

## VEDECKÉ SPRÁVY

MICHAL ZAŤKO

K OTÁZKE HODNOTENIA VYROVNANOSTI VÝDATNOSTI PRAMEŇOV  
PODZEMNEJ VODY NA ÚZEMÍ SLOVENSKA

Poznanie stálosti, či nestálosti, resp. vyrovnanosti alebo nevyrovnanosti výdatnosti prameňov má dôležitý význam z hľadiska možnosti ich využitia pre rôzne účely. Poskytuje však aj určité informácie o pôvode prameňa, režime jeho výdatnosti a cestách obehu podzemnej vody.

Vyrovnanosť prameňov sa u nás vyjadruje dvojakým spôsobom. Bežný spôsob spočíva v porovnaní minimálnych hodnôt výdatnosti s maximálnymi. Podľa niektorých autorov za značne stále možno považovať pramene, ktorých pomer najmenšej výdatnosti k najväčšej je 1 : 3 až 1 : 5 (1, 4, 5). O. Dub vo svojej učebnici (3) uvádza päťstupňovú klasifikáciu prameňov so zreteľom na kolísanie ich výdatnosti. Túto klasifikáciu použili aj autori publikácie Hydrologické pomery ČSSR II. (4). Podľa nej sa pramene zadeľujú do 5 skupín:

1. pramene veľmi stále s pomerom minimálnej výdatnosti ku maximálnej 1 : 1,
2. pramene stále od 1 : do 1 : 2,
3. pramene nestále od 1 : 2 do 1 : 10,
4. pramene veľmi nestále od 1 : 10 do 1 : 30,
5. pramene celkom nestále, pri ktorých pomer minima k maximu je viac ako 1 : 30.

Na základe hodnotenia výdatnosti mnohých pozorovaných prameňov sa ukazuje, že táto klasifikácia je málo citlivá. Pramene veľmi stále u nás prakticky neexistujú. Každý z vyše 320-tich prameňov, pozorovaných viac rokov, má pomer minimálnej výdatnosti ku maximálnej väčší ako 1 : 1. Vzácné sú aj pramene stále. Dalším nedostatkom tejto klasifikácie je, že berie do úvahy len krajné hodnoty výdatnosti bez ohľadu na to, ako často sa vyskytujú ostatné. Rozloženie počtosti jednotlivých hodnôt výdatnosti prameňov podzemnej vody na území Slovenska je v prevažnej miere výrazne asymetrické a nadpriemerné a najmä vysoké hodnoty výdatnosti sa vyskytujú zriedkavo. Hodnota, ktorá sa vyskytuje najčastejšie (modus), je väčšinou nižšia ako dlhodobý priemer a spravidla je bližšie k minimálnym hodnotám. Pre ilustráciu uvádzame rozloženie počtosti jednotlivých hodnôt výdatnosti niektorých prameňov v tabuľkách 1—4. Okrem uvedeného treba vziať do úvahy aj možnosť, že krajné, najmä maximálne hodnoty pri súčasnom spôsobe merania výdatnosti v týždenných intervaloch nie sú vždy zaznamenané (8).

## Rozloženie početnosti jednotlivých hodnôt

Stará Trangoška 1958—1965	Interval	180,0 170,1	170,0 160,1	160,0 150,1	150,0 140,1	140,0 130,1	130,0 120,1	120,0 110,1	110,0 100,1	100,0 90,1	90,0 80,1
	Počet výskytov	2 0,4	2 0,4	1 0,2	13 3,1	23 5,5	4 1,0	40 9,6	99 23,9	75 18,1	34 8,2
Buzgó K. D. Lúka 1957—1963	Interval	360,0 340,1	340,0 320,1	320,0 300,1	300,0 280,1	280,0 260,1	260,0 240,1	240,0 220,1	220,0 200,1	200,0 180,1	180,0 160,1
	Počet výskytov	2 0,6	3 0,9	4 1,3	1 0,3	3 0,9	1 0,3	1 0,3	1 0,3	2 0,6	5 1,6
Pri mlyne Č. Lehota 1958—1965	Interval	95,0 90,1	90,0 85,1	85,0 80,1	80,0 75,1	75,0 70,1	70,0 65,1	65,0 60,1	60,0 55,1	55,0 50,1	50,0 45,1
	Počet výskytov	1 0,16	— —	2 0,33	— —	1 0,16	1 0,16	1 0,16	4 0,67	1 0,16	3 0,50
Päťročnica Gemer. Hôrka 1957—1963	Interval	21,0 20,1	20,0 19,1	19,0 18,1	18,0 17,1	17,0 16,1	16,0 15,1	15,0 14,1	14,0 13,1	13,0 12,1	12,0 11,1
	Počet výskytov	1 0,2	— —	— —	— —	2 0,5	— —	— —	1 0,2	— —	1 0,2
Teplica Tisovec 1956—1965	Interval	540,0 520,1	520,0 400,1	400,0 380,1	380,0 360,1	360,0 340,1	340,0 320,1	320,0 300,1	300,0 280,1	280,0 260,1	260,0 240,1
	Počet výskytov	1 0,19	— —	1 0,19	1 0,19	1 0,19	1 0,19	5 0,95	— —	10 1,91	8 1,52

Novým spôsobom pojednáva o problematike stálosti prameňov R. Netopil (8). Porovnanie dvoch extrémnych hodnôt považuje za nedostačujúce. Stálosť prameňov vyjadruje mierou rozkolísanosti výdatnosti „r“, získanou z pomeru hodnôt výdatnosti s pravdepodobnosťou prekročenia 10 a 90 %, ktoré sa zistia z čiar prekročenia týždenných výdatností. Zvážaním uvedených hodnôt sa vylúčia krajné hodnoty, ktoré sa vyskytujú len zriedkavo a ich zaznamenanie (zvlášť maximálnych) nemusí byť vždy spoľahlivé. Keď výdatnosť prameňa označíme hodnotou Q, bude miera rozkolísanosti

$$r = \frac{Q_{10\%}}{Q_{90\%}}. \text{ Dosadením príslušných hodnôt do uvedeného vzorca, dostane}$$

neme čísla od 1 po n. Podľa hodnoty „r“ triedi autor pramene od nasledujúcej päťčlennej stupnice:

- pramene s „r“ 1,0 — 2,5 mimoriadne vyrovnané,  
 2,6 — 5,0 značne vyrovnané,  
 5,1 — 7,5 priemerne vyrovnané,  
 7,6 — 10,0 málo vyrovnané,  
 10,1 a viac mimoriadne nevyrovnané (sem patria i tie, ktoré občas vysýchajú).

