MINERALIA SLOVACA

17 1985 6

MINERALIA SLOVACA

Vol. 17
1985
No 6
481—576

Časopis Slovenskej geologickej spoločnosti a slovenských geologických organizácií
Journal of the Slovak Geological Society and of Slovak geological organizations

Vedúci redaktor **Ing. Ján Bartalský, CSc.** Chief editor

Vedecký redaktor: **RNDr. Pavol Grecula, CSc.** Scientific editor

REDAKČNÁ RADA — EDITORIAL BOARD

Predseda redakčnej rady **Ing. Ján Kuráň, CSc.** Chairman of Editorial board

RNDr. Juraj Antaš, RNDr. Ján Bystrický, DrSc., akademik Bohuslav Cambel, RNDr. Miroslav Harman, CSc., prof. RNDr. Jakub Kamenický, DrSc., RNDr. Vlastimil Konečný, CSc., Ing. Ján Kozáč, Ing. Ivan Kravjanský, RNDr. Bartolomej Leško, DrSc., akademik Michal Maheľ, Ing. Ivan Marušiak, CSc., prof. Ing. Milan Matula, DrSc., Ing. Ivan Pagáč, CSc., RNDr. Anton Porubský, CSc., Ing. Rudolf Rudinec, CSc., RNDr. Ondrej Samuel, DrSc., RNDr. Miroslav Slavkay, CSc., RNDr. Ivan Šarík, RNDr. Pavel Tkáčik, Ing. Milan Ťapák, CSc., prof. RNDr. Cyril Varček, CSc., RNDr. Imrich Varga

OBSAH CONTENTS

PÔVODNÉ PRÁCE ORIGINAL PAPERS

Albín Klinec — Ľubomil Pospíšil — Miroslav Pulec — Ján Feranec — Miloš Stankoviansky

Identifikácia gravitačného príkrovu v Nízkych Tatrách pomocou kozmických snímok 485

Identification of a gravity nappe in the Nízke Tatry Mts. using sattellite images

Ján Drabant

Aplikácia teórie náhodných funkcií pri charakterizovaní priestorového rozloženia hodnôt parametrov ložísk nerastných surovín 501

Aplication of the theory of random functions in the characterization of the spatial distribution of some orebody descriptors

Ivan Dianiška — Pavel Malachovský — Ján Kozáč

Nové poznatky o živcových surovinách Spišsko-gemerského rudohoria a možnostiach ich využitia 517

New knowledge on felspar-bearing raw materials of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. and possibilities of their use

Ivan Matula — Alžbeta Knéslová — Ľubomír Divinec

Charakteristika geochemických aureol neogénnych ložísk ortuti Veľká Studňa a Dubník 527

Characteristic of geochemical aureoles of the Veľká Studňa and Dubník Neogene mercury deposits (Central and Eastern Slovakia)

Renáta Adamcová — Peter Wagner

Rozhodovacia analýza pri výbere najvhodnejšej alternatívy usporiadania objektov PVE Malá Vieska 535

Decision-making analysis in selection of optimum alternative for spatial arrangement of objects in the Malá Vieska pumped storage power plant

Pokračovanie obsahu na 3. strane obálky *Continuation see page 3 of the cover*

Ing. Ján Kuráň, CSc.,
predseda Slovenského geologického úradu, šesťdesiatročný



Na sklonku roku 1985 sa v plnej pracovnej aktivite a pevnom zdraví dožíva šesťdesiatich rokov predseda Slovenského geologického úradu Ing. Ján Kuráň, CSc. Geologická pospolitosť v celej našej vlasti si pri tejto príležitosti pripomenula najmä jeho zásluhy o rozmach slovenskej a československej geológie ako mimoriadne dôležitého hospodárskeho odvetvia našej socialistickej republiky, ako aj o rozvoj geologických vied.

Vzácny jubilant sa narodil 6. decembra 1925 v Čimhovej v Dolnokubínskom okrese. Po skončení ľudovej školy v rodnej obci a po maturite na gymnáziu

v Kláštore pod Znievom sa roku 1945 zapísal na Vysokú školu banskú v Ostrave a roku 1950 ju úspešne absolvoval.

Po vysokoškolských štúdiách sa Ing. Ján Kuráň stal najprv technológom výskumnej skupiny v Ústave pre prieskum nerastných ložísk v Handlovej a potom geológom pre prieskum uhlia a rúd vo výskumnej skupine Baní v Turčianskych Tepliciach. Po vytvorení Uhoľného prieskumu v Turčianskych Tepliciach vykonával v ňom od októbra 1952 do konca roku 1954 funkciu hlavného inžiniera a neskôr až do svojho odchodu vo februári 1956 bol v tom istom podniku hydrogeológom. Do 30. júna 1957 pracoval na Ministerstve palív a energetiky v Prahe ako oblastný geológ pre Slovensko a južnú Moravu. Potom bol do 30. júna 1960 na Povereníctve miestnych palív a naftového priemyslu v Prievidzi vedúcim geologicko-meračského oddelenia. Po reorganizácii ústredných úradov pôsobil až do vzniku Slovenského geologického úradu ako vedúci banského strediska v Banských projektoch v Bratislave. Po prechode do Slovenského geologického úradu bol jubilant od 1. júla 1969 námestníkom riaditeľa, od augusta 1974 riaditeľom a roku 1983 ho vymenovali za predsedu Slovenského geologického úradu. Túto funkciu vykonáva aj v súčasnosti.

Ján Kuráň sa už vo februári 1948 aktívne zapojil do spoločenského života v rámci Československého zväzu mládeže a jeho vrelý postoj k ľudovodemokratickému zriadeniu a zodpovedné plnenie neľahkých pracovných povinností zákonite vyústili vo vstupe do Komunistickej strany Československa. Vykonával aj rad straníckych funkcií a aj v súčasnosti je predsedom straníckej skupiny pléna Slovenskej rady Československej vedeckotechnickej spoločnosti. Ako predseda Slovenského geologického úradu dôsledne uplatňuje vedúcu úlohu strany a pri vykonávaní náročnej funkcie sa opiera o stranícku organizáciu.

Jubilant je členom ROH, ZČSSP, ČSVTS, Slovenskej geologickej spoločnosti, Čs. spoločnosti pre geológiu a mineralógiu, Predsedníctva Slovenskej rady ČSVTS a podpredsedom zahraničnej komisie Ústrednej rady ČSVTS. Aktívne sa zúčastňuje aj na práci odbornej skupiny pre geológiu pri Slovenskej banskej spoločnosti. Je dlhoročným a iniciatívnym funkcionárom ČSVTS.

Vo vedúcich funkciách v Slovenskom geologickom úrade tvorivo využíva bohaté skúsenosti geológa — osobitne z prieskumu hnedého uhlia a lignitu — ako aj banského projektanta.

Osobne sa zúčastnil na budovaní Slovenského geologického úradu a pri vypracúvaní jeho koncepcie. Mimoriadne sa zaslúžil o konsolidáciu rezortu na začiatku sedemdesiatych rokov, o jeho správne odborné a politické zameranie aj vedenie. Bol pri tvorbe vedecky podopretej koncepcie rezortu, rozvíjal ju a v praxi uskutočňoval. Pod jubilantovým vedením rezort úspešne zvládol úlohy vychodiace zo záverov XIV. a XV. zjazdu KSČ, vypracoval podklady pre XVI. zjazd KSČ a zjazd KSS a ich uznesenia plnil. Má výrazný podiel na dobrých výsledkoch rezortu Slovenského geologického úradu v 5., 6. a 7. päťročnom pláne.

Ing. Ján Kuráň, CSc., je aktívnym spolutvorcom prognózy nerastných surovín do roku 2000, ktorá je založená na vedeckých poznatkoch geológie zís-

kaných najmä v sedemdesiatych rokoch. Kus záslužnej činnosti vykonal pri vypracúvaní podkladov na XVII. zjazd KSČ a zjazd KSS, ako aj v príprave rezortu na 8. päťročný plán.

Jubilant má aj rad význačných odborných a organizačných funkcií. Je predsedom Komisie vlády SSR pre riešenie zosunov pôdy na Slovensku, predsedom Sekcie pre rozvoj nerastnej surovinovej a materiálnej základne pri Slovenskej komisii pre vedeckotechnický a investičný rozvoj, členom Rady pre medzinárodnú hospodársku a vedeckotechnickú spoluprácu pri vláde ČSSR a členom Rady vlády SSR pre životné prostredie.

Ing. Ján Kuráň, CSc., je predsedom redakčnej rady časopisu Mineralia slovaca. Publikoval monografiu „Nerastná surovinová základňa Slovenskej socialistickej republiky, stav poznatkov a možnosti jej využitia", rad štúdií a článkov v odborných časopisoch. Pozoruhodná je aj jeho popularizačná činnosť z oblasti geológie v masovokomunikačných prostriedkoch, a to v tlači, rozhlase a televízii.

Popri pracovných povinnostiach si jubilant nachádza čas aj na sústavné prehlbovanie vedomostí. Absolvoval štvorsemestrové postgraduálne štúdium na Vysokej škole ekonomickej v Bratislave, odbor vedecké riadenie, úspešne obhájil dizertačnú prácu z ekonomiky nerastných surovín a získal titul kandidáta geologických vied.

Za vynikajúce výsledky v práci dostal Ing. Ján Kuráň, CSc., rad vyznamenaní. Okrem iných je to Rad červenej hviezdy práce (1970), Za zásluhy o výstavbu (1975), Zlatá hviezda ČSSP, Zlatý odznak ČSVTS I. stupňa, Čestný budovateľ republiky. Mnohé z ocenení sú za úspechy dosiahnuté v medzinárodnom meradle, napr. Čestný prieskumník ZSSR, medaila Za zásluhy o geologický prieskum ZSSR, vyznamenanie 30 rokov socialistickej revolúcie v Bulharskej ľudovej republike, Komandorský rad z Poľskej ľudovej republiky a i.

Jubilant je čestným reprezentantom československej geológie aj v zahraničí. Aktívne pracuje v Stálej komisii RVHP pre spoluprácu v geológii, vedie a obstaráva priamu spoluprácu ČSSR s MLR, BLR, RSR, SFRJ v oblasti geológie a spolu s predsedom Českého geologického úradu JUDr. Josefom Pravdom s Gréckom. Je iniciátorom rozvoja kooperácie medzi geológmi ČSSR a ZSSR.

Pri príležitosti šesťdesiatych narodenín želajú pracovníci rezortu Slovenského geologického úradu — baníci, vrtní robotníci, pracovníci z dielní a údržby, geológovia, technici a spolupracovníci z úradu — svojmu predsedovi Ing. Jánovi Kuráňovi, CSc., ďalšie tvorivé úspechy v zodpovednej práci, pevné zdravie, osobnú spokojnosť, rodinnú pohodu, ako aj to, aby pod jeho vedením slovenská geológia naďalej postupovala vpred na prospech celého nášho národného hospodárstva, aby čestne splnila náročné úlohy, ktoré pred ňu postaví XVII. zjazd Komunistickej strany Československa.

K úprimnému blahoželaniu sa pripájajú všetci československí geológovia, redakčná rada a redakcia nášho časopisu.

Ad multos annos!

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 485—499*

Identifikácia gravitačného príkrovu v Nízkych Tatrách pomocou kozmických snímok

ALBÍN KLINEC*, LUBOMIL POSPÍŠIL**, MIROSLAV PULEC*, JÁN FERANEC***, MILOŠ STANKOVIANSKY***

* Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dol. 1, 817 04 Bratislava
** Geofyzika, n. p., Ječná 29a, 612 46 Brno
*** Geografický ústav SAV, Obrancov mieru 49, 814 73 Bratislava

(7 obrázkov v texte)

Doručené 14. 5. 1984

Идентификация гравитационного покрова в Низких Татрах при использовании космических снимков

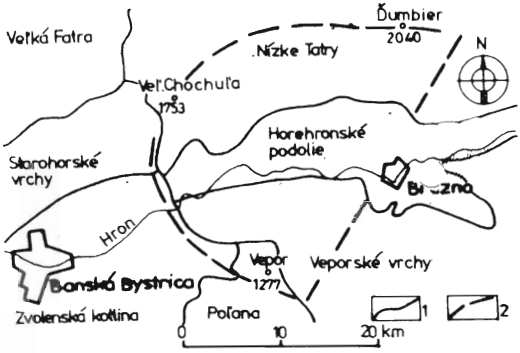
При интерпретации космических снимков территории Словакии в западной части Низких Татр и прилегающей части Словацкого рудогорья была обнаружена выразительная структура. На основании геофизического, геологического и частично геоморфологического анализа определено её возникновение. На основании предварительных результатов полученных при анализе структуры можно её считать гравитационным покровом.

