1000—1300 m n. m., 3 — výškový stupeň nad 1000 až 1300 m n. m., 4 — pásma pozdĺž riek, 5 — vyhodnotené pramene, 6 — vyhodnotené sondy a studne.

b) So stúpajúcou nadmorskou výškou všeobecne sa znižuje aj teplota podzemných vôd. Počas roka je režim teplôt v rôznych výškach celkove podobný. Kým nejde o hlbšie obehy podzemných vôd so stálou teplotou, tak najvyššie teploty sa vyskytujú prevažne v mesiacoch júl, august, prípadne september, najnižšie v januári až v marci. Čím plytší a rýchlejší je obeh vody, resp. čím menšia je zberná oblasť prameňov, tým sú aj výkyvy teplôt, podobne ako i výkyvy výdatnosti prameňov, vyššie a nepravidelnejšie, čiže tým výraznejšie sa pri nich prejavujú zmeny hydrometeorologických činiteľov.

c) V chemizme podzemných vôd sú pomery oveľa komplikovanejšie, pretože ich chemické zloženie sa predovšetkým formuje v prostredí ich výskytu a pohybu. Nedostatok homogénnych chemických rozborov z jednotlivých výškových stupňov neumožňuje zatiaľ hovoriť o rozdieloch v chemizme podzemných vôd v rôznej nadmorskej výške. Napriek tomu možno sa však domnievať, že zmeny v klíme, teplote podzemných vôd, vegetačnom a pôdnom kryte členitosti reliéfu atď. sa určitým spôsobom budú odrážať aj v chemizme podzemných vôd.

Doteraz zistené poznatky o režime obyčajných podzemných vôd Slovenska dovoľujú tu vyčleniť tri výškové stupne podľa režimu, líšiace sa uvedenými zákonitostami, najmä v režime výdatnosti prameňov a hladín podzemných vôd, a to:

stupeň do výšky 450—600 m n. m.,

stupeň od 450—600 m n. m. do 1000—1300 m n. m.,

stupeň nad 1000—1300 m n. m.

Z vyšších výšok niet pozorovaní, preto tu nemožno rozlíšiť prípadne ďalší stupeň, ktorý by vzhľadom na fyzickogeografické pomery bolo možné uvažovať zhruba nad hornou hranicou lesa.

Ako vidieť, výškové rozpätie v jednotlivých stupňoch je pomerne značné. Je to tak preto, lebo poloha skúmaných prameňov predstavuje obyčajne najnižšie miesto ich zbernej oblasti, ale režim výdatnosti odrzkadľuje i pomery vo viac-menej vyšších polohách. Keďže však ide o obyčajné podzemné vody, väčšinou s nestálou výdatnosťou a teplotou, nemôže byť výškový rozdiel v ich infiltračnej oblasti veľmi veľký. Okrem toho pri stanovení hranice jednotlivých stupňov treba mať na zreteli expozíciu prameňov, ich genetický typ, výdatnosť, rýchlosť výmeny vody a iných činiteľov. Predĺženie radu pozorovaní a dostatok pozorovaných objektov z rôznych miest, ako aj dostatočné vedomosti o ostatných prvkoch fyzickogeografického prostredia umožnia spresňovať hranice výškových stupňov a jednotlivé stupne podľa potreby i detailnejšie členiť.

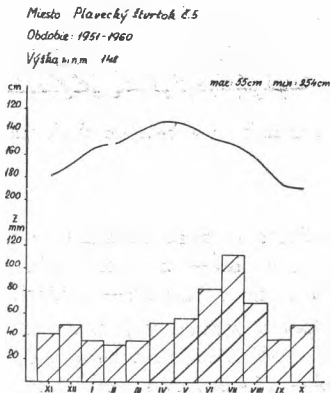
V aluviálnych nivách riek, kotlín a nížin Slovenska režim podzemných vôd je prevažne ovplyvnený povrchovými tokmi. Veľkosť vplyvu povrchových tokov na podzemné vody okrem niektorých častí Podunajskej nížiny nie je známa, pretože niet zatiaľ potrebné množstvo pozorovaných objektov, ktoré by ju dovolili stanoviť. Možno sa domnievať, že je závislá od vzájomného vzťahu hladiny povrchových tokov a podzemných vôd, priepustnosti uložení, spôsobu prúdenia podzemných vôd, geomorfologických pomerov a iných činiteľov, ako to bolo zistené napr. aj v Podunajskej nížine (3, 4, 5).

## 2. REŽIM PODZEMNÝCH VÔD VO VÝŠKOVOM STUPNI DO 450 — 600 M N. M.

Tento stupeň zahrnuje nížiny a väčšinu kotlín Slovenska. Z pohorí do neho zasahujú niektoré celé, z iných rôzne veľké časti.

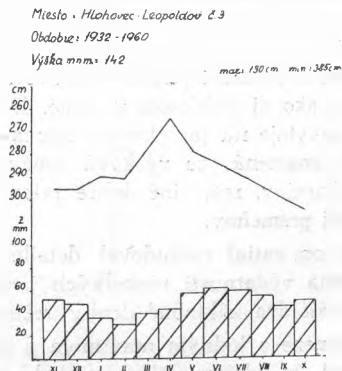
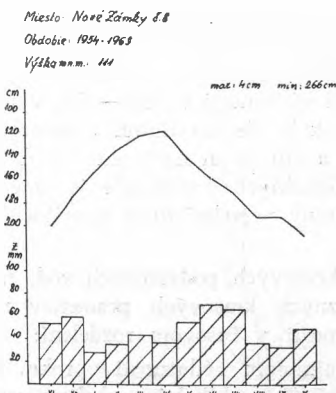
V *režime kolísania hladín podzemných vôd a výdatnosti prameňov* na základe analýzy mesačných a týždenných stavov hladín v nížinách a výdatnosti prameňov v pohoriach možno konštatovať nasledujúce zákonitosti. V nížinách Slovenska najvyššie stavy hladín podzemných vôd sa priemerne vyskytujú koncom marca až v prvej polovici

apríla, výnimočne i v máji. Čiary stavov hladín od kulminácie v uvedených mesiacoch sa znižujú až do októbra—novembra, so zmiernením poklesu, resp. nepatrným zvýšením hladiny v júni—júli. Od októbra—novembra hladina pozvoľne stúpa až do jarného maxima. Najnižšie stavy hladín podzemných vôd sa vo Východoslovenskej nížine vyskytovali v uvažovanom období až v prvej polovici novembra, t. j. o niekoľko týždňov neskôr ako na Podunajskej a Záhorskej nížine, kde minimum je koncom septembra a v októbri. V aluviálnych nivách riek, v blízkosti povrchových tokov, režim hladín podzemných vôd odráža kolísanie vodných stavov v tokoch s kratším alebo dlhším oneskorením v závislosti od spomenutých činiteľov.

