



REŽIM VYDATNOSTÍ PRAMENŮ U ARNOLCE ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINĚ

Č. Brázda

Katedra geografie přírodovědecké fakulty, Brno, Kotlářská 2. ČSSR

Došlo: leden 1972

Věnováno univ. prof. RNDr. Janu Krejčímu, DrSc., k 65. narozeninám

SHRNUTÍ

Předkládaná studie je příspěvkem k poznání režimu podzemních vod v horní části povodí řeky Oslavy na Českomoravské vrchovině. Jde o oblast složenou z krystalických břidlic s převahou biotitických pararul. Podzemní voda obíhá hlavně v puklinách a v pásnu povrchového navětrání hornin.

Studium režimu podzemních vod bylo zaměřeno hlavně k poznání charakteristických změn vydatností pramenů. Údaje o těchto změnách byly doplněny rozбором extrémních a některých dalších charakteristických hodnot vydatností a posouzením variability týdenních vydatností studovaných pramenů. Poznatky o režimu podzemních vod byly přeneseny i na otázku napájení vodních toků podzemními vodami. Závěry, k nimž se dospělo, se vztahují k desetiletí 1961—1970, které nebylo reprezentativní ani podle průměrného ročního rozdělení atmosférických srážek, ani podle celkové vlhkosti jednotlivých hydrologických roků.

REGIME DER ERGIEBIGKEIT DER QUELLEN BEI ARNO- LEC IM BÖHMISCH-MÄHRISCHEN HÖHENZUG.

Zusammenfassung

Die vorgelegte Studie ist ein Beitrag zur Erkenntnis des Regimes der unterirdischen Gewässer im oberen Teil des Flußgebietes der Oslava im Böhmischo-mährischen Höhenzug. Es handelt sich um ein aus kristallinen Schiefern zusammengesetztes Gebiet mit überwiegenden biotitischen Paragneisen. Das unterirdische Wasser zirkuliert vorwiegend in den Klüften und in der Zone der Oberflächenverwitterung der Gesteine.

Das Studium des Regimes der unterirdischen Gewässer war hauptsächlich auf die Erkenntnis von charakteristischen Ergiebigkeitsänderungen eingestellt. Angaben über diese Änderungen wurden durch Analyse der extremen und einiger weiterer charakteristischer Ergiebigkeitswerte und durch Begutachtung der Variabilität der Wochenergiebigkeitswerte bei den studierten Quellen ergänzt. Erkenntnisse über das Regime der unterirdischen Gewässer wurden auch auf die Frage der Speicherung der Flußläufe durch unterirdische Gewässer übertragen. Schlußfolgerungen, zu denen wir gelangt sind, beziehen sich auf das Jahrzehnt 1961—1970, das weder nach der durchschnittlichen jährlichen Aufteilung der atmosphärischen Niederschläge noch in bezug auf die Gesamtfeuchtigkeit einzelner hydrologischer Jahre repräsentativ war.

Knihovna PŘF MU

1



3 1 4 5 3 2 3 8 1 3

РЕЖИМ ДЕБИТА ИСТОЧНИКОВ У АРНОЛЬЦА В ЧЕШСКО-МОРАВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Резюме

Предлагаемая работа вносит вклад в познание режима подземных вод в верхней части бассейна реки Ославы в Чешско-моравской возвышенности. Исследования касаются области, слагающейся из кристаллических сланцев с преобладанием гнейсов. Подземная вода циркулирует, главным образом, в трещинах и в зоне поверхностного выветривания горных пород.

Изучение режима подземных вод направлялось прежде всего на познание характерных изменений дебитов. Данные об этих изменениях дополнялись анализом экстремных и некоторых дальнейших характерных значений дебитов и обсуждением изменений недельных дебитов изучаемых источников. Данные о режиме подземных вод были применены и к вопросу питания подземными водами водных течений. Полученные выводы относятся к десятилетию 1961—1970 гг., которое не является представительным ни в отношении среднего годового распределения атмосферных осадков, ни в отношении общей влажности отдельных гидрологических годов.

1. ÚVOD

Se systematickým pozorováním vydatností pramenů na Českomoravské vrchovině bylo započato v poměrně nedávné době. Prameny, jimž je věnována pozornost v této práci, vyvěrají v blízkém okolí Arnolce, tj. na území příslušejícím k povodí řeky Oslavy. Jde o vývěry prosté podzemní vody, které jsou počínaje roky 1958-1959 pravidelně měřeny pracovníky střediska Hydrometeorologického ústavu v Brně. Údaje z počátečního období pozorování nejsou vždy úplné, a proto k nim nebylo prozatím přihlédnuto. Ke zpracování bylo vybráno desetiletí 1961—1970, v němž bylo možno porovnávat vydatnosti pramenů s odtokovými poměry na horním toku řeky Oslavy, kde jsou známy údaje o průtocích teprve od dubna roku 1961, tj. po delším přerušení pozorování v době mezi zrušením vodočetné stanice v Olši a zřízením nové stanice v Dolních Borech. Přehled zpracovaných pramenů je uveden v tab. 1.

Tab. 1. Seznam pramenů u Arnolce (upraveno podle Hydrologických poměrů ČSSR, 2. díl, 1967; 500)

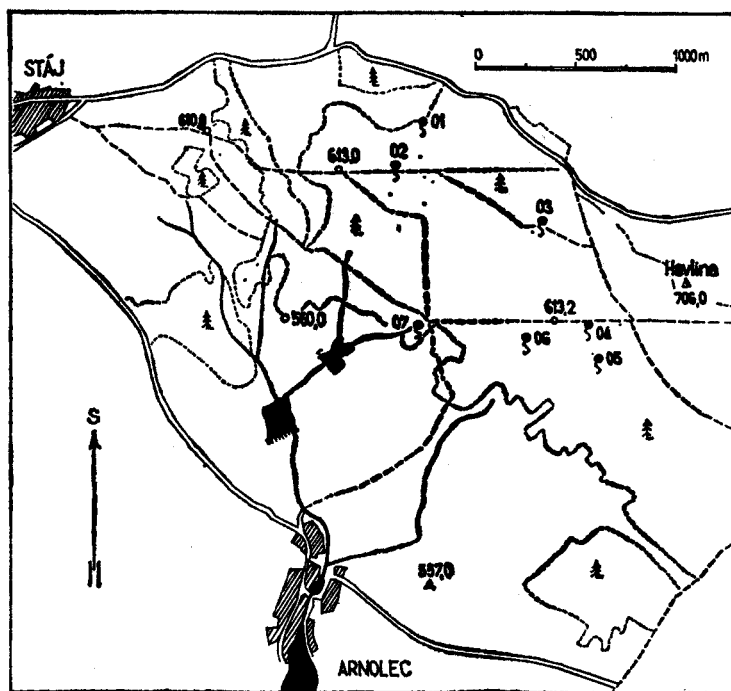
Číslo pramene	Název pramene	Zeměpisná		Nadm. výška m	Měřen od
		délka	šířka		
01	Arnolecká hora 1	15°50'15"	49°26'50"	647	3. 5. 1959
02	Arnolecká hora 2	15°50'20"	49°26'50"	638	5. 7. 1959
03	U lípy	15°49'50"	49°27'25"	642	7. 6. 1959
04	U hospodářky	15°45'00"	49°28'00"	605	3. 8. 1958
05	Pod Trojicí	15°45'00"	49°28'00"	605	3. 8. 1958
06	Na vrších	15°45'00"	49°28'00"	593	3. 8. 1958
07	Havlíkova studánka	15°49'40"	49°27'20"	568	3. 5. 1959

MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
STŘEDNÍ KNIHOVNA
PŘÍR. Č. ÚK 390/05 SIGNATURA ÚK
3145 323 313 Sc Geog. - 1972
ÚK - sklad
PŘÍR. Č. ÚK SIGNATURA DK

2. FYZICKO-GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA

Území pramenních vývěřů u Arnolce je součástí pramenné oblasti říčky Balinky, pravostranného přítoku řeky Oslavy. Poznání zákonitostí průměrných změn vydatností pramenů proto úzce souvisí i s otázkou charakteristických změn podílu podzemních vod na celkovém průtoku v řečišti Balinky a případně i v říčních korytech dalších přítoků a zdrojnic řeky Oslavy.