Identification of a gravity nappe in the Nízke Tatry Mts. using satellite images

A distinctive structure has been ascertained in the western part of the Nízke Tatry Mts. and adjacent area of the Slovenské rudohorie Mts. by interpretation of the satellite images of the area of Slovakia. Genesis of the ascertained structure has been outlined on the basis of geophysical, geological and partly geomorfological analyses respectively. On the basis of preliminary results, obtained by the mentioned analyses, this structure can be considered as a gravity nappe.

Pri pestrej horninovej skladbe a stavbe Nízkych Tatier zodpovedajúcej rôznorodosti reliéfu je tento geomorfologický celok stredobodom pozornosti výskumníkov rozličného zamerania. V ostatných rokoch sa záujem o Nízke Tatry zvýšil nájdením scheelitovo-zlatonosného zrudnenia. Okrem geologických a geofyzikálnych prieskumných prác sa tu realizuje aj geomorfologický výskum a vyhľadávací prieskum.

Pozoruhodné námety na riešenie tektonickej stavby poskytla interpretácia kozmických snímok. Podľa nej sa identifikovala výrazná štruktúra v západnej časti Nízkych Tatier a priľahlej časti Slovenského rudohoria. Identifikovaná štruktúra (obr. 1) zasahuje do troch geomorfologických oblastí: Fatrotatranskej, Slo-



Obr. 1. Poloha analyzovanej štruktúry
Fig. 1. Position of the analysed structure

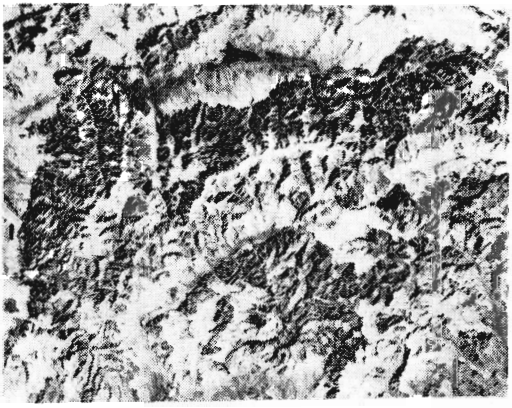
venského rudohoria a Slovenského stredohoria a je súčasťou 6 geomorfologických celkov: Nízkych Tatier, Horehronského podolia, Veporských vrchov, Poľany, čiastočne Zvolenskej kotliny a Starohorských vrchov (Mazúr — Lukniš, 1980).

Štruktúra je z J výrazne ohraničená dolinovým systémom prechádzajúcim Lučatínom, Ľubietovou a Strelníkmi. Severnú a západnú hranicu tvorí chrbát Nízkych Tatier v úseku medzi Chopkom, Chabencom a Veľkou Chochulou. Východnú hranicu tvoria výrazné lineárne rozhrania SSV—JJZ smeru prechádzajúce približne líniou spájajúcou Čertovicu, Mýto pod Ďumbierom, Hronec a Hrončok. Podľa našej analýzy táto štruktúra zodpovedá gravitačnému príkrovu. Objasnenie jej genézy môže výrazne prispieť k poznaniu štruktúrno-tektonických pomerov Západných Karpát.

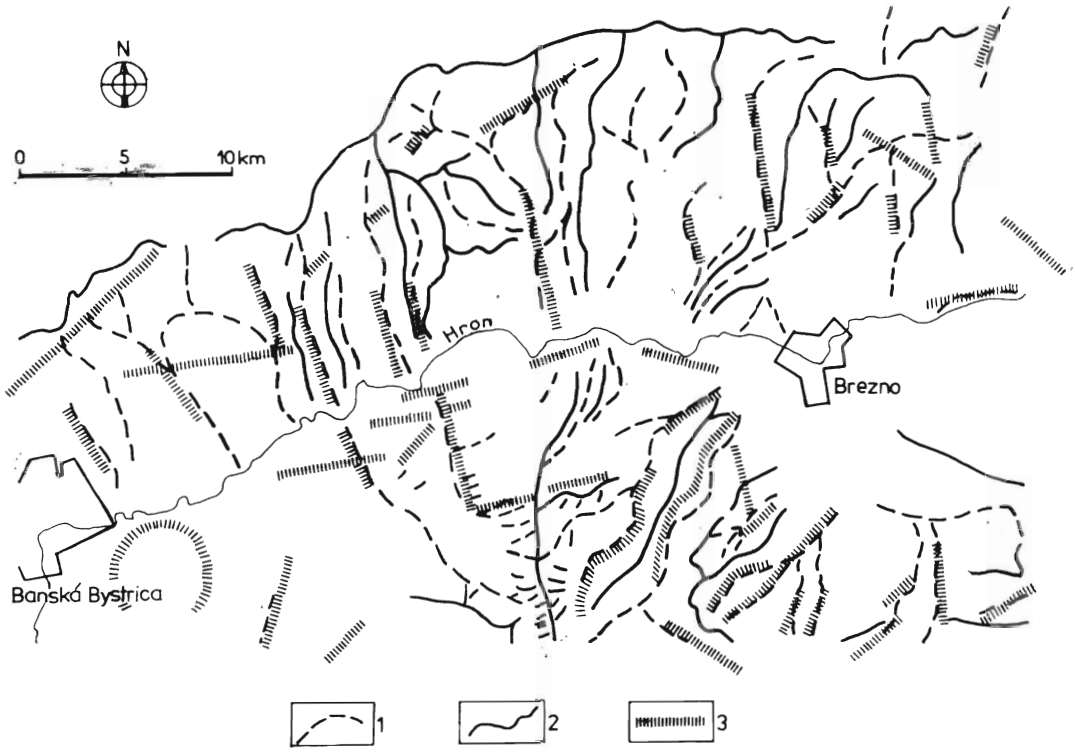
Charakteristika použitej interpretačnej metodiky

V práci sme uplatnili vizuálnu interpretáciu multispektrálnej kozmickej snímky, získanú družicou LANDSAT z 25. 2. 1981, na projekte MSP-4. Projektor umožňuje získať v laboratórnych podmienkach farebné aditívne zobrazenia v pravých alebo nepravých farbách. Tieto sa vytvárajú na projekčnom tienidle adíciou (zlučovaním) farebných svetelných tokov premietaných cez čiernobiele negatívy (alebo pozitívy), urobené v úzkych pásmach viditeľnej a blízkej infračervenej časti spektra. Projektor transformuje rozdiely hustoty zobrazenia medzi čiernobielymi negatívmi (pozitívmi) do výraznejších rozdielov. Pri výskume štruktúrno-geomorfologických pomerov možno na základe tejto vlastnosti (ak využijeme optimálne kombinácie farebných filtrov a spektrálnych pásem) zvýrazniť tvarové charakteristiky skúmaných objektov, poruchové línie, depresné polohy a pod.

Interpretovaná snímka — duplikátne negatívy sú z 5. (0,6—0,7 μm) a 7. (0,8—1,1 μm, obr. 1a) spektrálneho pásma, primárne získané v digitálnej forme štvorkanálovým multispektrálnym riadkovacím rádiometrom (MSS) a transformované do obrazovej formy. Keďže snímky sú z obdobia vegetačného pokoja, je na nich veľmi výrazne a detailne zobrazená štruktúra tvarov reliéfu skúmaného územia. Ďalšie zvýraznenie reliéfu sa získalo vytvorením aditívneho zobrazenia kombináciou uvedených negatívov so žltým a modrým filtrom projektora MSP-4. Pracovná mierka zobrazenia bola 1 : 600 000. Na snímkach použitých spektrálnych pásem je zaznamenaná iba elektromagnetická radiácia odrazená zemským povrchom. Preto je dôležité, zvlášť pri geomorfologických výskumoch, všímať si tvar a štruktúru zobrazených objektov na základe ich presnej interpretácie, najmä v širších regionálnych väzbách, dedukovať morfogenézu územia, podpovrchové štruktúry a pod.



Obr 1a. Kozmická snímka urobená družicou LANDSAT 21. 2. 1981 — siedme spektrálne pásmo (0.8—1.1 μm)
Fig. 1a. Satellite image made by the Landsat in February 21, 1981 — the 7th spectral zone (0.8—1.1 μm)



Obr. 2. Interpretačná schéma. 1 — chrbátnice, 2 — údolnice, 3 — lineárne a nelineárne rozhrania

Fig. 2. Interpretation scheme. 1 — crest lines, 2 — valley lines, 3 — linear and non-linear boundaries

Z interpretačných znakov sme pri vizuálnej interpretácii použili tvar a štruktúru zobrazených objektov, chrbtov a dolín. Výsledkom analýzy uvedených znakov na aditívnom zobrazení bolo zostavenie interpretačnej schémy (obr. 2), na ktorej sú znázornené chrbátnice, údolnice a lineárne a nelineárne rozhrania. Za lineárne a nelineárne rozhrania pokladáme rozhrania priamkového alebo kruhového až elipsového charakteru, ktoré sa na snímkach prejavujú výraznou hustotou zobrazenia a vo väčšine prípadov tiež geomorfologicky (Feranec — Pospíšil, 1981). Analýzou lineárnych rozhraní, tvaru a štrukúry dolín a chrbtov sme identifikovali pravdepodobný výskyt štruktúry — gravitačného príkrovu. V ďalšom postupe interpretačná schéma tvorila iniciálny informačný zdroj pre následné geomorfologické, geologické a geofyzikálne analýzy skúmaného územia. Na ich základe možno identifikovanú štruktúru detailnejšie charakterizovať.

Geomorfologická charakteristika

Z morfoštruktúrneho hľadiska predmetné územie podľa E. Mazúra (1980b) zasahuje do štyroch súčasných morfoštruktúr[1], a to troch pozitívnych (klenbohrast Nízkych Tatier, semimasívny mierne vyklenutý blok Slovenského rudohoria, vulkanická bloková štruktúra Poľany) a jednej negatívnej (morfoštruktúrna depresia Horehronského podolia). Pôvodný hrast (pozri ďalej), obmedzený čertovickými, revúckymi a nízkotatranskými poruchovými systémami, bol od svojho založenia subaerickými procesmi epicyklicky deštruovaný pri každom obnovení tektonic-

[1] Pod morfoštruktúrou podľa E. Mazúra (1982) chápeme takú formu, ktorej základná tvárnosť a morfologická individualizácia sú priamym odrazom aktívnej tektoniky.

kých pohybov a vyzdvihnutý ako súčasť dnešných pozitívnych morfoštruktúr, predovšetkým v pliocéne (Mazúr, 1979). V rámci morfoštruktúry Nízkych Tatier hrá pôvodný hrast rozhodujúcu úlohu dodnes; ústredný chrbát Ďumbierskych Tatier, ako severné ohraničenie pôvodného hrastu, je voči ústrednému chrbtom susedných geomorfologických jednotiek vyšší o niekoľko 100 metrov (voči skupine Priehyby v Kráľovohoľských Tatrách o 300 m a Starohorským vrchom dokonca o 700 m). Je to odrazom mladých tektonických pohybov po starších poruchách.

Podľa E. Mazúra (1980a) predmetné územie vykazuje 14 typov reliéfu, zohľadňujúcich morfoštruktúrne, morfoskulptúrne a morfometrické hľadiská. V Nízkych Tatrách v oblasti kryštalinika je to najmä veľvysočinný glaciálnohôľny a hôľny reliéf a vysočinný fluviálne rezaný rázsochový reliéf. Horehronské podolie vykazuje predovšetkým podvrchovinový pedimentový fluviálnodenudačný reliéf na polygenetických sedimentoch i kryštaliniku, proluviálno-fluviálnu rezanú pahorkatinu na polygenetických sedimentoch i príkrovovovrásovej štruktúre a planačno-fluviálny rozrezaný reliéf na príkrovovo-vrásovej štruktúre. Vo Veporských vrchoch sa nachádza najmä vysočinný a hornatinný rezaný rázsochový reliéf na príkrovovovrásovej i kryštalickej štruktúre so slabým až stredným uplatnením litológie: Poľana vykazuje vysočinný fluviálne rezaný rázsochový reliéf na stratovulkanickej štruktúre.

Geofyzikálna charakteristika

Pre analýzu záujmovej oblasti sa použili výsledky tiažových a magnetických meraní (Obernauer, 1980; Obernauer et al., 1984) v mierke 1 : 25 000.