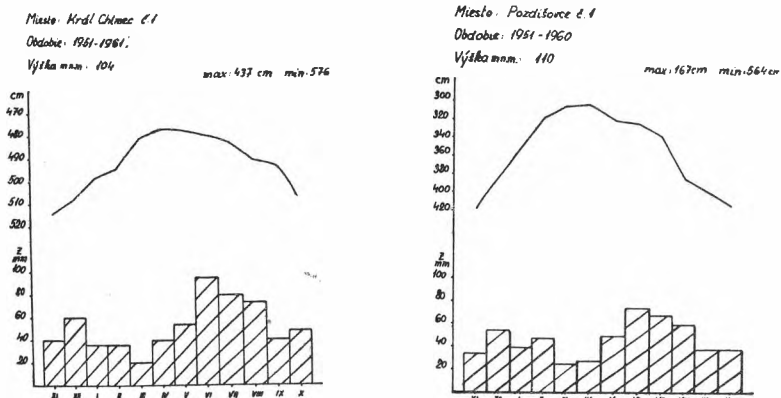


Graf 1. Ročné kolísanie hladiny podzemnej vody a zrážok vo vybratých objektoch na Záhorskej nížine. 1 — čiara hladiny podzemnej vody pri grafoch 1—5 a výdatnosti prameňov pri grafoch 6—19, 2 — čiara teploty vody prameňov, 3 — zrážkové úhrny.

V pohoriach tohto výškového stupňa možno potvrdiť v podstate podobné zákonitosti, a to na základe analýzy výdatnosti niekoľko desiatok prameňov. Maximálne výdatnosti sa priemerne vyskytujú v prvej polovici apríla, pričom značné sú už i v druhej polovici marca, tiež ešte v máji, zriedkavejšie v júni. V mesiacoch marec—apríl—máj dosahujú výdatnosti 30—45 % celoročného množstva. Čiary výdatnosti majú však väčšinou komplikovanejší tvar ako čiary stavov hladín podzemných vôd. Pri mnohých kra-



Graf 2—3. Ročné kolísanie hladiny podzemnej vody a zrážok vo vybratých objektoch na Podunajskej nížine.



Graf 4—5. Ročné kolísanie hladiny podzemnej vody a zrážok vo vybratých objektoch na Východoslovenskej nížine.

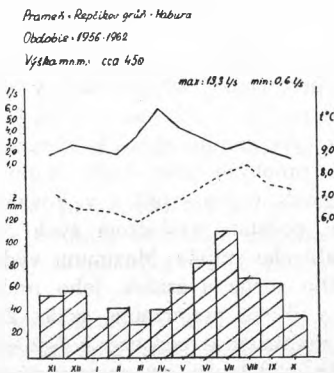
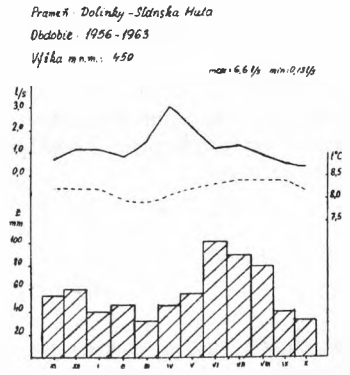
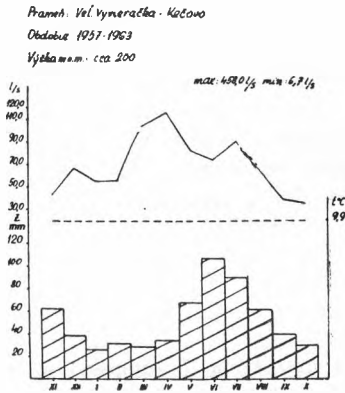
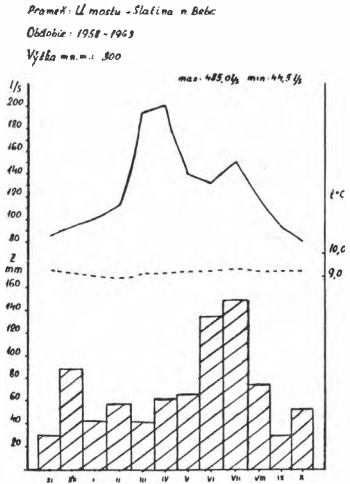
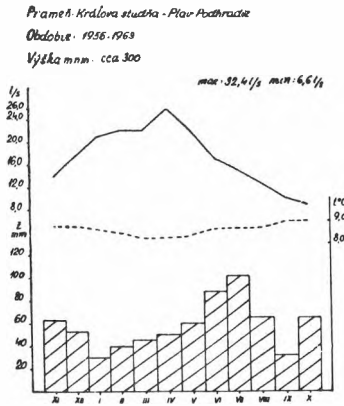
sových prameňoch, ale aj pri niektorých iných, okrem jarného maxima je zrejme ešte dvakrát viac-menej výrazné zvýšenie výdatnosti, a to v júni—júli a novembri—decembri a okrem jesenného minima býva zreteľný pokles v zime, v januári—februári.

Uvedený režim hladín podzemných vôd a výdatnosti prameňov je podmienený v podstate klimatickými a hydrogeologickými, prípadne v blízkosti riek hydrologickými činiteľmi. Jarné maximum je výsledkom intenzívneho zásobovania podzemných vôd pri topení snehu a zrážkami. Zmiernenie poklesu, resp. zvýšenie hladín a výdatnosti v júni—júli je prejavom vplyvu hlavného maxima zrážok. Podobne sa väčšou alebo menšou mierou prejavuje i podružné zrážkové maximum v jesenných mesiacoch. Nestálosť zím v nižších polohách Slovenska, potvrdená v prácach (14, 38), umožňuje doplňovanie zásob podzemných vôd aj v najchladnejších mesiacoch, čo sa odráža na stúpaní hladín a výdatnosti. Vo výškach asi 500 m n. m. stálejšie a chladnejšie zimy s pravidelnejšou snehovou pokrývkou a premfzaním pôdy zapríčiňujú už nepatrný pokles alebo aspoň zmiernenie stúpania hladín a výdatnosti, čo možno pozorovať pri väčšine vyhodnotených objektoch z týchto výšok.

Pre krasové pramene, ako aj pre iné odvodňujúce plytké a nevelké zberné oblasti, prípadne oblasti s dobre premytými cestami, podmieňujúcimi rýchlu cirkuláciu, je charakteristické citlivejšie reagovanie na zmeny hydrometeorologických činiteľov, čo sa prejavuje v skoršom dosiahnutí jarného maxima, zvýšením výdatnosti v júni—júli, v novembri—decembri, ako aj poklesom v zime. Dôležité však je, že maximum výdatnosti sa priemerne vyskytuje na jar (koniec marca—apríla) a minimum na jeseň (október—november). To znamená, že výšková zonálnosť v základných črtách nie je zmenená a že krasové horniny, resp. iné dobre priepustné horniny nepodmieňujú azonálnosť v režime výdatnosti prameňov.

