

ROSTISLAV NETOPIĽ

K PROBLÉMU HYDROLOGICKÉHO RAJÓNOVÁNÍ ÚZEMÍ ČSSR PODLE REŽIMU PODZEMNÍCH VOD

Abstrakt. Zweck der Rayonisierung dieser Art ist es taxonomische Gebietseinheiten mit typischen Veränderungen des Grundwasserdargebots auszugliedern, die sich durch charakteristische Schwankungen des Grundwassers und der Ergiebigkeit von Quellen äussern. Diese Schwankungen kann man nach den langdauernden Grundwasserbeobachtungen feststellen.

Rajonizace podzemních vod se jak u nás, tak i v zahraničí prováděla až do nedávné doby hlavně v rámci hydrogeologického mapování, které nabylo významu základního výzkumu a začalo se provádět na větších územních celcích. Cílem takového mapování bylo a dosud je, znázornit na mapách výskyt podzemních vod a jejich plošné rozšíření s uvedením některých jejich základních charakteristik. Vyplynulo hlavně ze zvyšujících se požadavků na množství podzemní vody jako zdroje vody pitné i užitkové a zaměřovalo se z tohoto důvodu ponejvíce na taková území, kde se předpokládal výskyt jejího většího množství. Při rozvíjení hydrogeologického mapování se objevily četné problémy, spojené jednak s klasifikací podzemních vod, která se provádí podle různých hledisek, přičemž se používá i poněkud odlišné terminologie, jednak s metodami sestavování hydrogeologických map, které nejsou dosud jednotné. V koncepci takových map převládá obvykle geologická náplň nad náplní hydrologickou, která bývá v mnohých případech dokonce zcela potlačena. I když se metodikou hydrogeologického mapování zabývala v posledních letech Mezinárodní hydrogeologická asociace a v rámci evropských socialistických států hydrogeologická sekce Rady vzájemné hospodářské pomoci [J. Vrba (13)] a kromě toho celá řada autorů v různých zemích [např. J. Zieschang (14), S. Narbe (11)], zůstává otázka metod kartografického znázorňování hydrogeologických poměrů stále otevřena a kromě jiného se komplikuje i měřítkem použité mapy. Nechci však na tomto místě o ní pojednávat, i když se domnívám, že by bylo prospěšné teoreticky ji řešit v mnohem širším rozsahu, než to učinil J. Vrba (13).

V současné době se objevuje v regionálním hydrogeologickém výzkumu nový směr. Sleduje se jím poznání přírodního režimu podzemních vod jako základu pro nové pojetí rajónování území. Není sporu o tom, že tento směr výzkumu může přinést velmi cenné poznatky a může poskytnout důležité základní údaje nejen pro řešení různých vodohospodářských otázek, spojených s efektivním bilancováním podzemních vod nebo otázek stavebně technických, ale i pro další rozvoj budování sítě pozorovacích objektů a pro jejich detailní rozmístění.

Rajónování území podle režimu podzemních vod nebude v žádném případě náhradou za hydrogeologické mapování. Budě stát spíše vedle něho jako samostatná složka a stane se doplňkem i k mapám, které znázorňují režim povrchového odtoku, na němž se podzemní voda podílí. Předpokladem pro provedení takové rajonizace je zjištění různých osobitostí režimu podzemních vod, které mohou být kritériem pro vyčlenění větších a menších územních jednotek v rámci velkého

územního celku. Poznat dokonale všechny odchylky režimu podzemních vod na takovém území je možné tehdy, je-li k dispozici dostatečné množství dlouhodobého pozorování z objektů, vhodně na něm rozmístěných. Tyto základní podmínky jsou již dnes částečně splněny na území Moravy a Slovenska, z něhož se dají zpracovat dlouhodobá pozorování podzemní vody v údolích a nivách některých řek. V blízké budoucnosti budou však k dispozici z celého území ČSSR i dostatečně dlouhodobá pozorování vydatnosti pramenů z míst, která dobře reprezentují větší územní jednotky, charakteristické svojí geologickou stavbou i fyzicko-geografickými poměry. V současné době se totiž buduje na celém území ČSSR základní síť pozorovacích objektů, která jak svým rozmístěním, tak i dokonalejším vybavením přispěje nejen k úspěšnému všestrannému výzkumu podzemních vod v budoucnu, ale i k ověření věrohodnosti pozorování ze starších objektů.

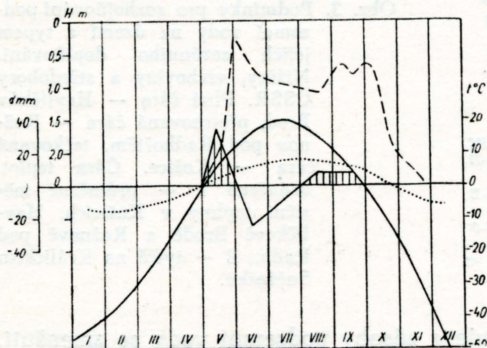
Vzhledem k některým odchylkám v terminologii používané hydrogeology považují za nutné zdůraznit, že pojem „režim podzemních vod“ znamená charakteristické změny jejich zásob na území v čase, které se navenek projevují změnami výškové polohy hladiny či piezometrické úrovně a vydatnosti pramenů.

