

Obrázek na obálce: Měrný přepad v polním povodí u Pojbuk na Českomoravské vrchovině

Vydáno Ústředním ústavem geologickým v Praze
u příležitosti celostátní zemědělské výstavy ZEMĚ ŽIVITELKA
v Českých Budějovicích v roce 1983

C Ústřední ústav geologický, Praha 1983

Velká část území naší republiky je překryta horninami čtvrtohorního stáří. I když tyto uloženiny nejsou příliš mocné, řadí se svým významem mezi nejvyužívanější geologické útvary.

Základní metodou výzkumu čtvrtohorního útvaru je geologické mapování, které spolu s kvartérní stratigrafií, paleontologií, paleomalakozoologií, fytopaleontologií i studiem mineralogicko-petrografickým a geochemickým přináší základní poznatky i pro pedologii a zemědělskou praxi. Tak vznikla mapová díla jako Přehledná mapa půdních poměrů zemí českých, Přehledná mapa základových půd ČSR, Přehledná mapa půdních poměrů ČSR, Přehledná mapa přirozených hnojiv a minerální síly půd a řada dalších. Tak jako vlastní geologické mapy jsou i tyto mapy zpracovány na vysoké odborné úrovni, ve spolupráci s geologickými službami sousedních států, především zemí RVHP.

Geologické mapy určitých území jsou syntézou všech geologických znalostí a zároveň odrazovým můstkem pro další podrobnější výzkum a zabezpečování nerostných surovin pro naše národní hospodářství. Ve výzkumném programu jsou řešeny úkoly, které mají vztah k zemědělské praxi, především k hospodaření s půdním fondem, poznání jeho přirozených vlastností, využití minerálních vlastností, ale i poznání nepříznivých účinků apod.

Z těchto výzkumů geologických a geochemických jevů významných pro tvorbu životního prostředí bylo v posledních letech získáno mnoho poznatků. Byl studován vliv zemědělské činnosti na charakter čtvrtohorního pokryvu. V povodí Trnávky ve středních Čechách bylo vymezeno modelové území, kde bylo detailně studováno uvolňování a přenos minerálních látek z matečných hornin do půdního pokryvu a podzemních a povrchových vod. Sledován byl i vliv umělých hnojiv.

Některé tyto vědecké poznatky popularizuje následující příspěvek RNDr. Tomáše Pačesa, CSc., vědeckého pracovníka Ústředního ústavu geologického. Tento ústav plní i řadu dalších úkolů na poli základního výzkumu, a to nejen u nás, ale i v zahraničí, neboť geologie zasahuje stále více do všech odvětví národního hospodářství.

Automatická stanice NAIADA měřící průběžně vlastnosti vody v říčce Trnávce na Pacovsku