I keď som zatiaľ neštudoval detailne režim krasových podzemných vôd, na základe zhodnotenia výdatnosti niekoľkých desiatok rôznych krasových prameňov možno pri nich rozlíšiť dva základné druhy režimu výdatnosti v časovom rozdelení:

a) Pramene s jedným maximom a jedným minimom výdatnosti v roku. Možno sa domnievať, že takýto režim prevláda pri prameňoch s hlbokým obehom vody, ďalej pri prameňoch s pomalšou cirkuláciou vody, ktoré odvodňujú karbonatické horniny, najmä dolomitické, s menej premytými, a tým i menej priepustnými cestami obehu,



Graf 6—10. Ročné kolísanie výdatnosti prameňov, teploty vody a zrážok vo výškovom stupni do 450—600 m.n. m.

ako aj pri prameňoch, ktorých infiltračné oblasti zahrnujú v značnej miere tiež nevápencové horniny (graf 6).

b) Pramene, pri ktorých okrem maxima a minima výdatnosti je zreteľné zvýšenie výdatnosti odpovedajúce hlavnému i podružnému zrážkovému maximu u nás a okrem jesenného minima pokles výdatnosti v zime. Sem možno zaradiť krasové pramene plytkých obehov, resp. odvodňujúce vápencové horniny s dobre premytými cestami obehu vody, ktoré podmieňujú rýchlu reakciu na hydrometeorologické zmeny (graf 7, 8).

V režime teplôt podzemných vôd pri skúmaných objektoch možno potvrdiť všeobecne známe skutočnosti, že s narastaním hĺbky hladiny, resp. so zväčšovaním veľkosti zberných oblastí pri prameňoch, pomalšou a hlbšou cirkuláciou vody atď. znižujú sa vplyv teplôt vzduchu na teplotu podzemných vôd, výkyvy teplôt sú menšie, prípadne teploty sú stále a zhruba odpovedajú priemernej ročnej teplote vzduchu príslušnej oblasti, alebo sú o 2–3 °C vyššie. Pramene s menlivou teplotou vody počas roku vykazujú najnižšie hodnoty v januári—februári, najvyššie v júli—auguste—septembri. Pri pozorovaných prameňoch sa priemerná mesačná teplota pohybovala od 5 °C v zime po 12 °C v lete. Pritom možno pozorovať, že na teplotu vody má okrem iných činiteľov vplyv i výšková poloha prameňa v rámci vymedzeného stupňa.

V chemizme podzemných vôd na základe existujúcich analýz vody možno tiež potvrdiť len všeobecne známe zákonitosti. Napríklad, že chemické zloženie vody odráža vlastnosti prostredia, v ktorom sa vyskytujú a pohybujú, že v aluviálnych nivách so zmenšovaním vplyvu riek na podzemné vody sa celková mineralizácia obyčajne zvyšuje a pod. Jediný príklad závislosti mineralizácie podzemných vôd od nadmorskej výšky uvádzajú S. Gazda — E. Kullman (9) zo Strážovskej hornatiny. Znižovanie celkovej mineralizácie so zvyšovaním nadmorskej výšky dávajú do súvisu len s dĺžkou styku vody s horninovým prostredím. Treba predpokladať, že do určitej miery sa tu budú prejavovať aj iné činitele.

### 3. REŽIM PODZEMNÝCH VÔD VO VÝŠKOVOM STUPNI OD 450 — 600 M N. M. DO 1000 — 1300 M N. M.

Do tohto stupňa patria vysoko položené kotliny okrem Turčianskej a vyššie časti pohorí Slovenska. Režim podzemných vôd bol tu študovaný na základe hodnotenia prameňov, pretože hladina podzemných vôd sa pozoruje len v niektorých kotlinách, a to iba krátky čas.

Režim výdatnosti prameňov charakterizujú takéto zákonitosti: Maximum výdatnosti sa v priemere vyskytuje koncom apríla a v máji. Minimum v nižších polohách na jeseň, koniec septembra—októbra, vo vyšších polohách v zime, január—február. Ďalšou významnou odlišnosťou oproti predchádzajúcemu stupňu je to, že v zimných mesiacoch, január—február, dochádza k prerušeniu alebo k výraznému zmenšeniu doplňovania zásob podzemných vôd. Pri mnohých prameňoch, najmä krasových, nastáva väčšie alebo menšie zvýšenie výdatnosti v júni—júli a v novembri—decembri.

Uvedené zákonitosti sú v podstate výsledkom tých činiteľov, ktoré boli uvedené pri charakteristike predchádzajúceho stupňa. Maximum výdatnosti je podmienené najmä infiltráciou vody z roztopeného snehu a zrážok. Jeho neskorší výskyt odpovedá dlhšie trvajúcej snehovej pokrývke a dlhšie premrznutej pôde. Zvýšenie výdatnosti v júni—júli je spôsobené zrážkovým maximom a podobne zvýšenie úhrnu zrážok v novembri—decembri zapríčiňuje stúpanie výdatnosti pri spomenutých prameňoch. Pravidelnejšia a trvalejšia snehová pokrývka a premrzanie vrchnej časti pôdy spôsobujú prerušenie zásobovania na dlhší alebo kratší čas v zime. Na čiare výdatnosti prameňov sa to



odráža poklesom výdatnosti v januári—februári, ktorý vo vyšších miestach stupňa znamená minimum. Podľa M. Končeka — V. Briedoňa (14) sa trvalá snehová pokrývka vyskytuje v týchto výškach priemerne od druhej polovice decembra a trvá do konca februára až marca. Približne v rovnakom čase teplota vrchnej časti pôdy klesá na 0 °C a menej (38). Citlivejšia reakcia krasových a im podobných prameňov na zmeny hydro-meteorologických činiteľov je podmienená tak ako aj v predošlom stupni, predovšetkým hydrogeologickými pomermi. Všetky krasové pramene nemajú však režim výdatnosti v ročnom chode rovnaký. Pri nižšom stupni načrtnuté a charakterizované dva druhy režimu krasových prameňov vyskytujú sa aj v tomto stupni, s tým rozdielom, že zimný pokles znamená zároveň minimum výdatnosti.

*Teploty podzemných vôd* počas roka majú podobný režim ako v predchádzajúcom stupni. Minimálne hodnoty sa vyskytujú v januári—februári, maximálne v júli—auguste. Teploty prameňov nepodliehajúce zmenám dosahujú priemerne 6—7 °C.

V *chemizme podzemných vôd* možno zatiaľ potvrdiť len známe skutočnosti, ktoré sme spomenuli i v predchádzajúcom stupni.

#### 4. REŽIM PODZEMNÝCH VÔD VO VÝŠKOVOM STUPNI NAD 1000 — 1300 M N. M.

Tento výškový stupeň zahŕňa oproti predchádzajúcim dvom len nevelké plochy vo vysokých pohoriach Slovenska. Pozorovaných prameňov je v ňom málo. Vyhodnotené pramene predstavujú geneticky rôzne typy, preto sa možno domnievať, že zistené zákonitosti sú podobné v celom stupni.

V *režime výdatnosti prameňov* je charakteristické, že po zimnom minime sa začína zvyšovanie výdatnosti v druhej polovici marca až začiatkom apríla. Vysoké výdatnosti sú zaznamenané v máji, júni a júli, maximum sa vyskytuje v júni—júli. Pokles sa začína v auguste a trvá až do februára—marca, keď výdatnosť dosahuje minimálne hodnoty. Mesiac máj, jún, júl sa na celoročnom množstve zúčastňujú 30—40 % výdatnosťou.