Studované prameny vyvěrají na svahu (nebo při jeho nezřetelném úpatí), jímž mírně zvlněný povrch území u Arnolce (nadm. výška přibližně 550–560 m) přechází do zalesněného vyvýšeného terénního pásma, táhnoucího se severně od Arnolce a Měřína. Toto vyvýšené pásmo se podobá dosti výraznému hřbetu se zarovnaným povrchem, který svými kulminačními body přesahuje nadm. výšku 700 m. Prochází po něm rozvodnice, oddělující horní část dílčího povodí Balinky od plošinatého území v horní části povodí řeky Oslavy v okolí Bohdalova a Radostína.



- 01 Arnolecká hora 1
- 02 Arnolecká hora 2
- 03 U lípy

- 04 U hospodářky
- 05 Pod Trojicí
- 06 Na vrších
- 07 Havlíkova st.

Obr. 1. Situace pramenů v okolí Arnolce

Vyvýšené terénní pásmo a tedy i nejbližší okolí studovaných pramenů je složeno převážně z biotitických pararul až migmatitů s úzkými polohami amfibolitů. Jde tedy o horniny krystalinika Českomoravské vrchoviny, jež jsou propustné převážně jen podle puklin, které však bývají v rulách i jiných krystalických břidlicích jen slabě propustné. Přímou na povrch vystupují tyto krystalické horniny ve studované oblasti jen zřídka. Většinou jsou zakryty zvětralínami (na plošinatých částech území) nebo svahovými uloženinami o poměrně malé mocnosti. Zvětraliny jsou svým zrnitostním složením často blízké písčitém hlínám až hlinitým pískům a jsou proto schopny zadržet určitou část srážkové či tavné vody ze sněhu, která pak může přecházet do puklin (event. i jiných ploch dělitelnosti) skalního podloží. Zrnitostní složení svahových uloženin (deluvií) je proměnlivější, a proto i v jejich propustnosti a retenční schopnosti jsou větší rozdíly než u zvětralin. U deluvií převážně hlinité povahy proto předpokládáme jen velmi malou propustnost, která se zvětšuje postupně přes deluvia s převahou písčitých frakcí a dosahuje nejvyšších hodnot u kamenitých sutí. Eluvia i dostatečně propustná deluvia jsou však nejen recipientem srážkových vod a vody ze sněhové pokrývky, ale zprostředkovávají i odvodňování pásma povrchového rozpojení puklin nebo i hlubších puklinových oběhů (J. Chrobok, 1970; 67).

Podle mapy klimatických oblastí ČSSR (E. Quitt, 1971; 7—20) patří území v okolí Arnolce do „mírně teplé oblasti“. Z klimatických charakteristik této oblasti vyjímáme: průměrná lednová teplota je -3 až -4 °C, průměrná teplota v červenci 16 až 17 °C, počet dnů se srážkami 1 mm a více činí 110 až 120, srážkový úhrn ve vegetačním období je 350—450 mm, v zimním období 250—300 mm a počet dní se sněhovou pokrývkou činí 60—100.

Nejbližší klimatická stanice s dlouhodobým pozorováním je v Bohdalově, přibližně 7 km SV od Arnolce (nadm. výška 580 m). Průměrný srážkový úhrn za období 1931—1960 zde dosahuje 638 mm. V průměrném ročním rozdělení připadá nejvíce srážek na letní období (maximum v červenci 94 mm). Pak dochází k celkovému poklesu průměrných srážkových úhrnů během podzimu a v zimních měsících. Nejmenší srážkový úhrn má v dlouhodobém průměru březen (34 mm). Sněhová pokrývka dosahuje průměrné výšky zhruba 30 cm. Průměrná roční teplota vzduchu (1901—1950) je v Bohdalově 6,1 °C. Průměrná doba nástupu průměrné denní teploty $T \geq 0$ °C připadá na 8. březen a její průměrné trvání činí 264 dní (viz „Podnebí ČSSR“, 1960; 26, 137).

3. REŽIM VYDATNOSTÍ PRAMENŮ

3.1 POZNÁMKY KE ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ POZOROVÁNÍ

Pravidelným pozorováním pramenů v týdenních intervalech byly získány soubory hodnot týdenních vydatností pramenů. Tyto statistické soubory, převzaté od střediska HMÚ v Brně za desetiletí 1961—1970, byly pak dále zpracovány metodami matematické statistiky. Byly stanoveny průměrné hodnoty (roční a desetileté průměry), extrémní vydatnosti, nejčastěji se vyskytující hodnoty vydatností a další charakteristiky, vyjádřené určitým průměrným překročením týdenních vydatností. Dále byly vypočteny některé charakteristiky proměnlivosti (variability) týdenních vydatností pramenů, jako variační rozpětí, míra rozkolísanosti, směrodatná odchylka a variační koeficient. Stručně bylo posouzeno i trvání výjimečných vydatností, tj. hodnot, charakterizovaných vysokým a nízkým procentem překročení.

Při statistickém zpracování značně rozsáhlých statistických souborů, reprezentovaných týdnenními vydatnostmi pramenů za desetiletí, bylo využito početní metodiky založené na skupinovém rozdělení četností. Příslušné metody a vzorce je možno najít v četných publikacích z oboru hydrologie, klimatologie nebo matematické statistiky (O. Dub, 1957; 29—68, O. Dub, J. Němec a kol., 1969; 27—85, M. Nosek, 1954; 9—130, R. Reisenauer, 1965; 9—50 aj.).

K hodnotám vydatností charakterizovaným určitým průměrným překročením (viz odst. 3.4) je třeba podotknout, že byly odvozeny z čar překročení (obr. 5 a 6), sestrojených podle kumulovaných četností týdnenních vydatností.

Míra rozkolísanosti (r) byla pak určována podle R. Netopila (1964; 7—12) jako poměr

$$r = \frac{Q_{10\%}}{Q_{90\%}},$$

kde $Q_{10\%}$ = vydatnost s průměrným 10tiprocentním překročením

$Q_{90\%}$ = vydatnost s průměrným 90tiprocentním překročením.

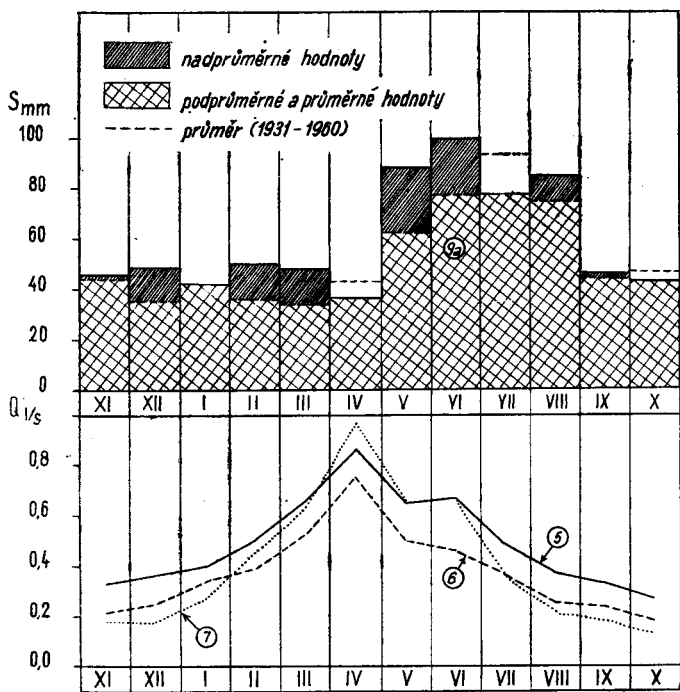
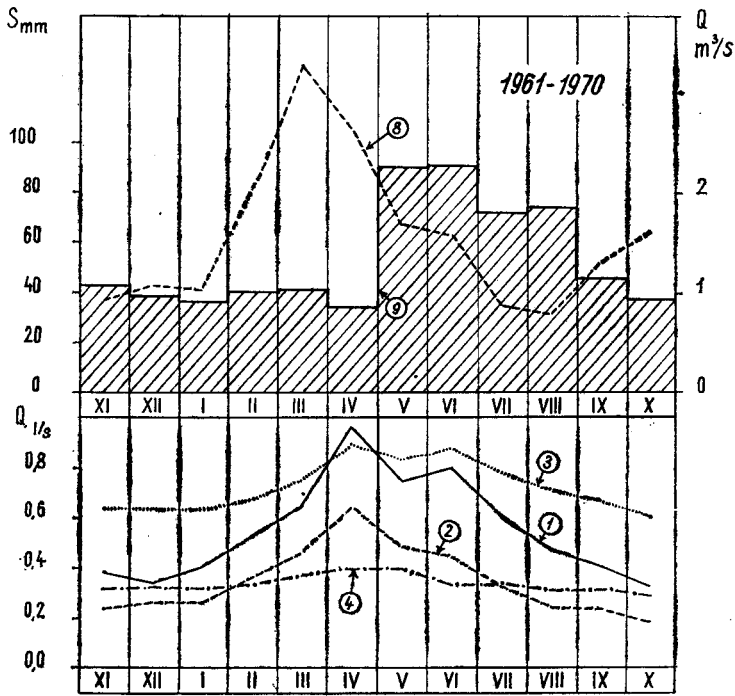
3.2 PRŮMĚRNÉ VYDATNOSTI PRAMENŮ