Novou teorii rajónování podzemních vod podle jejich přirozeného režimu pracovali v posledních letech zvláště sověští hydrogeologové, z nichž je možno uvést G. N. Kamenského (3, 4), O. K. Langeho (9), A. A. Konoplanceva (7) a V. S. Kovalevského (6). Jejich snahou bylo vymezit takové územní taxonomické jednotky, pro které by byly příznačné určité charakteristické rysy režimu podzemních vod. K jejich vyjádření se dá použít různých kritérií. Konoplancev a Kovalevskij (8) použili podmínek, zdroje a doby doplňování podzemních vod k vymezení území s typem režimu krátkodobého, sezónního a celoročního doplňování podzemních vod. V každém ze tří typů rozlišovali tři podtypy režimu, a to vydatného, mírného a chudého doplňování podzemní vody. Vedle těchto tří podtypů přisoudili samostatné postavení pásmům území, která jsou pod vlivem hladin řek, hladiny jezer a moří (čtvrtý podtyp). V hranicích každého podtypu (kromě čtvrtého) se dají podle uvedených autorů vyčlenit tři třídy režimu, a to podle geologicko-strukturálních vlastností a stupně rozčlenění reliéfu (roviny, vrchoviny a hory). Tento orografický princip se opírá o poznatky, že v každém ze tří druhů reliéfu je jiná dynamika pohybu podzemní vody a tím i rozličná rychlost výkyvů hladiny a vydatnosti pramenů; hladina může ležet v různé hloubce pod povrchem, a může proto reagovat různě i na změny meteorologických činitelů. V hranicích téměř každé třídy režimu je možné vymezit dále podtřídy režimu, a to podle zvláštností geologické stavby a hydrogeologických poměrů území, podle nichž vznikají osobitné podmínky pro doplňování, odtok, dynamiku i chemické složení podzemních vod. V hranicích všech podtříd rozlišují autoři dále druhy režimu, a to druh rozvodní, svahový a terasový. Vedly je k tomu zjevné rozdíly v geomorfologických a stavebních vlastnostech těchto tří druhů povrchů, které se často vyskytují vedle sebe a přecházejí jeden v druhý. Podzemní vody, které se v nich mohou tvořit, mohou při svém odtoku na sebe vzájemně působit tak dalece, že se v některých částech těchto povrchů mění jejich původní režim a vznikají jeho různotvárnosti. Ty se projevují v místních detailních kvalitativních a časových změnách výkyvů hladiny a vydatnosti pramenů.

I když kritéria pro vystižení příznačných vlastností režimu podzemních vod a jeho příčin byla volena s ohledem na specifické přírodní podmínky území SSSR, je jisté, že mnohá z nich mohou být všeobecně platná a dají se použít pro kterákoliv z geografických pásem a území. Pro území našeho státu bude však nutné volit i některá jiná kritéria, opírající se více o souborný výsledek pozorování než

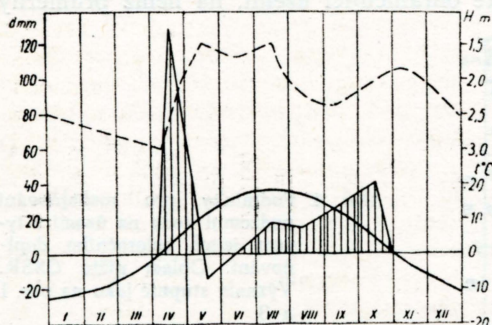
o přírodní podmínky. Toto území vyniká pestrostí povrchových tvarů a značnými rozdíly ve výšce, hustotě a hloubce rozčlenění reliéfu na poměrně malých plochách, v nichž se odrážejí i změny klimatických poměrů. Praxe jistě uvítá, bude-li se při rajonizaci podzemních vod vycházet přímo z konkrétních číselných údajů, zjištěných nebo odvozených ze soustavného dlouhodobého pozorování.

Obecně lze přijmout pro naše území určení typů režimu podzemních vod podle podmínek, zdroje a doby jejich doplňování, které jsou ovlivněny hlavně klimatickými faktory. Typy režimu jsou rozšířeny na území Evropy na rozsáhlých územních celcích — provinciích. Je možno rozeznávat tyto typy:



Obr. 1. Podmínky pro rozhojňování podzemní vody na území s typem jejich krátkého letního doplňování (Sibiř). Podle Konopljanceva a Kovalevského. Význam označení stupnic: t — teploty vzduchu, H — hloubka hladiny podzemní vody v metrech, d — rozdíl mezi srážkami a výparem, tečkovaná čára — průměrné měsíční teploty na Zbojnické chatě ve V. Tatrách. 1958 m n. m.

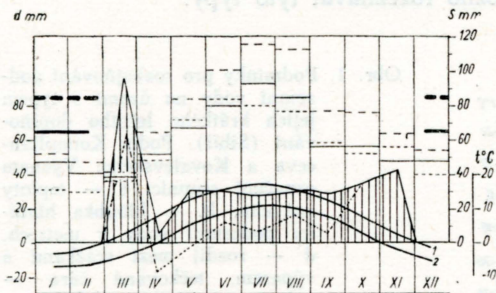
1. Typ krátkého letního doplňování podzemních vod, rozšířený hlavně v plošně rozsáhlé provincii s věčně zmrzlou půdou (věčnou mrzlotou). U nás je vyvinut jen v nejvyšších pásmech vysokohorských oblastí, kde slabá vrstva zvětralin rozmrzá jen na dobu asi 4 až 5 měsíců. Klimatické podmínky pro krátké letní doplňování podzemních vod jsou graficky znázorněny na obr. 1, a to pro území Sibiře. Pro srovnání s tamnějšími podmínkami je na témže obrázku vynesena čára ročního chodu dlouhodobých průměrných měsíčních teplot ovzduší s datem průměrné doby nástupu a konce denních průměrných teplot rovných a větších



Obr. 2. Podmínky pro rozhojňování podzemní vody na území s typem jejich sezónního doplňování (Střední Povolží). Podle Konopljanceva a Kovalevského. Význam označení stupnic jako u obr. 1.

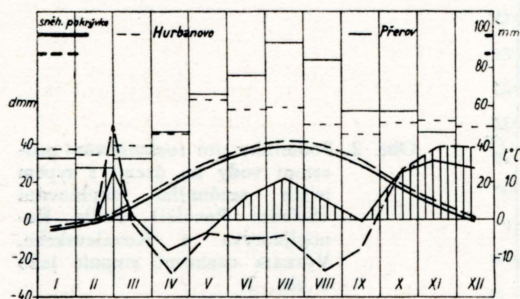
0°C na Zbojnické chatě ve Vysokých Tatrách, 1958 m n. m. (r. 1901—1950). Je-li ukazatelem pro počátek letního doplňování podzemních vod nástup denních průměrných teplot rovných a vyšších 0°C , je třeba uvážit, že skutečné zasakování vody z tajícího sněhu probíhá o něco později za jejich datem, a to zvláště tam, kde je silnější vrstva sněhu. V našich vysokohorských i středohorských polohách může být proto období letního doplňování podzemních vod kratší než období trvání průměrných denních teplot, vyšších než 0°C .

2. Typ sezónního doplňování podzemních vod je rozšířený na rozsáhlém území se sezónním zamrznáním půdní vrstvy a s hromaděním srážek ve sněhové pokrývce. Tím, že svrchní část zóny aerace nezamrzá déle nežli 6 měsíců, je umožněno déle trvající obohacování zvodněných horizontů a infiltračních území pramenů vsakující vodu. Nejvýznamnější fáze doplňování podzemních vod probíhají na jaře z vody tajícího sněhu, popřípadě z dešťů a v létě a na podzim z dešťů. V letních a podzimních měsících se však na mnohých územích srážky stávají jen zdrojem doplňkovým a podílejí se v napájení podzemních vod velmi rozdílnou měrou.