GEOCHEMIE ŽIVIN V LESNÍCH A POLNÍCH POVODÍCH

Tomáš Pačes

Geologický výzkum se dnes nezaměřuje pouze na vyhledávání a hodnocení ložisek nerostných surovin, ale zabývá se také současnými geochemickými procesy, které určují vyluhování hornin a oběh živiných i toxických látek v přírodě. Živiny, zejména dusík, fosfor, draslík, síra a mnohé další, jsou nepostradatelné pro zdárný růst jak zemědělských plodin, tak i lesních porostů. Toxické látky jako olovo, kadmium, arzén, rtuť a dokonce i některé formy hliníku se dostávají do prostředí působením různých antropogenních faktorů a mohou působit nepříznivě na zdraví jak rostlin, tak živočichů včetně člověka. Všechny tyto prvky obíhají v dnešní krajině spolu s vodou. Do vody jsou zaváděny atmosférickým spadem, chemickým zvětráváním hornin, hnojením, ukládáním odpadů a vypouštěním odpadních vod. Z půdy jsou odčerpávány rostlinami, částečně jsou půdou pohlceny, některé prvky unikají v plynné formě zpět do atmosféry a konečně jich značná část odtéká bez užítku ve vodních tocích. V povrchových i podzemních vodách se mohou rozpuštěné prvky hromadit, a tak způsobovat obyvatelstvu nemalé potíže. Například nadměrné hromadění živin v povrchových nádržích způsobuje jejich eutrofizaci, tj. proces, kdy vysoký obsah živin je využíván řasami, které bují, vyčerpávají z vody kyslík a potom v odkysličené vodě odumírají a hníjí. Tím se voda nejen znehodnotí po estetické stránce, ale přestává být i vhodným prostředím pro chov ryb. Jiným příkladem je obohacování vod toxickými kovy tam, kde je území postiženo kyselými dešti, způsobenými průmyslovými exhalacemi. Kyselé deště snadno vyluhují z půd a hornin kovy, jejichž zvýšené koncentrace ve vodě mohou v některých případech působit nepříznivě nejen na ryby, ale i na domácí zvířata, a pokud se dostanou do pitných vod, působí i na člověka. Moderní způsoby zemědělské intenzifikace úrodnosti, pokud jsou nesprávně používány, způsobují, že z polních povodí uniká nadměrné množství dusičnanů a síranů rozpuštěných ve vodě a fosforu a draslíku poutaných v půdních částicích, které jsou odnášeny vodou ve formě suspenze.

Geochemie – jedna ze základních metod geologického výzkumu – studuje rychlost a způsoby oběhu chemických prvků v krajině, procesy jejich vyluhování z hornin a jejich poutání ve zvětrávací zóně, zejména v půdě. Výsledky měření v terénu i údaje získané laboratorními experimenty ukazují, do jaké míry je příroda schopna čelit nepříznivým antropogenním vlivům.

Ústřední ústav geologický v Praze se již více než deset let zabývá studiem geochemických procesů, které ovlivňují vyplavování živin, sleduje změny biogeochemických cyklů důležitých prvků v různých typech naší krajiny. Výzkumnou metodou je měření hmotové bilance prvků v malých povodích reprezentujících různé typy našeho území ovlivněného lidskou činností. Reprezentativní povodí mají plochu řádově jeden čtvereční kilometr /100 ha/ a představují např. zalesněnou a polní krajinu v oblastech postižených exhalacemi oxidu siřičitého, krajinu s vesnicí apod. Geochemici navíc sledují dlouhodobé změny odtoku živin z celého povodí Labe na území ČSR. Příklady některých výsledků jsou uvedeny v tabulce 1. Údaje plynoucí z tohoto výzkumu ukazují, že lidská činnost dnes způsobuje, že se odnos živin z našeho území velmi zrychluje. Například na konci minulého

Účastníci mezinárodní exkurze k měrnému přepadu v modelovém povodí říčky Trnávky na Pacovsku