Tiažové pole

Skúmaná oblasť sa nachádza v južnom gradiente vnútrokarpatskej časti centrálneho karpatského tiažového minima. Tiažové pole sa v oblasti Nízkych Tatier prejavuje dvoma odlišnými charakteristikami. Približne od spojnice kót Osrblie — Končistá smerom na V má veľmi intenzívny VZ gradient, bez výraznejších porušení, resp. členitostí. Výnimkou je oblasť breznianskej depresie, ktorá sa svojou sedimentárnou výplňou prejavuje ako tiažová depresia V—Z smeru s amplitúdou cca 60 μms^{-2}. Tiažový gradient dosahuje 30—40 μms^{-2}/km. Celkom odlišný odraz má tiažové pole smerom na západ. Dochádza k zmene smeru gradientu (SZ—JV) i k zníženiu jeho intenzity. Výrazná zmena je i v členitosti poľa, prejavujúca sa tiažovými elevá ciami a depresiami, nepravidelne usporiadanými v oblasti južných svahov Nízkych Tatier. V oblasti Ľubietová — kóta Zúbra sa sa striedajú pásma širokých pozitívnych anomálií s úzkymi zápornými anomáliami, ktoré si zachovávajú SV—JZ smer. Výrazná záporná kruhová tiažová zóna južne od Ľubietovej zodpovedá stratovulkánu Poľany.

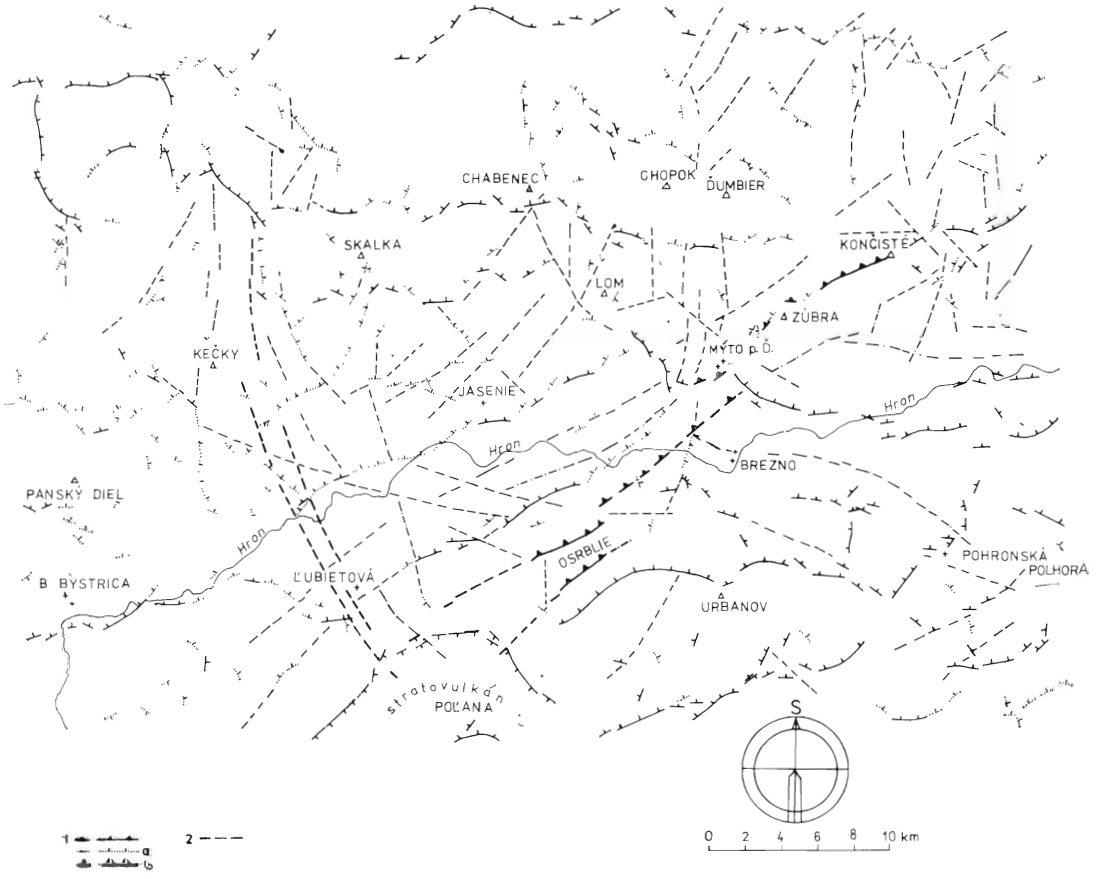
Magnetické pole

Záujmová oblasť nebola doposiaľ celá pokrytá magnetickými meraniami. Aj napriek tomuto nedostatku poskytujú magnetické merania zaujímavé informácie. Najintenzívnejšie sa prejavuje tzv. tisovsko-mýtňanský prelom sprievodnými terciérnymi vulkanitmi. Intenzívne sa prejavujú aj amfibolitové telesá medzi Breznom a Mýtom pod Ďumbierom. Podľa magnetickej polarity anomálií možno z hľadiska plošnej distribúcie magnetických anomálií rozdeliť celú oblasť na niekoľko zón. Južné svahy Nízkych Tatier sa (až na malé úseky) prejavujú ako zóna pozitívnych anomálií. Vrcholové časti i údolie Hrona si zachováva zápornú polaritu (vzájomná korelácia výsledkov magnetometrie a gravimetrie je znázornená na obr. 3).

Za najzaujímavejšie rozhranie a z hľadiska vysvetlenia identifikovanej štruktúry i najdôležitejšie, možno považovať rozhranie Osrblie — Končistá — revúcky poruchový systém (obr. 3, nespojitá čiara). Toto rozhranie zasahuje až do oblasti stratovulkánu Poľany. V oblasti Mýta pod Ďumbierom je detekované ďalšie rozhranie, ktoré možno stotožniť s hranicou čela gravitačného príkrovu (čertovický poruchový systém). Tento prvok lepšie zachytávajú tiažové profily cez analyzovanú štruktúru, na ktorej zrejme vplyvom heterogenity komplexov dochádza k zvlneniu tiažovej krivky (obr. 4). Z hľadiska geofyzikálnych informácií možno túto líniu, a tým aj rozsah hlavných gravitačných pohybov más, ukončiť na nízkotatranskom zlomovom systéme v SV časti. Na JZ je ohraničená dolinami potokov Vážna a Hutná, ktoré sú pravdepodobne založené na priečnom oblúkovom zlome (už spomínaný revúcky poruchový systém), ktorý zrejme využili k svojmu výstupu na povrch aj magmatické horniny stratovulkánu Poľany.

Ďalší významný priečny poruchový systém sa vymedzil na základe magnetických anomálií pozdĺž spojnice miest Tisovec — Mýto pod Ďumbierom (Obernauer, 1980) a možno ho stotožniť s rovnomennou líniou M. Maheľa (1984). Uvedený poruchový systém fungoval podobne ako revúcky a tvoril výstupovú cestu neogénnych vulkanitov.

V korelačnej schéme možno sledovať aj priebeh nízkotatranského zlomu, hoci v niektorých častiach sa jeho geofyzikálny prejav a priebeh odlišuje od geologicky určeného priebehu. Na obr. 3 sú interpretované aj ďalšie



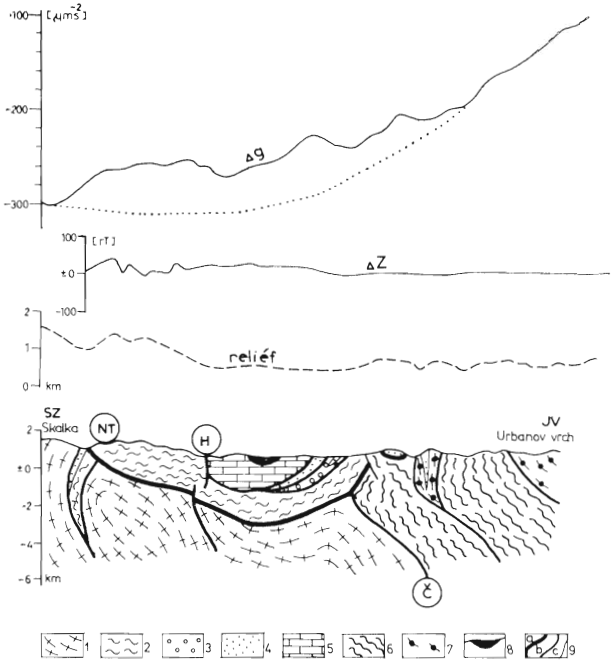
Obr. 3. Hlavné geofyzikálne rozhrania západnej časti južných svahov Nízkych Tatier (mapa zostavená na základe linsserových indikácií a magnetických anomálií). 1 — tiažové rozhranie (a — menej výrazné, b — výrazné), 2 — magnetické rozhranie

Fig. 3. Principal geophysical boundaries of the western part of the Nízke Tatry Mts. southern slopes (the map is based on linser indices and magnetic anomalies). 1 — gravity boundary (a — less expressive, b — expressive), 2 — magnetic boundary

intenzívne geofyzikálne rozhrania, ktoré majú pre objasnenie skúmanej štruktúry len druhotný význam.

Geologická charakteristika

Počas dlhých období terciérnej éry malo územie JZ strany Nízkych Tatier povahu hrastu. Jeho rýchle pulzatívne zdvihy podmienili aktívne poruchy fundamentu, ktoré tvoria jeho vonkajšie obmedzenie. Z JV strany je to čertovický poruchový systém v úseku čertovické sedlo — ľubietovské kryštalinikum — Strelníky. Zo SZ strany je to systém revúckych porúch v úseku Korytnica-kúpele cez Medzibrod k Strelníkom a zo S pozdĺž nízkotatranského zlomu (V—Z) od prameňov Sopotnice k Čertovici.



Obr. 4. Interpretačný profil gravitačného príkrovu. 1 — granitoidy, 2 — kryštalické bridlice, 3 — pieskovce, zlepence, ryolity (perm), 4 — kvarcity a karbonáty nižšej tektonickej jednotky, 5 — karbonáty a melafýry vyššej tektonickej jednotky, 6 — svory, amfibolity, 7 — ruly, migmatity, 8 — vajskovské zlepence, 9a — báza gravitačného príkrovu, 9b — poruchy vyššieho radu, 9c — poruchy nižšieho radu, NT — nízkotatranský zlomový systém, H — hronský zlomový systém, Č — čertovický zlomový systém

Fig. 4. Profile of gravity nappe interpretation. 1 — granitoids, 2 — crystalline schists, 3 — sandstones, conglomerates, rhyolites (Permian), 4 — quartzites and carbonates of the lower tectonic unit, 5 — carbonates and melaphyres of the upper tectonic unit, 6 — mica schists, amphibolites, 7 — gneisses, migmatites, 8 — the Vajsková conglomerates, 9a — basement of the gravity nappe, 9b — dislocations of higher order, 9c — dislocations of lower order, NT — the Nízke Tatry Mts. fault system, H — the Hron river fault system, Č — the Čertovica fault system

Geologickou analýzou vývinu predmetného územia (paleohrastu a jeho následnej deformácie) sa podarilo pochopiť funkciu tektonickej predispozície funadamentu a objasniť tiež aj závislosť rozmiestnenia terciérnych sedimentov v čase vzniku analyzovaného fenoménu.

Štruktúrne prvky paleohrastu a gravitačného príkrovu

Na tvorbe analyzovanej štruktúry sa zúčastňujú:

— S_1 plochy diskontinuity hornín fundamentu (v kryštaliniku), ktoré vznikli v predmezozoickom období a na nich naložené plochy súvisiace so subhorizontálnymi presunmi horninových más v mezozoickej ére (sekundárne zbridličnatenie hornín kryštalinika), ako aj plochy so zavinutými mladšími elementmi (mezozoikum) v kryštaliniku.

— Tektonické poruchy fundamentu sformované v staršej etape alpínskej tektogenézy (hlavne stredná a vrchná krieda), neskôr spravidla rejuvenizované. Systémy tejto kategórie podmienili vonkajší tvar terciérneho hrastu, ale uplatňujú sa aj na jeho vnútornom členení. Patrí medzi nich: čertovický, revúcky a nízkotatranský poruchový systém. Vo vnútornej štruktúre gravitačného príkrovu sú s uvedenými poruchami syngenetické poruchy fundamentu pozdĺž mýtňanského zlomu, prechádzajúce dolinou Bystrej, Lomnistou a na západnej strane gravitačného príkrovu severojužný systém porúch Biela Voda — Sopotnica. Tri uvedené poruchové systémy pri ich veľmi strmom až kolmom sklone zohrali hlavnú úlohu pri tvorbe hrastu a jeho rýchlom zdvihu. Vnútorné usporiadanie S_1 plôch diskontinuít zohralo významnú úlohu pri tvorbe gravitačného príkrovu.