Obr. 3. Podmínky pro rozhojňování podzemní vody na území s typem jejich sezónního doplňování. Nížiny, vrchoviny a středohory ČSSR. Plná čára — Havlíčkův Brod, přetřhaná čára — Rožnov pod Radhoštěm, tečkovaná čára — Košice. Čára teplot, označená 1 — průměrné měsíční teploty v Košicích, Havlíčkově Brodě a Rožnově pod Radh., 2 — tytéž na Králickém Sněžníku.

V zimním období se doplňování přerušuje a zásoby podzemní vody se zmenšují. Klimatické podmínky pro typ sezónního doplňování podzemních vod jsou graficky znázorněny na obr. 2, a to pro území Středního Povolží (Konopljancev-Kovalevskij, 8). Na obr. 3 jsou tytéž podmínky znázorněny pro některá typická území našeho státu (nížina, vrchovina, středohory). Rozdíl mezi srážkami a výparem je určen jen přibližně podle hodnot průměrného měsíčního výparu z přístroje „Wild“ (O. Dub, 1). Podmínky pro zasakování srážek do hlubších poloh se však nevyjadřují kvantitativně, poněvadž se při něm neuvažuje povrchový odtok. Do provincie typu sezónního doplňování podzemních vod náleží největší část území našeho státu, na němž zůstává ležet sněhová pokrývka po větší část zimy. Její hranice odpovídá zhruba čáře ohraničující území, na němž průměrný

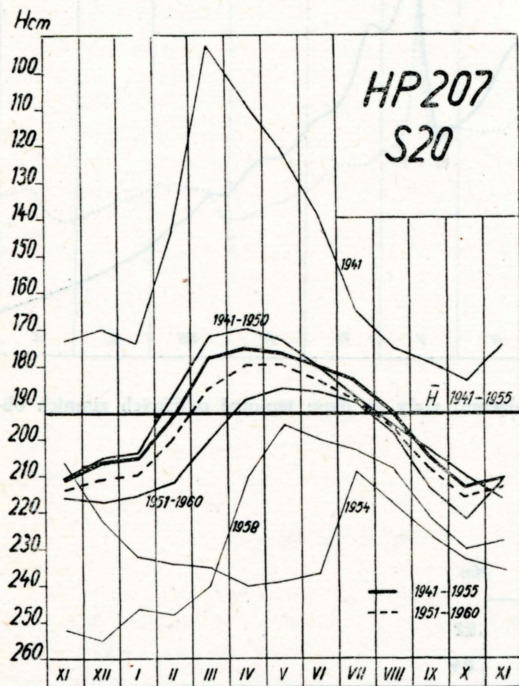


Obr. 4. Podmínky pro rozhojňování podzemní vody na území s typem jejich celoročního doplňování. Oblast nížin ČSSR. Význam stupnic jako na obr. 1 a 3.

počet dní se sněhovou pokrývkou dosahuje více než 50 dní. Jde především o pásma středohor a výše položených kotlin na území Slovenska, k nimž přistupují i pahorkatiny a nížiny s kontinentálním rázem zim a horská pásma a vrchoviny v oblasti Českého masívu.

3. Typ celoročního doplňování podzemní vody je příznačný tím, že podmínky pro rozhojňování podzemní vody jsou příznivé po celý rok. To probíhá obvykle v závislosti na množství a rozdělení srážek během roku, avšak i na teplotách

ovzduší v jednotlivých ročních obdobích. Klimatické podmínky pro typ celoročního doplňování podzemní vody jsou graficky znázorněny na obr. 4. U nás můžeme do provincie tohoto typu zařadit území s krátkodobým, nepravidelně se dostavujícím zamrzáním půdní pokrývky, na niž se sníh udržuje jen krátkou dobu. Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou je tam 50 dní a méně. Nejde však, podobně jako na území s typem sezónního doplňování podzemních vod, o souvislé období 50 dní se sněhovou pokrývkou, nýbrž o několik kratších období, která jsou vzájemně od sebe oddělena obdobími oblev, během nichž sníh zcela mizí. Ta se dostávají i v lednu, během něhož trvá sněhová pokrývky průměrně méně než 20 dní. Takové poměry nastávají v nížinách a pahorkatinách západní a jižní poloviny republiky, kde časté zimní oblevy způsobují roztání sněhové pokrývky i půdy a umožňují zásak vody z povrchu do hlubších poloh. Výsledky výzkumů, které jsme prováděli na území Hornomoravského a Dolnomoravského úvalu, prokázaly opodstatnění tohoto územního zařazení. Ukázaly, že ve fiktivním hydrologickém roku probíhá po období nejnižších stavů hladiny



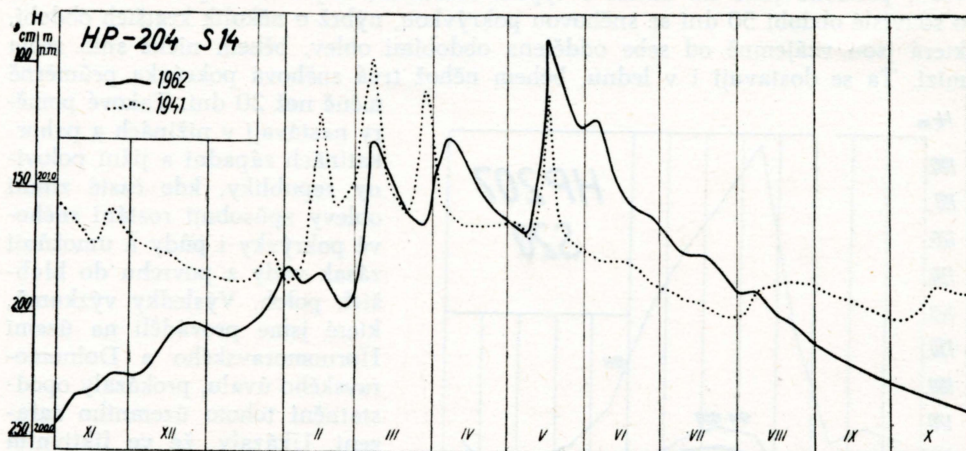
HP207
S20

Obr. 5. Průměrný roční průběh výkyvů hladiny podzemní vody a jejich průběh v některých rocích na území s typem celoročního doplňování podz. vod. Hornomoravský úval u Přerova.