století odtékalo Labem z území ČSR ročně kolem 3,5 kg/ha dusičnanů, zatímco nyní odtéká již 25 kg/ha. Obdobně se zrychlil i odnos síranů, který činil na konci minulého století 34 kg/ha za rok, a dnes rychlost jejich odnosu dosahuje 163 kg/ha ročně. Obdobný trend můžeme pozorovat i u jiných látek. Tyto zvýšené odnosy jsou způsobeny jednak aplikacemi průmyslových hnojiv, jednak atmosférickým spadem. Část těchto látek je také odváděna do vod s průmyslovými a městskými odpadními vodami. Geochemici se dnes nejvíce zabývají vlivem kyselých srážek na rozpouštění hornin a vyluhováním prvků z půd. Zatímco dešťová voda má v neznečištěných oblastech hodnotu pH kolem 5,5, kyselé srážky na našem území dosahují hodnoty pH mezi 3,4 a 4,3. Čím má voda nižší hodnotu pH, tím je kyselější a může účinněji vyluhovat kovy a další prvky z hornin. Stává se tak agresivní a nepříznivě ovlivňuje stabilitu vodního ekosystému. Dalším předmětem geochemického výzkumu je vyplavování živin z lesních a polních povodí. Zatímco z lesního reprezentativního povodí na Českomoravské vrchovině odtéká ročně pouze 1,8 kg/ha dusičnanů a 27 kg/ha síranů, z hnojeného polního povodí ve stejné oblasti odtéká ročně 146 kg/ha dusičnanů a 189 kg/ha síranů. Naproti tomu nepozorujeme velké rozdíly v odnosu rozpuštěného draslíku a fosforu, neboť se tyto prvky váží na pádní částice a jsou odnášeny v nadměrné míře při odnosu suspendovaných částí ve vodě. Tyto částice se dostávají do vody při dešťových přívalcích tam, kde není vybudována účinná drenáž. Zatímco z lesního povodí je fosfor a draslík odnášen v suspenzi rychlostí 0,06 a 0,1 kg/ha za rok, je odnos těchto prvků z uměle odvodněného polního povodí 0,4 a 0,8 kg/ha za rok a z neodvodněného území bez protierozních opatření až 8 a 16 kg/ha za rok. To jsou závažná zjištění, uvážíme-li, jak nákladná jsou dnešní průmyslová hnojiva, která dusík, síru, fosfor a draslík obsahují, a jaké obtíže později tyto vyluhované prvky způsobují při eutrofizaci nejen nádrží na pitnou vodu, ale i rekreačních vodních ploch.

Síra je prvek, jehož vzrůst ve vodách je průvodcem průmyslového i zemědělského rozvoje. Do prostředí se uvolňuje při spalování uhlí, při těžbě rud a také rozpouštěním superfosfátů používaných ve velkých množstvích jako účinné hnojivo. Geochemici Ústředního ústavu geologického zkoumali hmotovou bilanci síry v reprezentativních povodích /tabulka 2/ a zjistili, že na poměrně málo znečištěné Českomoravské vrchovině se ročně dostává z ovzduší do zalesněných povodí toků kolem 27 kg/ha síry. Naproti tomu v Krušných horách v blízkosti tepelných elektráren se z exhalací dostává do zalesněných povodí kolem 110 kg/ha síry. Z této situace vyplývá, že v prvním případě odtéká vodou pouze 3,6 kg/ha a v druhém případě více než 130 kg/ha síry ročně. To znamená, že v lesích, které nejsou výrazně znečištěny exhalacemi, jsou přírodní procesy schopny síru spotřebovat, a ve znečištěných lesních povodích nemohou přírodní procesy tento prvek vázat, a tak se dostává do odtékající vody. Síry zde odtéká asi o 20 kg/ha více, než je dodáno z atmosféry. Původ této přebytečné síry není dosud dostatečně prozkoumán. Částečně se uvolňuje z hornin, avšak to úplně nevysvětluje její rychlý odnos. Z polních povodí také odtéká mnohem více síry, než je do nich dodáváno atmosférickým spadem. Zde pochází většinou ze superfosfátových hnojiv. Údaje o odnosu tohoto prvku z různých území jsou závažnými původními ukazateli stavu našeho životního prostředí, i když síra ve formě rozpuštěných síranů není v běžných koncentracích zdravotně závadná.

Tabulka 1

Průměrné hodnoty pH, koncentrací v odtékající vodě /mg/l/ a ročního měrného odtoku /kg/ha/ síranů /SO₄²⁻/, dusičnanů /NO₃⁻/ a rozpuštěného hliníku /Al/ z různých reprezentativních povodí v ČSR za období 1975-1982
/T. Pačes 1982/

typ povodí	pH	SO ₄ ²⁻		NO ₃ ⁻		Al	
		mg/l	kg/ha	mg/l	kg/ha	mg/l	kg/ha
les v málo znečištěné oblasti	5,2	16	27	1,1	1,8	0,0083	0,13
pole v málo znečištěné oblasti	5,8	121	189	106	148	0,024	0,031
les v oblasti znečištěné průmyslovými exhalacemi	4,9	69	285	12	53	0,94	3,9
povodí Labe v roce 1892	7	18	34	1,2	1,5	7	7
povodí Labe v roce 1976	7,1	104	163	16	25	7	7