K posouzení charakteristického průběhu vydatností pramenů v průměrném hydrologickém roce studovaného období byly vypočteny *průměrné měsíční vydatnost* za desetiletí 1961—1970, jež jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2. Průměrné měsíční vydatnosti pramenů (v l/s)
a průměrné měs. průtoky v Dol. Borech (m³/s) za období 1961—1970

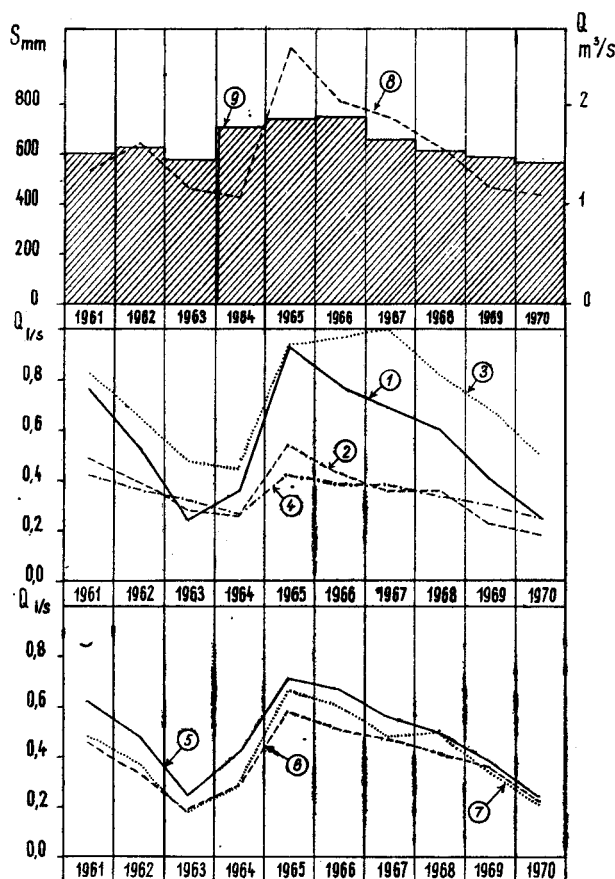
Měs. Pramen	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
01	0,38	0,34	0,40	0,53	0,65	0,96	0,75	0,80	0,61	0,48	0,41	0,33
02	0,24	0,26	0,27	0,36	0,47	0,65	0,49	0,45	0,33	0,25	0,24	0,19
03	0,33	0,37	0,40	0,50	0,66	0,86	0,65	0,67	0,48	0,37	0,33	0,27
04	0,22	0,26	0,32	0,40	0,53	0,75	0,50	0,46	0,37	0,26	0,23	0,18
05	0,18	0,18	0,27	0,46	0,63	0,96	0,65	0,67	0,36	0,21	0,18	0,13
06	0,64	0,64	0,64	0,68	0,75	0,90	0,84	0,88	0,79	0,72	0,67	0,61
07	0,32	0,33	0,32	0,34	0,38	0,40	0,40	0,34	0,34	0,32	0,32	0,30
Dolní Bory	0,91	1,08	1,04	2,02	3,25	2,65	1,68	1,58	0,89	0,80	1,06	1,63

Pro větší názornost byly desetileté měsíční průměry vyneseny do grafu (obr. 2 a 3), z něhož snadno odvodíme, že nejvyšší průměrné vydatnosti připadají na duben, ojediněle na květen. Obdobím nejmenších vydatností jsou podzimní a zimní měsíce — říjen, listopad a prosinec. Velmi nízké vydatnosti se vyskytují však již v září a trvají ještě v lednu. Vzestup průměrných měsíčních vydatností od zimního období k nejvyšším hodnotám jarních měsíců je zpravidla rychlejší než pokles průměrných vydatností během letních měsíců k nízkým vydatnostem podzimního a zimního období. V červnu je možno u většiny pramenů pozorovat přechodné zvýšení vydatností (nezřetelné podružné průměrné maximum).



Obr. 2 a 3. Průměrné měsíční vydatnosti pramenů, průměrné měsíční průtoky a průměrné měsíční srážkové úhrny za desetiletí 1961—1970.

Vysvětlivky: 1 — pramen Arnolecká hora 1, 2 — pramen Arnolecká hora 2, 3 — pramen Na vrších, 4 — pramen Havlíkova studánka, 5 — pramen U lípy, 6 — pramen U hospodářky, 7 — pramen Pod Trojicí, 8 — prům. měs. průtoky v Dol. Borech, 9 — prům. měs. srážky v Měříně, 9a — prům. měs. srážky v Bohdalově



Obr. 4. Roční vydatnosti pramenů, roční průtoky v Dol. Borech a roční srážkové úhrny v Měříně za desetiletí 1961—1970

Vysvětlivky: 1 — pramen Arnolecká hora 1, 2 — pramen Arnolecká hora 2, 3 — pramen Na vrších, 4 — pramen Havlíkova studánka, 5 — pramen U lípy, 6 — pramen U hospodářky, 7 — pramen pod Trojicí, 8 — roční průtoky v Dol. Borech, 9 — roční srážkové úhrny v Měříně.

V průměrném ročním chodu vydatností pramenů u Arnolce pozorujeme důsledky klimatických vlivů, projevujících se jak při oceánickém tak i kontinentálním typu kolísání zásob podzemních vod (srovn. A. Thurner, 1967; 171—172). Podle předběžného návrhu hydrologické rajonizace ČSSR (R. Netopil, 1969; 7—14) i podle nověji vypracované regionalizace podzemních vod v Českých zemích (H. Kříž, 1971; 81—94), patří studovaná území podle průměrného ročního chodu vydatností pramenů do „oblasti se sezónním doplňováním zásob podzemních vod“.