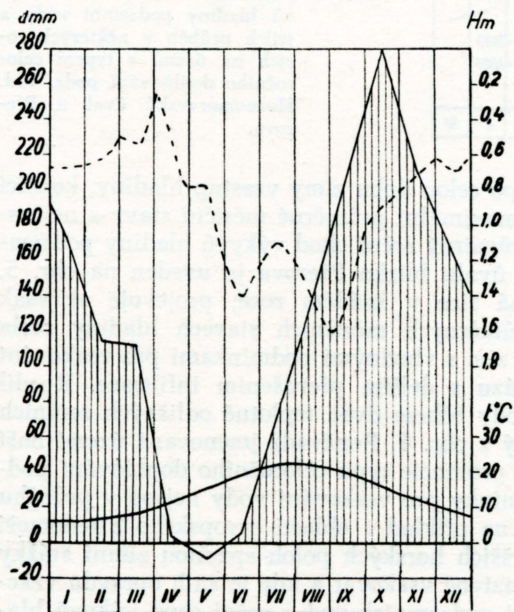
podzemní vody v říjnu a v listopadu po celou dobu zimy vzestup hladiny, končící v březnu až dubnu, kdy se dostávají maximální průměrné měsíční stavy a nejčastěji i maximální roční stavy vůbec. Průměrný roční chod výkyvů hladiny podzemní vody na území Hornomoravského úvalu blízko Přerova je uveden na obr. 5. Zvyšování hladiny v zimě neprobíhá sice v každém roce, projevuje se však v patnáctiletých až dvacetiletých průměrných měsíčních stavech hladiny zcela zřetelně. To svědčí o převaze mírných zim s vhodnými podmínkami pro vsakování vody nad zimami kontinentálního rázu s delším přerušením infiltrace. Rozdíl v chodu výkyvů hladiny podzemní vody během dvou teplotně odlišných zemních období, a to r. 1941 a 1962, je zřejmý z obr. 6. Poněvadž jmenovaná území naší republiky leží při severních hranicích provincie typu celoročního doplňování podzemních vod, je pochopitelné, že podmínky pro vsakování vody nejsou v průběhu celého roku tak dalece příznivé, jako na příklad v oblasti evropského Středomoří nebo subtropů, kde s výjimkou nejvyšších horských poloh spadnou zimní srážky jen v podobě dešťů, které mohou intenzívně vsakovat a kde je sníh opravdu vzácným jevem. Podmínky pro doplňování podzemních vod a roční chod výkyvů hla-

diny na takových územích jsou graficky znázorněny na obr. 7. [Rionská nížina v Gruzínské SSR, podle Konopljanceva, Kovalského (8)].

Konopljancev a Kovalevskij použili podle vzoru O. K. Langeho pro vymezení podtypů režimu podzemních vod, rozšířených v hydrogeologických zónách, jako hlavního kritéria intenzity doplňování podzemních vod, podmíněné stupněm

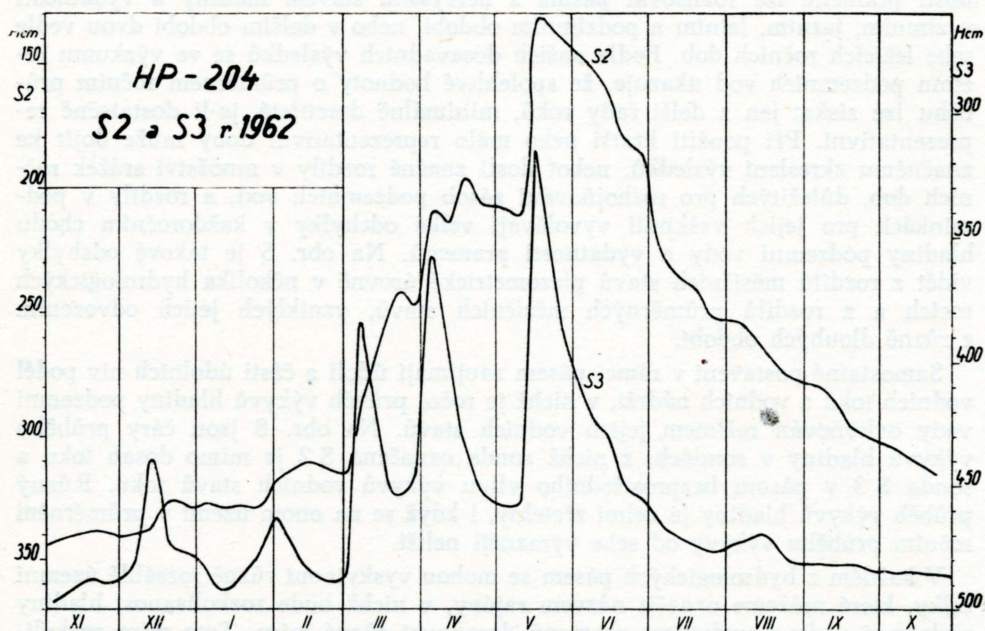


Obr. 6. Rozdíly ve výkyvech hladiny podzemní vody ve dvou teplotně odlišných zimních obdobích i letech.



Obr. 7. Podmínky pro rozhojňování podzemních vod na území s typem jejich celoročního doplňování. Rionská nížina v Gruzínské SSR — subtropy. Podle Konopljanceva a Kovalevského Význam označení stupnic jako u obr. 1.

vlhkosti, tj. poměrem mezi srážkami a výparem v průběhu roku. Domnívám se, že toto kritérium by nebylo pro naše poměry příliš vhodné. Na rozsáhlém území SSSR se vydatné, mírné a chudé doplňování zásob podzemních vod navenek projevuje různou hloubkou hladiny podzemní vody a výskytem různého počtu pramenů na jednotce plochy, jakož i odlišnou reakcí výkyvů hladiny nebo vydatnosti pramenů na meteorologické činitele. U nás bychom mohli najít řadu případů, kdy na územích analogického reliéfu a klimatických poměrů najdeme rozdílné množství pramenů značně odlišné vydatnosti. Snad nejlépe to vynikne při srov-