— Tektonické poruchy fundamentu (vzniknuté alebo ešte aktívne v predpanónskom období a v neotektonickej etape vývinu územia), medzi ktoré zaraďujeme rejuvenizáciu nízkotatranského zlomového systému a zlom hronský. Ich smer je VZ a zmysel pohybu približne vertikálny (na nízkotatranskom zlomovom systéme počítame s veľmi veľkou amplitúdou a na hronskom zlome do 700 metrov). Predpokladáme, že paleohrast (a jeho následná gravitačná deformácia) vznikol v terciéri, s najväčšou aktivitou koncom oligocénu.

Poloha S_1 plôch diskontinuity v gravitačnom príkrove

Tam, kde je teraz situovaná jeho koreňová oblasť — nízkotatranský zlom, sú súbory hornín vztýčené. Sformovala sa tu orientovaná antiformná zostava hornín V—Z smeru. Tvorba tejto zostavy je staršia ako subhorizontálne presuny mezozoických más a súvisí s celkovou kompresiou fundamentu v predpresuvnom štádiu. Je to mohutná hlbokosiahajúca porucha — jazva. S jej vznikom súvisí aj významný zrudňovací proces. Antiformné usporiadanie je pozorovateľné od bielovodských porúch na západe štruktúry až ku Trangoške a ďalej na V. Šírka tejto zostavy dosahuje niekoľko sto metrov (maximálne 500 m). V tom pruhu je aj najviac W-Au výskytov. Spájame to s veľkým hĺbkovým dosahom antiformnej štruktúry, ako priaznivej cesty pre výstup hydrotermálnych roztokov (Klinec — Pulec, 1983).

Táto hlboká diskontinuita fundamentu (prvej kategórie v našom území) sa v terciérnej ére stala plochou severného ohraničenia paleohrastu. Neskôr sa pozdĺž nej odtrhli horninové masy gravitačného príkrovu.

Vo vnútri telesa sú plochy S_1 uklonené prevažne na J, len v menších úsekoch na S. Smerom na J v oblasti hronského zlomu sú S_1 plochy uklonené strmo. Mezozoické a mladopaleozoické komplexy alochtónnych jednotiek v údolí Hrona majú v prevahe subhorizontálne uloženie. V čele gravitačného príkrovu sa sformoval mohutný val, tzv. ľubietovské antiklinórium. Vystupujú v ňom i predmezozoické celky. V severnej časti valu — antiklinória sú horniny vztýčené alebo uklonené veľmi strmo na S, kým v jeho južnej časti sú uklonené k juhu. V čele príkrovu sú horninové komplexy spolu s neovulkanitmi zvlnené. Formy reliéfu (hlavne menších rozmerov), ktoré sa na nich viažu, sú orientáciou a frekvenciou odrazom vyznievania pohybujúcich sa más smerom na J.

Tektonické poruchy fundamentu sformované v staršej etape alpínskeho vrásnenia

Čertovický poruchový systém

Pozdĺž úseku Čertovica — Mýto pod Ďumbierom sú horninové komplexy uklonené strmo na JV alebo sú kolmo vztýčené. Sformovaná je antiformná zostava. Táto štruktúra smeruje na JZ pod mezozoické komplexy príkrovových jednotiek, ktoré ju prekrývajú a ležia nad ňou diskordantne. JZ priebeh zostavy na povrchu porušuje mýtňanský zlom SZ—JV smeru. Podľa tejto poruchy fundamentu došlo k pretrhnutiu poruchového systému a posunutiu mezozoických príkrovových jednotiek o 3—4 km na JV.

Vo vnútri vlastného príkrovu sa nachádzajú ďalšie poruchové zóny paralelné s mýtňanským zlomom. Evidentné sú najmä pozdĺž Bystrej doliny, v jej vyústení do Štiavnického potoka v obci Bystrá.

JZ smerom pokračuje čertovický poruchový systém pod mezozoickým príkrovom do osi tzv. ľubietovského antiklinória, ktoré v čele gravitačného príkrovu reprezentuje elevačný výstup — val hornín podkladu. Styk veporika a tatrika je

v osovej rovine antiklinória a jeho tektonický štýl reprezentujú vertikálne orientované poruchy, ktoré sú dobre sledovateľné na hrebeni medzi Lopejským Čelnom a Predajnianskym Čelnom.

Ďalšie pokračovanie línie na JZ prekrývajú neovulkanity, ktoré sú časťou gravitačného príkrovu. K otázke veku čertovickej línie poznamenávame, že v styčnej zóne veporika a tatrika sú aj výskyty mladopaleozoických hornín, najmä v severnom krídle tzv. ľubietovského antiklinória. Z toho vychodí aj možnosť staršieho — predalpínskeho založenia styku jednotiek.

Revúcky poruchový systém

Čertovický poruchový systém je medzi tektonickými jednotkami veporika a tatrika. Revúcky systém je veľmi aktívnou zónou SZ—JV smeru od hlavných fáz alpínskeho vrásnenia až dodnes. O jej staršom predalpínskom založení nie sú priame dôkazy. Predpokladáme, že systém revúckych porúch má regionálny rozsah a v čase vzniku v hlavných fázach alpínskeho vrásnenia to boli strmé, hlboko siahajúce poruchy fundamentu, pozdĺž ktorých sa južný blok dvíhal.

Nízkotatranský poruchový systém

Koreňová oblasť odtrhnutých horninových más gravitačného príkrovu, situovaná do nízkotatranského poruchového systému, pravdepodobne vznikla v hlavných fázach alpínskeho vrásnenia. Hĺbkovým rozmerom je to mohutná jazva fundamentu so vztýčenými horninovými pruhmi. V poruchovom pásme pozorovať antiformnú zostavu horninových pruhov, pričom severné krídlo zostavy sa skláňa na S pod granitoidy hlavného hrebeňa Nízkych Tatier. Predpokladáme, že k takémuto vzťahu dochádza hlavne v dôsledku náhlej poruchy fundamentu po tvorbe jazvy, ktorá sa vytvorila v mieste zosúvaných horninových más.

Tektonické poruchy aktívne v terciéri

Mimoriadna aktivita fundamentu sa zaznamenáva v terciéri najmä na VZ systéme zlomov. Je to predovšetkým hronský zlom. Zapadá do systému, podľa ktorého dochádza k postupnému schodovitému zaklesávaniu južne situovanej časti príkrovu. Tomuto princípu (zaklesávaniu) nepodlieha tá časť príkrovu, ktorá reprezentuje nahrnutie hmôt v podobe valu (ľubietovské antiklinórium).

Nízkotatranský zlomový systém je aktívny po celé obdobie terciéru. Plocha gravitačného príkrovu sa člení tiež SJ systémom hlavných a vedľajších porúch (obr. 1 a 2). Pozdĺž porúch dochádza k diferencovanému pohybu. Z celkového usmernenia štruktúrne podmienených foriem reliéfu v oblasti príkrovu sa dá usúdiť, že pohyb smeroval na JV (približne kolmo na čertovický poruchový systém), ale tam sunuté horninové masy narážali na SZ okraj veporických elementov. Kompresné pásmo, reprezentované na čertovickom poruchovom systéme vznikom antiformnej zostavy hornín, je dokladom uvádzaného pohybu. Pozdĺž neho dochádza k reorientácii pohybu smerom na J, takže čelo príkrovu dosahuje najjužnejšiu polohu v oblasti Strelník.

Kozmická snímka danej oblasti poukazuje na možnosť pohybu más, ktoré v svojej vnútornej zostave majú štýl uplatňujúci sa v zosuvoch. Jeho situovanie v uvádzanom systéme porúch fundamentu a predpoklad pre tvorbu takéhoto fenoménu — pulzatívny rýchly zdvih územia, to sú východiská pre analýzu širšieho územia. Analyzujeme ju z hľadiska vývinu terciérnych sedimentov v oblasti.

Formovanie a vznik terciérnych sedi-

mentov v priestore a čase v oblasti gravitačného príkrovu dobre korešponduje s jeho vnútornou štruktúrou i tektonickým vývojom.

V horehronskom paleogéne vyčleňujeme (Pulec, 1967):

a) Polhorský vývoj (kontinentálny sedimentačný cyklus; paleocén — stredný eocén) s fáciou červených dolomitických zlepencov a pestrého súvrstvia.

b) Horehronský vývoj — morský sedimentačný cyklus s terminálnymi brakickými a sladkovodnými sedimentmi (stredný eocén — oligocén).

Na príkrovovom (krieda?) podklade v období pred lutétskou morskou transgresiou vznikli kontinentálne sedimenty. Boli späté s aktivitou fundamentu na systéme zlomov VZ smeru (hronské, nízkotatranské), na ktorých došlo k postupnému schodovitému zaklesávaniu stredných častí vznikajúceho gravitačného príkrovu a k vzniku podhorských sedimentačných priestorov. Vznik takýchto sedimentačných priestorov predpokladá gravitačný mechanizmus s následným zastavením vývoja a kompresným roztiahnutím priestoru.

V prvom období vývoja vznikli v skúmanej oblasti typické kontinentálne sedimenty (červené karbonátové zlepence a pieskovce) v období aridnej klímy. Najvýraznejšie sa zachovali v priestore Dolnej Lehoty S od Podbrezovej (obr. 5). Tieto bezfosílne (vajskovské) zlepence (sensu Biely — Samuel, 1982) nie sú doteraz jednotne stratigraficky začlenené. Superpozičný predpoklad ich uloženia na morskej fácii dolomitických zlepencov sa doteraz nepotvrdil. Vajskovské zlepence ležia na vápencoch a dolomitoch triasu. Ich hrúbka je 330 m (vrt PNTK-3, Kullman, 1983). Obdobné sedimenty — zlepence, ktoré sa nachádzajú v oblasti Šumiaca a Pohorelskej Maši sú podľa bohatého výskytu hipuritov pogosauské (Andrusov — Bystrický, 1959).

V ďalšom vývoji gravitačného príkrovu dochádza k jeho vytláčaniu JV smerom a začínajú sa posúvať najmä jeho okrajové časti (Z od revúckeho a V od mýtňanského zlomu). Tam vznikli nové, relatívne mladšie kontinentálne sedimenty v medzihorských depresiách, tzv. pestré súvrstvie (Pulec, 1967).

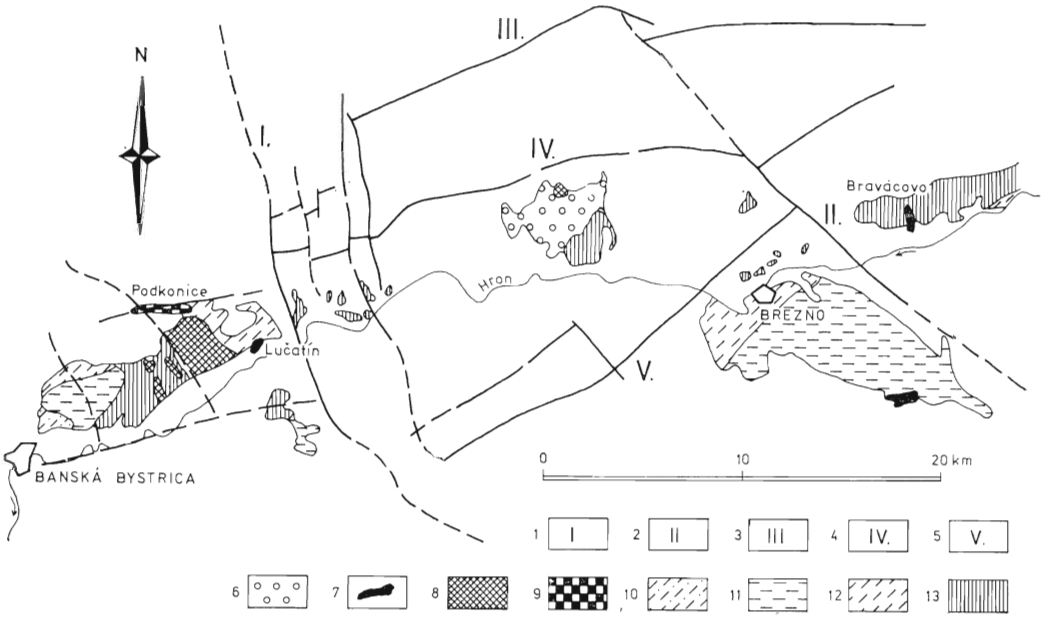
Pri Braväcove je to paleontologicky nepotvrdený výskyt paleogénnych sedimentov, kde spodnú časť súvrstvia tvoria svetlofialové piesčité sľudnaté bridlice (náznaky aridnej klímy) a vrchnú časť súvrstvia tvoria hruboklastické sedimenty (polymiktné zlepence) s menšími polohami pelitických a psamitických sedimentov. Hrúbka súvrstvia je 100—150 m.