Režim výdatnosti prameňov sa predovšetkým vytvára pod vplyvom klimatických faktorov. Minimum výdatnosti v zime je výsledkom prerušenia zásobovania podzemných vôd v dôsledku pravidelného a dlhotrvajúceho premrzania pôdy a výskytu snehovej pokrývky. Trvalá snehová pokrývka sa začína v nižších miestach začiatkom decembra a smerom do výšky sa jej začiatok posúva až na prvú polovicu novembra. Jej koniec pripadá väčšinou na apríl až začiatok mája (14). Teploty 0 °C a menej sa vo vrchnej časti pôdy na dolnej hranici uvažovaného stupňa začínajú v priemere začiatkom decembra a trvajú do konca marca (38). Výrazné maximum výdatnosti v mesiacoch jún—júl (prípadne máj) je spôsobené topením snehu a výdatnými zrážkami. Jesenné podružné maximum zrážok v tomto stupni sa neprejavuje na zvýšení výdatnosti prameňov pre uvedené príčiny. Celkove čiara výdatnosti skúmaných prameňov má len jedno maximum a jedno minimum.

*Režim teplôt podzemných vôd* počas roka má zhruba podobný chod ako v predchádzajúcich stupňoch. Minimálne hodnoty sú v čase minima výdatnosti, maximálne v júli—auguste. Teploty pozorovaných prameňov kolíšu pritom od priemerne 2 °C v zime, do 7 °C v lete.

V *chemizme podzemných vôd* nemožno potvrdiť nijaké výrazné odlišnosti oproti prvým dvom stupňom, pretože tak isto neboli k dispozícii potrebné analýzy vody. So stúpajúcou nadmorskou výškou menia sa nielen celkové fyzickogeografické pomery, ale zväčšuje sa najmä energia reliéfu a znižuje sa objem hornín, čiže sa skracuje dĺžka styku vody s horninovým prostredím. Preto tu možno predpokladať aj viac-menej odlišný

Tabuľka 1

Číselné charakteristiky niektorých prameňov vo výškovom stupni do 450–600 m. n. m.

Prameň: Kráľova studňa — Plavecké Podhradie

| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 14,0 | 16,7 | 20,9 | 20,8 | 22,0 | 25,7 | 22,0 | 17,3 | 15,4 | 13,1 | 9,6 | 8,7 | 17,2          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 6,8  | 8,1  | 10,1 | 10,1 | 10,7 | 12,5 | 10,7 | 8,3  | 7,5  | 6,4  | 4,6 | 4,2 |               |
| 3. % roč. priemeru         | 81   | 97   | 122  | 121  | 128  | 149  | 128  | 101  | 89   | 76   | 56  | 51  |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 8,9  | 8,8  | 8,7  | 8,5  | 8,3  | 8,3  | 8,4  | 8,7  | 8,7  | 8,7  | 9,0 | 9,0 |               |
| 5. Zrážky v mm             | 64   | 54   | 31   | 40   | 46   | 51   | 61   | 88   | 102  | 65   | 31  | 64  |               |

Prameň: U mostu — Slatina n/Bebravou

| Mesiac                     | XI   | XII  | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 85,1 | 92,2 | 100,6 | 113,2 | 193,1 | 201,2 | 140,9 | 132,3 | 149,7 | 116,6 | 95,7 | 91,4 | 126,0         |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 4,5  | 6,2  | 6,8   | 7,6   | 12,9  | 13,1  | 9,4   | 8,9   | 9,9   | 7,8   | 6,3  | 6,0  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 68   | 73   | 80    | 90    | 153   | 160   | 112   | 105   | 119   | 93    | 76   | 73   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 9,2  | 9,1  | 9,0   | 8,9   | 9,1   | 9,1   | 9,2   | 9,2   | 9,3   | 9,2   | 9,2  | 9,2  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 30   | 90   | 43    | 59    | 41    | 64    | 67    | 136   | 150   | 76    | 31   | 54   |               |

Prameň: Veľká vyvieracia — Kečovo

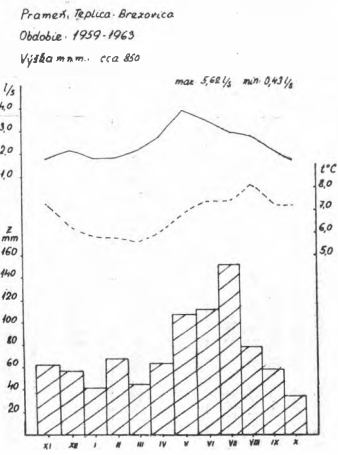
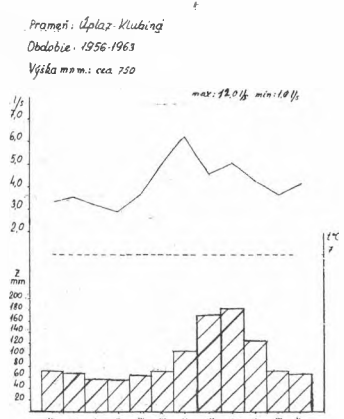
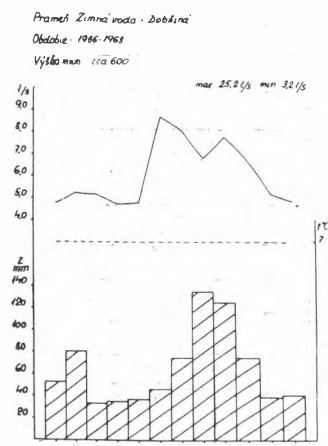
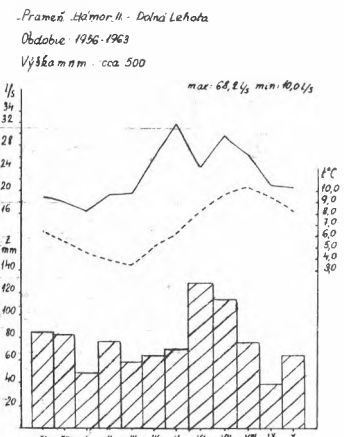
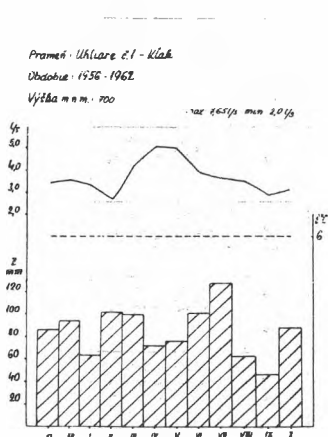
| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III   | IV    | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 42,5 | 66,7 | 54,7 | 55,1 | 105,1 | 116,8 | 83,9 | 73,5 | 90,5 | 66,5 | 40,4 | 34,4 | 62,2          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 5,1  | 8,0  | 6,6  | 6,6  | 12,7  | 14,1  | 10,1 | 8,9  | 10,9 | 8,0  | 4,9  | 4,1  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 61   | 96   | 79   | 80   | 152   | 169   | 121  | 106  | 145  | 96   | 58   | 49   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9   | 9,9   | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 64   | 40   | 28   | 33   | 30    | 36    | 67   | 107  | 90   | 62   | 40   | 31   |               |