Obr. 8. Rozdíly v průběhu výkyvů piezometrické úrovně na území ovlivňovaném a neovlivňovaném výkyvy vodních stavů řeky. Hornomoravský úval u Přerova.

nání území Bezkyd a Hrubého Jeseníku. Na obou je vyvinut reliéf středohorského typu, hluboce a hustě rozčleněný. Přitom má však soubor ostatních podmínek pro vznikání zásob podzemních vod na obou územích takové kvalitativní rozdíly, že se to výrazně projevuje nejen v režimu pramenů, ale i v režimu vodnosti v nich pramenících řek. O vydatnosti pramenů a o jejich počtu na jednotce plochy nebo o hloubce hladiny podzemní vody často rozhodují mnohem více než geologické vlastnosti území mocnost a mechanické vlastnosti zvětralínové pokrývky, druh a stav vegetačního krytu, výskyt erozních tvarů na povrchu reliéfu, velikost vyživovacího území apod. Dá se tedy předpokládat, že v našich podmínkách může být vliv výsledku vzájemného působení klimatických faktorů na tvoření zásob podzemních vod značně ztlumen nebo setřen působením některých geografických vlastností reliéfu.

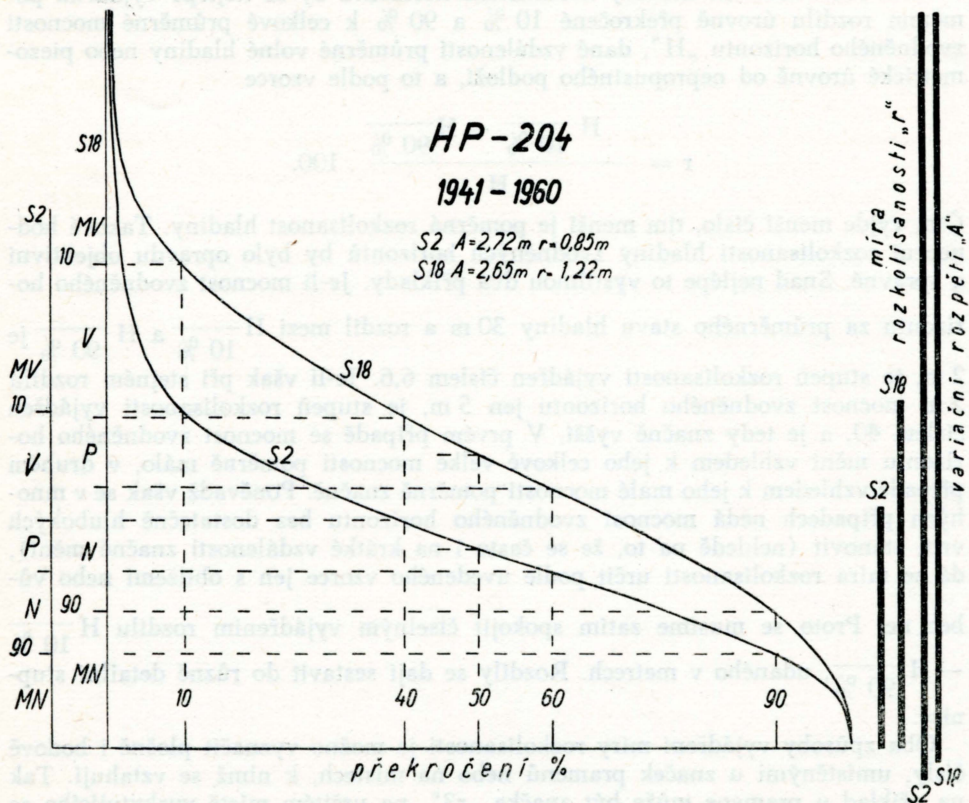
Podle mého názoru bude mnohem výhodnější použít v našich podmínkách pro vyčlenění zón charakteristických vlastností průměrného ročního průběhu kolísání hladiny podzemní vody a vydatnosti pramenů. Toto kritérium může doznat širokého praktického uplatnění a přispět k řešení mnoha technických problémů, narážejících na podzemní vodu, a to ať při jejím využívání nebo při ochraně proti ní. Lze ho použít pro všechny provincie, aniž by se tím potlačovala skutečnost, že v některých jejích zónách je doplňování zásob podzemních vod vydatné či chudé.

Podle průměrného ročního průběhu výkyvů hladiny podzemní vody a vydatnosti pramenů lze rozlišovat pásma s neivýšším stavem hladiny a vydatnosti v zimním, jarním, letním a podzimním období, nebo v delším období dvou vedle sebe ležících ročních dob. Podle našich dosavadních výsledků se ve výzkumu režimu podzemních vod ukazuje, že spolehlivé hodnoty o průměrném ročním průběhu lze získat jen z delší řady roků, minimálně desetileté, je-li dostatečně reprezentativní. Při použití kratší nebo málo reprezentativní doby může dojít ke značnému zkreslení výsledků, neboť dosti značné rozdíly v množství srážek ročních dob, důležitých pro rozhojňování zásob podzemních vod, a rozdíly v podmínkách pro jejich vsáknutí vyvolávají velké odchylky v každoročním chodu hladiny podzemní vody a vydatnosti pramenů. Na obr. 5 je takové odchylky vidět z rozdílů měsíčních stavů piezometrické úrovně v několika hydrologických rocích a z rozdílů průměrných měsíčních stavů, vzniklých jejich odvozením z různě dlouhých období.

Samostatné postavení v rámci pásem zaujímají údolí a části údolních niv podél vodních toků a vodních nádrží, v nichž je roční průběh výkyvů hladiny podzemní vody ovlivňován režimem jejich vodních stavů. Na obr. 8 jsou čáry průběhu výkyvů hladiny v sondách, z nichž sonda označená S 2 je mimo dosah toku a sonda S 3 v pásmu bezprostředního vlivu výkyvů vodních stavů toku. Různý průběh výkyvů hladiny je velmi zřetelný, i když se na onom území v průměrném ročním průběhu výkyvy od sebe výrazněji neliší.

