

# SBORNÍK

## ČESKOSLOVENSKÉ SPOLEČNOSTI ZEMĚPISNÉ

ROČNÍK 1971 • ČÍSLO 2 • SVAZEK 76

HUBERT KRÍŽ

### REGIONALIZACE PODZEMNÍCH VOD NA ÚZEMÍ ČSR

V rámci státního úkolu A-III-0-1/1 fyzikogeografická regionalizace ČSSR byla provedena i regionalizace mělkých podzemních vod na území České socialistické republiky. Jde o první praktické použití hydrologické metody k vyčleňování regionů podzemních vod u nás. Celkovým pojetím se tato regionalizace značně liší od všech dřívějších, zejména pak od hydrogeologického členění ČSSR z roku 1964, které se uskutečnilo převážně podle hydrogeologických hledisek.

Cílem prováděné regionalizace bylo vymezení územních jednotek se stejnými nebo velmi podobnými charakteristickými rysy režimu podzemních vod. Základním předpokladem pro vyčleňování regionů použitou metodou jsou dostatečné znalosti režimu podzemních vod, které lze získat pouze dlouhodobým pozorováním jejich hladin a vydatnosti pramenů. Vzhledem k tomu, že nebyla dosud na celém území ČSR vybudována dostačující síť pozorovacích objektů podzemních vod a v některých oblastech se provádí pozorování teprve velmi krátkou dobu, bylo možno některé, zejména okrajové části ČSR rozčlenit zatím pouze přibližně. Po dobudování pozorovací sítě a prodloužení krátkých pozorovacích řad bude třeba vymezení regionů v těchto oblastech postupně upřesnit.

Převážná část základních údajů pozorování podzemních vod byla získána na pracovištích Hydrometeorologického ústavu v Praze, Brně a Ostravě. Bez spolupráce s tímto ústavem by vyřešení tohoto úkolu nebylo možné, neboť až na ojedinělé výjimky provádí veškerá pozorování podzemních vod a pramenů na území ČSSR.

### Přehled vývoje regionalizace podzemních vod

Regionalizaci podzemních vod nejen u nás, ale i v zahraničí byla věnována do nedávna poměrně malá pozornost. Výjimku tvoří pouze SSSR, kde se objevily první zmínky o regionalizaci podzemních vod v pracích některých autorů již před druhou světovou válkou (např. A. A. Kozyrev 1933, M. M. Vasilevskij 1940) a hlavně pak v druhé polovině čtyřicátých let, kdy otázky regionalizace podrobně rozpracovali O. K. Lange (1947) a G. N. Kamenskij (1949), kteří vymezovali základní územní jednotky podle přirozeného režimu podzemních vod a za region považovali území se stejnými nebo podobnými charakteristickými znaky režimu podzemních vod. Na jejich výsledky navázali především A. A. Konoplancev a V. S. Kovalevskij (1961), kteří na základě rozdílných podmínek, zdroje i doplňování zásob podzemních vod vymezili území s typem krátkodobého, sezónního a celoročního doplňování podzemních vod. Tyto základní typy dělili podle intenzity doplňování na podtypy, které dále podle strukturně geologických poměrů a stupně

rozčlenění reliéfu rozdělili na tři třídy. V rámci jednotlivých tříd ještě provedli další detailní členění podle geologické stavby a hydrogeologických poměrů na podtřídy, u nichž ještě rozlišují tři druhy režimu (rozvodní, svahový a terasový).

Na rozdíl od uvedených prací, v nichž byla regionalizace podzemních vod řešena i z hydrologických hledisek, byla v SSSR ještě zvlášť vypracována hydrogeologická koncepce regionalizace (B. I. Kudelin, I. F. Fidelli 1966). Při tomto způsobu byly za hlavní považovány strukturně geologické poměry. Autoři uvedené práce rozlišují na území evropské části SSSR největší územní jednotky (megaregiony), které odpovídají starým štítům, jako je Baltský štít a Ruská tabule. Megaregiony dále dělí na regiony podle povodí jednotlivých moří a každý region ještě rozdělují na regiony, odpovídající přibližně povodím hlavních řek.

U nás jsou dva směry v regionalizaci podzemních vod, které se navzájem liší podle toho, zda považují za rozhodující hydrogeologické nebo hydrologické hledisko. K hydrogeologickému směru náleží vůbec první pokus o regionalizaci podzemních vod u nás, kterou na území zahrnující povodí Labe vypracovali v roce 1959 K. Zima a J. Vrba (K. Zima a J. Vrba 1959). Základem této regionalizace byly hydrogeologické celky vymezené podle stáří formací, litologicko-faciálního vývoje, souvrství a tektonické stavby území.

Hydrogeologickou regionalizaci podzemních vod metodicky rozpracoval J. Vrba (1965). Tato metoda vychází z podrobných znalostí poměrů získaných při průzkumech a výzkumech a z hydrogeologických map. Cílem hydrogeologické regionalizace je vymezení hydrogeologických celků, rajonů, struktur a jednotek; stanovení základních charakteristik oběhu i režimu podzemních vod a vyhodnocení jejich zásob. Podle těchto principů byla provedena hydrogeologická regionalizace Československa z r. 1964 (O. Franko, E. Kullman, P. Pospíšil, B. Rezáč a J. Vrba 1966). Při této regionalizaci se přihlíželo hlavně k oběhu podzemních vod a jejich režim nebyl, až na některé výjimky, brán v úvahu. Regiony jsou proto vymezeny pouze hydrogeologicky a strukturně geologicky.

Problematikou regionalizace podzemních vod podle jejich režimu se u nás podrobně zabýval R. Netopil (1964), který za rozhodujícího činitele z hlediska vymezování územních jednotek považuje režim podzemních vod. Navrhuje, aby při vymezování regionů v našich podmínkách byl hlavním kritériem průměrný roční průběh kolísání hladiny podzemní vody a vydatnost pramenů. Podle doplňování zásob podzemních vod doporučuje rozlišovat 3 provincie, a to s celoročním, sezónním a krátkodobým doplňováním podzemních vod. V rámci každé provincie dále rozlišovat pásma s nejvyšším stavem hladiny podzemní vody a vydatností pramenů v zimním, jarním, letním a podzimním období a v těchto pásmech vymezit územní celky — regiony, které by se navzájem lišily různou mírou rozkolísanosti hladiny podzemní vody a vydatnosti pramenů. Kromě toho považuje za vhodné, aby byla vymezena území s výskytem tří základních druhů podzemních vod. U map v měřítku 1:50.000 a větším navrhuje, aby byly při podrobnějším členění ještě vymezeny hydrogeologické jednotky podmíněné zvláštností geologické stavby, hydrogeologických a geomorfologických poměrů.

Regionalizací podzemních vod hydrogeologickou metodou se též zabýval M. Zařko (1968), který na území Slovenska vyčlenil tři výškové stupně vyznačující se rozdílným režimem podzemních vod. Do prvního výškového stupně od 450 do 600 m n. m. zahrnul nížiny, nízko položené kotliny a kotliny středního výškového stupně i části pohoří, kdežto vysoko položené kotliny a vyšší části pohoří zařadil do druhého stupně od 450—600 m n. m. do 1000—1300 m n. m. Poslední výškový stupeň nad 1000—1300 m n. m. tvoří podle M. Zařka pouze nevelké plochy ve vysokých pohořích Slovenska. Při podrobnější regionalizaci

prostých podzemních vod Slovenska však vychází především z geologických a geomorfologických poměrů tohoto území.