Tabulka 2

Hmotová bilance síry v kg/ha/rok ve třech reprezentativních povodích ČSR
/B. Moldan et al. 1979/

	atmosférický spad síry		hnojení	zvětrávání hornin	biologická spotřeba	celkový odtok z povodí	přebytek /+/-/ síry z povodí
	srážky	suchý adsorpce spad síry ve formě SO ₂					
les v málo znečištěné oblasti	12	6	8	0	0,3	-0,6	23,1
pole v málo znečištěné oblasti	10	5	8	50	6	-4	22
les v oblasti znečištěné průmyslovými exhalacemi	36	9	64	0	10/77	-0,6	-131



Jak v případě síry, tak i u jiných prvků a chemických látek můžeme dnes pozorovat, že přírodní procesy již nestačí udržovat přírodní prostředí, zejména složení vod, ovzduší a půd, v neměnném stavu. Často se v těchto základních složkách prostředí tyto látky hromadí a dosud není jasné, jaké mohou mít jejich zvýšené obsahy dlouhodobé účinky na zdraví rostlin a živočichů. Příkladem je hliník, který byl vždy považován za neškodný prvek. Geochemici však zjistili, že tento prvek odtéká z lesních povodí postižených kyselými srážkami a exhalacemi mnohonásobně rychleji než z povodí neznečištěných. Hliník vytékající z povodí je v okyselené vodě přítomen ve formě komplexních iontů, které způsobují úhyn ryb. Další nebezpečné prvky, které se mohou takto uvolňovat z hornin, jsou kadmium a olovo. O dalších ještě nevíme, jak budou na dlouhodobě kyselé srážky reagovat. Není vyloučeno, že jejich vyplavování může nepříznivě ovlivnit úrodnost půd.

Výsledky experimentálního geochemického výzkumu našťestí ukazují, že absorpce, oxidace a hydrolyza, které pobíhají na styku přírodních vod s půdními a horninovými částicemi, jsou velmi účinnými přírodními procesy, které nás chrání před zápornými důsledky naší vlastní činnosti. Tyto procesy jsou totiž schopny do určité míry vázat toxické kovy v neškodném stavu v litosféře, tj. v horninovém obalu naší Země. Dnes však nevíme, zda tomu tak bude i nadále, až se voda i půda ještě více okyselí.