V každém z hydrologických pásem se mohou vyskytnout různě rozsáhlé územní celky, které můžeme označit názvem rajóny, v nichž bude rozkolísanost hladiny podzemní vody a vydatnosti pramenů dosahovat různé míry. Tato míra rozkolísanosti může být kritériem, vyjadřujícím další, prakticky velmi důležitou vlastnost režimu podzemní vody. Míra rozkolísanosti hladiny podzemní vody ukazuje na změny mocnosti zvodněného horizontu nebo na změny tlaků v něm a míra rozkolísanosti pramenů ukazuje na stupeň stálosti jejich vydatnosti. Běžným výrazem pro vyjádření stupně stálosti pramenů byl poměr mezi jejich minimální a maximální vydatností, přičemž minimu se přisuzovala hodnota jedné (R. Kettner, 5, O. Hynie, 2). Tento způsob nemůže však vystihnout skutečnou rozkolísanost, kterou nelze určit jen dvěma krajními hodnotami z velké řady proměnných, aniž by se nepřihlíželo k tomu, s jakou četností se ostatní vyskytují. Mnohem lépe vyjadřuje míru rozkolísanosti poměr mezi hodnotami překročenými krajními 10 %, jak je nejlépe patrné z obr. 9. Je na něm znázorněn případ, kdy variační rozpětí řady týdenních stavů hladiny z období 1941—1955 je na dvou místech téhož území stejné, avšak rozložení četnosti týdenních stavů značně odlišné. Ukazuje, že skutečná rozkolísanost je v sondě S 18 větší než v S 2, což se projevuje v rozdílu hodnot překročených krajními 10 %, vyznačeném silnými čarami v pravé části obrázku. Hodnoty překročené krajními 10 % se stanoví z čar překročení, čili z frekvenčních čar, sestavených z denních nebo týdenních měření, prováděných soustavně alespoň v desetiletém dostatečně reprezentativním období.

Použitím stavů překročených 10 % a 90 % se vyloučí mezní hodnoty, které se obvykle dostávají poměrně vzácně a jejichž zjištění nemuselo být vždy zcela spolehlivě provedeno, zvláště jde-li o maxima.



Obr. 9. Určení stupně rozkolísanosti hladiny podzemní vody z čar překročení.

Označíme-li si vydatnost pramene písmenem Q, určíme míru jeho rozkolísanosti podle vzorce

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

jež použitím nám vyjdou čísla od 1 do x. Prameny, jejichž míra rozkolísanosti „r“ dosáhla čísla

- | | |
|--------------|---------------------------------------|
| 1,0— 2,5, | můžeme označit za mimořádně vyrovnané |
| 2,6— 5,0 | značně vyrovnané |
| 5,1— 7,5 | průměrně vyrovnané |
| 7,6—10,0 | málo vyrovnané |
| 10,1 a větší | mimořádně nevyrovnané, |

k nimž náležejí i ty, které občas vysychají. Poněvadž nemáme v současné době dostatek zkušeností s tímto způsobem vyhodnocování vyrovnanosti pramenů, není vyloučeno, že stupnice se v budoucnu poněkud upraví.

Míra rozkolísanosti hladiny zvodněného horizontu by se nejlépe vyjádřila poměrem rozdílu úrovně překročené 10 % a 90 % k celkové průměrné mocnosti zvodněného horizontu „H“, dané vzdáleností průměrné volné hladiny nebo piezometrické úrovně od nepropustného podloží, a to podle vzorce

$$r = \frac{H \overline{10\%} - H \overline{90\%}}{H} \cdot 100.$$

Čím vyjde menší číslo, tím menší je poměrná rozkolísanost hladiny. Takové hodnocení rozkolísanosti hladiny zvodněných horizontů by bylo opravdu objektivní a správné. Snad nejlépe to vystihnou dva příklady. Je-li mocnost zvodněného horizontu za průměrného stavu hladiny 30 m a rozdíl mezi $H \overline{10\%}$ a $H \overline{90\%}$ je

2 m, je stupeň rozkolísanosti vyjádřen číslem 6,6. Je-li však při stejném rozdílu 2 m mocnost zvodněného horizontu jen 5 m, je stupeň rozkolísanosti vyjádřen číslem 40, a je tedy značně vyšší. V prvním případě se mocnost zvodněného horizontu mění vzhledem k jeho celkové velké mocnosti poměrně málo, v druhém případě vzhledem k jeho malé mocnosti poměrně značně. Poněvadž však se v mnohých případech nedá mocnost zvodněného horizontu bez dostatečně hlubokých vrtů stanovit (nehledě na to, že se často i na krátké vzdálenosti značně mění), dá se míra rozkolísanosti určit podle uvedeného vzorce jen s obtížemi nebo vůbec ne.

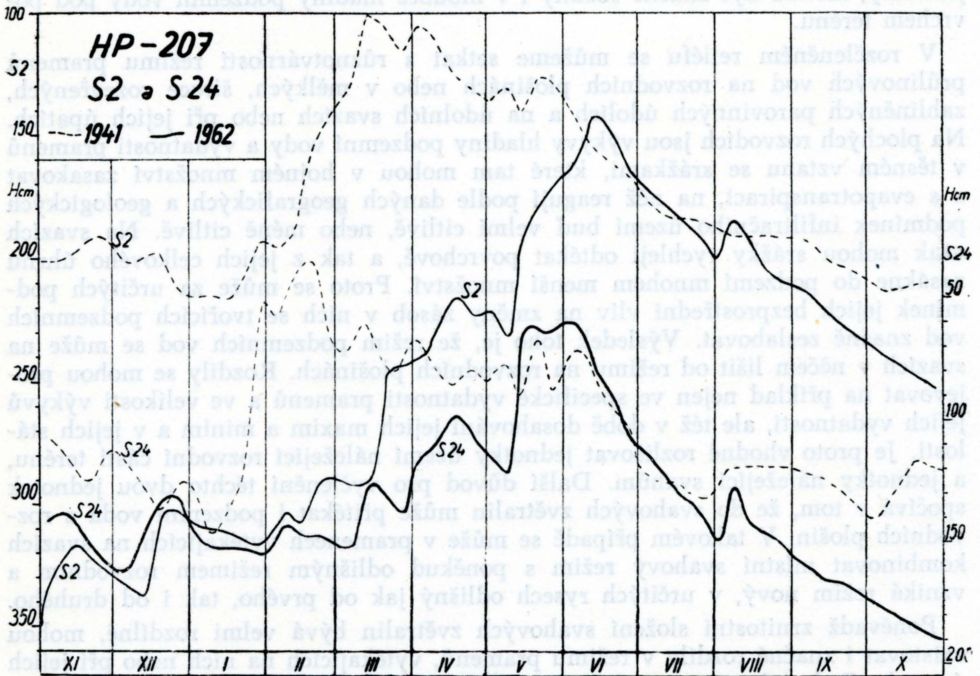
Proto se musíme zatím spokojit číselným vyjádřením rozdílu $H \overline{10\%} - H \overline{90\%}$, udaného v metrech. Rozdíly se dají sestavit do různě detailní stupnice.