Prameň: Dolinky — Slánska Huta

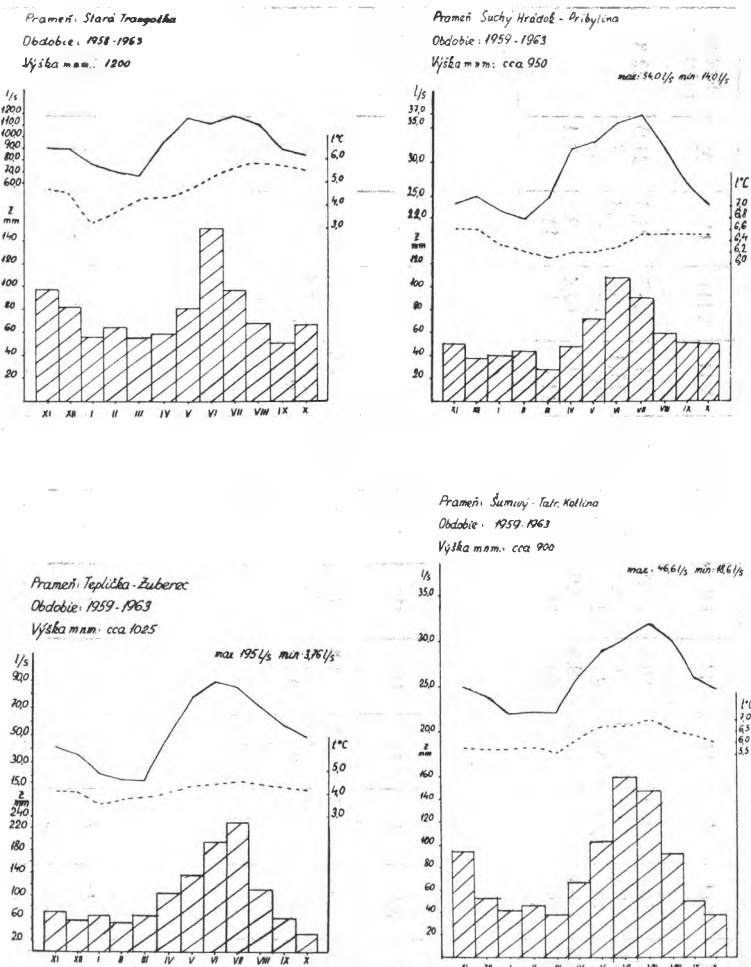
| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | Ročný<br>priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 0,71 | 1,15 | 1,12 | 0,94 | 1,46 | 3,11 | 2,14 | 1,22 | 1,30 | 0,75 | 0,59 | 0,44 | 1,2              |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 4,8  | 7,6  | 7,6  | 6,2  | 9,7  | 21,4 | 14,5 | 8,3  | 9,0  | 4,8  | 3,4  | 2,7  |                  |
| 3. % roč. priemeru         | 58   | 92   | 92   | 75   | 117  | 258  | 175  | 100  | 108  | 58   | 42   | 33   |                  |
| 4. Teplota vody v °C       | 8,1  | 8,2  | 8,2  | 8,0  | 7,9  | 8,2  | 8,2  | 8,4  | 8,4  | 8,4  | 8,4  | 8,2  |                  |
| 5. Zrážky v mm             | 55   | 60   | 39   | 46   | 32   | 46   | 55   | 102  | 90   | 79   | 40   | 33   |                  |

Prameň: Repčíkov grúň — Habura

| Mesiac                     | XI  | XII | I   | II  | III  | IV   | V    | VI  | VII | VIII | IX  | X   | Ročný<br>Ročný |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 2,1 | 2,9 | 2,5 | 2,2 | 3,6  | 5,9  | 4,4  | 3,4 | 2,6 | 2,8  | 2,1 | 1,6 | 3,0            |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 5,8 | 8,1 | 6,9 | 6,1 | 10,0 | 16,3 | 12,2 | 9,4 | 7,2 | 7,8  | 5,8 | 4,4 |                |
| 3. % roč. priemeru         | 70  | 97  | 83  | 73  | 120  | 197  | 147  | 113 | 87  | 93   | 70  | 53  |                |
| 4. Teplota vody v °C       | 7,6 | 6,8 | 6,6 | 6,4 | 6,1  | 6,6  | 7,0  | 7,6 | 8,1 | 8,5  | 7,6 | 7,4 |                |
| 5. Zrážky v mm             | 56  | 61  | 36  | 45  | 30   | 44   | 62   | 84  | 112 | 70   | 65  | 36  |                |



Graf 11-15. Ročné kolísanie výdatnosti prameňov, teploty vody a zrážok vo výškovom stupni od 450-600 do 1000-1300 m n. m.



Graf 16-19. Ročné kolísanie výdatnosti prameňov, teploty vody a zrážok vo výškovom stupni nad 1000-1300 m n. m.

chemizmus podzemných vôd oproti podzemným vodám cirkulujúcim v podobných horninách v nižších stupňoch.

Z uvedených poznatkov vyplýva, že zmeny režimu podzemných vôd Slovenska boli uvažované v podstate len vo vzťahu ku klimatickým zmenám, aj keď je zrejmé, že sa režim podzemných vôd formuje pod vplyvom viacerých činiteľov, či už geologických, hydrologických, geomorfologických alebo iných. Napriek tomu možno predpokladať, že na časové rozdelenie zásob plytkých podzemných vôd majú rozhodujúci vplyv klimatické pomery v príslušných výškových zónach. Ostatné činitele, napr. podmienky cirkulácie, rýchlosť pohybu vody, veľkosť zberných oblastí, typy prameňov, členitosť reliéfu, expozícia a pod., klímou podmienené zmeny viac alebo menej modifikujú. Preto možno tvrdiť, že v režime obyčajných podzemných vôd Slovenska sa zreteľne prejavuje geo-

Tabuľka 2

Číselné charakteristiky niektorých prameňov vo výškovom stupni od 450–600 do 1000–1300 m n. m.

Prameň: Hámor II. — Dol. Lehota

| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 18,7 | 18,0 | 16,5 | 19,3 | 19,6 | 26,0 | 32,0 | 24,5 | 30,5 | 26,8 | 21,3 | 21,0 | 22,8          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 6,8  | 6,6  | 6,0  | 7,0  | 7,1  | 9,5  | 11,7 | 8,9  | 11,1 | 9,8  | 7,8  | 7,7  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 82   | 78   | 72   | 84   | 85   | 114  | 140  | 107  | 133  | 117  | 93   | 92   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 6,5  | 5,6  | 4,6  | 3,9  | 3,5  | 5,0  | 6,2  | 8,3  | 9,8  | 10,4 | 9,7  | 8,4  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 87   | 84   | 49   | 79   | 60   | 66   | 73   | 130  | 116  | 77   | 42   | 66   |               |