## výdatnosti prameňov vápencových hornín

80,0	70,0	60,0	50,0									1/s
70,1	60,1	50,1	40,1									
28	34	54	6									týždňov
6,7	8,2	13,0	1,4									%
160,0	140,0	120,0	100,0	80,0	60,0	40,0	20,0					1/s
140,1	120,1	100,1	80,1	60,1	40,1	20,1	0,1					
4	6	21	35	26	63	79	56					týždňov
1,3	1,9	6,7	11,2	8,3	20,1	25,2	17,9					%
45,0	40,0	35,0	30,0	25,0	20,0	15,0	10,0					1/s
40,1	35,1	30,1	25,1	20,1	15,1	10,1	5,1					
12	25	81	115	179	120	35	16					týždňov
2,0	4,2	13,6	19,3	30,0	20,1	5,8	2,7					%
11,0	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0		1/s
10,1	9,1	8,1	7,1	6,1	5,1	4,1	3,1	2,1	1,1	0,1		
4	8	2	3	13	19	17	36	36	68	134		týždňov
1,1	2,3	0,5	0,8	3,7	5,6	4,9	10,4	10,4	19,7	38,8		%
240,0	220,0	200,0	180,0	160,0	140,0	120,0	100,0	80,0	60,0	40,0	20,0	1/s
220,1	200,1	180,1	160,1	140,1	120,1	100,1	80,1	60,1	40,1	20,1	0,1	
5	5	2	12	20	8	19	22	52	124	123	103	týždňov
0,95	0,95	0,4	2,3	3,8	1,52	3,6	4,2	9,9	23,7	23,5	19,6	%

Analýza mnohých, čo do výdatnosti a pôvodu rôznych prameňov na území Slovenska potvrdzuje, že miera rozkolísanosti výdatnosti od R. Netopila charakterizuje stálosť prameňov citlivejšie a reprezentatívnejšie. R. Netopil však vychádza z predpokladu, že skúmané pramene sa sústavne pozorujú aspoň 10 rokov. Desať a viacročné sústavne pozorovanie výdatnosti existuje len pri málo prameňoch Slovenska. Podľa hydrologickej ročenky ČSSR za rok 1965 je takýchto prameňov vyše 50. Pozorovanie mnohých prameňov je však neúplné a počas roka často prerušované na viac týždňov i mesiacov. Preto som pri hodnotení stálosti výdatnosti prameňov uvažoval o prameňoch pozorovaných aj kratší čas ako je 10 rokov; nie však menej ako 5 rokov.

Ďalej sa zaoberáme stálosťou výdatnosti prameňov Slovenska podľa dvoch opísaných metód. Niektoré z hodnotených prameňov sú uvedené v tabuľkách 5–8 a čiary pokračovania týždenných výdatností na grafoch 1–12.

## PRAMENE VÁPENCOVÝCH HORNÍN

Najvýznamnejšie zásoby podzemných vôd v pohoriach Slovenska existujú vo vápencových horninách. Podmieňuje to v prvom rade značná rozloha a mocnosť karbonatických hornín, ich dobrá priepustnosť, ako aj priaznivé geomorfologické a klima-

Tabuľka 2

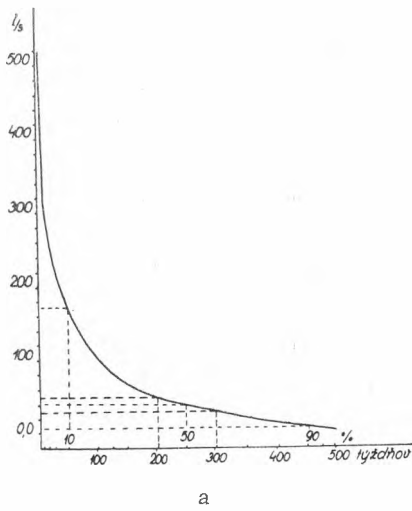
Rozloženie početnosti jednotlivých hodnôt výdatnosti prameňov kryštalických hornín

Pod Trstie — Dolný 1956—1963	Interval	12,0 11,1	11,0 10,1	10,0 9,1	9,0 8,1	8,0 7,1	7,0 6,1	6,0 5,1	5,0 4,1	4,0 3,1	3,0 2,1	2,0 1,1	1,0 0,1						l/s
	Počet výskytov	1 0,2	1 0,2	3 0,7	1 0,2	3 0,7	7 1,8	10 2,6	29 7,5	66 17,2	144 37,6	117 30,6	— —						týžd. %
Zimná voda — Dobšiná 1956—1964	Interval	26,0 25,1	25,0 16,1	16,0 15,1	15,0 14,1	14,0 13,1	15,0 12,1	12,0 11,1	10,0 10,1	9,0 8,1	8,0 7,1	7,0 6,1	6,0 5,1	5,0 4,1	4,0 3,1	3,0 2,1			l/s
	počet výskytov	2 0,5	— —	3 0,7	2 0,5	2 0,5	4 1,0	8 2,1	3 0,7	15 3,9	27 7,1	32 8,4	26 6,8	93 24,6	113 29,8	48 12,6	— —		týžd. %
Pod javorom Uhorná 1956—1963	Interval	12,00 11,51	11,50 7,51	7,50 7,01	7,00 6,51	6,50 6,01	6,00 5,51	5,50 5,01	5,00 4,51	4,50 4,01	4,00 3,51	3,50 3,01	3,00 2,51	2,50 2,01	2,00 1,51	1,50 1,01	1,00 0,51	0,50 0,01	l/s
	počet výskytov	1 0,2	— —	4 0,9	— —	2 0,4	1 0,2	1 0,2	5 1,2	4 0,9	8 1,9	12 2,9	13 3,1	24 5,8	64 15,5	102 24,7	132 32,0	39 9,4	týžd. %