Pri Lučatíne je ďalší paleontologicky nepotvrdený výskyt kontinentálnych sedimentov pestrého súvrstvia. Je to súvrstvie brekcií a pestrých ílov. Materiál klastík je zložený z karbonátov, ale vo vrchnej časti súvrstvia sa ojedinele nájdu aj kryštalické bridlice a kremeň. Hrúbka súvrstvia je 40—60 m.

V ďalšom vývoji gravitačného príkrovu došlo k jeho dotlačeniu a vo vzniknutom sedimentačnom priestore pri Pohronskej Polhore sa usadili prevažne pelitické sedimenty s vložkami uhoľných ílov, polohami uhlia a pieskovcov. Na niektorých miestach sa vyvinuli vrstvy brekcií, ktoré sú tvorené kryštalickými bridlicami a pieskovcami. Hrúbka súvrstvia je 80—100 m, úklon vrstiev je 50—80°.

Podľa zistenia P. Snopkovej (1966) sú tieto sedimenty staršie ako bazálne sedimenty horehronského morského paleogénu (predlutétsky vek).

V ďalšej etape vývoja zostala oblasť gravitačného príkrovu takmer celá súšou. Celý nízkotatranský blok mal stúpajúcu tendenciu. Po vzniku kontinentálnych sedimentov v priestore Horehronia v období eocénu až spodného oligocénu sa začal



Obr. 5. Vysvetlivky k paleogeografickej schéme. 1 — revúcky zlomový systém, 2 — mýtňanský zlomový systém, 3 — nízkotatranský zlomový systém, 4 — hronský zlomový systém, 5 — čertovický zlomový systém, 6 — vajskovské zlepence, 7 — sedimenty pestrého súvrstvia (polhorský vývoj paleogénu, predlutétsky vek), 8 — fácia dolomitických zlepencov, 9 — sedimenty podkonickej synklinály, 10 — pieskovcovo-zlepencová fácia, 11 — ílovcová litofácia, 12 — regresívna fácia oligocénu (horehronský vývoj paleogénu, lutét-oligocén), 13 — štrk (pliocén).

Fig. 5. Explanations to the paleogeographical scheme. 1 — the Revúca fault system, 2 — the Mýto fault system, 3 — the Nízke Tatry Mts. fault system, 4 — the Hron river fault system, 5 — the Čertovica fault system, 6 — the Vajsková conglomerates, 7 — sediments of motley series (the Polhora development of Paleogene, the Pre-Lutetian age), 8 dolomitic conglomerate facies, 9 — sediments of the Podkonice syncline, 10 — sandstone — conglomerate facies, 11 — claystone lithofacies, 12 — regressive facies of the Oligocene (the Upper Hron valley development of Paleogene, Lutetian — Oligocene), 13 — gravel (Pliocene)

formovať rozsiahly flyšový bazén (bazálny paleogén).

Bazálna transgresívna litofácia zahrňuje stabilnú asociáciu hornín: zlepence, pieskovce, piesčité vápence a organogénne biostrómy (Marschalko, 1978). Bazálna formácia postupne prekryla a nivelizovala členitý reliéf kriedového tektogénu. Západne od revúckych poruchových systémov sa na Horehroní vytvoril väčší sedimentačný priestor, kde vznikali sedimenty fácie dolomitických zlepencov a pieskovcov v bazálnej transgresívnej litofácii. Najviac bola rozšírená v okolí Slovenskej Ľupče a Priechodu. Na malej ploche sa táto fácia zachovala aj S od Hornej Lehoty. K nej pričleňujeme aj sedimenty vrchnolutétske (Biely — Samuel, 1982).

Na okraji gravitačného príkrovu Z od revúckeho zlomu sa v podkonickej synklinále zachovali brakické morské fácie, miestami s lumachelami. Predstavujú

strednú až vrchnú časť bazálnej transgresívnej litofácie. Vekove ju začleňujeme do vrchného lutétu až spodného priabónu. Táto okrajová fácia prechádza vyššie do fácie numulitových pieskovcov až zlepencov. Klasicky je vyvinutá pri Rudlovej.

Najväčšie rozšírenie bazálnej transgresívnej litofácie je v pieskovcovo-zlepencovej fácii (priabón). Rozšírená je na celom Pohroní a zistila sa v denudačných zvyškoch pri Kordíkoch, Banskej Bystrici, Ľubietovej, okolí Brezna a na Horehroní (aj v brakickom vývoji). Bazálna fácia sa v priestore gravitačného príkrovu nenašla.

Z bazálnej transgresívnej litofácie sa potom postupne vyvinuli vyššie paleogénne členy vo fácii pieskovcovo-ílovcovej a ílovcovej. Regresívne brakické súvrstvie sa zachovalo pri Polomke (spodný oligocén).

Paleogénny vrstvový sled sa ukončil vrchnooligocénnymi sedimentmi, ktoré sa zachovali pri Polomke, Brezne a V od Slovenskej Ľupče.

Oblasť gravitačného príkrovu zostala počas sedimentácie morského paleogénu súšou. Nízke Tatry mali v tom období výraznú kladnú pozíciu. Väčšia časť bola súšou počas celého vývoja paleogénu (Marschalko — Gross, 1978).

Čiastočná aktivita (rejuvenizácia) zlomových systémov VZ smeru sa vo vyššom oligocéne prejavila tak, že vznik jazernoriečnych sedimentov môžeme dávať do súvisu s vývojom gravitačného príkrovu.

V období miocénu bola celá oblasť súšou. Na Horehroní sa nezachovali žiadne sedimenty z tohto obdobia.

c) Pliocénne sedimenty v prietokových jazerách (Nemčok, 1957) vznikali už po čiastočnej konsolidácii gravitačného príkrovu. Avšak pozícia ich zachovania vo veľmi rozdielnych výškových úrovniach hovorí o aktivite zlomových systémov až do kvartéru, o čom svedčí pirátstvo jaseňanského potoka.

Diskusia

Interpretácia multispektrálnej kozmickej snímky bola založená na zhodnotení reliéfu, jeho základných prvkov — dolín a chrbtov a na základe ich usporiadania sa usudzovalo o tektonických predispozíciách. Možno teda konštatovať, že zhodnotenie textúry reliéfu na danej snímke významnou mierou napomáhalo k podporeniu geologických a geofyzikálnych indícií vytvorenia paleohrastu a jeho predpokladanej gravitačnej deformácie (štruktúrne podmienený reliéf v oblasti Veporských vrchov, t. j. v predpokladanej akumulačnej časti gravitačného príkrovu, nemožno jednoznačne považovať za dôkaz jeho existencie).

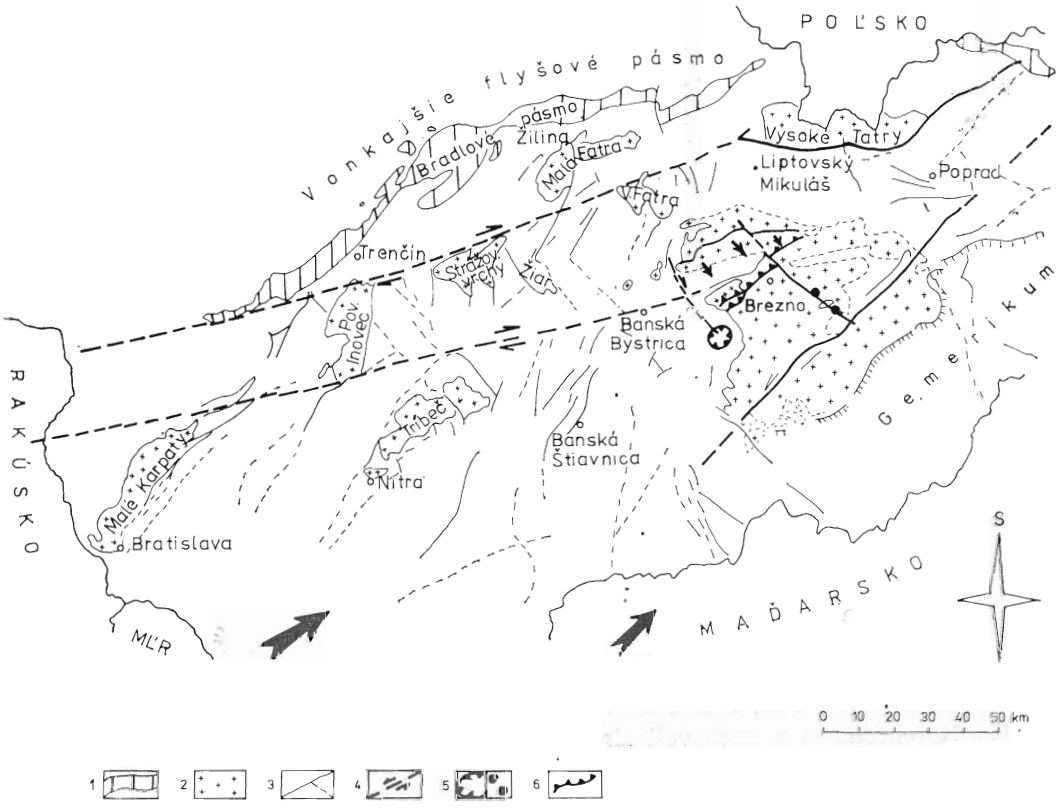
Ak prijmeme koncepciu gravitačného príkrovu, potom by mu bolo treba pripisovať predpanónsky vek. Dôvodom k takému názoru je existencia značne premodelovanej stredohorskej rovne panónskeho veku (Mazúr, 1965). Poukazujú na to ploché partie rázsoch Nízkych Tatier vo výškach 1200—1400 m (Mazúr, 1964, 1965). V prípade panónskeho gravitačného príkrovu predpokladaného rozsahu by bola stredohorská roveň úplne deštruovaná.

Treba zdôrazniť, že vysvetliť identifikovanú štruktúru gravitačného príkrovu v celom časovo-priestorovom vývoji iba na základe kozmických snímok je vcelku nemožné. Možno však poukázať na niektoré vplyvy, ktoré museli pri vzniku takejto štruktúry existovať. Paleogeografická analýza terciérneho vývoja ukázala, že do oligocénu mala celá oblasť tendenciu zdvíhať sa voči svojmu okoliu. Tento pohyb, aj keď bol pulzatívny, musel mať v poslednej fáze enormne rýchly priebeh. Rozhodujúcu úlohu mohli zohrať horizontálne pohyby karpatských blokov pozdĺž zlomov VSV—ZJZ smeru, ako na to poukázali už skôr na základe analýzy kozmických snímok a zistených lineárnych

rozhraní tohto typu (Janků et al., 1984). Jedno z týchto rozhraní prebieha v smere spojnice Banská Bystrica — Brezno a zasahuje až do predmetnej oblasti. Spodnomiocénny vek týchto pohybov zodpovedá dynamickým podmienkam, ktoré v tom čase existovali. Rýchly zdvih a odtrhnutie gravitačného príkrovu možno pripísať kolízii dvoch (alebo i viacerých) rozličnou rýchlosťou a smerom sa pohybujúcich blokov (obr. 6).

Nie je vylúčené, že i ďalšie lineárne rozhranie (zreteľne pozorovateľné na kozmických snímkach) — muránsky zlom, aj so svojou severnou paralelou (Kurkin et al., 1982), kontroloval podobné pohyby pri južnejších (veporských) blokoch.