Prameň: Zimná voda — Dobšiná

| Mesiac                     | XI  | XII | I   | II  | III | IV   | V    | VI  | VII  | VIII | IX  | X   | Ročný priemer |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 4,7 | 5,2 | 5,2 | 4,7 | 4,8 | 8,6  | 8,0  | 6,8 | 7,6  | 6,6  | 5,2 | 4,8 | 6,0           |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 6,5 | 7,2 | 7,2 | 6,5 | 6,6 | 11,9 | 11,1 | 9,5 | 10,5 | 9,2  | 7,2 | 6,6 |               |
| 3. % roč. priemeru         | 78  | 86  | 86  | 78  | 80  | 143  | 133  | 113 | 126  | 110  | 86  | 80  |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7    | 7    | 7   | 7    | 7    | 7   | 7   |               |
| 5. Zrážky v mm             | 52  | 81  | 32  | 33  | 35  | 45   | 74   | 134 | 124  | 74   | 38  | 41  |               |

Prameň: Úplaz — Klubiná

| Mesiac                     | XI  | XII | I   | II  | III | IV   | V    | VI  | VII  | VIII | IX  | X   | Ročný priemer |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 3,3 | 3,5 | 3,2 | 2,9 | 3,6 | 5,0  | 6,1  | 4,6 | 4,9  | 4,3  | 3,7 | 4,1 | 4,1           |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 6,7 | 7,1 | 6,5 | 5,9 | 7,3 | 10,2 | 12,4 | 9,4 | 10,0 | 8,7  | 7,5 | 8,3 |               |
| 3. % roč. priemeru         | 80  | 85  | 78  | 70  | 87  | 121  | 148  | 112 | 119  | 104  | 90  | 100 |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 7   | 7   | 7   | 7   | 7   | 7    | 7    | 7   | 7    | 7    | 7   | 7   |               |
| 5. Zrážky v mm             | 72  | 66  | 49  | 48  | 53  | 62   | 82   | 145 | 156  | 115  | 66  | 53  |               |

| Mesiac                     | XI  | XII | I   | II  | III | IV   | V    | VI  | VII | VIII | IX  | X   | Ročný priemer |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 3,4 | 3,5 | 3,3 | 2,7 | 3,7 | 5,3  | 5,0  | 3,9 | 3,6 | 3,5  | 2,9 | 3,1 | 3,6           |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 7,7 | 8,0 | 7,5 | 6,2 | 8,4 | 12,1 | 11,4 | 8,9 | 8,2 | 8,0  | 6,6 | 7,1 |               |
| 3. % roč. priemeru         | 94  | 97  | 91  | 75  | 102 | 147  | 138  | 108 | 100 | 97   | 80  | 86  |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6    | 6    | 6   | 6   | 6    | 6   | 6   |               |
| 5. Zrážky v mm             | 86  | 94  | 56  | 101 | 100 | 72   | 73   | 101 | 127 | 61   | 48  | 88  |               |

Prameň: Teplica — Brezovica

| Mesiac                     | XI  | XII | I   | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | Ročný priemer |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 1,7 | 2,1 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,7 | 3,8  | 3,4  | 2,9  | 2,7  | 2,1 | 1,7 | 2,4           |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 5,8 | 7,3 | 6,3 | 6,3 | 7,3 | 9,4 | 13,2 | 11,8 | 10,1 | 9,4  | 7,2 | 5,8 |               |
| 3. % roč. priemeru         | 70  | 87  | 75  | 75  | 87  | 112 | 158  | 141  | 120  | 112  | 87  | 70  |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 7,5 | 6,5 | 6,1 | 5,8 | 6,0 | 6,2 | 6,8  | 7,4  | 7,6  | 8,2  | 7,7 | 7,4 |               |
| 5. Zrážky v mm             | 63  | 57  | 42  | 68  | 45  | 64  | 108  | 112  | 152  | 79   | 58  | 35  |               |

Tabuľka 3

Číselné charakteristiky niektorých prameňov vo výškovom stupni nad 1000—1300 m n. m.

Prameň: Stará Trangoška

| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V     | VI    | VII   | VIII  | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 89,9 | 89,1 | 74,8 | 69,1 | 64,5 | 95,3 | 115,2 | 110,3 | 116,6 | 100,9 | 88,1 | 84,2 | 91,5          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 8,2  | 8,1  | 6,8  | 6,3  | 5,9  | 8,7  | 10,5  | 10,0  | 10,6  | 9,2   | 8,0  | 7,7  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 98   | 97   | 82   | 75   | 70   | 104  | 125   | 120   | 127   | 110   | 96   | 92   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 4,7  | 4,5  | 3,2  | 3,6  | 4,2  | 4,3  | 4,6   | 5,2   | 5,6   | 5,8   | 5,7  | 5,5  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 97   | 81   | 55   | 64   | 55   | 58   | 80    | 149   | 96    | 67    | 40   | 66   |               |

Prameň: Suchý Hrádok — Pribylina

| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 24,1 | 24,6 | 22,9 | 22,1 | 24,9 | 31,6 | 33,2 | 35,6 | 37,2 | 31,9 | 27,0 | 23,6 | 28,2          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 7,1  | 7,3  | 6,7  | 6,5  | 7,4  | 9,3  | 9,8  | 10,5 | 11,0 | 9,4  | 8,0  | 7,0  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 85   | 87   | 81   | 78   | 88   | 112  | 117  | 126  | 131  | 113  | 95   | 83   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 6,6  | 6,6  | 6,3  | 6,2  | 6,1  | 6,2  | 6,2  | 6,3  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 50   | 38   | 40   | 43   | 28   | 48   | 72   | 108  | 90   | 59   | 51   | 50   |               |

Prameň: Šumivý — Tatran. Kotlina

| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 24,6 | 23,8 | 22,4 | 21,8 | 22,2 | 26,1 | 28,8 | 29,5 | 32,1 | 30,4 | 26,1 | 25,2 | 26,0          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 7,9  | 7,6  | 7,2  | 7,0  | 7,1  | 8,3  | 9,2  | 9,4  | 10,2 | 9,7  | 8,3  | 8,1  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 94   | 91   | 86   | 83   | 85   | 100  | 110  | 113  | 139  | 116  | 100  | 96   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 5,8  | 5,6  | 5,8  | 5,9  | 5,6  | 6,3  | 6,8  | 6,8  | 7,0  | 6,6  | 6,4  | 6,1  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 94   | 53   | 41   | 46   | 38   | 67   | 103  | 160  | 148  | 92   | 49   | 38   |               |

Prameň: Teplica — Zuberec

| Mesiac                     | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | Ročný priemer |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 1. Výdatnosť prameňa l/s   | 40,0 | 34,4 | 21,9 | 17,2 | 16,9 | 47,9 | 78,3 | 86,0 | 83,8 | 69,7 | 55,9 | 47,1 | 49,9          |
| 2. % roč. množ. výdatnosti | 6,7  | 5,7  | 3,7  | 2,9  | 2,8  | 8,0  | 13,1 | 14,4 | 14,0 | 11,6 | 9,3  | 7,8  |               |
| 3. % roč. priemeru         | 80   | 68   | 43   | 34   | 33   | 95   | 156  | 172  | 167  | 139  | 116  | 95   |               |
| 4. Teplota vody v °C       | 4,1  | 4,1  | 3,6  | 3,8  | 3,9  | 4,1  | 4,4  | 4,4  | 4,6  | 4,4  | 4,3  | 4,2  |               |
| 5. Zrážky v mm             | 70   | 57   | 64   | 50   | 63   | 104  | 135  | 195  | 229  | 101  | 60   | 33   |               |



grafický zákon výškovej zonálnosti najmä v rozdelení ich zásob a teploty vody. Môžeme však predpokladať, že sa do určitej miery odzrkadľuje aj v chemickom zložení podzemných vôd.