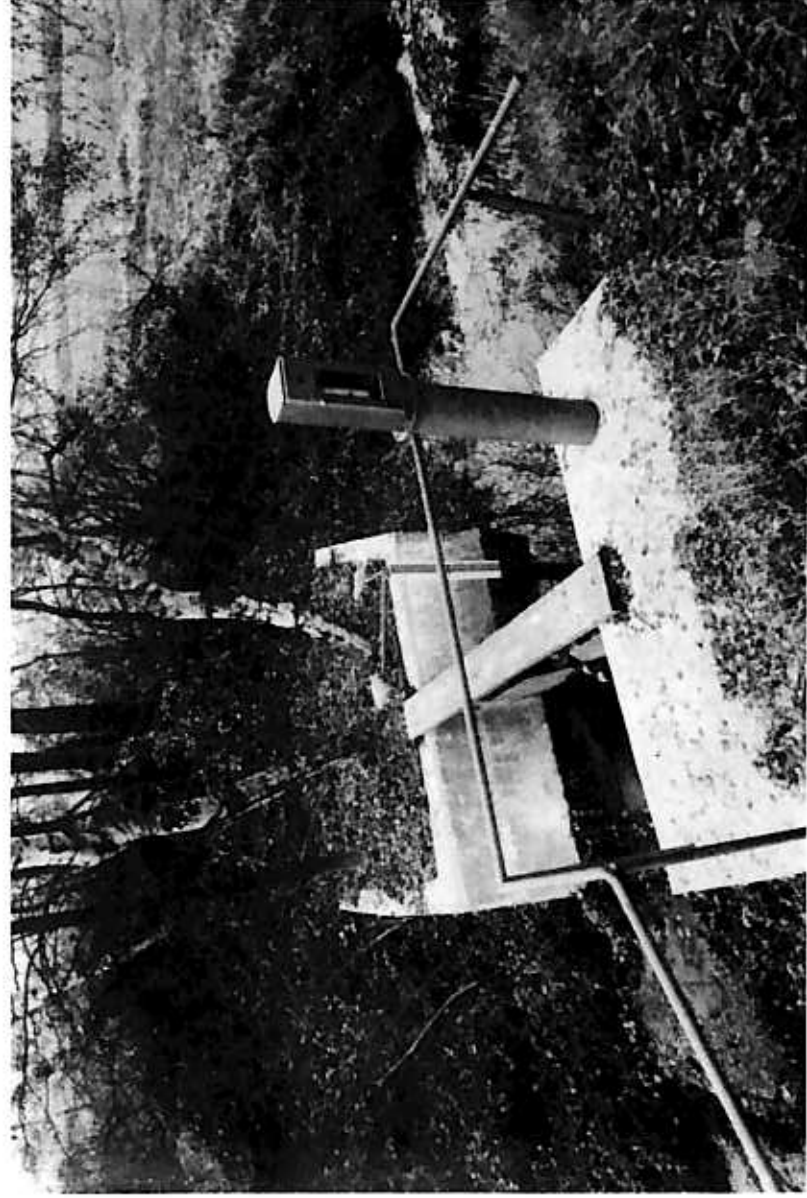
Ukazuje se, že řada geochemických procesů je ovlivňována přítomností organické hmoty. Zatímco v půdě je obsah humusu rozhodující pro účinné poutání živin a jejich využívání rostlinami, ve vodě se organické látky částečně rozpouštějí a s toxickými kovy vytvářejí složitě komplexní sloučeniny, které pak způsobují, že se obsah těchto kovů ve vodách zvyšuje nad zdravotně nezávadnou mez. Nejznámějším příkladem je zvyšování koncentrace rtuti svázané v roztoku s organickými látkami.

Naši geochemici si dnes stále více uvědomují, že jejich obor může významnou měrou přispět k ekologické optimalizaci krajiny. Proto se jejich výzkum v příští pětiletce zaměří na studium hmotové bilance živin a hygienicky problematických kovů v reprezentativních povodích Českého masívu, na vyhodnocení rychlosti biogeochemického cyklu těchto prvků v zemědělské a průmyslové krajině, na studium geochemických procesů zvětrávání a na definování stabilizačních procesů v životním prostředí různých území naší republiky. Není ale v silách geochemie zabránit znečišťování prostředí, poklesu úrodnosti půd, růstu chemické eroze a jiným negativním důsledkům, které jsou průvodním jevem dnešního rozvoje společnosti. Geochemici však budou dále shromažďovat nezbytné podklady pro řešení těchto problémů a optimalizaci naší krajiny, a to s přihlédnutím na potřeby našeho zemědělství, průmyslu, vodohospodářství a hygieny.