Roční průměry, charakterizující celkové průměrné změny vydatností pramenů v průběhu desetiletí 1961—1970, jsou uvedeny jednak v tab. 3 a jednak jsou znázorněny na obr. 4. U všech pramenů je možno pozorovat celkový pokles vydatností od začátku pozorovacího období až do roku 1963 nebo 1964. Pak došlo k velmi výraznému zvětšení zásob podzemních vod, vyjádřenému největšími průměrnými vydat-

Tab. 3. Roční vydatnosti pramenů a desítileté průměry (l/s)

Rok Pramen	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1961–1970
01	0,76	0,53	0,25	0,36	0,92	0,78	0,69	0,60	0,40	0,25	0,55
02	0,49	0,40	0,28	0,26	0,54	0,43	0,36	0,36	0,23	0,18	0,35
03	0,62	0,48	0,25	0,41	0,71	0,67	0,56	0,50	0,38	0,24	0,49
04	0,46	0,34	0,19	0,29	0,58	0,51	0,47	0,41	0,35	0,22	0,38
05	0,48	0,37	0,18	0,28	0,66	0,60	0,48	0,49	0,34	0,20	0,41
06	0,83	0,65	0,48	0,45	0,94	0,96	1,00	0,82	0,68	0,50	0,73
07	0,42	0,37	0,32	0,27	0,42	0,39	0,38	0,34	0,30	0,25	0,34

nostmi, jež se u většiny pramenů vyskytly v roce 1965. Od tohoto roku pozorujeme (s výjimkou pramene Pod Trojicí (05), kde se zvýšené průměrné vydatnosti udržovaly až do roku 1967) postupný úbytek zásob podzemních vod, který trval až do roku 1970. V tomto roce poklesly průměrné vydatnosti až na hodnoty blízké průměrům z let 1963–1964.

Základní informaci o vydatnostech pramenů poskytují průměrné hodnoty, vypočítané za delší pozorovací období. Těmito hodnotami jsou v našem případě *desítileté průměry*, které jsou uvedeny společně s ročními vydatnostmi pramenů v tab. 3.

Průměrné vydatnosti pramenů, vypočtené za desítiletí 1961–1970 se pohybují většinou v poměrně úzkém rozmezí od 0,34 do 0,55 l/s. Horní mez tohoto rozpětí přesahuje pouze průměrná vydatnost pramene Na vrších (06), pro který byl vypočten desítiletý průměr 0,73 l/s. Desítiletým průměrům se nejvíce blížily průměrné vydatnosti většiny pramenů v rocích 1962 a 1968 (srovn. H. Kříž, 1970; 115).

Porovnáme-li průměrný chod vydatností pramenů s průměrnými měsíčními průtoky v Dol. Borech (nejbližší vodoměrná stanice na horním toku Oslavy) zjistíme, že maximum průměrných vydatností pramenů se zpožďuje přibližně o jeden měsíc za maximum průměrných průtoků (největší průměrné vydatnosti připadají na duben, nejvyšší průměrné průtoky na březen). Další podstatný rozdíl zjišťujeme v letním a podzimním období. Na rozdíl od průměrných měsíčních vydatností pramenů je průměrný pokles vodnosti povrchových toků největší v červenci a v srpnu. V následujících měsících, tj. v září a zejména v říjnu, pozorujeme postupné narůstání průměrných měsíčních průtoků, které se u desítiletých průměrných vydatností neprojevovalo. Změny ročních vydatností většiny pramenů jsou velmi podobné změnám ročních průtoků na horním toku řeky Oslavy.

3.3 EXTRÉM NÍ VYDATNOSTI

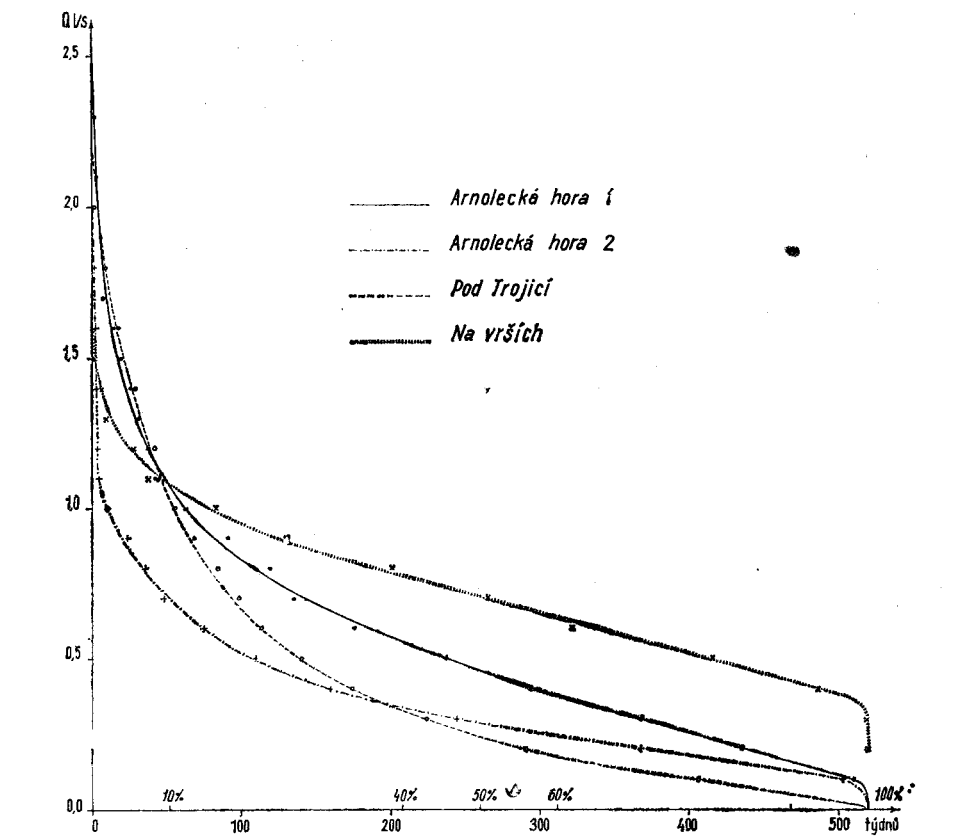
Extrémní hodnoty vydatnosti pramenů, jež byly změřeny v týdenních intervalech během desítiletí 1961–1970, se mohou poněkud lišit od skutečných maximálních a minimálních hodnot, neboť některé z těchto extrémních vydatností se mohly vyskytnout v intervalu mezi dvěma za sebou následujícími měřeními. To platí zejména o maximálních hodnotách, jež se vyznačují větší dynamikou chodu než hodnoty minimální (srovn. V. Kříž, V. Zelený, 1967; 73–82). U extrémních hodnot byla zjišťována i doba jejich výskytu, která je společně s nimi uvedena v tab. 4.

Maximální vydatnosti (*absolutní maxima*) značně převyšují průměrné hodnoty a v našem případě se od nich liší o 124 až 462 %. *Absolutní minima* představují 4,9 až 47 % průměrných vydatností za desítiletí 1961–1970.

Absolutní maxima vydatností se dostavila (podobně jako nejvyšší měsíční průměry) téměř výhradně v roce 1965. Výjimkou byl pramen Pod Trojicí (05), kde bylo zaznamenáno absolutní maximum až v roce 1968, kdy již nastával u ostatních pra-

Tab. 4. Extrémní vydatnosti pramenů (v l/s) a doba jejich výskytu v období 1961—1970

Pramen	Vydatnost		Rok výskytu		Měsíc výskytu	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
01	2,46	0,04	1965	1970	IV	II
02	1,97	0,05	1965	1970	III	III
03	2,46	0,03	1965	1970	III	III
04	1,97	0,03	1965	1970	III	II—III
05	2,14	0,02	1968	1970	III	III
06	1,64	0,32	1965	1964	VI	III
07	0,98	0,16	1965	1964	III	X