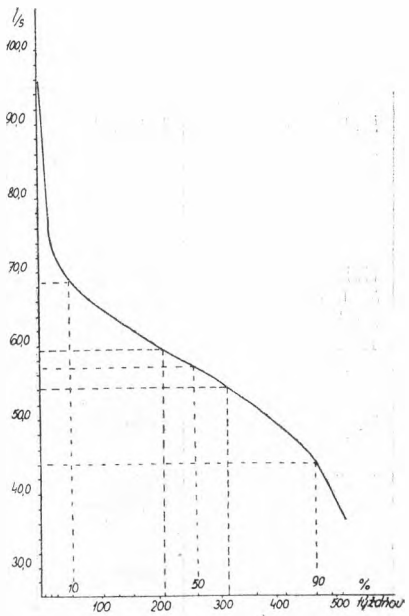
Tabuľka 3

Rozloženie početnosti jednotlivých hodnôt výdatnosti prameňov fľyšových hornín

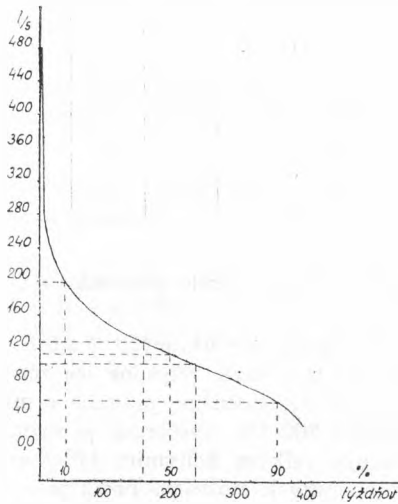
Šachta č. 1 — Ošľadnica 1957—1963	Interval	7,50 7,01	7,00 6,51	6,50 6,01	6,00 5,51	5,50 5,01	5,00 4,51	4,50 4,01	4,00 3,51	3,50 3,01	3,00 2,51	2,50 2,01	2,00 1,51	1,50 1,01	1,00 0,51	0,50 0,01			l/s
	Počet výskytov	— —	2 0,6	2 0,6	4 1,3	5 1,6	9 3,0	15 5,0	1 0,5	21 7,0	17 5,6	25 8,3	58 19,3	77 25,6	64 21,3	— —			týžd. %
Pod Rusinovo- nou lúkou — Habura 1957—1962	Interval	40,00 39,01	21,00 20,01	20,00 19,01	14,00 13,01	13,00 12,01	12,00 11,01	10,00 10,01	9,00 8,01	8,00 7,01	7,00 6,01	6,00 5,01	5,00 4,01	4,00 3,01	3,00 2,01	2,00 1,01	1,00 0,01		l/s
	Počet výskytov	2 0,6	1 0,3	1 0,3	2 0,6	— —	1 0,3	— —	1 0,3	— —	8 2,4	1 0,3	8 2,4	17 5,1	39 11,7	104 31,4	133 40,1	13 3,9	týžd. %
Teplica — Brezovica 1960—1965	Interval	6,00 5,51	5,50 5,01	5,00 4,51	4,50 4,01	4,00 3,51	3,50 3,01	3,00 2,51	2,50 2,01	2,00 1,51	1,50 1,01	1,00 0,51	0,50 0,01						l/s
	Počet výskytov	3 0,9	6 1,9	2 0,6	1 0,3	16 5,2	10 3,2	62 20,3	74 24,3	86 28,2	35 11,5	5 1,6	4 1,3						týžd. %



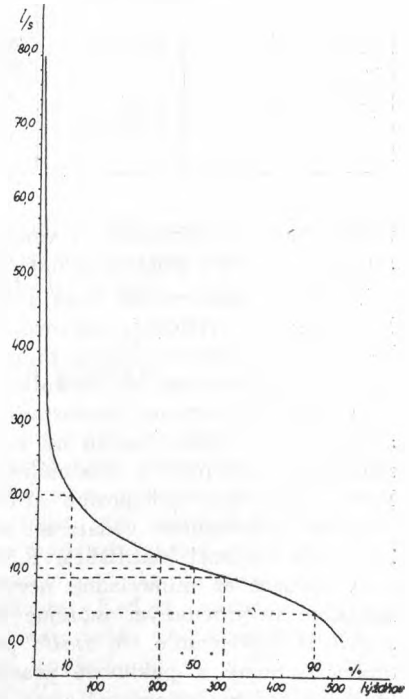
a



b



c



d

Graf 1. Čiary prekrôčenia týždenných výdatností prameňov vápencových hornín. a - Teplička - Tisovec, 1956-1965,  $r = 21,5$ . b - Vajar - Sološnica, 1956-1965,  $r = 1,6$ . c - Pri moste - Slatina nad Bebravou, 1958-1965,  $r = 3,1$ . d - Kráľovec 1 - Omšenie, 1956-1965,  $r = 5,01$ .

Rozloženie počtosti jednotlivých hodnôt

Štôľňa — H. Devičany 1955—1961	Interval	19,0 18,1	18,0 17,1	17,0 16,1	16,0 15,1	15,0 14,1	14,0 13,1	13,0 12,1	12,0 11,1	11,0 10,1
	Počet výskytov	1 0,3	1 0,3	1 0,3	3 0,9	10 3,1	3 0,9	11 3,4	17 5,3	18 5,6
Uhliare č. 1 — Kľak 1956—1962	Interval	10,00 9,51	9,50 9,01	9,00 8,51	8,50 8,01	8,00 7,51	7,50 7,01	7,00 6,51	6,50 6,01	6,00 5,51
	Počet výskytov	1 0,2	— —	1 0,2	1 0,2	3 0,7	6 1,7	4 1,1	8 2,2	23 6,5
V. Studňa — Malachov 1956—1962	Interval	51,0 49,1	45,0 43,1	43,0 41,1	35,0 33,1	33,0 31,1	31,0 29,1	29,0 27,1	27,0 25,1	25,0 23,1
	Počet výskytov	1 0,2	1 0,2	1 0,2	1 0,2	1 0,2	2 0,4	1 0,2	1 0,2	3 0,7
Dolinky — Sl. Huta 1956—1965	Interval	8,00 7,51	7,50 7,01	7,00 6,51	6,50 6,01	6,00 5,51	5,50 5,01	5,00 4,51	4,50 4,01	4,00 3,51
	Počet výskytov	1 0,1	2 0,3	3 0,5	— —	7 1,3	3 0,5	7 1,3	9 1,7	9 1,7
Syrový stok č. 1 Košuš 1956—1961	Interval	26,0 25,1	25,0 24,1	24,0 23,1	23,0 22,1	15,0 14,1	14,0 13,1	13,0 12,1	12,0 11,1	11,0 10,1
	Počet výskytov	1 0,3	3 0,9	— —	1 0,3	7 2,2	3 0,9	4 1,2	7 2,2	3 0,9

tické pomery. V súčasnosti sa venuje veľká pozornosť výskumu týchto podzemných vôd a existuje o nich i pomerne bohatá literatúra (7).