Určitý prínos pre pochopenie a objasnenie tohto mechanizmu poskytujú aj niektoré geofyzikálne zistenia. V tiažovej mape (Ibrmajer, 1964) sa obe lineárne rozhrania VSV—ZJZ smeru prejavujú ako hranice oddeľujúce samostatné bloky, ktoré sú asymetricky usporiadané voči



Obr. 6. Schéma interpretačných rozhraní. 1 — bradlové pásmo, 2 — kryštalinikum jednotlivých pohorí, 3 — geologicky zistené a predpokladané zlomy, 4 — interpretované lineárne rozhrania s horizontálnym posunom, 5 — vulkanické centrá, 6 — čelo gravitačného príkrovu

Fig. 6. Scheme of the interpretations boundaries. 1 — the Klippen Belt, 2 — crystalline of individual mountains, 3 — geological ascertained and assumed faults, 4 — interpreted linear boundaries with horizontal displacement, 5 — volcanic centres, 6 — front of the gravity nappe

týmto líniam, ale zachovávajú konštantné vzdialenosti medzi sebou (cca 40 km), obr. 6. V priestore medzi uvedenými rozhraniami sú zakonzervované sedimenty centrálnokarpatského paleogénu, sčasti aj spodného miocénu (Fusán et al., 1971). Ak zohľadníme systémy zlomov (napr. v oblasti vnútrohorských kotlín) a časové obdobie sedimentačných cyklov, možno predpokladať, že uvedený systém rozhraní zohráva úlohu aj pri otváraní, resp. zakladaní molasových panví.

Je pochopiteľné, že pri horizontálnom pohybe došlo k vzniku rozsiahlych priečnych trhlín, resp. zlomov, ktoré mohli mať hlboký dosah. Za takéto zlomy považujeme revúcky a tisovsko-mýtňanský zlom, ktoré kontrolovali nielen vznik a rozsah gravitačného príkrovu, ale aj výstup neogénnej intermediárnej magmy na povrch.

Preukázaniu existencie gravitačného príkrovu v danej oblasti, ale aj v iných oblastiach Karpát, kde sa stretávame s anomáliami v stratigrafickej postupnosti, v deštrukciách zonálnosti, je potrebné z geologického hľadiska venovať zvýšenú pozornosť, lebo časť z týchto anomálií môže mať pôvod v rovnakej genéze.

Keďže vnútorné usporiadanie štruktúry gravitačného príkrovu má znaky telies zosuvov, možno túto ich zvláštnosť aplikovať pri vyhľadávaní akumulácií úžitkových minerálov. V telese gravitačného príkrovu sa nachádza W-Au zrudnenie, ktoré sa v súčasnosti overuje prieskumnými prácami. Ich rozmiestnenie je vzhľadom na ich povahu (mobilita prvkov) vo vzťahu k prostrediu pôvodne deformované a prispôsobilo sa plánu vyvíjajúcej sa deformácie. Tomu zodpovedá aj súčasné asymetrické rozmiestnenie rúd bez výraznejšej zonálnosti v priestore (úsek gravitačného príkrovu). Je pozoruhodné, že najviac Pb, Cu, Sb, W, Au rúd v oblasti Nízkych Tatier je v priestore gravitačného príkrovu.

Záver

Výsledky, ktoré priniesla geologická, geofyzikálna a čiastočne aj geomorfologická analýza a interpretácia kozmických snímok z predmetného územia, majú veľký význam pre orientáciu ďalších výskumných prác v oblasti Západných Karpát. Potvrdenie existencie gravitačného príkrovu v JZ časti Nízkych Tatier by mohlo mať aj širší význam pre zohľadňovanie gravitačnej tektoniky a pri objasňovaní genézy tektonických jednotiek Západných Karpát. Pri horizontálnych posunoch blokov, ktoré sa uplatňovali pri formovaní Karpát (obr. 6), môžu gravitačné pohyby vrchných častí kôry zakryť staršiu stavbu. Predmetné územie môže slúžiť ako vhodný príklad takéhoto procesu. Predložená interpretácia gravitačného príkrovu bude vyžadovať spresnenie a vrtné overenie niektorých zásadných tektonických detailov tohto výnimočného fenoménu.

Gravitačný príkrov, ktorý podporujú sprievodné geologické i geofyzikálne prejavy v čase a priestore, je potrebné doložiť aj zodpovedajúcimi následnými geomorfologickými štúdiami.

Recenzoval M. Maheľ a M. Slavkay

LITERATÚRA

Andrusov, D. — Bystrický, J. 1959: O význame subhercýnskej fázy vrásnenia v Západných Karpatoch. *Geol. zbor. Slov. akad. vied, Bratislava, 10, s. 324—326.*

Biely, A. — Samuel, O. 1982: K otázke veku červených vajskovských zlepencov v Lopejskej doline. *Geol. práce, Spr. (Bratislava), 77, s. 103—109.*

Bujnovský, A. 1972: Mezozoikum sz. časti Nízkych Tatier (oblasť medzi Ľupčiankou a Revúcou). *Manuskript — GÚDŠ Bratislava, 90 s.*

Feranec, J. — Pospíšil, L. 1981: Možnosti využitia multispektrálnych kozmických snímok pri výskume štruktúrno-tektonických pomerov v oblasti Slovenského stredohoria. *Geogr. čas. Slov. akad. vied, 33, 3, s. 273—287.*

Fusan, O. et al. 1971: Geologická stavba podložia zakrytých oblastí južnej časti vnútorných Západných Karpát. *Zbor. geol. vied, rad ZK, 15, 1—173 s.*

Gross, P. 1978: Paleogén pod stredoslovenskými neovulkanitmi. *In: Paleografický vývoj Západných Karpát. GÚDŠ Bratislava, s. 121—145.*

Ibrmajer, J. 1964: Gravimetrická mapa ČSSR a priľahlých oblastí. Měřítko 1 : 200 000. *Geofyzika Brno.*

Ilavský, J. — Satran, V. 1980: Metallogenic map of Czechoslovakia 1 : 500 000. Explanatory text and legend. *GÚDŠ Bratislava, 144 pp.*

Janků, J. — Pospíšil, L. — Vass, D., 1984: Príspevok diaľkového prieskumu Zeme k poznaniu stavby Západných Karpát (západný úsek). *Mineralia slov., 2, s. 121—137.*

Klinec, A. — Pulec, M. 1983: Geologická stavba a prospekčné zhodnotenie W-zrudnenia v území medzi Sopotnicou a Vajskovskou dolinou (Nízke Tatry). *Manuskript — GÚDŠ Bratislava, 105 s.*

Kubíny, D. 1958: Predbežné výsledky z geologického mapovania nízkotatranského granitoidného masívu. *Geol. práce, Spr. (Bratislava), 14, s. 129—133.*

Kubíny, D. 1979: Niektoré príklady styku kryštalinika s mladšími útvarmi v Nízkych Tatrách. *GÚDŠ Bratislava, s. 139—149.*

Kullman, E. 1983: Zhodnotenie hydrogeologických pomerov mezozoika na J svahoch Nízkych Tatier s ocenením prognóznych zdrojov a prognóznych využiteľných množstiev podzemných vôd — čiastková záverečná správa. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava.*

Kurkin, M. — Marušiaková, D. — Mikuška, J. — Pospíšil, L. 1982: Mutual comparism of remote sensing and geophysical results in selected regions of West Carpathians. *Proceedings of the 27th International geophysical symposium, Bratislava, pp. 409—423.*

Maheľ, M. 1974: Tectonics of the Carpathian Balcan Regions. *GÚDŠ Bratislava, 453 p.*

Marschalko, R. 1978: Vývoj sedimentárnych bazénov a paleotektonické rekonštrukcie Západných Karpát. *In: Paleogeografický vývoj Západných Karpát. Bratislava, s. 49—80.*

Mazúr, E. 1964: Geomorfologický prehľad. In: Vysvetlivky k prehľadnej geomorfologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list M-34-XXVI Banská Bystrica. *Bratislava, s. 212—228.*

Mazúr, E. 1965: Major features of the West Carpathians in Slovakia as a result of young tectonic movements. *In: Geomorphological problems of Carpathians. Bratislava, Veda, vyd. SAV, pp. 9—53.*

Mazúr, E. 1979: Morfoštruktúry Západných Karpát a ich vývoj. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geogr., 17, s. 21—30.*

Mazúr, E. 1980a: Typologické členenie reliéfu. *In: Atlas SSR, Bratislava, Veda, vyd. SAV, s. 50—51.*

Mazúr, E. 1980b: Morfoštruktúry. *In: Atlas SSR. Bratislava, Veda, vyd. SAV, s. 44.*

Mazúr, E. 1982: Morfoštruktúry. *In: Atlas SSR — textová časť. Bratislava, Veda, vyd. SAV, s. 35.*

Mazúr, E. — Lukniš, M. 1978: Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. *Geogr. čas. Slov. akad. vied, 30, 2, s. 101—125.*

Nemčok, A. 1957: Vplyv geologických štruktúr na morfologický vývoj údolia Hrona. *Geol. zbor. Slov. akad. vied, 8.*

Obernauer, D. 1980: Geofyzikálny výskum západnej časti Slovenského rudohoria a východnej časti Nízkych Tatier. *[Kandidátska dizertačná práca.] Manuskript — PFUK Bratislava.*

Obernauer, D. — Glova, D. — Stránska, M. 1984: Geofyzikálny výskum kryštalinika tatroveporíd, oblasť Staré Hory — Donovaly. *Manuskript — Geofyzika Bratislava.*

Pulec, M. 1967: Geologický výskum terciéru vnútorných kotlín Centrálnych Západných Karpát — záverečná správa. *Archív — GÚDŠ Bratislava, s. 185.*

Slavkay, M. 1971: Ložiská polymetalických rúd pri Ponikách. *Mineralia slov., 3, 11, s. 181—213.*

Snopková, P. 1966: Palinologické vyhodnotenie vzoriek z odkryvu Michalová. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava, s. 4.*

Identification of a gravity nappe in the Nízke Tatry Mts. using satellite images

ALBÍN KLINEC — LUBOMIL POSPÍŠIL — MIROSLAV PULEC — JÁN FERANEC — MILOŠ STANKOVIANSKY

Geomorphologically anomalous form of the area represented on the satellite image of the part of the Nízke Tatry Mts. was one of the impulses for its deeper intersciences analysis.

There has been shown that its outer forms roughly correspond with significant systems of dislocations of the fundament and that just this area was horstly arched during longer periods in the Tertiary. The Tertiary sediments which remained in its surroundings witnesed to it. Besides some zones of horizontally counteractive moving blocks with demonstrated activity during the Tertiary have been defined by the regional geophysical measurements. Investigated area is a part of this active zone. It was horstly arched during the above mentioned period. Unequilibrium in the distribution of masses caused the origin of a destructive structure formed into a gravity nappe. The movement of rock masses took place from north to south which is well documented by the arrangement of rock masses and by the forms of relief in Fig. 2.

Preložil Ľ. Divinec

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Milan Mišík: **Výskum karbonatických paniev** (Košice 15. 4. 1985)

V súčasnosti sú plytkomorské karbonatické sedimenty (hlavne aragonitové bahná) len ojedinele zastúpené oproti väčšine minulých geologických období. Medzi hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú sedimentáciu patrí morfológia dna, hĺbkové rozhrania (úroveň prílivu — odlivu, úroveň dostatočného prieniku svetla, hĺbka erózneho dosahu normálnych a búrkových vĺn, kompenzačná hĺbka aragonitu a kalcitu, cirkulácia v podobe prúdov, vetranie — oxidácia dna a salinita. Modely karbonatickej sedimentácie vychádzajú z idealizovaných terénnych rezov od súše až po hlbokomorské dno. Najviac sú aplikované modely J. Wilsona, hlavne v anglofónnej sfére a spoločnosti Elf Aquitain (1977) vo frankofónnej oblasti. V posledne menovanej sa rozlišuje: otvorené more — vonkajšia (otvorená) platforma, bariéra — vnútorná platforma (lagúna) a v nej subtidál — intratidál — supratidál. Platformu v sedimentologickom zmysle chápeme ako rovný povrch šelfu zakončený zalomením reliéfu. J. Wilson (1975) rozlišuje 9 faciálnych pásiem: dno panvy, fácia otvoreného šelfu, hlboký okraj šelfu, fácia svahu karbonatickej platformy, ríf na hrane platformy, premývané vápencové piesky na hrane platformy, otvorená morská platforma, chránené prostredie lagúny a evaporitová fácia typu sebkha. Rozlíšil a definoval 24 štandardných mikrofácií, ktoré akceptoval a spresnil E. Flügel (1978). V prednáške sa načrtlo aplikovanie spomínaných faciálnych zón na konkrétne prípady v Západných Karpatoch.