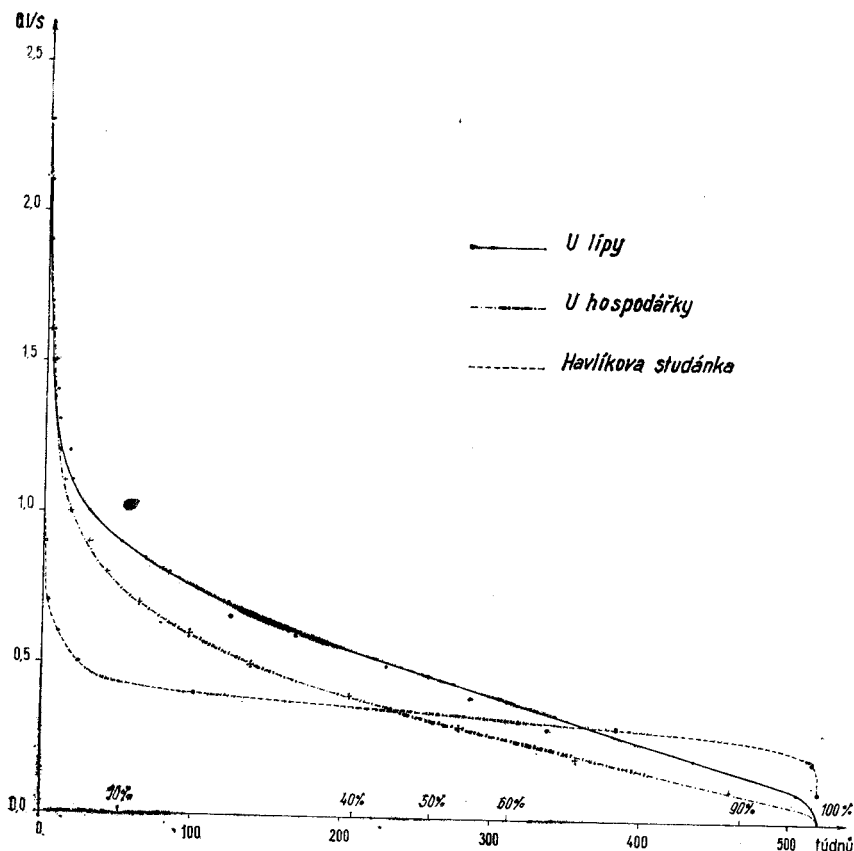


Obr. 5. Překročení týdenních vydatností pramenů: Arnolecká hora 1, Arnolecká hora 2, Pod Trojicí, Na vrších. Období 1961—1970.

menů celkový pokles vydatností. Maximální vydatnosti z roku 1965 se však i u tohoto pramene velmi blížily k absolutnímu maximu z roku 1968.

Absolutní minima byla naměřena u většiny pramenů v roce 1970 a ve dvou případech v roce 1964. Hodnoty velmi blízké absolutnímu minimu se kromě uvedených roků vyskytly i v roce 1963.

V ročním chodu připadají absolutní maxima většinou na konec zimního a začátek jarního období (III—IV). Absolutní minima pak většinou na konec zimy (únor — první polovina března).



Obr. 6. Překročení tý denních vydatností pramenů: U lípy, U hospodářky, Havlíkova studánka. Období 1961—1970.

3.4 NEJČASTĚJI SE VYSKYTUJÍCÍ HODNOTY A DALŠÍ CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY VYDATNOSTÍ

Hodnoty vydatností, jež se během studovaného desetiletí vyskytovaly nejčastěji (*modální hodnoty*), jsou uvedeny v tab. 6. Další charakteristické hodnoty byly odvozeny z čar překročení týdenních vydatností studovaných pramenů (obr. 5 a 6). Jde o vydatnosti charakterizované 10, 40, 50, 60 a 90típrocentním překročením tj

o hodnoty překročené průměrně po dobu 52, 208, 260, 312 a 468 týdnů ve studovaném desítiletí. Využijeme-li klasifikaci, kterou sestavil R. Netopil (1959, 545) pro posuzování týdenních stavů hladiny podzemní vody, můžeme vydatnosti studovaných pramenů podle procenta jejich překročení charakterizovat takto:

Tab. 5. Klasifikace týdenních vydatností pramenů podle jejich průměrného překročení

Překročení v %	Označení vydatností	Zkrácené označení
0—10	mimořádně vysoké	MV
11—40	vysoké	V
41—60	průměrné	P
61—90	nízké	N
91—100	mimořádně nízké	MN

Vydatnosti pramenů charakterizované příslušným průměrným překročením uvádíme v tab. 6. Hodnota překročená z 50ti procent se označuje jako *medián* ($\tilde{x}$). Hodnotou mediánu se někdy nahrazuje aritmetický průměr neboť není, na rozdíl od průměru, ovlivňován krajními, zřídka se vyskytujícími a někdy i nepřesně změřenými hodnotami. Porovnáme-li desítileté průměry ($\bar{x}$) s mediánem a modem, zjistíme, že se od sebe většinou dosti liší (tab. 6). Výjimkou je pramen Havlíkova studánka (07), kde $\bar{x} = \tilde{x} = \hat{x}$. U ostatních pramenů pak platí, že $\bar{x} > \tilde{x} > \hat{x}$. Znamená to,

Tab. 6. Překročení týdenních vydatností pramenů, aritmetický průměr ($\bar{x}$), medián ($\tilde{x}$) a modus ($\hat{x}$)

Pramen	Překročení týdenních vydatností				$\bar{x}$	$\tilde{x}$	$\hat{x}$
	10 %	40 %	60 %	90 %			
Arnolecká hora 1	1,07	0,56	0,38	0,16	0,55	0,46	0,19
Arnolecká hora 2	0,70	0,34	0,24	0,13	0,35	0,28	0,19
U lípy	0,90	0,55	0,39	0,15	0,49	0,47	0,24
U hospodárky	0,75	0,39	0,26	0,09	0,38	0,32	0,16
Pod Trojicí	1,02	0,33	0,18	0,05	0,41	0,24	0,14
Na vrších	1,08	0,77	0,63	0,42	0,73	0,70	0,54
Havlíkova st.	0,43	0,36	0,33	0,26	0,34	0,34	0,34

že týdenní vydatnosti studovaných pramenů (s výjimkou pramene Havlíkova studánka) představují statistické soubory s nesouměrným rozdělením četností (soubory jsou zešíkmeny doleva — pozitivní asymetrie). Týdenní vydatnosti pramene Havlíkova studánka se naproti tomu řídí zákonitostmi symetrického rozdělení, které je možno přirovnat k normálnímu (Gaussovu) rozdělení. Soubor měření vydatností pramene Havlíkova studánka by si vyžádal podrobnější analýzu za účelem zjištění příčin odlišné zákonitosti výskytu týdenních vydatností. Nelze vyloučit, že se zde mohly projevit i poněkud odlišné podmínky oběhu podzemní vody anebo i jiné vlivy, které zatím nemůžeme určit.

3.5 PROMĚNLIVOST TÝDENNÍCH VYDATNOSTÍ

Nejjednodušší a také nejméně dokonalou charakteristikou proměnlivosti týdenních vydatností pramenů je *variační rozpětí* (R), určené jako rozdíl mezních hodnot. Variační rozpětí může být ovlivněno náhodně a někdy i nepřesně změřenými maximálními a minimálními vydatnostmi pramenů. Proto byly vypočteny některé další charakteristiky, a to *míra rozkolísanosti* (r), *směrodatná odchylka* (s) a *variační koeficient* (C_v).

Směrodatná odchylka je mírou absolutní variability, ukazující rozptýlení týdenních vydatností kolem aritmetického průměru. Variační koeficient je naproti tomu ukazatelem relativní proměnlivosti, umožňujícím vzájemné porovnání jednotlivých pramenů. Hodnoty míry rozkolísanosti jsou v určitém souladu s variačním koeficientem. Podle R. Netopila (1964; 7—12) můžeme, s přihlédnutím k hodnotám míry rozkolísanosti, označit pramen Pod Trojicí jako mimořádně nevyrovnaný, pramen U hospodářky jako málo vyrovnaný a prameny Arnolecká hora 1 a Arnolecká hora 2 jako průměrně vyrovnané. K pramenům nejméně rozkolísaným pak patří Na vrších (značně vyrovnaný) a Havlíkova studánka (mimořádně vyrovnaný).