V oblasti vápencových hornín máme tiež najväčší počet pozorovaných prameňov. Ide o pramene vrstvené, zlomové, puklinové, sutinové, pretekavé, prípadne ich rôzne kombinácie. Výdatnosť týchto prameňov je veľmi rôznorodá. Poznáme pramene s maximálnou výdatnosťou len niekoľko l/s, ale aj niekoľko 100 l/s. Všeobecne je známe, že sa mnohé pramene vápencových hornín vyznačujú veľkým kolísaním výdatnosti a že pomerne rýchlo reagujú na zmeny hydrometeorologických činiteľov. Podľa pomeru minimálnej výdatnosti k maximálnej sú to pramene prevažne nestále až celkom nestále. Pramene so stálou výdatnosťou sú dosť zriedkavé.

Miera rozkolísanosti výdatnosti sa pohybuje v širokom rozpätí od 1,1 po viac ako 20. Podľa uvedenej klasifikácie R. Netopila patria tieto pramene medzi mimoriadne vyrovnané až mimoriadne nevyrovnané. Ku prameňom málo vyrovnaným až mimoriadne nevyrovnaným môžeme zaradiť tie, ktoré majú plytký režim obehu vody a keď je doplňovanie ich zásob prerušované na dlhší čas, môžu i vysychať. Sú to drobné sutinové a puklinové pramene. Z výdatných prameňov medzi ne patria tie, ktoré majú dobre priepustné cesty obehu vody, takže v pomerne krátkom čase reagujú na bohatšie zrážky, či intenzívne topenie snehu, resp. na výraznejšie obdobie sucha

výdatnosti prameňov neovulkanických hornín

10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0					l/s
9,1	8,1	7,1	6,1	5,1	4,1	3,1					
15	25	28	32	36	110	5					týždňov
4,7	7,9	8,8	10,1	11,3	34,8	1,5					%
5,50	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00				l/s
5,01	4,51	4,01	3,51	3,01	2,51	2,01	1,51				
17	25	25	60	37	59	72	9				týždňov
4,8	7,1	7,1	17,0	10,5	16,8	20,5	2,5				%
23,0	21,0	19,0	17,0	15,0	13,0	11,0	9,0	7,0	5,0	3,0	l/s
21,1	19,1	17,1	15,1	13,1	11,1	9,1	7,1	5,1	3,1	1,1	
—	3	7	8	6	22	22	62	71	185	12	týždňov
—	0,7	1,7	1,9	1,4	5,3	5,3	15,1	17,3	45,1	2,9	%
3,50	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	0,50					l/s
3,01	2,51	2,01	1,51	1,01	0,51	0,01					
6	17	26	44	64	136	171					týždňov
1,1	3,3	5,1	8,7	12,6	26,9	33,8					%
10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0			l/s
9,1	8,1	7,1	6,1	5,1	4,1	3,1	2,1	1,1			
23	7	27	16	61	57	52	39	—			týždňov
7,3	2,2	8,6	5,1	19,6	18,3	16,7	12,5	—			%

(graf 1a). Ku priemerne vyrovnaným až mimoriadne vyrovnaným patria pramene s hĺbšou a pomalšou cirkuláciou podzemnej vody i pramene, ktorých infiltračná oblasť zaberá aj značné plochy nevápencových hornín (graf 1b, 1c, 1d).

PRAMENE KRYŠTALICKÝCH HORNÍN

O rozkolísanosti výdatnosti, resp. o stálosti prameňov podzemnej vody hornín kryštalinika, môžeme získať určité poznatky len na základe niekoľkých pozorovaných prameňov. Celkove nízka výdatnosť a veľká roztrieštenosť prameňov v oblasti kryštalinických hornín neumožňuje ich väčšie využitie, napr. pre vodovodné zásobovanie, najmä keď sú v centrálnych Karpatoch početné a výdatné krasové pramene. Z toho vyplýva aj podstatne nižší počet pozorovaných prameňov v kryštaliniku v porovnaní s vápencovými, flyšovými a neovulkanickými horninami. Keď si uvedomíme, že kryštalinikum zahŕňa z hľadiska výskytu a obehu vody veľmi rôznorodé horniny, nemôžeme poznatky, získané z niekoľkých prameňov, zovšeobecňovať. Určitú informáciu o stálosti výdatnosti prameňov však poskytujú. Podľa pomeru minimálnej výdatnosti k maximálnej patria tieto pramene medzi nestále až celkom nestále. Miera rozkolísania

Tabuľka 5

Charakteristika stálosti, resp. vyrovnanosti výdatnosti niektorých prameňov vápencových hornín

Prameň - miesto	Obdobie pozorovania	Q max l/s	Q min l/s	Q min : Q max	Slovné označenie	Q <sub>10</sub> % l/s	Q <sub>90</sub> % l/s	Q <sub>10</sub> % Q <sub>90</sub> %	Slovné označenie
Modran. skala Kuchyňa	1955—1961	22,5	5,1	1 : 4,4	nestály	17,8	8,4	2,1	mimoriad. vyrovnan.
Vajar—Sološnica	1956—1965	96,1	36,8	1 : 2,7	nestály	62,8	44,0	1,6	mimoriad. vyrovnan.
Vyvieracka — Píla	1955—1961	18,9	12,3	1 : 1,5	stály	14,2	12,6	1,1	mimoriad. vyrovnan.
Vysoká — Kuchyňa	1956—1961	22,6	2,1	1 : 11	veľmi nestály	13,2	2,8	4,7	značne vyrovnan.
Kráľova studňa — Plav. Podhr.	1956—1963	32,4	6,6	1 : 5	nestály	27,2	9,2	2,9	značne vyrovnan.
Pri moste — Slatina n/Beb.	1958—1965	485,0	37,8	1 : 13	veľmi nestály	200,0	56,0	3,7	značne vyrovnan.
Pri mlyne — Č. Lehota	1952—1963	94,3	5,7	1 : 16	veľmi nestály	35,0	15,0	2,3	mimoriad. vyrovnan.
Kopanička — Krásna Ves	1952—1962	50,7	2,4	1 : 21	veľmi nestály	11,5	2,3	5,1	priemer. vyrovnan.
Bučkova studňa — Nitr. Sučany	1952—1963	13,6	2,9	1 : 5	nestály	10,2	2,8	3,6	značne vyrovnan.
Kobyľie — Nitr. Sučany	1954—1961	22,1	0,30	1 : 73	celkom nestály	10,9	0,7	15,5	mimoriad. nevyrov.
Kráľovec č. 1 — Omšenie	1956—1965	80,0	1,6	1 : 50	celkom nestály	24,0	4,2	5,0	značne vyrovnan.
Kyvek — Klačno	1959—1963	16,2	1,3	1 : 12	veľmi nestály	11,5	2,3	5,1	priemer. vyrovnan.
Teplica — Tisovec	1956—1965	756	5,3	1 : 142	celkom nestály	172,0	8,0	21,5	mimoriad. nevyrov.
Močidlo — Dúbrava	1959—1965	72,0	3,6	1 : 20	veľmi nestály	39,6	8,8	4,5	značne vyrovnan.
Medzivršský — Žiar	1959—1963	58,0	3,7	1 : 16	veľmi nestály	32,0	5,2	6,1	priemer. vyrovnan.
Brdáre — Dúbrava	1959—1963	50,0	2,5	1 : 20	veľmi nestály	22,0	3,5	6,5	priemer. vyrovnan.
Hámor II — Doľ. Lehota	1956—1964	62,8	10,0	1 : 6	nestály	36,0	14,4	2,3	mimoriad. vyrovnan.
Stará Trangoška — Hor. Lehota	1958—1965	178,9	46,1	1 : 4	nestály	125,5	60,0	2,1	mimoriad. vyrovnan.
Malé Cenovo — Harmanec	1956—1959	35,8	10,1	1 : 4	nestály	25,0	12,0	2,0	mimoriad. vyrovnan.
Šumivý — Tatr. kotlina	1959—1965	46,6	18,6	1 : 2,5	nestály	32,9	20,1	1,6	mimoriad. vyrovnan.