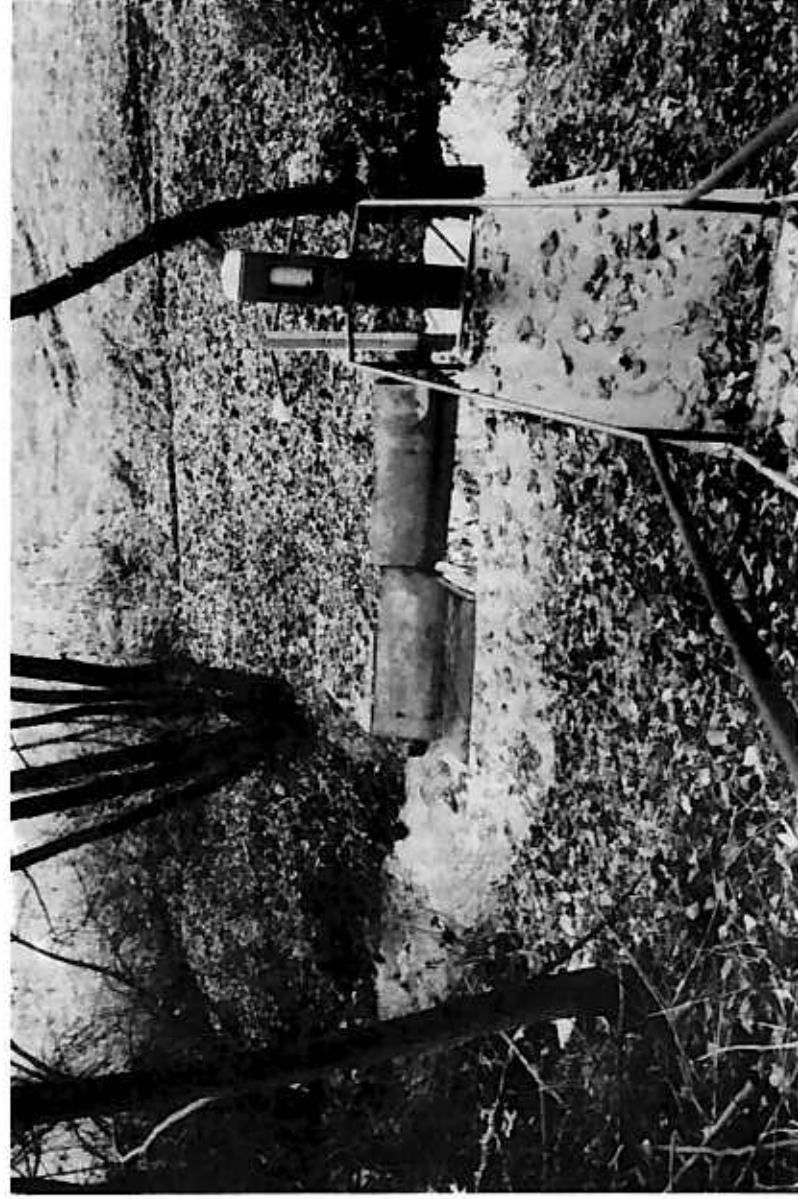
Odborné články z oboru geochemie životního prostředí je možno získat na adrese:
Ústřední ústav geologický - expedice publikací, Malostranské nám. 19, 118 21 Praha 1



Odběr vzorků vody pro chemickou analýzu obsahu živných látek



Měrný přepad ke studiu vyplavování živin z experimentálního povodí Vočaditko na Českomoravské vrchovině



Měrný přepad ke studiu vyplavování živin z experimentálního povodí Talmberk na Českomoravské vrchovině