### Použití výsledky pozorování podzemních vod a metody jejich zpracování

K přesnému vystižení všech odchylek a zvláštností režimu podzemních vod je zapotřebí údajů z co možná největšího počtu pozorovacích objektů a za jednotné pozorovací období. Přitom je současně třeba, aby se tyto hodnoty příliš nelišily od dlouhodobých charakteristik. Dosavadní výsledky výzkumu režimu podzemních vod ukázaly, že spolehlivé údaje o průměrném ročním průběhu výkyvů hladin podzemních vod je možné získat nejméně desetiletým pozorováním, je-li současně toto období dostatečně reprezentativní (R. Netopil 1964, D. Duba 1968). Z těchto důvodů bylo třeba zabývat se v prvé řadě otázkou volby vhodného pozorovacího období a jeho reprezentativností.

Pozorování podzemních vod a vydatností pramenů na území ČSR jsou zatím převážně krátkodobá. Výjimku tvoří pouze pozorování prováděná v poměrně malé části tohoto území, a to v předpokládané trase plánovaného průplavu Odra-Dunaj a v části výběžku české křídové pánve na sz. Moravě. Jde většinou o pozorovací objekty vybudované v údolích některých toků (Odra, Morava, Bečva), a proto i výsledky pozorování jsou charakteristické pouze pro režim podzemních vod v údolních nivách a terasových stupních těchto řek. Z hlediska regionalizace podzemních vod jsou proto významnější objekty základní pozorovací sítě, kterou Hydrometeorologický ústav soustavně buduje asi od roku 1957.

Otázka výběru vhodného pozorovacího období byla podrobně řešena na několika vybraných charakteristických objektech s nejméně dvacetipětiletým pozorováním (H. Kríž 1969). Jednotlivá poměrně krátká období, která připadala v úvahu, byla přitom posuzována nejen z hlediska jejich reprezentativnosti, tj. míry vlhkosti a vodnosti, ale též s přihlédnutím k celkovému počtu objektů pozorovaných v každém v těchto obdobích. Po zvážení všech poznatků zjištěných při pozorování charakteristických úrovní i průměrných stavů získaných zpracováním pozorování za čtyři krátkodobá období (1961—1965, 1964—1968, 1961—1968 a 1959—1968) a dlouhodobá období se ukázalo, že pro daný účel bude nejlépe vyhovovat desetiletí 1959—1968. V tomto období jsou celkem rovnoměrně zastoupeny jak roky podprůměrně, tak i nadprůměrně vlhké, neboť se v něm vyskytly celkem čtyři roky suché (1959, 1962, 1963 a 1964), rovněž čtyři roky vlhké až mimořádně vlhké (1960, 1965, 1966 a 1967) a konečně dva roky (1961 a 1968), které lze považovat za průměrně vlhké. Přesto však budou použité údaje ve srovnání s dlouhodobými charakteristikami poněkud nadnormální. Za současného stavu však není jiné možnosti, neboť dostatečně dlouhá a reprezentativní pozorování jsou zatím pouze v malé části ČSR.

Vzhledem k různé délce pozorování a velmi nerovnoměrnému rozložení pozorovacích objektů podzemních vod i sledovaných pramenů na území ČSR bylo třeba pro účely regionalizace provést výběr vhodných objektů. Ukázalo se sice, že téměř 1.100 pozorovacích objektů a pramenů sledovaných Hydrometeorologickým ústavem má víceméně úplné pozorování za období 1959—1968, avšak z tohoto počtu podstatná část (79 %) připadala na sondy a vrty tzv. hydrologických profilů, v nichž jsou objekty uspořádány tak, že přibližně na 0,1 až 0,5 km jejich délky připadá v průměru jedna sonda nebo jiný pozorovací objekt a jen výjimečně vzdálenost mezi sousedními objekty přesahuje 1 km. Mnohé sondy a vrty se proto z hlediska režimu od sebe prakticky neliší, a proto byly

pro regionalizaci vybrány z této poměrně husté sítě pouze některé charakteristické objekty. V jiných částech ČSR naproti tomu zatím pozorování podzemních vod buď vůbec chybí, nebo bylo zahájeno teprve nedávno, takže bylo nutno použít i kratší pozorovací řady než desetileté.

Kromě délky pozorování a hustoty sítě bylo při výběru vhodných pozorovacích objektů přihlíženo též ke kvalitě a úplnosti pozorování, takže některé objekty musely být ze zpracování vyloučeny i z těchto důvodů. Nakonec bylo vybráno celkem 637 pozorovacích objektů podzemních vod a pramenů; převážně šlo o objekty z pozorovací sítě Hydrometeorologického ústavu a pouze velmi malou část tvořily pozorovací vrty jiných organizací, zejména Vodohospodářské správy města Brna. Z celkového počtu připadalo 289 objektů a pramenů na povodí Labe, 213 na povodí Moravy a 135 na povodí Odry.

Po úpravě a doplnění pozorovacích řad se přistoupilo k jejich zpracování. Vzhledem ke značnému rozsahu tohoto materiálu omezilo se zpracování pouze na výpočet nejjednodušších charakteristik, tj. průměrných měsíčních a ročních stavů hladin podzemních vod a vydatností pramenů za jednotlivé hydrologické roky a celé zpracované období. Kromě toho byly ještě u každého objektu vyhledávány extrémní stavy a vydatnosti.

Po roztřídění vybraných pozorovacích objektů a pramenů z hlediska délek pozorovacích řad se ukázalo, že pouze 177 pramenů a objektů podzemních vod má úplná pozorování za celé období 1959—1968. Dalších 40 objektů a pramenů je s pozorováním za období 1960—1968, které se jen velmi málo liší od desetiletí, takže celkem 217 pozorovacích vrtů, sond a pramenů, tj. třetinu z celkového počtu lze považovat za objekty s úplnou pozorovací řadou. Zbývající objekty a sledované prameny mají pozorovací řady dosahující délky vesměs od pěti do osmi let. Vzhledem k tomu, že v některých částech Čech se provádí pozorování podzemních vod teprve velmi krátkou dobu, nezbývalo než použít i těchto krátkodobých pozorování, a proto u 105 vybraných objektů a pramenů jsou řady nejvýše čtyřleté.

Výsledné hodnoty získané zpracováním kratších nebo devítiletých řad bylo třeba upravit tak, aby alespoň přibližně odpovídaly charakteristikám odvozeným z desetiletého pozorování. Jde o úpravu pozorovacích řad, která je dosti obtížná a navíc při zpracování pozorování podzemních vod zatím málo používaná. V tomto případě byla použita poněkud upravená metoda diferencí. Postup byl přitom takový, že vypočítané hodnoty z krátké řady byly upraveny podle zjištěného vztahu výsledků pozorování hladiny nebo vydatnosti za stejné období k hodnotám získaným zpracováním desetileté řady, a to v nejbližším vhodném objektu nebo sledovaném prameni. Ke každému objektu s krátkodobým pozorováním musel být tedy vyhledán analogický pozorovací objekt s řadou desetiletou. Při výběru těchto srovnávacích pozorovacích řad byly vypracovány korelační vztahy mezi měsíčními průměry vypočítanými za stejné období pro oba objekty. Byla k tomu používána jednoduchá grafická metoda. Míra těsnosti vypracovaných vztahů byla pak rozhodující pro volbu srovnávací desetileté řady.