Tabuľka 5 – pokračovanie

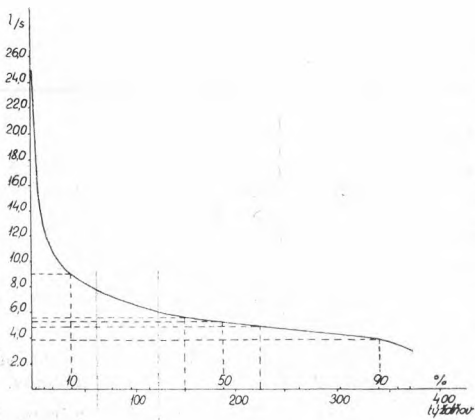
Prameň - miesto	Obdobie pozorovania	Q max l/s	Q min l/s	Q min : Q max	Slovné označenie	Q			Slovné označenie
						10 % l/s	90 % l/s	10 % 90 %	
Bobačka — Murán. Huta	1959—1965	291,0	0,64	1:633	celkom nestály	80,0	4,0	20	mimoriad. nevyrov.
Buzgó — K. D. Lúka	1958—1963	414	9,7	1 : 43	celkom nestály	132	12	11,0	mimoriad. nevyrov.
Pod kaplnkou — K. D. Lúka	1957—1963	6,50	0,10	1 : 65	celkom nestály	2,15	0,15	13,3	mimoriad. nevyrov.
Veľ. vyvieračka — Kečovo	1957—1963	458,0	6,70	1 : 68	celkom nestály	188,0	15,0	8,7	málo vyrovnan.
Päťročnica — Gemer. Hôrka	1957—1963	20,6	0,10	1 : 206	celkom nestály	6,0	0,20	30,0	mimoriad. nevyrov.
Malá studnička - Gemer. Hôrka	1957—1963	2,84	0,22	1 : 12	veľmi nestály	1,58	0,36	4,4	značne vyrovnan.
Šugo č. 1 — Niž. Medzev	1960—1965	46,8	0,36	1 : 130	celkom nestály	21,0	0,5	42	mimoriad. nevyrov.
Ardočka — Silica	1957—1961	54,0	0,30	1 : 180	celkom nestály	23,5	1,0	23,5	mimoriad. nevyrov.

nosti ich výdatnosti ukazuje, že sú to pramene priemerne až mimoriadne vyrovnané. Podľa známych skutočností o výskyte a obehu vody v kryštalických horninách (5) môžeme predpokladať, že puklinové pramene granitoidných hornín, prípadne niektorých

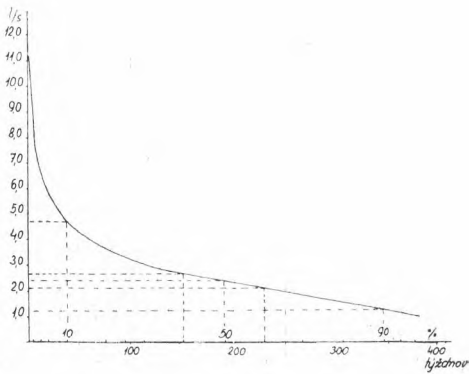
Tabuľka 6

Charakteristika stálosti, resp. vyrovnanosti výdatnosti niektorých prameňov kryštalických hornín

Prameň - miesto	Obdobie pozorovania	Q max l/s	Q min l/s	Q min : Q max	Slovné označenie	Q			Slovné označenie
						10 % l/s	90 % l/s	10 % 90 %	
Pod Trstie — Krokava	1956—1963	12,0	1,1	1 : 11	veľmi nestály	4,70	1,25	3,9	značne vyrovnan.
Pod Javorom — Uhorná	1956—1963	11,6	0,2	1 : 58	celkom nestály	3,5	0,6	5,8	priemer. vyrovnan.
Zimná voda — Dobšiná	1956—1963	25,2	3,2	1 : 8	nestály	9,0	3,9	2,2	mimoriad. vyrovnan.
Frudlíčky II — Bacúch	1960—1965	2,64	0,37	1 : 7	nestály	1,2	0,44	2,7	značne vyrovnan.