SEZNAM VYBRANÉ LITERATURY

- Balek, J. - Moldan, B. - Pačes, T. - Skořepa, J.: Hydrogeological and geochemical mass balance in small forested and agricultural basins. Proceedings of the Baden Symposium. IHHS-AISH 1978, č. 125, s. 50-58.
- Jičínská, K. - Pačes, T.: The flux of elements in suspended matter from experimental drainage basins in Central Bohemia. Proceedings of the Helsinki Symposium. IAHS-AISH 1980, č. 125, s. 271-276.
- Moldan, B.: Oběh síry v životním prostředí. Věst. Ústř. Úst. geol., 56, 1981, č. 6, s. 237-244.
- Moldan, B.: The analysis of atmospheric precipitation in Czechoslovakia. Proceedings Int. Conf. Ecol. Impact Acid Precip., Norway. SNSF Project, 1980, s. 124-125.
- Moldan, B. et al.: Geologie a životní prostředí. Knih. Ústř. Úst. geol., 47, 1974, 144 s.
- Moldan, B. - Balek, J. - Fottová, D. - Pačes, T.: Sulphur budgets in some small catchments in Central Europe. In: Sulphur Emissions and the Environment. Londýn, The Soc. of Chem. Industry 1979, s. 231-239.
- Moldan, B. - Jeník, J. - Zýka, J.: Životní prostředí očima přírodovědce. Praha, Academia 1979, 166 s.
- Pačes, T.: Geochemický oběh dusíku. Věst. Ústř. Úst. geol., 54, 1979, č. 6, s. 305-313.
- Pačes, T.: Geochemický oběh fosforu v exogenní zóně. Věst. Ústř. Úst. geol., 54, 1979, č. 6, s. 365-373.
- Pačes, T.: Kinetics of natural water systems. In: Interpretation of Environmental Isotope and Hydrochemical Data in Groundwater Hydrology. Vídeň, Inter. Atom. Agency 1976, s. 85-108.
- Pačes, T.: Long-term changes in concentrations and fluxes of nitrogen species in the Elbe river basin. In: Impact of Agricultural Activities on Groundwater. Praha, Staveb. geol. 1982.
- Pačes, T.: Natural and anthropogenic flux of major elements from Central Europe. 1982, č. 11, s. 206-208.
- Pačes, T.: The pH and concentrations of sulphate, nitrate and aluminium in the runoff from representative catchments in the Elbe river basin. In: Ecological Effects of Acid Depositions. Stockholm, Nat., Swed. Environ. Prot. Board, Report 1983, s. 161-173.
- Pačes, T.: Voda a Země. Praha, Academia 1982, 174 s.
- Pačes, T. - Moldan, B.: Geochemický odnos ze zemědělských a lesních povodí. Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 15, 1981, s. 157-195.
- Pačes, T. - Moldan, B.: Geochemie současných přírodních procesů. In: Sbor. předn. k 60. výročí založení Ústř. úst. geol. Praha, Ústř. úst. geol. 1979, s. 67-76.
- Pačes, T. - Pištora, Z.: Antropogenní ovlivnění chemického složení lábské vody. Vod. Hospod., Ř. B, č. 12, s. 305-307.

Vydavatelství Ústředního ústavu geologického nabízí:

PŘEHLEDNÁ MAPA ZÁKLADOVÝCH PŮD ČSR V MĚŘ. 1 : 75 000
PŘEHLEDNÁ MAPA PŮDNÍCH POMĚRŮ ČSR V MĚŘ. 1 : 75 000

list č.	autoři	cena
3754	Turnov Urbánek, Ladislav - Soukup, Josef - Svoboda, Josef - Hynie, Ota aj.	2,40 Kčs
3852	Roudnice Beran, Jaroslav - Sýkora, Ladislav - Urbánek, Ladislav - Žebera, Karel	2,20 Kčs
3853	Mělník Beran, Jaroslav - Sýkora, Ladislav - Urbánek, Ladislav - Vašíček, Miloslav - Žebera, Karel - Žalio, Hynek	2,20 Kčs
3854	Mladá Boleslav Kalabis, Vladimír - Rädisch, Jindřich - Schwarz, Rudolf - Urbánek, Ladislav	2,10 Kčs
3954	Kolín Beran, Jaroslav - Kalabis, Vladimír - Schwarz, Rudolf - Urbánek, Ladislav - Vašíček, Miloslav - Žebera, Karel	2,20 Kčs
3955	Pardubice - Hradec Králové Ambrož, Vojtěch - Schönhals, Ernst - Roth, Zdeněk - Schwarz, Rudolf - Stejskal, Jan - Sýkora, Ladislav - Žebera, Karel	2,30 Kčs
4053	Benešov Ambrož, Vojtěch - Rädisch, Jindřich - Stejskal, Jan	2,70 Kčs
4054	Kutná Hora Záruba, Quido - Fencel, Jan - Myslil, Vlastimil - Schützner, Jasoň - Urbánek, Ladislav - Žebera, Karel	2,40 Kčs
4152	Příbram Žebera, Karel - Ambrož, Vojtěch - Kupka, František	2,30 Kčs
4153	Sedlčany Holstein, Hans - Schönhals, Ernst - Roth, Zdeněk	2,40 Kčs
4158	Olomouc Schwarz, Rudolf - Kalabis, Vladimír	2,30 Kčs
4356	Třebíč Žebera, Karel - Sýkora, Ladislav - Ambrož, Vojtěch	2,35 Kčs
4357	Brno Kalabis, Vladimír - Schwarz, Rudolf - Sýkora, Ladislav - Žebera, Karel	2,30 Kčs
4453	České Budějovice Ambrož, Vojtěch - Sýkora, Ladislav - Urbánek, Ladislav	2,30 Kčs
4456	Znojmo Žebera, Karel - Ambrož, Vojtěch - Sýkora, Ladislav	2,40 Kčs
4458	Hodonín Schwarz, Rudolf - Žalio, Hynek	2,20 Kčs

VYSVĚTLIVKY K PŘEHLEDNÉ MAPĚ ZÁKLADOVÝCH PŮD ČSR 1 : 75 000

list č.	autoři bibliografické údaje	cena
3754	Turnov - Urbánek, Ladislav 24 str. - 24 obr. - česky; franc., rus. résumé	8,75 Kčs
3852	Roudnice n. L. - Urbánek, Ladislav 26 str. - 24 obr. - česky; franc., rus. résumé	3,80 Kčs
3853	Mělník - Sýkora, Ladislav 36 str. - 32 obr. - česky; franc., rus. résumé	4,75 Kčs
3854	Mladá Boleslav - Schwarz, Rudolf - Urbánek, Ladislav 24 str. - 23 obr. - 1 sklád. příl. - česky; franc., rus. résumé	3,40 Kčs
3954	Kolín - Urbánek, Ladislav 28 str. - 24 obr. - česky; franc., rus. résumé	3,40 Kčs
3955	Pardubice - Hradec Králové - Žebera, Karel 28 str. - 3 obr. - 1 sklád. příl. - česky; franc., rus. résumé	4,- Kčs
4053	Benešov - Ambrož, Vojtěch 48 str. - 4 obr. - 5 příl. - česky; franc., rus. résumé	7,60 Kčs
4054	Kutná Hora - Urbánek, Ladislav 40 str. - 12 obr. - 2 kříd. příl. - česky; něm résumé	1,85 Kčs
4158	Olomouc - Schwarz, Rudolf 24 str. - česky; franc., rus. résumé	5,70 Kčs
4255	Jihlava - Sýkora, Ladislav 32 str. - 21 obr. - česky; franc., rus. résumé	4,75 Kčs
4356	Třebíč - Sýkora, Ladislav 48 str. - 18 obr. - česky; franc., rus. résumé	8,75 Kčs
4453	České Budějovice - Urbánek, Ladislav 42 str. - 24 obr. - česky; franc., rus. résumé	4,20 Kčs
4458	Hodonín - Schwarz, Rudolf 32 str. - 1 obr. - 1 kříd. příl. - česky; franc., rus. résumé	5,70 Kčs

Z nabídky map VYDAVATELSTVÍ Ústředního ústavu geologického objednáváme:
/Vypíšte čitelné názvy vybraných map a jejich počet/

.....
.....
.....
.....

Objednává:
Jméno
Adresa
PSC

Datum podpis

Ústřední ústav geologický
expedice publikací
Malostranské nám. 19
118 21 Praha 1