#### LITERATÚRA

1. Dub O., *Všeobecná hydrológia Slovenska*. Bratislava 1954. — 2. Dub O., *Režim gruntových vod Dunajskej nizmennosti*. Trudy III. Vsesojuznogo gidrologičeskogo sjezda, Tom IX, Leningrad 1959. — 3. Duba D., *Poznámky o charaktere podzemných vôd v oblasti medzi Komárnom a Štúrovom a o infiltrácii zo vzdutej hladiny*. Vodní hospodárství IV, č. 9 až 10, Praha 1954. — 4. Duba D., *Vzťah medzi výškou hladiny Dunaja a hladinou spodnej vody na hornej časti Žitného ostrova*. Vodohosp. čas. V, č. 3, Bratislava 1957. — 5. Duba D., *Rovnica neustálenej filtrácie a jej použitie pri analýze režimu spodných vôd na Žitnom ostrove*. Vodohosp. čas. IV, č. 3, Bratislava 1956. — 6. Duba D., *Vyšetrovanie neustáleného prúdenia spodnej vody hydrologickými metódami a ich použitie pre predpovede zmien v režime*. Výskumný ústav vodohospodársky, Práce a štúdie 12, Bratislava 1960. — 7. Duba D., *Určenie zmien v režime spodných vôd územia zjednodušenou bilančnou rovinou*. Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae. Geologica Nr. 7, Bratislava 1961. — 8. Duba D., *Riešenie zmien výšky hladiny spodných vôd okolia Kravian vyvolaných výstavbou vodného diela Nagymaros*. Geologické práce, Zprávy 32, Bratislava 1964. — 9. Gazda S., Kullman E., *Hydrogeochémia podzemných vôd vápencovo-dolomitických komplexov mezozoika Západných Karpát*. Geologické práce — Zprávy 32, Bratislava 1964. — 10. Giessler A., *Das unterirdische Wasser*, Berlin 1957.

11. Gyalokay M., *Vodný režim v priestore Malý Dunaj — Bernolákovo — Senec*. Vodohosp. čas. VI, č. 3, Bratislava 1958. — 12. *Atlas podnebí Československé republiky*, Hydrometeorologický ústav, Praha 1958. — 13. *Hydrologická ročenka ČSSR 1955–1961*. Část II. Podzemné vody a pramene. Hydrometeorologický ústav, Praha. — 14. Konček M., Briedoň V., *Sneh a snehová pokrývka na Slovensku*. Bratislava 1964. — 15. Kamenskij G. N., *Gidrodinamičeskije principy izučeniija režima gruntovyh vod*. Voprosy gidrogeologii i inžinernej geologii. Moskva 1953. — 16. Konoplancev A. A., *O principach regionalnoj ocenki režima gruntovyh vod*. Razvedka i ochrana neдр. Moskva 1959. — 17. Konoplancev A. A., *Voprosy izučeniija režima podzemnyh vod na gidrogeologičeskich stancijach*. Trudy III. Vsesoj. gidrologičeskogo sjezda, Tom IX, Leningrad 1959. — 18. Konoplancev A. A., Kovalevskij V. S., *O principach izučeniija jestestvennogo režima gruntovyh vod*. Meteorologija i gidrologija, Moskva 1961. — 19. Konoplancev A. A., Sibirceva V. G., *K voprosu o klassifikacii gruntovyh vod Srednej Azii po tipu ich režima*. Voprosy gidrogeologii i inženernej geologii, Moskva 1953. — 20. Konoplancev S. S., Kovalevskij S. V., Semenov S. S., *Nekotoryje regionalnye zakonomernosti režima gruntovyh vod SSSR*. Sovetskaja geologija, Nr. 9, Moskva 1964.

21. Kovalevskij V. S., *Klassifikacionnaja schema jestestvennogo režima gruntovyh vod*. Razvedka i ochrana neдр. Moskva 1959. — 22. Kullman E., *Vápencovo-dolomitické komplexy a ich vzťahy k podzemným vodám*. Geologické práce, Zprávy 22, Bratislava 1961. — 23. Kullman E., *Bilancia podzemných vôd južnej časti Považského Inovca*. Geologické práce, Zprávy 31, Bratislava 1964. — 24. Kullman E., *Špecifické odtoky podzemných vôd Západných Karpát a možnosti ich využitia pre riešenie základných hydrogeologických otázok*. Sborník geologických vied, řada HIG, sv. 3, Praha 1965. — 25. Kullman E., *Karstovye vody Zapadnyh Karpat*. VII. kongres Karpatobalkán. geolog. asociácie, Sofia 1965. — 26. Matula M., Duba D., Jesenák J., *Inžiniersko-geologický a hydrogeologický výskum pre výstavbu vodného diela Nagymaros na Dunaji*. Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae. Geologica Nr. 10, Bratislava 1965. — 27. Mikulski Z., *Zarys hydrografii Polski*. Warszawa 1963. — 28. Mišút O., *O niektorých osobitnostiach režimu spodných vôd Záhorskej nížiny*. Vodohosp. čas. VIII, č. 3, Bratislava 1960. — 29. Mišút O., *Vplyv krátkodobých zmien hladín v tokoch na režim spodných vôd Východoslovenskej nížiny*. Hydrologická konferencia, Smolenice 1962, referát. — 30. Narbe S., *Unterirdisches Wasser*. V knihe A. Wechman: Hydrologie. Berlin 1963.

31. Netopil R., *K otázce stanovení charakteristických úrovní hladiny spodní vody*. Vodohosp. čas. VI, č. 3, Bratislava 1958. — 32. Netopil R., *Klasifikace hydrologických roků pravděpodobnosti překročení ročních stavů hladiny podzemní vody*. Geograf. čas. XI, č. 1, Bratislava 1959. — 33. Netopil R., *K problému hydrogeologického rájónování území ČSSR podle režimu podzemních vod*. Sborník Československé společnosti zeměpisné, roč. 69., č. 1, Praha 1964. — 34. Netopil R., *Podzemní voda a její režim na území Hornomoravského úvalu u Kroměříže*. Folia Přírodověd. fakulty University J. E. Purkyně v Brně. Sv. V, č. 3, Geografia, 1964. — 35. Rogovskaja V. N., *Analiz mnogoletnich nabludenij za režimom podzemnych vod*. Sovetskaja geologija, Nr. 6, Moskva 1964. — 36. Sommer M., *Režim podzemní vody hydropedologického profilu HP 217*. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu, sv. 3, Praha 1963. — 37. Šmidt M. A., *Režim gruntových vod Uzbekistana*. Komitet nauk Uzb. SSR. Taškent 1938. — 38. Tarábek K., *Niektoré praktické výsledky pozorovania pôdných teplôt na Slovensku z rokov 1924—1944*. Geograf. čas. XIII, č. 3, Bratislava 1961. — 39. Zajiček V., *Spodné vody Váhu pred stavbou vodných diel a po ich ukončení*. Vodohosp. čas. I, Bratislava 1953. — 40. Zajcev K. J., *Osnovnyje zakonomernosti rasprostraneniya podzemnych vod na territorii aziatskoj časti SSSR v sviazi s izučenijem ich režima i resursov*. Trudy III. Vsesojuznogo gidrologičeskogo sjezda. Tom IX, Leningrad 1959.