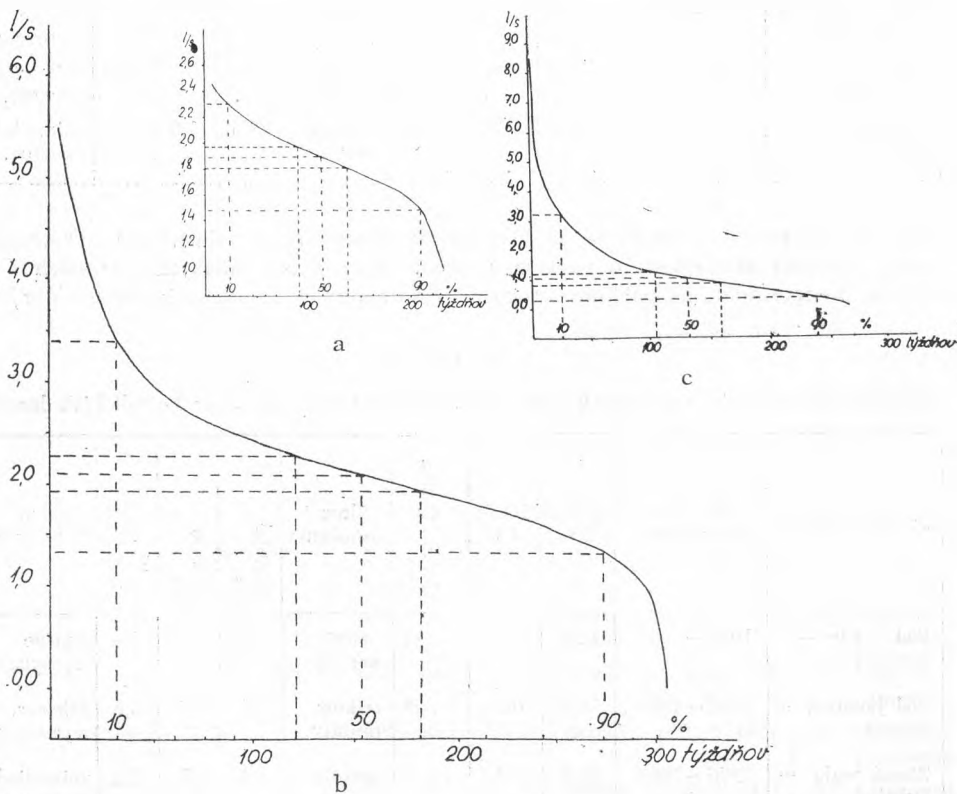


a



b

Graf 2. Čiary prekročenia týždenných výdatností prameňov hornín kryštalínika. a — Zimná voda — Dobšiná, 1956—1963,  $r = 2,2$ . b — Pod Trstie — Krokava (dolný), 1956—1963,  $r = 3,6$ .



b

c

Graf 3. Čiary prekročenia týždenných výdatností prameňov flyšových hornín. a — prameň l — Kolačkov, 1959—1963,  $r = 1,5$ . b — Teplica — Brezovica, 1960—1965,  $r = 2,7$ . c — Sviniarka — Regetovka, 1955—1960,  $r = 10,6$ .

Tabuľka 7

Charakteristika stálosti, resp. vyrovnanosti výdatnosti niektorých prameňov flyšových hornín

Prameň - miesto	Obdobie pozorovania	Q max l/s	Q min l/s	Q min : Q max	Slovné označenie	Q 10 %		Q 90 %		Slovné označenie
						l/s	l/s	l/s	l/s	
Šachta č. 1 — Osčadnica	1958—1963	6,20	0,70	1: 9	nestály	4,05	0,75	5,4		priemer. vyrovn.
Úplaz — Klubiná	1958—1965	10,6	1,0	1: 10,6	veľmi nestály	6,1	2,4	2,6		značne vyrovn.
Teplica — Brezovica	1960—1965	5,62	0,43	1: 13	veľmi nestály	3,4	1,4	2,7		značne vyrovn.
Prameň č. 1 — Kolačkov	1959—1963	2,61	1,03	1: 2,5	nestály	2,31	1,48	1,5		mimor. vyrovn.
Repčikov Grúň Habura	1956—1962	13,3	0,60	1: 22	veľmi nestály	5,7	1,0	5,7		priemer. vyrovn.
Pod Rusinovou lúkou - Habura	1956—1965	40,0	0,9	1: 44	celkom nestály	6,1	2,4	2,6		značne vyrovn.
Sviniarka — Regetovka	1955—1960	7,4	0,02	1:370	celkom nestály	3,2	0,3	10,6		mimor. nevyrov.

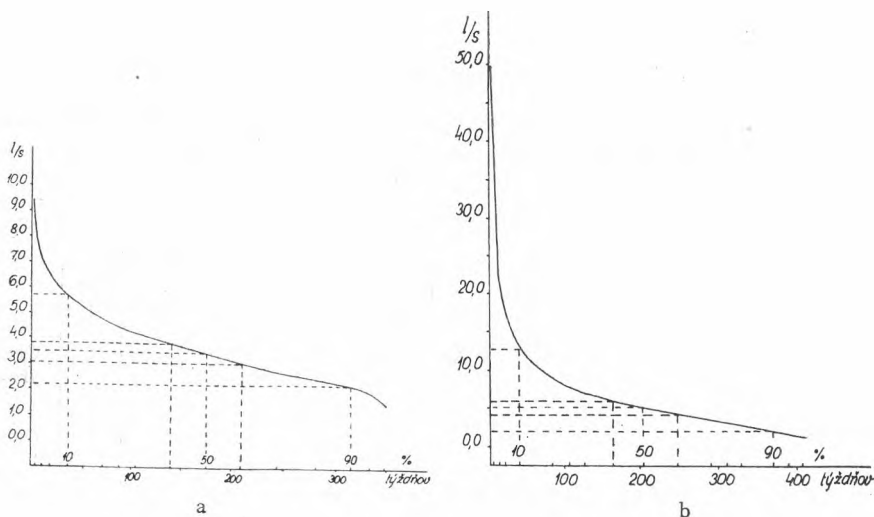
ortobridlic, ako aj niektoré výdatné pramene poruchových zón v kryštaliniku patria medzi najvyrovnanejšie. Graf 2a, 2b.

#### PRAMENE FLYŠOVÝCH HORNÍN

Hydrogeologické vlastnosti flyšových hornín väčšinou neumožňujú vznik významnejších zásob podzemných vôd. Odráža sa to aj v prevažne nízkej výdatnosti prameňov. Výdatnejšie pramene sú známe z oblastí väčšieho rozsahu masívnych pieskocov. Podľa pomeru minimálnej výdatnosti k maximálnej, pramene flyšových hornín sa zaraďujú medzi nestále až celkom nestále, podľa miery rozkolísanosti medzi mimoriadne vyrovnané až mimoriadne nevyrovnané. Medzi najvyrovnanejšie patria puklinové pramene masívnych pieskocov. Graf 3a, 3b, 3c.