Získané údaje o režimu podzemních vod ze 637 pozorovacích objektů však nemohly stačit pro přesné vyčlenění regionů na celém území ČSR, i když se orientačně přihlíželo k výsledkům pozorování z dalších objektů, zejména těch, které byly uveřejněny v publikacích vydaných Hydrometeorologickým ústavem (Hydrologická ročenka ČSSR 1965, II. část 1966, Hydrologické poměry ČSSR. II. díl 1967). Vymezení regionů muselo být upřesňováno s ohledem na celkové fyzickogeografické poměry území a s přihlédnutím i ke geologické stavbě o hydrogeologickým poměrům. Kromě toho byly při vyčleňování hydrologických jed-

notek srovnávány celkové podmínky pro doplňování zásob podzemních vod v průběhu roku v územních celcích s analogickými poměry, ale s četnějšími podklady.

## Principy regionalizace podzemních vod

K vymezení regionů podzemních vod na území České socialistické republiky byla v podstatě použita hydrologická metoda, kterou na základě zkušeností a poznatků získaných v SSSR dále propracoval a pro naše přírodní podmínky upravil R. Netopil (1964). Zatímco některá kritéria navržená R. Netopilem pro vyznačení příznačných vlastností režimu podzemních vod na území ČSR byla převzata, jiná bylo nutno při praktickém provádění regionalizace změnit.

Především byl převzat způsob rozlišování základních typů podzemních vod podle podmínek, zdroje a doby jejich doplňování. Jde o tři typy režimu, které jsou podmíněny především klimatickými činiteli. První z nich je typ s krátkým letním doplňováním podzemních vod. Na rozdíl od SSSR není tento typ v našich klimatických podmínkách jednoznačně určen. R. Netopil předpokládá, že je u nás vyvinut jen v nejvyšších pásmech vysokohorských oblastí. Vzhledem k tomu, že v ČSR nejsou buď vůbec podmínky pro vytvoření tohoto typu podzemních vod, nebo jsou pouze na nepatrné části tohoto území, nebyl tento typ při vyčleňování regionů uvažován.

Další typ podzemních vod se vyznačuje sezónním doplňováním jejich zásob a je rozšířen na větší části ČSR, kde po převážnou část zimního období leží sněhová pokrývka, v níž se hromadí zásoby vody. Zásoby podzemní vody se doplňují hlavně na jaře vodou z tající sněhové pokrývky, popřípadě z jarních dešťů. Jarní a podzimní srážky jsou mnohdy jen zdrojem doplňkovým, který se podílí velmi rozdílnou měrou na doplňování zásob. V zimním období se zpravidla vyživování podzemních vod přerušuje a zásoby se zmenšují. V našich podmínkách je území s tímto typem podzemních vod zhruba vymezeno izolinií, která ohraničuje oblasti s počtem dní sněhovou pokrývkou vyšší než 50 dní. Zahrnuje především horská pásma a vrchoviny, dále pahorkatiny a sníženiny s kontinentálním rázem zim.

Pro poslední typ podzemních vod s celoročním doplňováním zásob jsou charakteristické příznivé podmínky pro rozhojňování podzemních vod po celý rok. V našich přírodních poměrech patří k tomuto typu podzemní vody na území, kde dochází k nepravidelnému a krátkodobému zamrznání půdní vrstvy, na níž se udržuje souvislá sněhová pokrývka pouze po krátkou dobu. Počet dní se sněhovou pokrývkou je v těchto oblastech v průměru nižší než 50 dní a přitom nejde o souvislé trvání sněhové pokrývky, nýbrž o několik kratších období, která jsou oddělena obdobími, kdy sněhová pokrývka zcela roztaje. Tímto typem podzemních vod se v českých zemích vyznačují zejména Česká tabule, Jihočeské pánve a západní Vněkarpatské sníženiny.

Při podrobnějším členění byla též použita některá kritéria navržená R. Netopilem. Především režim podzemních vod byl posuzován z hlediska průměrného ročního průběhu hladiny a vydatností pramenů. Ukázalo se však přitom, že na rozdíl od původního návrhu nelze rozlišovat pásma s nejvyšším stavem hladiny a vydatností v zimním, jarním, letním a podzimním období, neboť — až na ojedinelé výjimky — se u všech vybraných objektů v ročním průměrném průběhu za desetiletí 1959—1968 vyskytly nejvyšší průměrné měsíční stavy hladin a vydatnosti buď již v době od března do dubna, nebo až v závěru jarního období a první polovině léta (od května do června). Jako další ukazatel byl zvolen prů-

měrný výskyt nejnižších průměrných měsíčních stavů hladin a vydatností pramenů. V desetiletém průměru připadaly nejnižší průměrné stavy a vydatnosti výjimečně již na druhou polovinu léta (červenec—srpen), zpravidla však na podzimní období (září—listopad) nebo až na zimní období (prosinec—únor). Kromě toho je ještě rozlišován další druh režimu podzemní vody, pro který je příznačný výrazný pokles hladiny i vydatnosti pramenů v červenci nebo srpnu, po němž opět dochází na začátku podzimního období k vzestupu hladiny i vydatnosti. Tímto režimem se vyznačuje zejména východní část České tabule, Nízký Jeseník a z části i Hrubý Jeseník.

Z hlediska průměrného časového výskytu nejvyšších a nejnižších průměrných měsíčních stavů hladin, resp. vydatností, lze na území ČSR rozlišit celkem pět různých pásem s rozdílným režimem u typu podzemních vod s celoročním doplňováním zásob a osm pásem u typu se sezónním vyživováním podzemních vod. Vcelku je patrné, že na větší části tohoto území v závislosti na klimatických a hydrologických podmínkách s přibývajícím nadmořskou výškou se nejvyšší průměrné stavy hladin podzemní vody i vydatnosti pramenů posunují z března a dubna na květen, popřípadě až na červen, a minimální měsíční průměry z podzimních měsíců na zimní. Přesto však výšková zonálnost, která byla celkem jednoznačně prokázána na území Slovenské socialistické republiky (M. Zafko 1968), z výsledků pozorování podzemních vod i pramenů na území ČSR jednoznačně nevyplývá. Nejvýraznější odchylky jsou především v západní části České křídové tabule a v jejím výběžku na sz. Moravě. Pro tyto oblasti je příznačný režim podzemních vod s přibližně stejnými znaky, kterými se vyznačují nejvyšší části okrajových horských pohoří. Shodou okolností jde o území, kde je nejhustší síť pozorovacích objektů a celkem dlouhodobá pozorování, která vylučují možnost chyb, jichž bychom se popřípadě mohli dopustit při malém počtu pozorovacích objektů, prodlužování pozorovacích řad na základě analogie apod. Tyto odchylky si lze vysvětlit jediňe specifickými hydrogeologickými vlastnostmi křídových hornin, která tato území budují, zejména pak hlubším puklinovým oběhem podzemních vod. Je však třeba zdůraznit, že i při regionalizaci České tabule byl uvažován pouze mělký zvodněný horizont, i když vázaný na křídové sedimenty, a výsledky pozorování prováděné v tzv. hlubinné pozorovací síti Hydrometeorologického ústavu nebyly uvažovány.