DISKUSIA

K článku Návrh skratiek minerálov

PAVEL PITOŇÁK

Geologický ústav SAV, odd. nerastných surovín, Horná 17, 974 01 Banská Bystrica

V článku autori D. Hovorka a J. Spišiak (1984) navrhujú skratky minerálov, ktorých používanie po náležitom schválení by malo byť záväzné pre autorov publikujúcich v slovenskej geologickej tlači. O význame používania skratiek minerálov v geologických prácach netreba pochybovať. Pochybnosti však vzbudzuje výber minerálov, vhodnosť skratiek a ich medzinárodná zrozumiteľnosť v takej forme, v akej ich autori navrhli.

V návrhu chýbajú minerály ako adulár, melilit, skapolit, kassiterit, korund, xenotím, pyrofylit, chloritoid, chromit, tetraedrit, takmer celá skupina zeolitov, všeobecná skratka pre karbonáty, zeolity a na druhej strane sa tu objavujú predsa len menej frekventované minerály ako diamant, dumortierit, axinit, lazulit alebo dosť nevhodne volené odrody ako rubín (korund chýba), skoryl, nemalit a pod. Zrejmá je tiež disproporcia v rozpracovaní jednotlivých skupín minerálov, resp. ich zložiek. Kým skupina chloritov, pyroxénov, granátov je rozpracovaná takmer úplne, z minerálnych komponentov biotitu sa spomína len flogopit, z ostatných sľúd chýba napr. lepidolit, margarit, stilpnomelán, nedostatočne je rozpracovaná skupina zeolitov, foidov, ílových minerálov, sulfidov, sulfosolí, halogenidov a i.

Pri výbere skratiek nemôžeme očakávať, že budú často používané, a tak vniknú do povedomia verejnosti (ako napr. skratky chemických prvkov). Preto by bolo vhodné i pri dodržaní zásad R. Kretza (1983) voliť z mnemotechnických príčin častejšie prvé hlásky, príp. slabiky anglického názvu minerálu a v prípade nejednoznačnosti a účelnosti rozšíriť skratku na 4 písmená. Uveďme niekoľko príkladov (v zátvorke pôvodný a alternatívny návrh: amfibol (Aph, Amp), allanit (Aln, All), analcím (Anl, Anal), anatas (Ant, (Anat), andradit (Adr, Andr), beryl (Brl, Ber), biotit (Bt, Bi), lawsonit (Lw, Law) atď. Ak sa skratky rozšíria nebudú už 3 písmená stačiť, resp. skratky budú nezrozumiteľné. Dosť neúčelné sú skratky 4-hláskových názvov minerálov ako opál (Opl), talc (Tlc), ruby (Rby). Skratky treba odvodzovať dôslednejšie — pyrit (Py), arzenopyrit (Apy) a teda chalkopyrit nie Ccp ale Cpy. V prípade kremeňa stačí namiesto Qtz zaužívaná skratka Q.

Najzávažnejším problémom navrhovaných skratiek je ich medzinárodná zrozumiteľnosť. Ich zjednotenie v rámci štátu by nebolo prínosom, ale situáciu by ešte skomplikovalo (nekontrolovaný nárast akoby jednotných medzinárodných skratiek, podceňovanie významu dôsledných vysvetliviek, problémy po možnom medzinárodnom zjednotení a pod.). Zjednotenie používania skratiek minerálov má skutočný význam len na medzinárodnej úrovni. Navrhujeme ustanoviť skupinu, ktorá by návrh D. Hovorku a J. Spišiaka doplnila a po schválení komisiou publikovala na medzinárodnom fóre.

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 501—516*

Aplikácia teórie náhodných funkcií pri charakterizovaní priestorového rozloženia hodnôt parametrov ložísk nerastných surovín

JÁN DRABANT

Katedra matematiky VŠT Košice, Švermova 9, 043 53 Košice

(10 obr. v texte a 4 tab.)

Doručené 13. 2. 1985

Использование теории случайных функций для характеристики пространственного расположения величин элементов месторождений полезных ископаемых

Работа направлена на использование теории случайных функций для характеристики пространственного расположения величин элементов месторождений полезных ископаемых. Приведены основные характеристики случайных функций, которые являются как математическая надёжность, дисперсия и кореляционная функция и объясняется понятие стационарности и эргодицийности. Все эти характеристики случайных функций исследуются на местирождении железа. На основании развития, кореляционных функций утверждается, что расположение содержания железа по направлению и падению месторождения можно считать как стациинарные случайные процессы без эргодиционного свойства.

Application of the theory of random functions in the characterization of the spatial distribution of some orebody descriptors

The paper deals with the application of the theory of random functions for the characterization of the analytical data of an iron orebody. The basic characteristics of the random functions (expectation, dispersion, correlation function) are decribed and the concept of stacionarity and ergodicity explained. The analysis of the correlation functions showed that the distribution of Fe in the direction of the major axis and dip of the orebody can be considered to be stationary process lacking ergodicity.

Jednou z úloh geologického prieskumu ložísk nerastných surovín je objasnenie ich priestorového rozloženia parametrov. Problém priestorového využitia premenlivosti parametrov nadobúda zvlášť dôležitú úlohu pri prieskume ložísk, v ktorých možno dosiahnuť maximálny efekt iba pri dobrom súlade geologicko-prieskumných prác s priestorovou zložitosťou ložiska, včítane jeho kvalitatívnych parametrov.

Rozloženie parametra ložiska ako náhodný proces

Už dávnejšie je známe, že výsledky pozorovania parametrov v susedných prieskumných bodoch ložiska odhaľujú zákonitosti v priestorovom rozložení parametrov, ale tiež poukazujú na náhodné rozdiely pozorovaných hodnôt. Napr. obsah chemického prvku (alebo iných parametrov) toho istého ložiska je na každom mieste iný, zobrazené profily kovnatosti nikdy nie sú totožné, hoci ich číselné charakteristiky (stredná hodnota, disperzia a iné) sa často líšia nepatrne. Takéto náhodné veličiny, ktoré sa menia v priebehu pokusu v závislosti od nenáhodného parametra, ktorým môže byť čas, dĺžka, priestorová súradnica a pod., sa nazývajú náhodnými funkciami a zaoberá sa nimi teória náhodných funkcií.

Teda funkciu, ktorej hodnota pri danom argumente je náhodnou veličinou, voláme náhodnou funkciou. Konkrétny tvar, ktorý náhodná funkcia nadobúda v priebehu pokusu sa nazýva realizáciou náhodnej funkcie. Náhodná funkcia sa zobrazuje náhodnou plochou, ktorej všetky súradnice sú náhodnými veličinami. To znamená, že náhodná funkcia sa nemôže zobraziť krivkou. Krivkou sa môže zobraziť iba jej konkrétna realizácia. Preto pod krivkou náhodnej funkcie rozumieme nie konkrétnu realizáciu, ale celý súbor možných realizácií náhodnej funkcie.

Matematický aparát náhodných funkcií umožňuje určiť niektoré obecné zákonitosti v správaní náhodných funkcií. Na rozdiel od číselných charakteristík náhodných veličín, ktoré reprezentujú určité čísla (stredná hodnota, disperzia atď.) v teórii náhodných funkcií sa zavádzajú analytické charakteristiky, ktoré však v obecnom prípade nie sú čísla, ale funkcie času, dĺžky alebo priestorovej súradnice.

Základnými charakteristikami náhodných funkcií sú:

1. matematická nádej — je to niektorá stredná, nie náhodná funkcia, okolo ktorej rôznym spôsobom oscilujú konkrétne realizácie náhodnej funkcie. Označuje sa

$$x(l) = m_x(l) = E[X(l)]$$

kde l je dĺžka.

Matematická nádej náhodnej funkcie pre danú hodnotu argumentu l je rovná matematickej nádeji príslušného rezu náhodnej funkcie a určí sa z množstva realizácií pre každý rez zvlášť, podľa známych vzťahov teórie náhodných veličín.

Pre zjednodušenie výpočtov charakteristík náhodných funkcií sa často používa tzv. centralizovaná náhodná funkcia

$$\dot{X}(l) = X(l) - m_x(l)$$

a hovorí sa o pulzácii funkcie X (l).

2. Disperzia — je nenáhodná funkcia, ktorej hodnota pre daný argument l je rovná disperzii príslušného rezu náhodnej funkcie a označuje sa

$$D_x(l) = D[X(l)]$$

Disperzia náhodnej funkcie charakterizuje šírku poloosi rozptylu možných realizácií náhodnej funkcie vo vzťahu k jej matematickej nádeji.

3. Korelačná funkcia. Mierou väzby (závislosti) medzi susednými rezmi náhodnej funkcie, pri dvoch argumentoch l_1 a l_2 je korelačný moment

$$K_x(l_1, l_2) = E[\dot{X}(l_1) \cdot \dot{X}(l_2)] = E[(X(l_1) - E[X(l)]) \cdot (X(l_2) - E[X(l)])]$$

Korelačnou funkciou sa nazýva funkcia dvoch argumentov K_x (l_1, l_2), ktorá pri danom páre hodnôt l_1 a l_2 sa rovná kore-

lačnému momentu príslušných rezov náhodnej funkcie. Ak $l_1 = l_2$, potom $K_x(l)$ sa rovná disperzii náhodnej funkcie v danom reze.

Korelačná funkcia je základným pojmom teórie náhodných funkcií a charakterizuje šírku poloosi kmitov náhodnej funkcie a jej dynamiku, t. j. možnú zmenu náhodnej funkcie od jednej hodnoty argumentu k druhej. Veličiny v bodoch jeden až tri sú nevyhnutné pre aplikáciu teórie náhodných funkcií v ktoromkoľvek technickom odbore a teda aj pri hodnotení výsledkov geologického prieskumu ložísk nerastných surovín.

V geologických aplikáciách sa korelačné funkcie skúmali G. Matheronom (1968), M. Davidom (1977) a inými predstaviteľmi tzv. francúzskej školy geoštatistiky. Základným pojmom geoštatistiky je variogram — funkcia, ktorá sa definuje vzťahom

$$\gamma_x(h) = \frac{1}{L-h}\int_0^{L-h}[f(x+h) \quad f(x)]^2\,dx$$

V súvislosti s genetickým významom variogramu sa uvádza, že je to krivka, ktorá predstavuje stupeň spojitosti mineralizácie. Tvar tejto krivky závisí od charakteru premenlivosti zrudnenia, v súvislosti s tým sa popisujú štyri základné teoretické modely variogramov, ktoré prislúchajú ložiskám s rôznymi genetickými zvlášnosťami. Medzi variogramom a korelačnou funkciou pri $h \ll L$ existuje závislosť.

$$\gamma_x(h) = 2[K_x(0) - K_x(h)]$$

Na základe toho možno plne rozšíriť závery o genetickom význame variogramov aj na korelačné funkcie. Korelačná funkcia je teda mierou závislosti medzi susednými hodnotami parametra ložiska nerastnej suroviny v priestore ložiskového telesa. Táto väzba sa mení v závislosti od rýchlosti chemických reakcií, od difúznych a filtračných zložiek pohybu hydrotermálnych roztokov, energetických pochodov a ďalších procesov, ktoré viedli k vzniku ložiska. Z uvedených dôvodov sa na ložiskách nerastných surovín prejavuje určitý trend, viac alebo menej výrazná anizotropia a na viaczložkových ložiskách aj rôzne nehomogenity, čo vedie k rôznym typom náhodných procesov. V príspevku skúmame možnosť aplikácie stacionárnych náhodných procesov na opis priestorového rozloženia hodnôt parametrov ložísk nerastných surovín.

Náhodné procesy, akými sú napr. zrudnenie, či obsah nejakej zložky, prebiehajú v čase, či v priestore približne rovnako a predstavujú náhodné oscilácie okolo niektorej strednej hodnoty, pričom zákonitosť týchto oscilácií a ich amplitúda sa s dĺžkou (súradnicou) nemenia. Takéto procesy sa nazývajú rovnorodými alebo stacionárnymi. Ak je argumentom náhodnej funkcie vzdialenosť (ako je to v geologickom prieskume pri odbere vzoriek), pričom smer pozorovania nehrá žiadnu úlohu, nazývame takúto postupnosť hodnôt izotropiou. V tomto prípade namiesto termínu stacionárnosti procesu sa používa tiež termín rovnorodosti a izotropnosti poľa, čo sa prejaví v rovnorodosti poľa disperzií.

Aby náhodný proces bol stacionárny, musí spĺňať tieto podmienky:

1. matematická nádej $E[X(l)] = \text{konšt}$
2. disperzia $D_x(l) = \text{konšt}$.
3. korelačná funkcia $K_x(l_1, l_2) = K_x(l_2 - l_1) = K_x(\Delta l)$ musí byť fukciou jediného argumentu, ktorým je dĺžka úseku medzi susednými rezmi $(\Delta l = l_2 - l_1)$ a nezávisí od polohy tohto intervalu na osi L.