Recenzoval E. Šimo

Michal Zafko

#### BEITRAG ZU EINIGEN PRAGEN DES REGIMES DER GRUNDWÄSSER IN DER SLOWAKEI

Im Regime der Grundwässer im Gebiet der Slowakei kommt das geographische Gesetz der Höhenzonalität deutlich zum Ausdruck. Auf Grund des Studiums des Grundwasserspiegels in den Niederungen und Becken, der Ausgiebigkeit und der Temperatur der Quellen in den Gebirgen der Slowakei ist es möglich drei Höhenstufen des Grundwasserregimes auszugliedern und zwar bis in die Höhe von 450—600 m ü. M., von 450—600 bis 1000—1300 m ü. M. und über 1000—1300 m ü. M.

In der ersten Stufe kommen die Höchststände der Grundwasserspiegel und die Maximalausgiebigkeit der Quellen im Frühling Ende März bis erste Hälfte April vor, die niedrigsten Stände Ende September bis November. In der Höhenstufe von 450—600 bis 1000—1300 m ü. M. erfolgt das Maximum der Ausgiebigkeit der Quellen Ende April bis Mai und das Minimum in den niederen Lagen im Herbst (Oktober—November), in den höheren Lagen im Winter (Januar—Februar). In den Höhen über 1000—1300 m ü. M. erreicht die Ausgiebigkeit ihre Maximalwerte Ende Mai bis Juni, Minimalwerte im Winter im Januar—Februar.

Dieser Jahresgang des Grundwasserspiegels und der Ausgiebigkeit der Quellen ist in erster Reihe durch die klimatischen Verhältnisse in der Slowakei bedingt. Der unbeständige Winter, das unregelmässige Durchfrosten des oberen Teiles des Bodens und die unregelmässige Schneedecke in den niederen Lagen ermöglichen die Versorgung der Grundwässer auch in der kältesten Jahreszeit, was sich an der Ausgiebigkeitslinie der Quellen, bzw. der Grundwasserspiegelschwankung durch das Ansteigen vom Herbstminimum zum Frühjahrsmaximum zeigt. Mit der zunehmenden Seehöhe, in Folge der längeren Winter mit regelmässigem Zufrieren des Bodens und der Schneedecke verschiebt sich einerseits das Ausgiebigkeitsmaximum der Quellen bis Ende Frühjahr — Anfang Sommer und andererseits kommt es in den Wintermonaten zur Unterbrechung der Grundwasserversorgung, was die Wasserspiegel, bzw. Ausgiebigkeitssenkung in diesen Monaten und in den Höhen über 1000 m ü. M. das Vorkommen des Minimums zur Folge hat. Diese Gesetzmässigkeit bezieht sich im Grunde genommen auch auf die Karstquellen, obwohl sie durch die bekannten Eigenschaften der Karstgesteine in bestimmten Masse modifiziert sind.

In den Alluvial-Auen der Flüsse der Ebenen und Becken der Slowakei ist das Grundwasser-

regime in überwiegendem Masse durch Oberflächenströme beeinflusst. Dieser Einfluss ist besonders von dem gegenseitigen Verhältnis der Wasserspiegel, von der Durchlässigkeit der Ablagerungen, der Form der Grundwasserzirkulation, und geomorphologischen Verhältnissen usw. abhängig.

Mit der steigenden Seehöhe sinkt im Allgemeinen auch die Grundwassertemperatur. Soweit es sich nicht um tiefere Grundwasserzirkulation mit stabiler Temperatur handelt, sind im Jahreslauf die Höchstwerte im Durchschnitt im Juli bis September, die niedrigsten Werte im Januar bis März. Man kann bestätigen, dass je seichter und je schneller die Grundwasserzirkulation ist, desto höher und unregelmässiger die Wassertemperaturschwankungen sind.

Der Mangel an homogenen chemischen Analysen des Grundwassers aus den einzelnen Höhenstufen ermöglicht es vorläufig nicht über die Unterschiede im Chemismus in verschiedenen Seehöhen zu verhandeln. Man kann aber vermuten, dass sich die Veränderungen im Klima, in der Wassertemperatur, Vegetation und Bodendecke, in der Reliefgliederung usw. in gewisser Art im Chemismus der Grundwässer abspiegeln müssen.

Aus dem Slowakischen übersetzt von J. Kováčsová

Graph 1—5. Jahresschwankung des Grundwasserspiegels und der Niederschlagsmenge in den ausgewählten Objekten des Marchfeldes (Nr. 1), Donau- (Nr. 2, 3), und Ostslowakischen Ebenen (Nr. 4, 5).

Graph 6—10. Jahresschwankung der Ausgiebigkeit der Quellen, der Wasser- und Niederschlags-temperatur in der Höhenstufe bis 450—600 m ü. M.

Graph 11—15. Jahresschwankung der Ausgiebigkeit der Quellen, der Wasser- und Niederschlagstemperatur in der Höhenstufe von 450—600 bis 1000—1300 m ü. M.

Graph 16—19. Jahresschwankung der Ausgiebigkeit der Quelle, der Wasser- und Niederschlagstemperatur in der Höhenstufe über 1000—1300 m ü. M.

Tab. 1. Die Charakteristik einiger Quellen in der Höhenstufe bis 450—600 m ü. M. in Zahlen ausgedrückt.

Tab. 2. Charakteristik einiger Quellen in der Höhenstufe von 450—600 bis 1000—1300 m ü. M. in Zahlen ausgedrückt.

Tab. 3. Charakteristik einiger Quellen in der Höhenstufe über 1000—1300 m ü. M. in Zahlen ausgedrückt.

Erläuterungen zu den graphischen Darstellungen:

- 1 — Die Grundwasserspiegellinie bei den Graphen Nr. 1—5 und der Ausgiebigkeit bei Graphen 6—19,
- 2 — Quellenwassertemperaturlinie,
- 3 — Mittlere monatliche Niederschlagssumme.

Erläuterungen zu den Tabellen: 1. Die Ausgiebigkeit der Quellen in 1/S., 2. Das Prozent der Jahresausgiebigkeit. 3. Das Prozent des Jahresdurchschnittes. 4. Die Wassertemperatur in°C. 5. Die Niederschläge in MM.

Karte 1. Schematische Karte der Höhenstufen der Grundwässer der Slowakei nach einigen Gesetzmässigkeiten ihres Regimes. 1 — Höhenstufe bis 450—600 m ü. M., 2 — Höhenstufe von 450—600 m ü. M. bis 1000—1300 m ü. M., 3 — Höhenstufe über 1000—1300 m ü. M., 4 — das Gebiet längs der Flüsse, 5 — ausgewertete Quellen, 6 — ausgewertete Sonden und Brunnen.