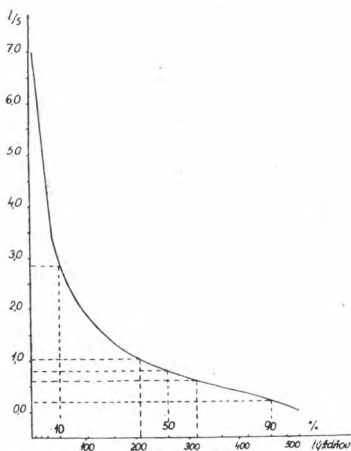
#### PRAMENE NEOVULKANICKÝCH HORNÍN

Na niektorých miestach v neovulkanických pohoriach existujú pomerne výdatné pramene. Sú to najmä oblasti tektonických porúch, ktoré sa zvyčajne vyznačujú dobrou priepustnosťou a drenujú puklinovú vodu širšieho okolia, čím dochádza k významným koncentráciám podzemnej vody. Pramene s maximálnou výdatnosťou 10 i viac l/s nie sú tu zvláštnosťou. Podobnú úlohu majú i banské chodby. Výdatné pramene vznikli



a

b



c

Graf 4. Čiary prekročenia týždenných výdatností prameňov neovulkanických hornín. a — Uhliare 1 — Klak, 1956—1962,  $r = 2,6$ . b — Veľká studňa — Malachov, 1955—1962,  $r = 3,9$ . c — Dolinky — Slánska Huta, 1956—1965,  $r = 14,2$ .

aj tam, kde sú efuzívne neovulkanity prestúpené priepustnými, hlbšie siahajúcimi puklinami (1).

Rozloženie početnosti jednotlivých hodnôt výdatnosti prameňov potvrdzuje, že vysoké hodnoty sa vyskytujú veľmi zriedkavo (tab. 4). Podľa pomeru minimálnej výdatnosti k maximálnej, stále pramene sú v neovulkanitoch vzácnosťou. Väčšinou patria medzi nestále, až celkom nestále. Miera rozkolísanosti výdatnosti sa naproti tomu pohybuje od 1,1 do 10 a vyššie, čo znamená, že pramene neovulkanických hornín sa zaraďujú medzi mimoriadne vyrovnané, až mimoriadne nevyrovnané (tab. 8, graf 4a, 4b, 4c). Podľa vyhodnotených prípadov môžeme súdiť, že niektoré puklinové a vrstvené pramene efuzívnych hornín, prípadne i pyroklastík s pomalšou cirkuláciou vody, ako aj pramene s hlbším obehom vody sú prevažne značne, až mimoriadne vy-

Tabuľka 8

Charakteristika stálosti, resp. vyrovnanosti výdatnosti niektorých prameňov neovulkanických hornín

Prameň - miesto	Obdobie pozorovania	Q max l/s	Q min l/s	Q min : Q max	Slovné označenie	Q 10 %		Q 90 %		Slovné označenie
						l/s	l/s	l/s	l/s	
Uhliare č. 1 — Klak	1956—1962	7,7	2,0	1 : 7,8	nestály	5,7	2,3	2,5	mimoriad. vyrovnan.	
Uhliare č. 2 — Klak	1956—1962	9,8	1,0	1 : 9,8	nestály	6,1	1,5	4,0	značne vyrovnan.	
Pod Bucovkou — Ostrý Grúň	1956—1962	24,0	2,4	1 : 10	nestály	18,2	2,6	7,0	priemer. vyrovnan.	
Štôľňa — Hor. Devičany	1956—1961	18,3	3,8	1 : 5	nestály	11,8	4,3	2,7	značne vyrovnan.	
Jama — Vysoká	1956—1963	1,50	0,12	1 : 12	veľmi nestály	0,46	0,17	2,7	značne vyrovnan.	
Kasňa - Vysoká	1956—1963	1,00	0,05	1 : 20	veľmi nestály	0,48	0,08	6,0	priemer. vyrovnan.	
V. Studňa — Malachov	1955—1962	50,0	1,64	1 : 30	celkom nestály	13,4	3,4	3,9	značne vyrovnan.	
Dolinky — Slán. Huta	1956—1965	7,70	0,10	1 : 77	celkom nestály	2,85	0,20	14,2	mimoriad. nevyrov.	
Koscelek — N. Myšľa	1955—1961	10,7	4,4	1 : 2,4	nestály	9,1	6,4	1,4	mimoriad. vyrovnan.	
Syrový stok — Koňus	1956—1961	13,3	2,9	1 : 5	nestály	10,0	2,8	3,5	značne vyrovnan.	
Starý č. 1 — Priekopa	1952—1962	6,70	3,13	1 : 2,1	nestály	4,6	3,6	1,3	mimoriad. vyrovnan.	

rovnané. Sutinové pramene a tiež pramene dobre priepustných otvorenejších puklín, vyznačujú sa malou vyrovnanosťou, až mimoriadnou nevyrovnanosťou.

## LITERATÚRA

1. Böhm V., Melioris L., *Náčrt hydrogeologických pomerov oblasti stredoslovenských neovulkanitov*. Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae. Geographica Nr. 7, s. 152—171, Bratislava 1961. — 2. Candra J., Dovodil M., *Hydrogeologie pro geology. Všeobecná část*. Učební texty vysokých škol, str. 87, Praha 1964. — 3. Dub O., *Hydrologia, hydrografia, hydrometria*, str. 424, Bratislava 1957. — 4. Hydrometeorologický ústav, *Hydrologické poměry ČSSR II*, část o podzemných vodách a prameňoch, s. 355—

557, Praha 1967. — 5. Hynie O., *Hydrogeologie ČSSR I*, Prosté vody, str. 153, Praha 1961. — 6. Kettner R., *Všeobecná geologie III*, strana 80, Praha 1954. — 7. Kullman E., *Krasové vody Slovenska a ich hydrogeologický výskum*, Geologické práce, Zprávy 32, s. 9—28, Bratislava 1964. — 8. Netopil R., *K problému hydrogeologického raiónování území ČSSR podle režimu podzemních vod*, Sborník Československé společnosti zeměpisné, Svazek 69, č. 1, s. 7—20, Praha 1964. — 9. Ovčinnikov M. A., *Obščaja gidrogeologija*, str. 348, Moskva 1955. — 10. *Údaje o výdatnosti prameňov na území Slovenska v rokoch 1952—1965*, Archív Hydrometeorologického ústavu v Bratislave.

11. Zaťko M., *Niektoré otázky geografie podzemných vôd Slovenska*, Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae, Geographica Nr. 7, s. 1—120, Bratislava 1968. — 12. Zaťko M., *Režim podzemných vôd Slovenska*, Habilitačná práca, rukopis, 1969. — 13. Zaťko M., *Režim výdatnosti krasových prameňov Slovenska*, Slovenský kras VII (v tlači), 1969.