Tab. 7. Variační rozpětí (R), míra rozkolísanosti (r), směrodatná odchylka (s) a variační koeficient (C_v)

Pramen	R (l/s)	r (l/s)	s (l/s)	C_v (%)
Arnolecká hora 1	2,42	6,70	0,40	73
Arnolecká hora 2	1,92	5,40	0,25	71
U lípy	2,43	6,00	0,32	65
U hospodářky	1,94	8,30	0,30	79
Pod Trojicí	2,12	20,40	0,42	102
Na vrších	1,32	2,57	0,26	34
Havlíkova studánka	0,82	1,65	0,10	29

3.5 DOBA TRVÁNÍ MIMOŘÁDNĚ VYSOKÝCH A MIMOŘÁDNĚ NÍZKÝCH VYDATNOSTÍ

Mimořádně vysoké vydatnosti (tj. vydatnosti odpovídající hodnotám s 10ti procentním překročením a vyšším) se vyskytovaly nejčastěji v roce 1965. Dostí často byly dostupeny nebo i překročeny v rocích 1966, 1967 a u některých pramenů i v roce 1968 (U hospodářky, U lípy, Arnolecká hora 1, Arnolecká hora 2). Po nejdelší dobu se udržovaly MV-vydatnosti všech pramenů v hydrologickém roce 1965, kdy trvaly po dobu 9 až 19 týdnů. Nejdelší souvislé trvání MV-vydatností bylo zaznamenáno u pramene Na vrších (19 týdnů). MV-vydatnosti nebyly u většiny pramenů dostupeny v rocích 1963, 1964 a 1970. U některých pramenů (Na vrších, Havlíkova studánka) i v rocích 1962 a 1969.

Mimořádně nízké vydatnosti, odpovídající hodnotám charakterizovaným 90tiprocentním překročením, byly zjištěny u většiny pramenů v roce 1970. Často se vyskytly i v rocích 1963, 1964 a v některých případech i v roce 1969. Nejdelší doba jejich celkového trvání byla 13 až 36 týdnů (v roce 1970). Je možno předpokládat, že bez přerušení trvaly MN-vydatnosti nejdéle u pramene Na vrších (24 týdnů).

Mimořádně nízké vydatnosti byly trvale překročeny (u všech pramenů) v roce 1965, u většiny pramenů pak kromě tohoto roku ještě v rocích 1961, 1962, 1968 a u některých pramenů v roce 1966, 1967 a 1969.

Tab. 8. Předpokládaná doba trvání mimořádně vysokých vydatností v období 1961—1970

Pramen	Nejdelší doba trvání (v týdnech)				Nedostoupeny v roce
	celkově	rok	souvisle	rok	
Arnolecká hora 1	18	1965	16	1965	1963, 1964
Arnolecká hora 2	14	1965	14	1965	1963, 1964
U lípy	9	1965	5	1967—1968	—
U hospodářky	10	1965	6	1967	1963
Pod Trojicí	15	1965	15	1965	1963, 1970
Na vrších	19	1965	19	1965	1962, 1963 1964, 1970

Tab. 9. Předpokládaná doba trvání mimořádně nízkých vydatností v období 1961—1970

Pramen	Nejdelší doba trvání (v týdnech)				Trvale překročeny v roce
	celkově	rok	souvisle	rok	
Arnolecká hora 1	19	1970	16	1963	1961—1962 1965—1968
Arnolecká hora 2	17	1970		1970	1961—1962 1965—1968
U lípy	22	1970	22	1970	1961, 1965—1968
U hospodářky	21	1970	21	1970	1965—1968
Pod Trojicí	13	1970	13	1970	1961—1962 1965—1969
Na vrších	24	1964	24	1964	1961—1962 1965—1969
Havlíkova st.	36	1970	21	1970	1961—1962 1965—1968

4. SRÁŽKOVÉ POMĚRY A REPREZENTATIVNOST DESÍTILETÍ 1961—1970

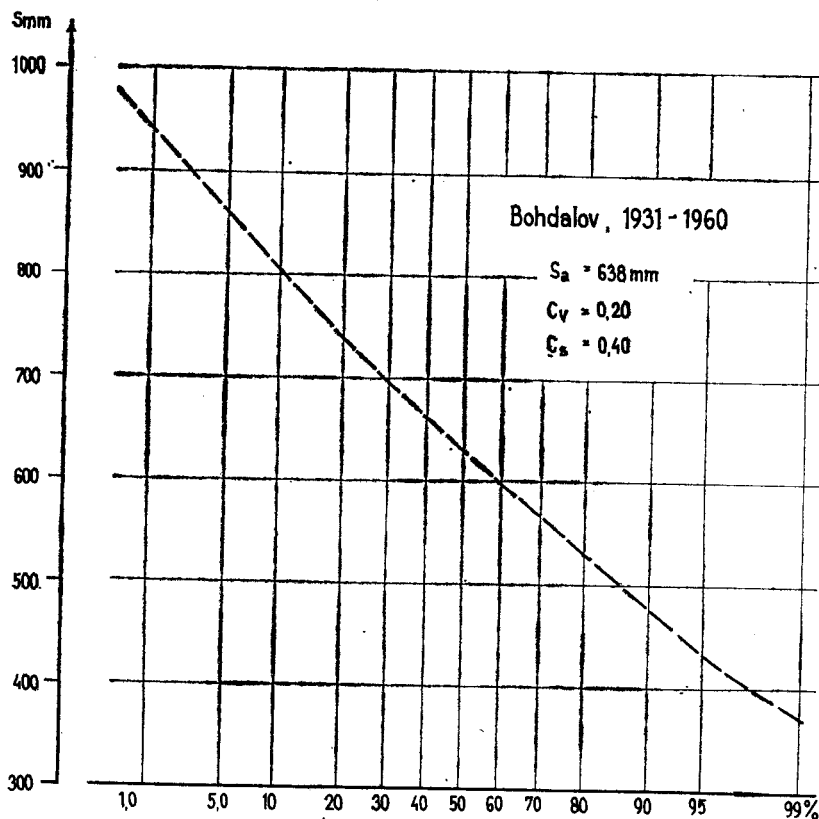
Rozdělení srážkových úhrnů v průměrném hydrologickém roce desíletí 1961 až 1970 není shodné s rozdělením v dlouhodobém průměru, jež bylo vypočteno pro třicetileté reprezentativní období 1931—1960 (podle materiálu HMÚ pro Bohdalog). Podle propočtů, vztahujících se k desíletí 1961—1970, se vyskytly největší srážkové úhrny ve studované oblasti průměrně v květnu a v červnu, nejmenší srážkový úhrn pak připadl na duben. V dlouhodobém průměru připadá nejvíce srážek na červenec, nejmeně na březen. Většina hydrologických roků studovaného desíletí měla srážkové úhrny větší než třicetiletý průměr (odst. 2). Výrazně převyšovaly tento dlouhodobý průměr (normál) srážkové úhrny v rocích 1965, 1966 a 1967. Pod hodnotu normálu

poklesl srážkový úhrn pouze v hydrologickém roce 1969. V ostatních hydrologických rocích nebyly rozdíly vzhledem k normálu příliš velké a nejvíce se mu blížily srážkové úhrny roků 1963 a 1970.

Podle procenta pravděpodobnosti překročení ročních srážkových úhrnů v Bohdalově (viz obr. 7) je možno srážkově nadprůměrné roky 1965, 1966 a 1967 klasifikovat (podle R. Netopila, 1959; 433) jako mimořádně vlhké. Výrazně podprůměrný rok 1969 byl pak rokem suchým. Zbývající roky lze pak klasifikovat jako vlhké s výjimkou roku 1963, který byl podle citované klasifikace rokem průměrným. Ve studo

Tab. 10. Roční srážkové úhrny v Bohdalově (S v mm) v desetiletí 1961—1970 a jejich vyjádření v % normálu (1931—60)

Rok	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1961 1970
S mm	683	696	645	711	812	845	814	712	556	673	715
% normálu	107	109	101	111	127	132	128	112	87	106	112



Obr. 7. Pravděpodobnost překročení ročních srážkových úhrnů v Bohdalově. Období 1931—1960.

vaném desetiletí se nevyskytl tedy ani jeden mimořádně suchý rok, který by byl protějškem mimořádně vlhkých roků 1965, 1966 a 1967.