V rámci uvedených oblastí s odlišnými typy režimu podzemních vod jsou dále vyloučeny na základě průměrného specifického odtoku podzemních vod menší územní celky — regiony. Specifický odtok podzemních vod je v tomto případě nahrazován specifickými odtoky tzv. vody 355denní ( $Q_{355}$ ), která je také v hydrologii označována jako praktické minimum. Jde o průtok v povrchovém toku překročený průměrně po dobu 355 dní v roce. Nahrazení velmi obtížně zjistitelných specifických odtoků podzemních vod průtoky  $Q_{355}$  znamená určité zjednodušení, avšak dosavadní výzkumy prokázaly, že lze 355denní vodu pro tento účel použít. Např. E. Kullman se ve své práci o specifických odtocích podzemních vod Západních Karpat (1965) touto otázkou podrobněji zabýval a dospěl k závěru, že je možno vycházet při řešení problematiky specifických odtoků podzemních vod z hodnot 355denní vody. Podobně i O. Hynie (1961) uvádí, že praktické minimum ( $Q_{355}$ ) průtoku řeky Loučné se může považovat za střední odtok podzemní vody. Naproti tomu Č. Brázda (1970), který se zabýval stanovením podílu odtoku podzemních vod na říčním průtoku v horním povodí Jihlavy na Českomoravské vrchovině, zjistil, že v desetiletém průměru připadá na podzemní vody poněkud větší podíl, než kolik činí  $Q_{355}$ .

Základní údaje o průtocích českých a moravských řek překročených průměrně po

dobu 355 dní byly převzaty z publikací vydaných Hydrometeorologickým ústavem v Praze (1963). Jde o průměrné hodnoty získané zpracováním výsledků vodoměrných pozorování za období 1931—1960. Na základě těchto specifických hodnot byly vypočítány specifické odtoky ( $Q_{355}$ ) a výsledky vyznačeny v přehledné mapě v měřítku 1:500.000, která byla použita jako podklad při sestavování mapy regionů podzemních vod. Jsou při tom rozlišovány specifické odtoky podzemních vod ( $l/s\ km^2$ ) podle sedmičlenné stupnice jak ukazuje tab. 1.

Číselné označení	Specifický odtok podzemní vody $l/s\ km^2$
1	< 0,3
2	0,31—0,50
3	0,51—1,00
4	1,01—1,50
5	1,51—2,00
7	2,01—5,00
6	> 5,00

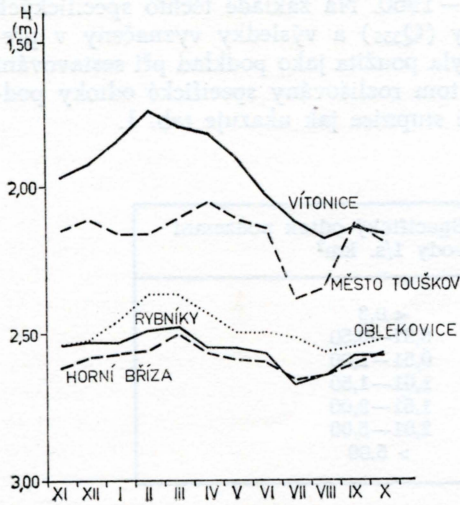
Regiony podzemních vod na území České socialistické republiky jsou znázorněny na mapě v měřítku 1:500.000 (příl. 1). V této mapě jsou dva základní typy podzemních vod ohraničeny silnými čarami, kdežto slabšími plnými čarami jsou vyznačeny oblasti s odlišným režimem podzemních vod a konečně přerušovanými čarami jsou odděleny regiony podle specifických odtoků podzemních vod v příslušném rozmezí podle uvedené stupnice.

Kromě grafického rozlišení jsou jednotlivé regiony ještě označeny indexy, které vznikly kombinací příslušných čísel a písmen. Vyjádřeno postupně znamenají, ke kterému základnímu typu podzemních vod region náleží (římská čísla), dále příslušnost k pásmu podle režimu podzemních vod, který je posuzován na základě průměrného ročního průběhu měsíčních stavů hladin v pozorovacích objektech a vydatností sledovaných pramenů (velká písmena). Arabskými čísly jsou rozlišovány jednotlivé regiony z hlediska průměrných specifických odtoků podzemních vod podle uvedené stupnice.

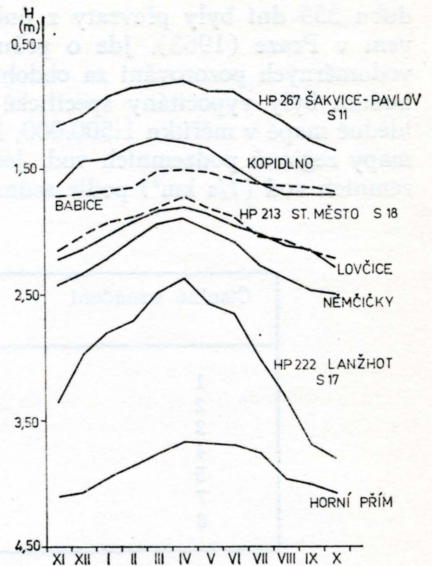
### Hlavní regiony podzemních vod na území ČSR

Území ČSR bylo podle popsaných kritérií rozděleno do dvou hlavních částí s odlišným základním typem podzemních vod. Menší část tohoto území s typem celoročního doplňování zásob podzemních vod se dále dělí do pěti pásem s rozdílnými charakteristickými znaky režimu podzemních vod. První pásmo (I A) se vyznačuje nejvyššími průměrnými měsíčními stavy hladin podzemních vod i vydatnostmi pramenů v březnu a dubnu a nejnižšími průměry v červenci nebo srpnu. K tomuto pásmu patří pouze dva regiony, a to první na území Plzeňské kotliny a druhý v jv. části Znojemské plošiny. Typickým příkladem režimu v pásmu I A je roční průběh průměrných měsíčních vydatností několika vybraných pramenů na území druhého regionu (obr. 1).