Oba způsoby vyjádření míry rozkolísanosti je možno vyznačit plošně i bodově čísly, umístěnými u značek pramenů nebo na místech, k nimž se vztahují. Tak na příklad u pramene může být značka „r3“, na určitém místě vyskytujícího se zvodněného horizontu značka „r3m“.

Velikost a rychlost výkyvů vydatnosti pramenů jsou ovlivňovány kromě jiných faktorů, o nichž se zmíním dále, i vlastnostmi hornin. Obecně je známo, že v pórovitých propustných horninách se voda pohybuje podle zcela jiných zákonů nežli v puklinách pevných hornin. Proto bude vhodné, vymežíme-li si území výskytu svrchních horizontů průlinových podzemních vod a území výskytu puklinových vod, popřípadě území, kde se vyskytují jak puklinové, tak i průlinové vody. Jako zvláštní oblasti se specifickými podmínkami pro pohyb podzemních vod bude třeba vymežit území hornin podléhajících zkrasovění, v nichž cirkulují krasové vody. Jednotlivé výskyty pramenů průlinových vod na území, kde převládají puklinové vody nebo naopak, je možno vyjádřit smluvenou značkou, kterou by měly být označeny všechny prameny, které slouží jako pozorovací objekty.

V rámci každého pásma a rajónu se však setkáme s případy, kdy se režim podzemní vody na určitých místech nebo menších územích vyznačuje poněkud jinými charakteristikami. Odchylky se projevují v době dosažení maximálních a minimálních stavů hladiny a vydatností a v odlišné rychlosti jejich výkyvů. Tyto rozmanitosti v režimu podzemní vody mohou být podmíněny zvláštností geolo-

gické stavby a hydrogeologických poměrů území a zvláště pak geomorfologickými vlastnostmi reliéfu a jeho povrchu, které ovlivňují podmínky doplňování i odtoku podzemní vody a tím i jejich bilanci a režim. Na několika příkladech si můžeme osvětlit, jak se může různotvárnost výkyvů hladiny projevit a které hlavní hydrogeologické jednotky se dají v každém pásmu a rájónu vyčlenit. Největší zkušenosti máme zatím z údolního dna vodních toků, tvořeného buď záplavovou nivou, nebo terasami a náplavovými kužely. Je nám již známo, že detailní průběh výkyvů hladiny podzemní vody či piezometrické úrovně je jiný v pásmu podél říčního koryta, kde se projevují změny vodních stavů zřetelně, je-li jeho dno propustné a ve stálém hydraulickém spojení se zvodněným horizontem (viz obr. 8), nežli ve větší vzdálenosti od koryta, kde se vliv výkyvů vodních stavů tlumí. Na okraji nivy se projevuje zřetelně přítok podzemní vody z přilehlých říčních



Obr. 10. Rozdíly ve výkyvech piezometrické úrovně na okraji a ve střední části nivy, nezaplavované za povodní. Hornomoravský úval u Kroměříže.

teras nebo z údolních svahů, kde je jejich režim hlavně pod vlivem meteorologických faktorů. Na obr. 10 jsou rozdíly ve výkyvech piezometrické úrovně na nezaplavované vyšší nivě a na jejím okraji, lemované terasou, velmi výrazné. Můžeme proto na nivách, které tvoří samostatná hydrologická pásma, rozlišit tři jednotky, a to území podél koryta, území podél okraje nivy a střední část nivy. Výrazněji se změny v režimu podzemní vody projevují na těch nivách, kde je hladina podzemní vody volná a které jsou zaplavovány, než na nivách s napjatou hladinou a nezaplavovaných za povodní. Poněvadž geologická struktura na-

ších údolních niv bývá někdy dosti složitá, bylo by z praktického hlediska vhodné rozlišit na nich i ty části, kde je krycí vrstva zvodněného horizontu tvořena propustnými a kde slabě propustnými usazeninami.

Podobně je tomu i u nízkých akumulčních teras. Aktivní část bilance jejich podzemní vody se utvoří jednak infiltrací srážek a vodou, která povrchově stéká se svahů, lemujících terasu, a vsakuje se při jejich úpatí, jednak z přítoku podzemní vody ze zvětralinového pláště svahů a z výše položených teras. Konečně může na mnoha místech v době vysokých povodní infiltrovat voda z inundačního území do okrajových částí teras. Proto tvoří terasy samostatnou jednotku, na níž můžeme rozlišit pásmo přiléhající k inundačnímu území, pásmo při přechodu terasy do údolních svahů či vyšších teras a střední část terasy, kam vlivy působící při jejich okrajích pronikají tlumeně, časově opožděně nebo se vůbec neprojevují (srovnej na obr. 10). V uvedených třech částech terasy, které tvoří podjednotky, mohou být značné rozdíly i v hloubce hladiny podzemní vody pod povrchem terénu.

V rozčleněném reliéfu se můžeme setkat s různotvárností režimu pramenů průlinových vod na rozvodních plošinách nebo v mělkých, široce rozevřených, zahlíněných parovinných údolích a na údolních svazích nebo při jejich úpatích. Na plochých rozvodcích jsou výkyvy hladiny podzemní vody a vydatnosti pramenů v těsném vztahu se srážkami, které tam mohou v hojném množství zasakovat a s evapotranspirací, na něž reagují podle daných geografických a geologických podmínek infiltračního území buď velmi citlivě, nebo méně citlivě. Na svazích však mohou srážky rychleji odtékat povrchově, a tak z jejich celkového úhrnu zasákne do podzemí mnohem menší množství. Proto se může za určitých podmínek jejich bezprostřední vliv na změny zásob v nich se tvořících podzemních vod značně zeslabovat. Výsledek toho je, že režim podzemních vod se může na svazích v něčem lišit od režimu na rozvodních plošinách. Rozdíly se mohou projevovat na příklad nejen ve specifické vydatnosti pramenů a ve velikosti výkyvů jejich vydatností, ale též v době dosahování jejich maxim a minim a v jejich stálosti. Je proto vhodné rozlišovat jednotky území náležející rozvodní části terénu, a jednotky náležející svahům. Další důvod pro vyčlenění těchto dvou jednotek spočívá v tom, že do svahových zvětralin může přitékat i podzemní voda z rozvodních plošin. V takovém případě se může v pramenech vytékajících na svazích kombinovat místní svahový režim s poněkud odlišným režimem rozvodním a vzníká režim nový, v určitých rysech odlišný jak od prvního, tak i od druhého.