Dospíváme k závěru, že posuzované období nebylo zcela reprezentativní ani z hlediska průměrného ročního rozdělení srážek (i když v některých měsících nebyly rozdíly příliš velké) a ani podle množství srážek, připadajících na jednotlivé hydrologické roky. Nerovnoměrné zastoupení různě velkých ročních srážkových úhrnů se projevuje i v nevyváženém vlhkostním charakteru studovaných hydrologických roků. Převaha srážkově nadprůměrných roků a zejména výskyt tří mimořádně vlhkých roků se odráží i v hodnotě desetiletého srážkového průměru, který byl vyšší než normál.

Tab. 11. Průměrné měsíční srážkové úhrny v Bohdalově

A. období 1931—1960

B. období 1961—1970

Měsíce	XI	XII	I	II	III	IV	Rok
	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Úhrny podle A.	44	35	42	36	34	43	638
	63	78	94	76	45	48	
Úhrny podle B.	46	49	42	50	48	37	715
	88	100	78	85	47	44	

Výrazně nadprůměrné srážkové úhrny z května a června desetiletí 1961—1970 je možno klást do souvislosti s přechodným zvýšením průměrných měsíčních vydatností, jež byly u většiny pramenů pozorovány v červnu (tzv. průměrné podružné maximum). Největší průměrné měsíční vydatnosti, jak již bylo uvedeno v odst. 3.2, připadají na duben, který byl v desetiletí 1961—1970 srážkově nejchudší. Zde se ukazuje velký význam vody z roztávající sněhové pokrývky při doplňování zásob podzemních vod. Zároveň je možno poukázat na negativní vliv výparu v letních měsících, kdy i při dosti vysokých srážkových úhrnech dochází k celkovému úbytku zásob podzemních vod. Jejich odčerpávání nebo i nedokonalé doplňování je v tomto období ovlivňováno i vegetací a mnohdy i přívalovým charakterem srážek, při nichž značná část dešťové vody rychle stéká povrchově do říční sítě, aniž by se mohla vsáknout do půdních vrstev a odtud přejít k puklinovým podzemním vodám.

Porovnání ročních srážkových úhrnů s ročními vydatnostmi pramenů ve studovaném desetiletí ukazuje, že roční změny zásob podzemních vod jen přibližně souhlasí s úhrnným množstvím srážek v jednotlivých hydrologických rocích (obr. 4). Tato závislost je zřetelně porušena ve srážkově nepatrně nadnormálním roce 1970, kdy dosáhly průměrné vydatnosti pramenů velmi nízkých hodnot a kdy se u většiny pramenů dostavila absolutní minima. Značně snížený stav zásob podzemních vod v tomto roce zřejmě úzce souvisí s podprůměrným množstvím srážek v předcházejícím hydrologickém roce 1969 a s rozdělením srážek v průběhu roku 1970. Určitou obdobou, avšak v opačném smyslu, je rok 1961, v němž došlo ke zvýšení vydatností pramenů, což bylo zřejmě ovlivněno mimořádnou vlhkostí předchozího hydrologického roku 1960 (878 mm srážek v Bohdalově). K posouzení podmínek tvoření

a doplňování zásob podzemních vod by proto byl jistě nutný vlhkostní rozbor i podstatně kratších období než je hydrologický rok. Dále by bylo třeba přihlídnout i k jiným fyzikogeografickým činitelům, čímž by se však práce rozrostla a přesáhla rámec této stručně pojaté studie.

5. ZÁVĚR

Rozbor vydatností pramenů u Arnolce na Českomoravské vrchovině, vztahující se k desetiletí 1961—1970, potvrdil známý předpoklad značné závislosti zásob podzemních vod ve studované oblasti na klimatických prvcích. Z toho vyvozujeme, že jde o podzemní vodu s nepříliš hlubokým oběhem, který se uskutečňuje, jak plyne z geologického složení území, hlavně v puklinách skalního podloží a v pásmu povrchového rozvolnění hornin. Puklinový oběh podzemních vod úzce navazuje na nadložní zvětraliny a svahové uloženiny.

Hlavním zdrojem doplňování zásob podzemních vod je voda dešťová a voda z tajícího sněhu. Rozdělení srážek v průběhu hydrologického roku (podle desetiletých i dlouhodobých průměrů) je z hlediska vyživování zásob podzemních vod málo příznivé. Většina srážek připadá na teplé pololetí a značná část jich spadne v létě, kdy je největší výpar a značná část vody je odebírána vegetací. Zvýšené letní srážkové úhrny jsou kromě toho často výsledkem náhlých přívalových dešťů, při nichž, zejména v členitějších územích, k nimž patří i studovaná oblast, značný díl dešťové vody rychle stéká do říčních koryt, aniž by se mohl vsáknout do půdních vrstev a zvětšit zásoby podzemních vod. V chladném pololetí hydrologického roku je velmi důležitým zdrojem napájení pramenů voda z tajícího sněhu. To se projevuje v desetiletých průměrech rychlým vzestupem vydatností pramenů ve srážkově chudém období, tj. v březnu a v dubnu. Na duben, který měl v desetiletí 1961—1970 nejmenší průměrné množství srážek, připadají největší průměrné vydatnosti pramenů. S nejmenšími vydatnostmi pramenů, jež ukazují na velmi nízké stavy zásob podzemních vod, se setkáváme na podzim a v zimě (především v prosinci a lednu). V zimním období předpokládáme trvalejší přerušení doplňování zásob podzemních vod v důsledku promrznutí půdy a změny skupenství atmosférických srážek.

Roční vydatnosti pramenů jsou do určité míry závislé na úhrnném množství atmosférických srážek v jednotlivých hydrologických rocích. Závislost však není jednoduchá a záleží na řadě dalších okolností, jimiž jsme se v rámci této studie nemohl podrobněji zabývat. Desetiletým průměrům se pak nejvíce blížily (u většiny pramenů) roční vydatnosti z let 1962 a 1968.

Extrémní vydatnosti se značně liší od průměrných hodnot. U maximálních vydatností činí tento rozdíl 124—462 %, absolutní minima představují 4,9 až 47 % desetiletých průměrů.

Dále jsme vypočetli hodnoty s největší četností výskytu (modus), zabývali jsme se proměnlivostí týdenních vydatností a stanovili jsme i vydatnosti charakterizované určitým průměrným překročením. Mimořádně vysoké a mimořádně nízké vydatnosti jsme pak posoudili i z hlediska jejich trvání (viz. odst. 3.4, 3.5 a 3.6).

Poznatky o režimu podzemních vod, k nimž jsme dospěli, poskytují zároveň základní představu o průměrných změnách podzemního odtoku ve vztahu k napájení vodních toků podzemní vodou.

Podle průměrného chodu vydatností pramenů je možno předpokládat, že podzemní odtok ve studované oblasti vzrůstá na přechodu mezi zimním a jarním obdobím a dosahuje nejvyšších hodnot průměrně v dubnu. Pak následuje celkový pokles

absolutních hodnot podzemního odtoku. Nejnižší jsou tyto hodnoty pravděpodobně v zimě. Na říčním odtoku se naproti tomu podílejí podzemní vody největší měrou (míněno v relativních hodnotách) v obdobích malé vodnosti řek, tj. hlavně koncem léta, začátkem podzimu a v zimě. Nejmenší podíly podzemních vod na celkovém říčním odtoku je pak možno očekávat průměrně v březnu, kdy je vodnost povrchových toků ve studované oblasti největší a kdy ještě nedosahují průměrné vydatnosti pramenů maximálních hodnot.

Porovnání průměrných měsíčních vydatností pramenů s průměrným ročním chodem průtoků (podle údajů pro Oslavu v Dol. Borech) potvrdilo, že podzemní vody jsou i přes značnou variabilitu týdenních vydatností některých pramenů, mnohem stálejším zdrojem vodnosti řek než povrchový odtok, který podléhá náhlým sezónním nebo i velmi krátkodobým výkyvům.