Do redakcie došlo 10. 7. 1969

Michal Zaťko

## ZUR FRAGE DER BEWERTUNG DER AUSGEGLICHTENHEIT DER ERGIEBIGKEIT DER GRUNDWASSERQUELLEN IM GEBIET DER SLOWAKEI

Im Beitrag wird die Stabilität der Ergiebigkeit der Grundwasserquellen verschiedener Gesteine im Gebiet der Slowakei behandelt, und zwar auf Grund des Verhältnisses der minimalen zur maximalen Ergiebigkeit ( $Q_{\min}$ ) und dem Mass der Ergiebigkeitsschwankungen „ $r$ “, gewonnen aus dem Verhältnis der Werte mit der Wahrscheinlichkeit des Übertretens von 10 und 90 %,

die festgesetzt werden aus den Überschreitungskurve der wöchentlichen Ergiebigkeiten,  $r = \frac{Q_{10\%}}{Q_{90\%}}$

(6). Laut dem ersten Kriterium unterscheidet man folgende Quellen: sehr stabil  $Q_{\min} : Q_{\max} = 1 : 1$ ; stabil von 1 : 1 bis 1 : 2; nicht stabil 1 : 2 bis 1 : 10; sehr unstabil 1 : 10 bis 1 : 30 und gänzlich unstabil mehr als 1 : 30. Laut dem zweiten Kriterium gibt es folgende Quellen: besonders ausgeglichen  $r = 1,0 - 2,5$ ; ziemlich ausgeglichen  $r = 2,6 - 5,0$ ; durchschnittlich ausgeglichen  $r = 5,1 - 7,5$ ; schwach ausgeglichen  $r = 7,6 - 10,0$  und besonders unausgeglichen  $r = 10,1$  und mehr.

Die analyse vieler Quellen mit verschiedener Ergiebigkeit und Ursprung bestätigt, dass das Mass der Ergiebigkeitsschwankung die Stabilität der Quellen viel empfindlicher und repräsentativer charakterisiert als die Verfolgung zwei extremer Ergiebigkeitswerte. Die asymmetrische Verteilung der Anzahl einzelner Werte der Ergiebigkeit und Seltenheit des Vorkommens hauptsächlich grosser Ergiebigkeiten weisen auch darauf hin (Tab. 1—4).

Von den Quellen der Kalkgesteine gehören zu den wenig ausgeglichenen bis besonder unausgeglichenen Quellen, vorwiegend Schutt- und Spaltenquellen mit seichtem Regime der Wasserzirkulation. Von den ergiebigen Quellen sind es solche, die gut durchlässige Wege der Wasserzirkulation haben. Zu den ziemlich bis besonders ausgeglichenen Quellen gehören diejenigen mit einer tiefen und langsameren Wasserzirkulation und Quellen, deren Infiltrationsgebiete auch nichtkalkige Gesteine in sich schliessen (Tab. 5, Diagr. 1a—1d).

Quellen kristalliner Gesteine zeichnen sich gewöhnlich mit durchschnittlicher bis besonders ausgeglichener Ergiebigkeit aus. Unter die am meisten ausgeglichene gehören Spaltenquellen granitoider Gesteine (Tab. 6, Diagr. 2a, 2b). Unter den Quellen der Flyschgesteine sind die stabilsten die Spaltenquellen massiver Sandsteine (Tab. 7, Diagr. 3a, 3b, 3c). Von den Quellen neovulkanischer Gesteine ziemlich bis besonders ausgeglichen sind meistens die Schichten- und Spaltenquellen der Effusivgesteine, eventuell der Pyroklastiken mit einer tieferen und langsameren Zirkulation. Die Schuttquellen und Quellen der breiter geöffneten Spalten, bzw. tektonisch betroffenen Teilen der Neovulkaniten sind vorwiegend wenig ausgeglichen bis besonders unausgeglichen (Tab. 8, Diagr. 4a, 4b, 4c).

Diagr. 1. Die Übertretungslinien der wöchentlichen Ergiebigkeiten der Kalksteinquellen a — Teplička — Tisovec, 1956—1965,  $r = 21,5$ . b — Vajar — Sološnica 1956—1965,  $r = 1,6$ , c — Pri moste — Slatina nad Bebravou, 1958—1965,  $r = 3,1$ , d — Kráľovec 1 — Omšenie, 1956—1965  $r = 5,01$ .

Diagr. 2. — Die Übertretungslinien der wöchentlichen Ergiebigkeiten der Quellen kristalliner Gesteine. a — Zimná voda — Dobšiná, 1956—1963,  $r = 2,2$ . b — Pod Trstie — Krokava, 1956—1963,  $r = 3,6$ .

Diagr. 3. — Die Übertretungslinien der wöchentlichen Ergiebigkeiten der Flyschgesteinsquellen. a — Quelle 1 — Kolačkov, 1959—1963,  $r = 1,5$ . b — Teplica — Brezovica, 1960—1965,  $r = 2,7$ . c — Sviňarka — Regetovka, 1955—1960,  $r = 10,6$ .

Diagr. 4. Die Übertretungslinien der wöchentlichen Ergiebigkeiten der neovulkanischen Gesteinsquellen. a — Uhliare 1 — Klak, 1956—1962,  $r = 2,6$ . b — Veľká studňa — Malachov, 1955—1962,  $r = 3,9$ . c — Dolinky — Slánska Huta, 1956—1965,  $r = 14,2$ .

Tab. 1. Verteilung der Anzahl einzelner Ergiebigkeitswerte der Kalksteinquellen. Tab. 2. — Verteilung der Anzahl einzelner Ergiebigkeitswerte der Quellen kristalliner Gesteine, Tab. 3. Verteilung der Anzahl einzelner Ergiebigkeitswerte der Flyschgesteinquellen. Tab. 4. — Verteilung der Anzahl einzelner Ergiebigkeitswerte der Quellen neovulkanischer Gesteine. Tab. 5. — Charakteristik der Stabilität, bzw. Ausgeglichenheit der Ergiebigkeit mancher Kalksteinquellen. Tab. 6. — Charakteristik der Stabilität, bzw. Ausgeglichenheit der Ergiebigkeit mancher Quellen der kristallinen Gesteine. Tab. 7. — Charakteristik der Stabilität, bzw. Ausgeglichenheit der Ergiebigkeit mancher Quellen der Flyschgesteine. Tab. 8. — Charakteristik der Stabilität, bzw. Ausgeglichenheit der Ergiebigkeit der Quellen neovulkanischer Gesteine.

Aus dem Slowakischen übersetzt von G. Horná