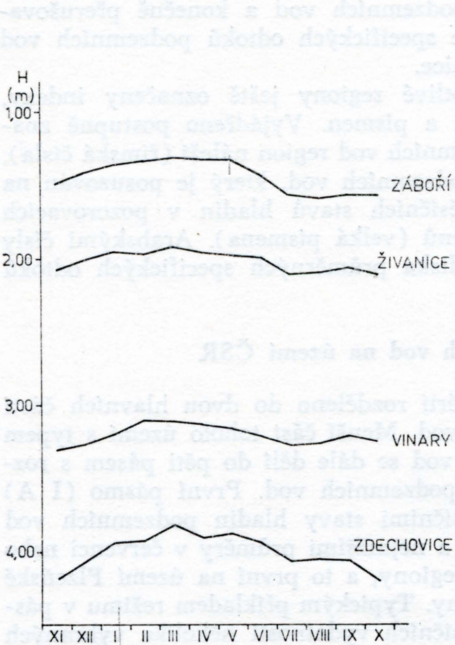
Podobně i ve druhém pásmu (I B) se vyskytují maximální průměrné měsíční stavy hladin podzemních vod i vydatnosti pramenů v březnu a dubnu, avšak minimální průměry jsou posunuty na podzimní měsíce (obr. 2). V Čechách



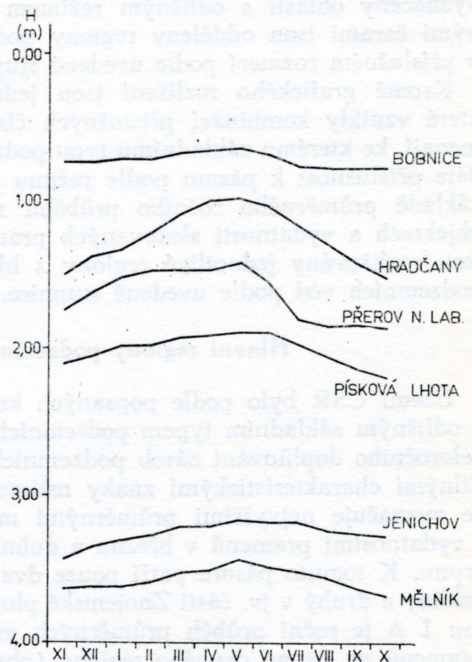
1. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody v pozorovacích objektech v pásnu I A.



2. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu I B.



3. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu I C.



4. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu I E.



patří k tomuto pásmu především dva regiony zabírající Mosteckou pánev a část Hazmburské tabule; dále jednotka tvořená z částí Východolabské tabule a zasahující zčásti i do Středolabské tabule a region na území Jizerské tabule. Také Jihočeské pánve náležejí k tomuto pásmu. Na Moravě se řadí k pásmu I B rozsáhlé území zahrnující s výjimkou části Bečevské a celé Oderské části Moravské brány všechny západní Vněkarpatské sníženiny, dále Dolnomoravský úval, Mutěnickou pahorkatinu a jižní části Boskovické brázdy a Bobravské vrchoviny.

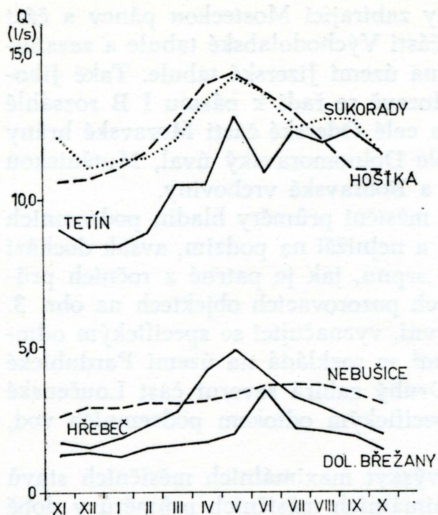
Podobně i v pásmu I C připadají nejvyšší měsíční průměry hladin podzemních vod i vydatností pramenů na březnu a duben a nejnižší na podzim, avšak dochází zde k přechodnému poklesu v červenci nebo srpnu, jak je patrné z ročních průběhů měsíčních průměrů v několika vybraných pozorovacích objektech na obr. 3. Toto pásmo je zastoupeno dvěma regiony. První, vyznačující se specifickým odtokem podzemních vod od 0,51 do 1,00 l/s km<sup>2</sup> se rozkládá na území Pardubické a Čáslavské kotliny a Chrudimské tabule. Druhý zabírá severní část Loučenské tabule a vyznačuje se nepoměrně vyšším specifickým odtokem podzemních vod, který dosahuje 2–5 l/s km<sup>2</sup>.

Pro třetí pásmo (I E) je typický časový výskyt maximálních měsíčních stavů i vydatností až v květnu nebo červnu a minimálních měsíčních průměrů v době od září do listopadu (obr. 4). Patří k němu především region zahrnující Nymburskou a jižní část Mělnické kotliny a Českokbrodskou tabuli. Od této jednotky se liší vyššími specifickými odtoky podzemních vod další region na území severní části Mělnické kotliny a západní části Dolnojizerské tabule.

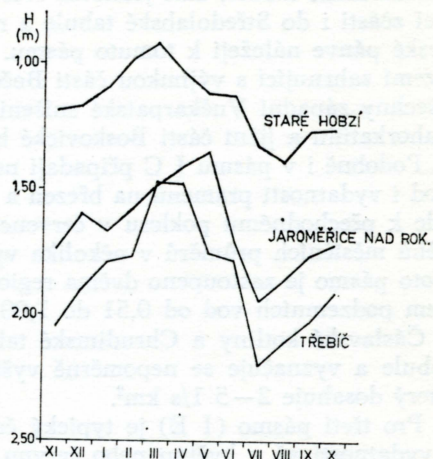
Poslední pásmo (I G) u tohoto základního typu podzemních vod se vyznačuje průměrným ročním průběhem měsíčních stavů hladiny podzemní vody i vydatností pramenů s maximem připadajícím na květen až červen a minimem v zimních měsících (obr. 5), což je příznačné pro režim podzemních vod v horských oblastech. Patří k němu regiony v západní a jižní části české křídové pánve, tj. na území budovaném převážně křídovými sedimenty. Stejný režim byl však zjištěn i v devonských vápencích ve středních Čechách. Pro naprostý nedostatek pozorování podzemních vod v Moravském krasu nemohlo být zjištěno, zda i toto území má stejný režim, a proto mu byl zatím přisouzen stejný režim, jaký má okolní území. Celkem jde tedy o čtyři regiony zahrnující větší část Dolnooharské tabule, Džbán, Kladenskou tabuli a Karlštejnskou pahorkatinu, které se od sebe liší rozdílnou výší specifických odtoků podzemních vod. Zatímco v regionu na území Tereziňské kotliny a části Dokeské pahorkatiny tento odtok přesahuje 1,00 l/s. km<sup>2</sup>, v ostatních regionech dosahuje pouze prvního nebo druhého stupně podle uvedené stupnice.

Větší část území ČSR patří ke druhému hlavnímu typu podzemních vod se sezónním doplňováním jejich zásob. Na základě stejných kritérií bylo toto území rozčleněno celkem do osmi pásem s odlišným režimem podzemních vod. K pásmu II A, pro který je příznačný režim s průměrným výskytem nejvyšších měsíčních stavů hladiny i vydatnosti v březnu a dubnu a nejnižších stavů v červenci a srpnu, náleží pouze jeden region, a to na území Jevišovické pahorkatiny (obr. 6).