Poněvadž zrnitostní složení svahových zvětralin bývá velmi rozdílné, mohou existovat i značné rozdíly v režimu pramenů, vytékajících na nich nebo při jejich úpatích. Podmínky pro zasakování srážek či vody z tajícího sněhu do svahů, tvořených propustnými a hrubými zvětralinami (hlinité sutě, sutě, balvanová moře apod.), a pro jejich pohyb v podzemí jsou zcela jiné nežli pro jejich zasakování do svahů, pokrytých slabě propustnými či nepropustnými zvětralinami, na nichž vzniká obvykle i hladký povrch, umožňující rychlý povrchový odtok vody. Podobně je tomu i na svazích zalesněných a zatravněných nebo zemědělsky obdělávaných. Na svazích může však vycházet na den i styk propustných a nepropustných hornin, na němž vytéká voda v pramenech, jejichž režim může být odlišný od režimu jiného druhu pramenů. Je proto nutné na svahu jako jednotce vymezit podjednotku se suťovými prameny, se svahovými vrstevními prameny, s puklinovými prameny na výchozu tektonických poruch apod.

Na několika příkladech jsem mohl ukázat, že vyčleňování hydrogeologických jednotek a podjednotek s různotvárností režimu podzemní vody je potřebné a je

možné je provádět nejen podle některých znaků kolísání hladiny a vydatnosti pramenů, ale též podle geologických a geomorfologických poměrů jejich infiltračních území. Jako základ k vyčleňování takových jednotek mohou sloužit podrobné geologické a tektonické mapy, hydrogeologické mapy a obecné geomorfologické mapy. Poněvadž poslední dva druhy map nejsou zatím k dispozici, je třeba, aby se infiltračnímu území zvodněných horizontů a pramenů věnovala náležitá pozornost přímo v terénu. Jinak by aplikace výsledků pozorování na větší územní celky nebyla možná.

Při vyčleňování hydrogeologických jednotek a podjednotek by se mělo přihlížet i k některým jiným kritériím, jako na příklad k hloubce hladiny podzemní vody, ke skutečnosti, zda je hladina volná nebo napjatá apod. Je však možné, že některých z nich se bude používat při hydrogeologickém mapování, které se již nyní provádí a že budou v koncepci podrobných hydrogeologických map.

Určování a vymezení hydrogeologických jednotek a podjednotek, které jsou nejmenšími taxonomickými jednotkami, je možné jedině na mapách v měřítku 1 : 25 000—1 : 50 000, popřípadě větším. Mapy menších měřítek dovolují vymezit pouze provincie, pásma a rajóny s vyznačením výskytu tří základních druhů podzemních vod.

Předneseno na hydrologické konferenci ve Smolenicích 1962.

К ПРОБЛЕМЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЧССР ПО РЕЖИМУ ГРУНТОВОЙ ВОДЫ

Целью этого вида районизации является выделение на территории ЧССР таксономических единиц с типичным режимом грунтовой воды. Для выделения единиц автор предлагает следующие критерии:

1. Условия питания грунтовых вод в течение года, определяющие тип режима на больших территориальных частях — провинциях.

2. Типичное годовое прохождение колебаний уровня грунтовой воды и расхода источников, которое дает возможность выделить зоны со средними максимальными или минимальными уровнями и расходами в данное время года.

3. Величины колебаний зеркала грунтовой воды и расхода источников, определенные по соотношению уровней и расходов, обеспеченных 10 и 90 % (Н 10 % : Н 90 %), для выделения районов.

4. Разновидности режима грунтовых вод, вызванные, главным образом, геоморфологическими особенностями местности для определения минимальных территориальных единиц и подъединиц, которые можно определить лишь при подробном районировании и на подробных картах.

Гидрогеологические особенности горных пород применяют в качестве дополнительного критерия для определения территорий с грунтовой водой в порых проницаемых породах, образующей водоносный слой, с трещинной водой и с карстовой водой.

Применение первых трех критериев возможно благодаря разработке результатов, полученных путем систематических наблюдений грунтовых вод, а четвертого критерия лишь при детальном исследовании местности.

Literatura

1. DUB O.: Hydrológiá, hydrografia, hydrometria. — 1957.
2. HYNIE O.: Hydrogeologie ČSSR I. Prosté vody. — 1961.
3. KAMENSKIJ A. N.: Zonalnost gruntovykh vod i počvenno-geografičeskie zony. — Trudy laboratorii gidrogeol. problem. VI, 1949.
4. KAMENSKIJ G. N.: Gidrodinamičeskie principy izučeniya režima gruntovykh vod. — Sb. „Voprosy gidrogeologii i inženernoj geologii“. Trudy VSEGINGEO, 1953.

5. KETTNER R.: Všeobecná geologie III. — 1948.
6. KOVALEVSKIJ V. S.: Klassifikacionnaja schema jestestvennogo režima gruntovych vod. — Razvedka i ochrana neдр, 1959.
7. KONOPLJANCEV A. A.: O principach regionalnoj ocenki režima gruntovych vod. — Razvedka i ochrana neдр, 1959.
8. KONOPLJANCEV A. A., KOVALEVSKIJ V. S.: O principach izučeniija jestestvennogo režima gruntovych vod. — Meteorologija i gidrologija, 1961.
9. LANGE O. K.: O zonalnom rozpredelenii gruntovych vod na teritorii SSSR. — Materialy k poznaniiju geologičeskogo strojenija SSSR, novaja serija, 1947.
10. NETOPIL R.: Režim podzemni vody na území profilu PHP4 Horní Moštěnice. — Práce Brněnské základny ČSAV 31, 9, spis. 396, 1959.
11. NARBE S.: Hydrogeologische Gesichtspunkte bei der kartographischen Darstellung des Grundwasserdargebots. — Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1961.
12. Podnebi Československé socialistické republiky. Tabulky. — 1961.
13. VRBA J.: Hydrogeologické mapování. — Vodní hospodářství, 1960.
14. ZIESCHANG J.: Die hydrogeologische Kartierung 1:200 000 im quartären Lockergesteinsbereich. — Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1961.