Dosavadní výsledky, týkající se režimu podzemních vod ve studované oblasti, se vztahují, stejně jako úvahy o podzemním odtoku, k desetiletí 1961—1970. Toto období nebylo srážkově zcela reprezentativní. Případné opravy některých údajů umožní dlouhodobé pozorování vydatností pramenů, jež zatím nebylo k dispozici. Lze usuzovat, že tyto opravy nebudou podstatné.

SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH PODKLADŮ

- Dub O. (1957): Hydrológia, hydrografia, hydrometria, Bratislava
 Dub O., Němec J. a kol. (1969): Hydrologie, Praha.
 Chrobok J. (1970): Přehled hydrogeologických poměrů a chemismus podzemních vod krystalika v jihlavském okolí. Ročenka geol. sekce np. GEOTEST, Brno.
 Kříž H. (1970): Režim podzemních vod v Českých zemích v hydrologickém roce 1968. Sbor. Čs. spol. zeměpisné, čís. 2, Praha.
 Kříž H. (1971): Regionalizace podzemních vod na území ČSR. Sbor. Čs. spol. zeměp., č. 2, Praha.
 Kříž V., Zelený V. (1967): Vliv četnosti pozorování na statistické zhodnocení vydatnosti pramene. Sbor. prací HMÚ, sv. 10, Praha.
 Netopil R. (1959): Režim podzemní vody na území profilu PHP 4 Horní Moštěnice, Práce brněnské základny ČSAV roč. XXXI, čís. 9, Praha.
 Netopil R. (1964): K problému hydrologického rajonování území ČSSR podle režimu podzemních vod. Sbor. Čs. spol. zeměpisné, č. 1, Praha.
 Nosek M. (1954): Praktická klimatologie, Praha.
 Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studie geographica GÚ ČSAV, sv. 16, Brno.
 Reisenauer R. (1965): Metody matematické statistiky, Praha.
 Thurner A. (1967): Hydrogeologie, Wien-New York.
 Podnebí ČSSR — tabulky. Hydrometeorologický ústav Praha, 1960. Hydrologické poměry ČSSR, 2. díl, HMÚ Praha 1967.
 Údaje o vydatnostech pramenů, denních průtocích v Dol. Borech a o atmosférických srážkách v Bohdalově a Měříně byly převzaty z nepublikovaného archivního materiálu HMÚ v Brně.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Situace pramenů v okolí Arnolee

Obr. 2—3. Průměrné měsíční vydatnosti pramenů, průměrné měsíční průtoky a průměrné měsíční srážkové úhrny za desetiletí 1961—1970.

Vysvětlivky: 1 — pramen Arnolecká hora 1, 2 — pramen Arnolecká hora 2, 3 — pramen Na vrších, 4 — pramen Havlíkova studánka, 5 — pramen U lípy, 6 — pramen U hospodářky, 7 — pramen Pod Trojicí, 8 — prům. měs. průtoky v Dol. Borech, 9 — prům. měs. srážky v Měříně, 9a — prům. měs. srážky v Bohdalově.

Obr. 4. Roční vydatnosti pramenů, roční průtoky v Dol. Borech a roční srážkové úhrny v Měříně za desetiletí 1961—1970.

Vysvětlivky: 1 — pramen Arnolecká hora 1, 2 — pramen Arnolecká hora 2, 3 — pramen Na vrších, 4 — pramen Havlíkova studánka, 5 — pramen U lípy, 6 — pramen U hospodářky,

7 — прамени pod Trojicí, 8 — roční průtoky v Dol. Borech, 9 — roční srážkové úhrny v Měříně. Obr. 5. Překročení týdenních vydatností pramenů: Arnolecká hora 1, Arnolecká hora 2, Pod Trojicí, Na vrších. Období 1961—1970.

Obr. 6. Překročení týdenních vydatností pramenů: U lípy, U hospodářky, Havlíkova studánka. Období 1961—1970.

Obr. 7. Pravděpodobnost překročení ročních srážkových úhrnů v Bohdalově. Období 1931—1960.

DAS VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 1. Die Situation der Beobachtungsquellen in der Umgebung von Arnolec.

Abb. 2—3. Die monatlichen Mittelwerte der Quellenergiebigkeiten, die monatlichen Mittelwerte der Durchflussmengen und die monatlichen Mittelwerte der Niederschlagssummen in dem Jahrzehnt 1961—1970.

Erläuterungen: 1 — die Beobachtungsquelle „Arnolecká hora 1“, 2 — die Beobachtungsquelle „Arnolecká hora 2“, 3 — die Beobachtungsquelle „Na vrších“, 4 — die Beobachtungsquelle „Havlíkova studánka“, 5 — die Beobachtungsquelle „U lípy“, 6 — die Beobachtungsquelle „U hospodářky“, 7 — die Beobachtungsquelle „Pod Trojicí“, 8 — die monatlichen Mittelwerte der Durchflussmengen in Dolní Bory, 9 — die monatlichen Niederschlagssummen in Měřín, 9a — die monatlichen Niederschlagssummen in Bohdalov.

Abb. 4. Die jährlichen Quellenergiebigkeiten, die jährlichen Durchflussmengen in Dolní Bory und die jährlichen Niederschlagssummen in Měřín in dem Jahrzehnt 1961—1970.

Erläuterungen: 1 — die Beobachtungsquelle „Arnolecká hora 1“, 2 — die Beobachtungsquelle „Arnolecká hora 2“, 3 — die Beobachtungsquelle „Na vrších“, 4 — die Beobachtungsquelle „Havlíkova studánka“, 5 — die Beobachtungsquelle „U lípy“, 6 — die Beobachtungsquelle „U hospodářky“, 7 — die Beobachtungsquelle „Pod Trojicí“, 8 — die jährlichen Durchflussmengen in Dolní Bory, 9 — die jährlichen Niederschlagssummen in Měřín.

Abb. 5. Die Dauerlinien der Wochenergiebigkeitswerte der Beobachtungsquellen: Arnolecká hora 1, Arnolecká hora 2, Pod Trojicí, Na vrších. Das Jahrzehnt 1961—1970.

Abb. 6: Die Dauerlinien der Wochenergiebigkeitswerte der Beobachtungsquellen: U lípy, U hospodářky, Havlíkova studánka. Das Jahrzehnt 1961—1970.

Abb. 7. Die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens der jährlichen Niederschlagssummen in Bohdalov. Der Zeitraum 1931—1960.

СПИСОК РИСУНКОВ

Рис. 1. Положение источников в окрестностях Арнольца.

Рис. 2—3. Средние месячные дебиты источников, средние месячные расходы и средние месячные суммы осадков за период 1961—1970.

Пояснительные примечания: 1 — источник „Arnolecká hora 1“, 2 — источник „Arnolecká hora 2“, 3 — источник „Na vrších“, 4 — источник „Havlíkova studánka“, 5 — источник „U lípy“, 6 — источник „U hospodářky“, 7 — источник „Pod Trojicí“, 8 — средние месячные расходы (водом. станция Дол. Боры — Дол. Бору) 9 — средние месячные суммы осадков в Мерине — Мěříně, 9a — средние месячные суммы осадков в Богдалове — Bohdalově.

Рис. 4. Годовые дебиты источников, годовые расходы в Дол. Борех и годовые суммы осадков в Мерине за период 1961—1970.

Пояснительные примечания: 1 — источник „Arnolecká hora 1“, 2 — источник „Arnolecká hora 2“, 3 — источник „Na vrších“, 4 — источник „Havlíkova studánka“, 5 — источник „U lípy“, 6 — источник „U hospodářky“, 7 — источник „Pod Trojicí“, 8 — годовые расходы в Дол. Борех, 9 — годовые суммы осадков в Мерине.

Рис. 5. Превосхождение недельных дебитов источников: Arnolecká hora 1, Arnolecká hora 2, Pod Trojicí, Na vrších. Период 1961—1970.

Рис. 6. Превосхождение недельных дебитов источников: U lípy, U hospodářky, Havlíkova studánka. Период 1961—1970.

Рис. 7. Вероятность превосхождения годовых сумм осадков в Богдалове. Период 1961—1970.