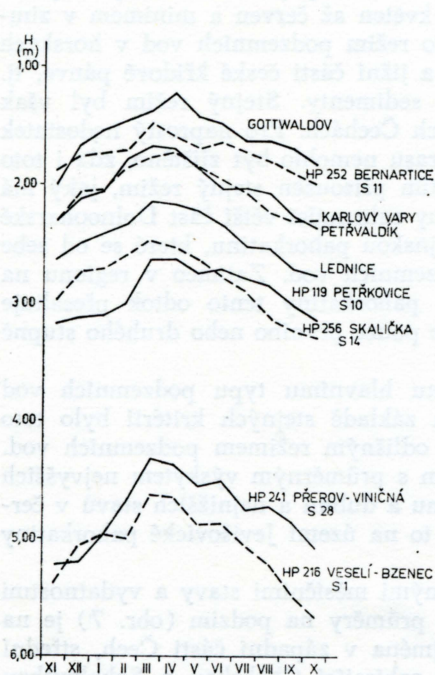
Další pásmo (II B) s nejvyššími průměrnými měsíčními stavů a vydatnostmi v březnu až dubnu a nejnižšími měsíčními průměry na podzim (obr. 7) je na území ČSR zastoupen několika regiony, zejména v západní části Čech, střední a severní Moravě. Jde především o region zabírající Chebskou a Sokolovskou pánev, od něhož se nižším specifickým odtokem podzemních vod (do 0,3 l/s. km<sup>2</sup>) liší další jednotka na území sz. části Plzeňské pahorkatiny a části Tepelské vrchoviny. Další skupinu šesti regionů se stejným druhem režimu podzemních vod tvoří



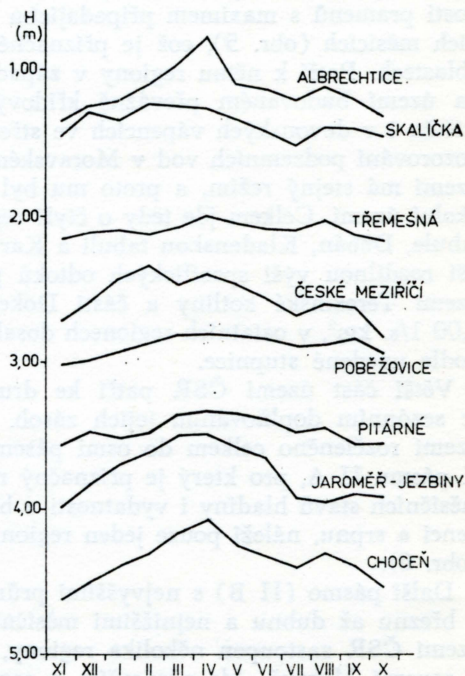
5. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu I G.



6. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu II A.



7. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu II B.



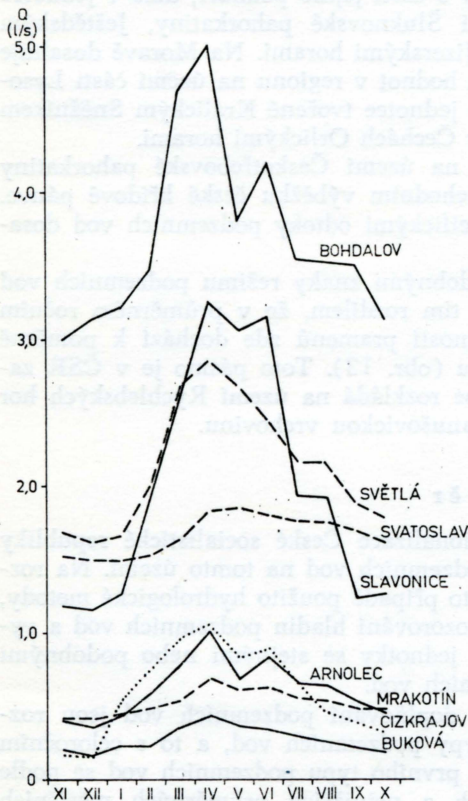
8. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásnu II C.

téměř celá Benešovská a Blatenská pahorkatina. Na Moravě jsou to především tři regiony, zahrnující Dražanskou, Bouzovskou a Nedvědicou vrchovinu; dále jednotky na území Moravské brány, Ostravské pánve a Hlučínské pahorkatiny.

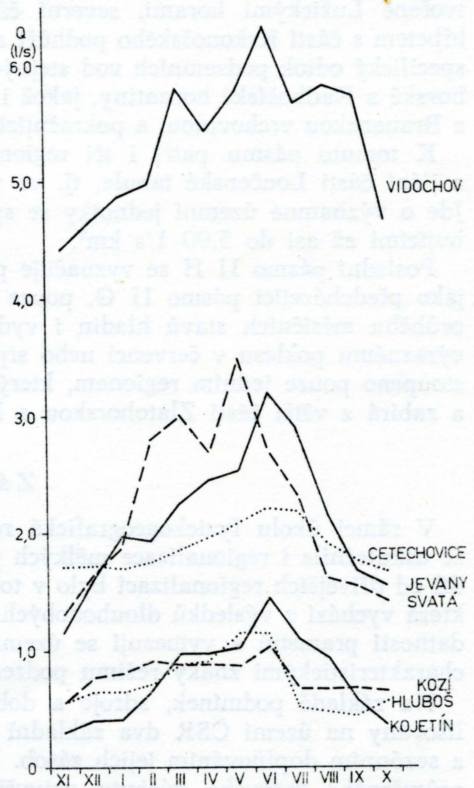
Podobným režimem jako pásmo II B se vyznačuje i pásmo II C, avšak s tím rozdílem, že v průměrném ročním průběhu měsíčních stavů hladin podzemních vod i vydatnosti pramenů je patrný celkem výrazný přechodný pokles v červenci a srpnu (obr. 8). Tento režim je příznačný pro regiony na území Podorlické tabule a Bělohorské pahorkatiny, Mohelnické brázdy a Šumperské kotliny i jednotku zahrnující Osoblažskou pahorkatinu a nížinu.

Pásmo II D s průměrným časovým výskytem maximálních měsíčních stavů hladin podzemní vody i vydatnosti pramenů v jarním období (březen—květen) a minimálních průměrných hodnot v zimě (prosinec—leden) (obr. 9) je v ČSR zastoupeno pouze třemi regiony ve východní části Českomoravské vrchoviny.

Značná část území ČSR patří k pásmu II E, pro které je příznačný režim podzemních vod s nejvyššími měsíčními stavy hladin i vydatnostmi připadajícími v průměrném ročním průběhu na květen až červen a s minimálními měsíčními průměry v podzimních měsících (obr. 10). Regiony, které k tomuto pásmu náležejí tvoří téměř souvislý pruh lemující okrajová pohoří. K nejvýznamnějším z nich patří skupina regionů na území Českého středohoří, Dokeské a části Zá-



9. Průměrné měsíční vydatnosti vybraných pramenů v pásmu II. D.



10. Průměrné měsíční vydatnosti vybraných pramenů v pásmu II E.

kupské pahorkatiny, dále Turnovské pahorkatiny a Krkonošského podhůří, které se vyznačují poměrně vysokými specifickými odtoky podzemních vod, dosahujícími v povodí Ploučnice 2—5 l/s/km<sup>2</sup>. Kromě toho náleží k tomuto pásmu rozsáhlá oblast, která tvoří několik regionů na území Středočeské pahorkatiny a západní části Českomoravské vrchoviny.

Od předcházejícího pásma II E se liší charakteristickým poklesem hladin podzemních vod i vydatností pramenů v červenci, resp. v srpnu, který je patrný i v průběhu měsíčních průměrných hodnot, další pásmo II F (obr. 11). Je tvořeno pěti regiony na území Nizkého Jeseníku, s výjimkou Vítkovské vrchoviny a Oderských vrchů, a dva regiony, které zahrnují Orlické podhůří a Moravskotřebovskou pahorkatinu se Zábřežskou vrchovinou.

Pro regiony, které se rozkládají převážně na území okrajových hornatin a vrchovin, je příznačný režim podzemních vod s nejvyššími průměrnými stavy hladin i vydatnostmi pramenů připadajícími v průměrném ročním průběhu na květen a červen a s nejnižšími měsíčními průměry v zimním období (obr. 12). Jde o pásmo II G, tvořené jednotkami, v nichž dosahují specifické odtoky podzemních vod vesměs nejvyšších zjištěných hodnot. Tak např. na území regionu v nejvyšších částech Krkonoš a Jizerských hor je specifický odtok podzemních vod vyšší než 5,0 l/s/km<sup>2</sup>. Stejných hodnot dosahuje i v nejvyšších polohách západní části Šumavy a Hrubého Jeseníku. O stupeň nižší je odtok podzemní vody v regionu, který zabírá zbývající část Šumavy s částí jejího podhůří; dále v jednotce tvořené Lužickými horami, severní částí Šluknovské pahorkatiny, Ještědským hřbetem s částí Krkonošského podhůří a Jizerskými horami. Na Moravě dosahuje specifický odtok podzemních vod stejných hodnot v regionu na území části Lysohorské a Radhošské hornatin, jakož i v jednotce tvořené Králickým Sněžníkem a Branenskou vrchovinou, a pokračující v Čechách Orlickými horami.

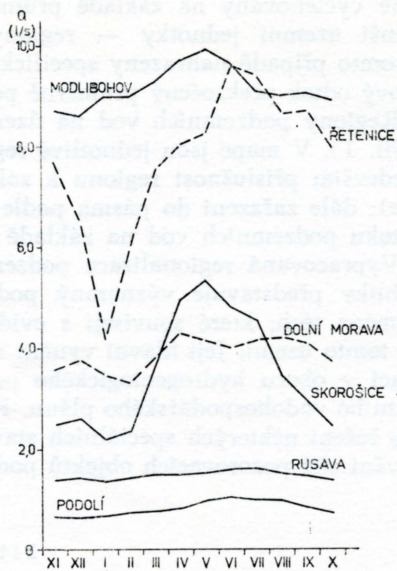
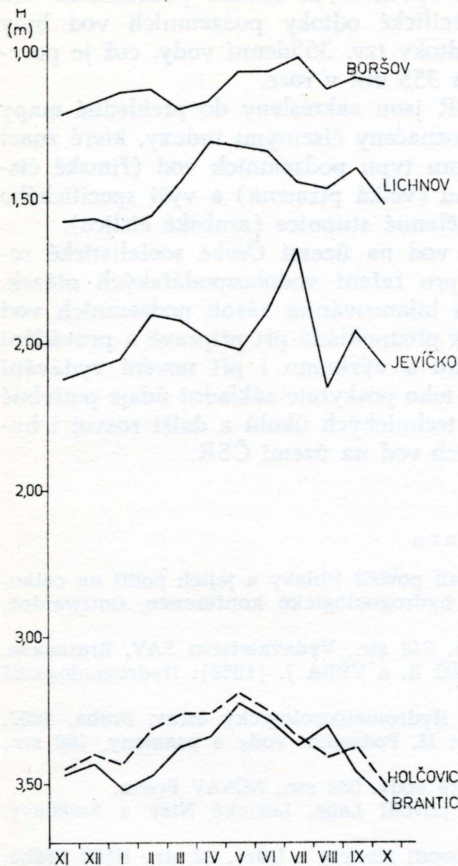
K tomuto pásmu patří i tři regiony na území Českotřebovské pahorkatiny a jižní části Loučenské tabule, tj. ve východním výběžku české křídové pánve. Jde o významné územní jednotky se specifickými odtoky podzemních vod dosahujícími až asi do 5,00 l/s km<sup>2</sup>.

Poslední pásmo II H se vyznačuje podobnými znaky režimu podzemních vod jako předcházející pásmo II G, pouze s tím rozdílem, že v průměrném ročním průběhu měsíčních stavů hladin i vydatností pramenů zde dochází k poměrně výraznému poklesu v červenci nebo srpnu (obr. 13). Toto pásmo je v ČSR zastoupeno pouze jedním regionem, který se rozkládá na území Rychlebských hor a zabírá z větší části Zlatohorskou a Hanušovickou vrchovinu.

## Z á v ě r

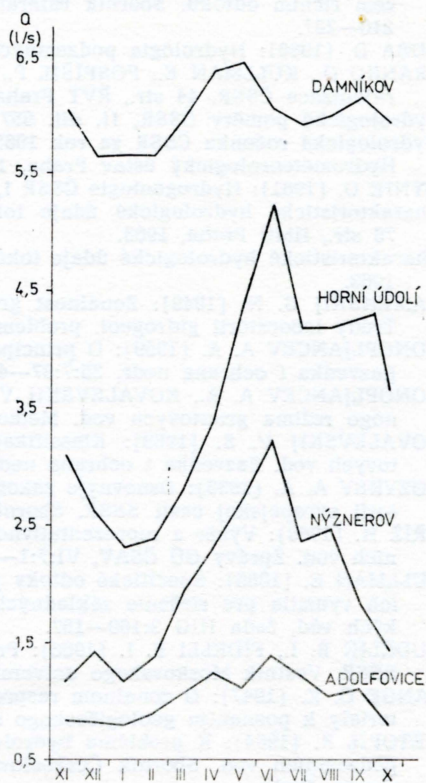
V rámci úkolu fyzickogeografická regionalizace České socialistické republiky se uskutečnila i regionalizace mělkých podzemních vod na tomto území. Na rozdíl od dřívějších regionalizací bylo v tomto případě použito hydrologické metody, která vychází z výsledků dlouhodobých pozorování hladin podzemních vod a vydatností pramenů a vymezují se územní jednotky se stejnými nebo podobnými charakteristickými znaky režimu podzemních vod.

Na základě podmínek, zdroje a doby doplňování podzemních vod jsou rozlišovány na území ČSR dva základní typy podzemních vod, a to s celoročním a sezónním doplňováním jejich zásob. U prvního typu podzemních vod se podle průměrného časového výskytu nejvyšších a nejnižších průměrných měsíčních stavů hladin, resp. vydatností pramenů, rozeznává celkem pět pásem a u druhého typu osm pásem s rozdílným režimem. V rámci těchto pásem jsou dále



11. Průměrné měsíční stavy hladiny podzemní vody ve vybraných pozorovacích objektech v pásmu II F.

12. Průměrné měsíční vydatnosti pramenů v pásmu II. G.



13. Průměrné měsíční vydatnosti pramenů v pásmu II H.

ještě vyčleňovány na základě průměrných specifických odtoků podzemních vod menší územní jednotky — regiony. Specifické odtoky podzemních vod byly v tomto případě nahrazeny specifickými odtoky tzv. 355denní vody, což je povrchový odtok překročený průměrně po dobu 355 dní v roce.

Regiony podzemních vod na území ČSR jsou zakresleny do přehledné mapy (příl. 1). V mapě jsou jednotlivé regiony označeny číselnými indexy, které značí především příslušnost regionu k základnímu typu podzemních vod (římské číslice); dále zařazení do pásma podle režimu (velká písmena) a výši specifického odtoku podzemních vod na základě sedmičlenné stupnice (arabské číslice).

Vypracovaná regionalizace podzemních vod na území České socialistické republiky představuje významný podklad pro řešení vodohospodářských otázek, zejména těch, které souvisejí s evidencí a bilancováním zásob podzemních vod na tomto území. Její hlavní využití se však předpokládá při přípravě a provádění prací v oboru hydrogeologického průzkumu a výzkumu i při novém vydávání státního vodohospodářského plánu. Kromě toho poskytuje základní údaje potřebné pro řešení některých speciálních stavebně technických úkolů a další rozvoj i budování sítě pozorovacích objektů podzemních vod na území ČSR.

#### Literatura

- BRÁZDA Č. (1970): Podzemní vody v horní části povodí Jihlavy a jejich podíl na celkovém říčním odtoku. Sborník referátů V. hydrogeologické konference, Gottwaldov, 210—227.
- DUBA D. (1968): Hydrologia podzemních vod. 349 str., Vydavateľstvo SAV, Bratislava.
- FRANKO O., KULLMAN E., POSPÍŠIL P., ŘEZÁČ B. a VRBA J. (1966): Hydrogeologická rajonizace ČSSR. 44 str., RVT Praha.
- Hydrologické poměry ČSSR, II. díl. 557 str., Hydrometeorologický ústav, Praha, 1967.
- Hydrologická ročenka ČSSR za rok 1965, část II. Podzemní vody a prameny, 169 str., Hydrometeorologický ústav Praha, 1966.
- HYNIE O. (1961): Hydrogeologie ČSSR I, Prosté vody. 562 str., NČSAV Praha.
- Charakteristické hydrologické údaje toků v povodí Labe, Lužické Nisy a Smědavy. 76 str., HMÚ Praha, 1963.
- Charakteristické hydrologické údaje toků v povodí Moravy a Odry. 32 str., HMÚ Praha, 1963.
- KAMENSKIJ G. N. (1949): Zonalnost gruntových vod i počvennogeografičeskoje zony. Trudy laboratorii gidrogeol. problem VI.
- KONOPLJANCEV A. A. (1959): O principach regionalnoj ocenki režima gruntových vod. Razvedka i ochrana neдр, 25:7:37—43.
- KONOPLJANCEV A. A., KOVALEVSKIJ V. S. (1961): O principach izučeniija jestestvennogo režima gruntových vod. Meteorologija i gidrologija, 6:28—35.
- KOVALEVSKIJ V. S. (1959): Klassifikacionnaja schema jestestvennogo režima gruntových vod. Razvedka i ochrana neдр, 25:9:41—47.
- KOZYREV A. A. (1933): Osnovnyje zakonomernosti zaleganiija podzemnych vod na teritorii evropejskoj časti SSSR. Sbornik Isledovaniija podzemnych vod SSSR, seš. 2.
- KŘÍŽ H. (1969): Výběr a reprezentativnost pozorovacího období pro rajonizaci podzemních vod. Zprávy GÚ ČSAV, VI:7:1—11.
- KULLMAN E. (1965): Špecifické odtoky podzemních vod Západných Karpát a možnosti ich využitia pre riešenie základných hydrogeologických otázok. Sborník geologických věd, řada HIG 3:169—187.
- KUDELIN B. I., FIDELLI F. I. (1966): Principy gidrologičeskogo rajonirovaniija teritorii SSSR. Vestnik Moskovskogo universiteta, 21:1:86—91.
- LANGE O. K. (1947): O zonalnom raspredeleii gruntových vod na teritorii SSSR. Materialy k poznaniju geologičeskogo strojenija SSSR, novaja serija.
- NETOPIĽ R. (1964): K problému hydrologického rajónování území ČSSR podle režimů podzemních vod. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 67:1:7—20. Academia, Praha.
- VASILEVSKIJ M. M. (1940): O gidrogeologičeskom rajonirovanii teritorii SSSR. Příroda 4.

VRBA J. (1965): Principy hydrogeologického rajónování. Vodní hospodářství XV:6:244—247.

ZATKO M. (1968): Niektoré otázky geografie podzemných vod Slovenska. Acta geologica et geographica universitatis Comeniana. Geographica 7. 117 str., Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava.

ZIMA K., VRBA J. (1959): Rajonizace území Čech do hydrogeologických celků v povodí Labe. Nepublikováno. Geofond, Praha.

#### GROUND WATER REGIONALIZATION ON CZECHOSLOVAKIA TERRITORY

Within the frame of the task of the physico-geographical regionalization of the Czech Socialist Republic even the regionalization of shallow ground waters was carried out on the said territory. In contradistinction to previous predominantly hydrogeological divisions of this territory the hydrological method was applied in this case based on the result of long-lasting observations of ground water tables and yields of springs on the basis of which regions with equal or very similar characteristic features of the ground water regime were defined.

On the basis of the conditions, source and time of supply of ground waters two basic types of ground waters are distinguished on the territory mentioned i. e. that with supply of the groundwater storage all the year long and that with seasonal supply of groundwater storage. With the first type of ground waters 5 zones can be distinguished according to the average chronological occurrence of highest and lowest mean monthly states of water tables and/or yields of springs, and with the second types 8 zones with different ground water regime can be distinguished. Within the frame of the zones smaller territorial units are delimited on the basis of mean specific subsurface runoff. The specific subsurface runoff was replaced in this case by the specific runoff of the so-called 355-days water which is the superficial runoff exceeded in average for 355 days in the year.

The ground water regions on the territory of the Czech Socialist Republic are represented in the general map (encl. No 1). In the map the basic ground water types are bordered with a thick full line whereas zones with a different ground water regime are marked by thin full lines and the regions according to specific subsurface runoffs are defined by broken lines. The diverse regions are moreover marked by numerical indices denoting (1) the appurtenance of the region to the basic ground water type (Roman numerals), (2) the placing to the zone according to the regime (capital letters) and (3) the quantity of the specific subsurface runoff the basis of the seven — terms scale (Arabic numerals).

Vysvětlivky

Základní typy podzemních vod	
I	s celoročním doplňováním zásob
II	se sezónním doplňováním zásob
Pásma s průměrným časovým výskytem	
	nejvyšších
	nejnižších
průměrných měsíčních stavů hladin podzemních vod a vydatností pramenů	
A	březen—duben červenec—srpen
B	březen—duben září—listopad
C	květen—duben září—listopad s přechodným poklesem v červenci nebo srpnu
D	březen—květen prosinec—leden
E	květen—červen září—listopad
F	květen—červen září—listopad s přechodným poklesem v červenci nebo srpnu
G	květen—červen prosinec—únor
H	květen—červen prosinec—únor s přechodným poklesem v červenci nebo srpnu
Regiony s průměrným specifickým odtokem podzemních vod v 1/s km <sup>2</sup>	
1	< 0,30
2	0,31—0,50
3	0,51—1,00
4	1,01—1,50
5	1,51—2,00
6	2,01—5,00
7	> 5,00