Z uvedených podmienok je tretia podmienka jediná a postačujúca, ktorú musí spĺňať stacionárna náhodná funkcia. Pre

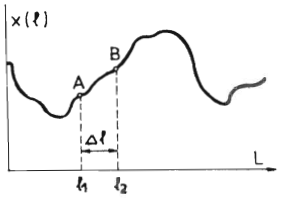
porovnanie dvoch alebo viacerých stacionárnych náhodných funkcií sa používa tzv. normovaná korelačná funkcia

$$\varrho(\Delta l) = \frac{k_x(\Delta l)}{D_x}$$

kde $D_x = k_x(0)$ je konštantná disperzia.

Pre objasnenie významu korelačnej funkcie predstavme si určitý zobrazený profil X (l) a na ňom dva body A a B, pričom vzdialenosť medzi bodmi je $\Delta l = l_2 - l_1$ (obr. 1). Normovaná korelačná funkcia vyjadruje tesnosť väzby (silu závislosti) medzi všetkými možnými bodmi na zobrazenom profile, ktoré sú od seba vzdialené o dĺžku Δl.

Hodnoty $\varrho(\Delta l)$ sa pohybujú v medziach ± 1. Ak $\varrho(\Delta l) = \pm 1$, potom ktorýkoľvek bod A na profile jednoznačne určuje polohu bodu B, ktorý je vzdialený od A



Obr. 1. Grafické zobrazenie realizácie náhodného procesu
Fig. 1. Graph of random process realization

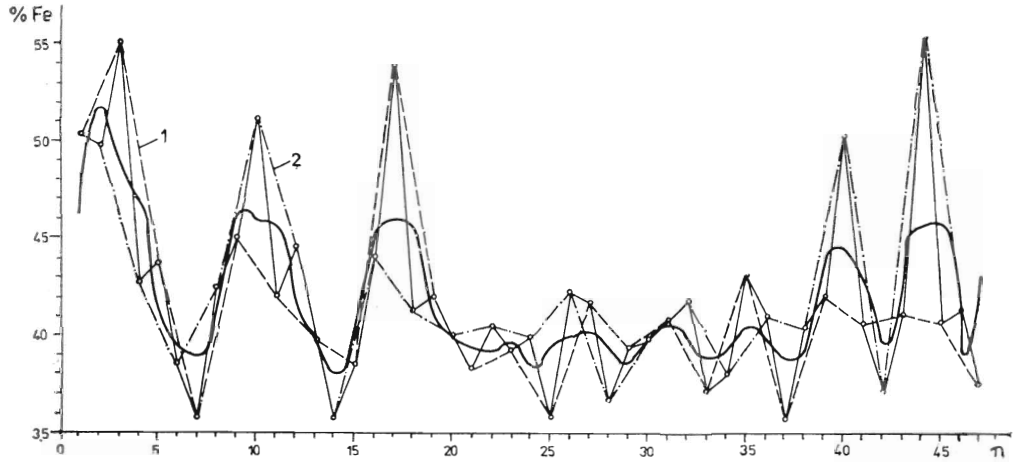
o Δl. Z toho vyplýva, že normovaná korelačná funkcia pre $\Delta l = 0$ je rovná jednej. Čím menšia bude hodnota $\varrho(\Delta l)$ pri danom Δl, tým menšia bude závislosť medzi bodmi, ktoré sú vzdialené od seba o dĺžku Δl. Ak $\varrho(\Delta l) = 0$, potom poloha bodu B nezávisí od polohy bodu A, keď vzdialenosť medzi bodmi je Δl.

Uvedené základné pojmy teórie náhodných procesov môžeme aplikovať na výsledky geologického prieskumu ložísk nerastných surovín. Prakticky ľubovoľný parameter ložiska sa v priebehu jeho skúmania nemení a je daný geochemickým poľom alebo funkciou, ktorej hodnota v ľubovoľnom bode a čase zostáva rovnaká. Takéto geochemické pole alebo funkcia rozloženia parametra ložiska sa vyznačuje základnými vlastnosťami stacionárnej náhodnej funkcie.

Nie je ťažké presvedčiť sa o tom, že rozloženie parametrov ložísk nerastných surovín možno skúmať ako náhodný proces (náhodnú funkciu).

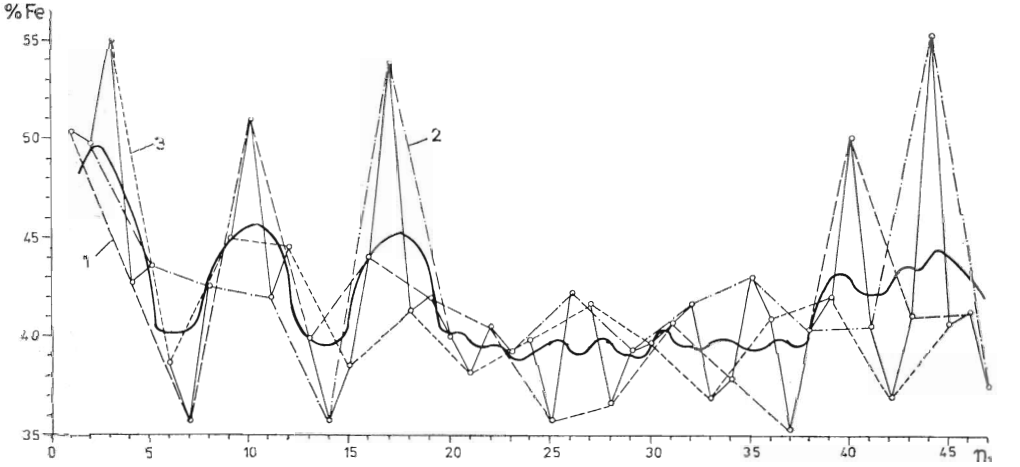
Predstavme si, že máme niekoľko realizácií funkcie rozloženia parametra ložiska v určitom banskom diele, napr. profily, ktoré by sme získali zo všetkých šyroch stien banského diela tou istou metódou a tým istým spôsobom vzorkovania alebo napr. rádiometrickým vzorkovaním banského diela s automatickým zápisom, ktoré by sme vykonali niekoľkokrát. Krivky takýchto realizácií budú oscilovať okolo nejakej krivky, ako u náhodných funkcií oscilujú rôzne realizácie okolo strednej krivky.

Niektorí autori (Borovko, 1966; Četverikov, 1968; Rac, 1968) poukazujú na to, že tvar krivky zmeny parametra ložiska v banskom diele závisí od charakteru premenlivosti parametra, ale aj od metód vzorkovania, geometrie vzoriek, ich rozmiestnenia a orientácie, hustoty vzorkovania, polohy počiatočného bodu, dĺžky intervalu odberu vzoriek a pod. To znamená, že v závislosti od podmienok a metódy vzorkovania môžeme získať pre jedno a to isté banské dielo rôzne profily a teda aj rôzne realizácie funkcie rozloženia skúmaného parametra. Na obr. 2 je profil obsahu Fe na 1. horizonte istého ložiska, o ktorom sa ešte zmienime. Číslami 1 a 2 sú označené možné realizácie funkcie rozloženia obsahu Fe v závislosti od polohy počiatočného bodu vzorkovania cez dva intervaly (teda aj dve realizácie) a ich príslušná stredná krivka m_x. Vidieť,

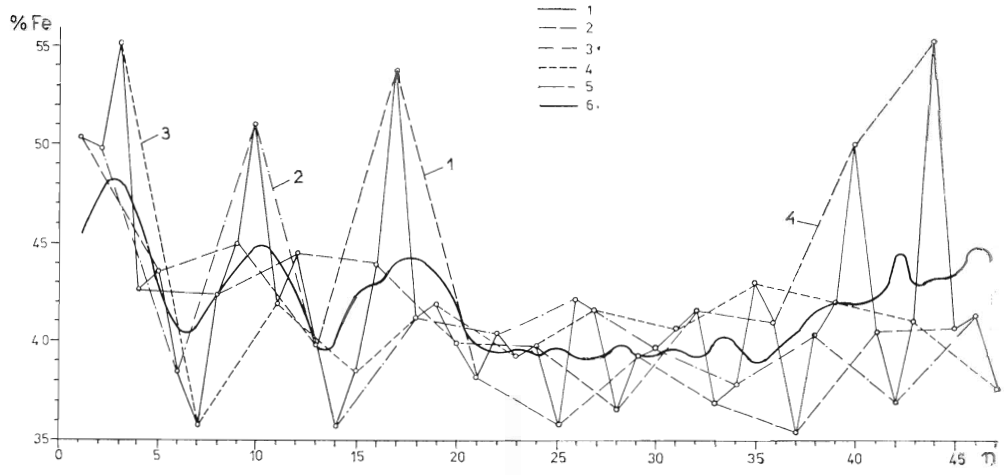


Obr. 2. Grafické zobrazenie obsahu Fe na 1. horizonte a dve možné realizácie cez dva intervaly vzorkovania. Vysvetlivky ako pri obr. 4
Fig. 2. Graph of the Fe content on the 1st horizon and two possibilities of realization through two intervals of sampling. Explanation see Fig. 4

že krivky nie sú veľmi odlišné a vykazujú pomerne malý rozptyl okolo krivky m_x. Na obr. 3 je ten istý profil. Číslami 1, 2 a 3 sú označené možné realizácie rozloženia obsahu Fe cez tri intervaly s rôznym počiatkom vzorkovania (celkom tri realizácie), ako aj m_x týchto realizácií. Na obr. 4 je opäť rovnaký profil a číslami 1,



Obr. 3. Grafické zobrazenie obsahu Fe na 1. horizonte a tri možné realizácie cez tri intervaly vzorkovania. Vysvetlivky ako pri obr. 4
Fig. 3. Graph of the Fe content on the 1st horizon and three possible realization through two intervals of sampling. Explanation see Fig. 4



Obr. 4. Grafické zobrazenie obsahu Fe na 1. horizonte a štyri možné realizácie cez štyri intervaly vzorkovania. 1 — rozloženie Fe v pôvodných vzorkách; 2 — $\bar{x}_1$ (l); 3 — x_2 (l); 4 — x_3 (l); 5 — x_4 (l); 6 — m_x

Fig. 4. Graph of the Fe content on the 1st horizon and four possible realizations through four intervals of sampling. 1 — Fe distribution in original samples; 2 — x_1 (l); 3 — x_2 (l); 4 — x_3 (l); 5 — x_4 (l); 6 — m_x

2, 3 a 4 sú označené možné realizácie rozloženia Fe v 4 intervaloch s rôznym počiatkom vzorkovania a im prislúchajúca m_x.

Z obr. 2—4 vidieť, že pri tých istých podmienkach vzorkovania sa možné realizácie rozloženia parametra v banskom diele značne líšia, ale rozdielne sú aj matematické nádeje týchto realizácií. Zväčšovaním intervalu vzorkovania, t. j. zvyšovaním počtu možných realizácií rozloženia, sa stredná krivka stáva plynulejšou a predstavuje tú krivku, ku ktorej sa musí blížiť skutočná krivka rozloženia parametra a ktorú získame vyrovnaním reprezentatívnej realizácie pomocou štatistického kĺzavého okna. Skutočná krivka rozloženia parametra sa charakterizuje nie jednou realizáciou, ale súborom možných realizácií, tak ako je svojimi realizáciami reprezentovaná náhodná funkcia.

Pretože tvar možných realizácií závisí od podmienok vzorkovania, od nich bude závisieť aj tvar skutočnej funkcie rozloženia parametra ložiska. Z toho vyplýva, že jeho skutočná funkcia je relatívny pojem, ktorý ovplyvňujú podmienky vzorkovania. Pod skutočnou funkciou (krivkou alebo plochou) rozloženia parametra, podľa analógie s definíciou náhodnej funkcie, treba chápať nie konkrétnu realizáciu, ale celý súbor možných realizácií parametra pri určitých podmienkach vzorkovania, t. j. krivky m_x.

Z uvedených ukážok možno jednoznačne prehlásiť, že rozloženie parametra ložiska nerastnej suroviny možno skúmať ako náhodný proces.

Ergodickosť rozloženia parametra ložiska

Ako sme už uviedli, ak sú splnené podmienky v bodoch 1—3, je uvažovaný proces stacionárny. Pre takéto procesy

$$\lim_{L \to \infty} \frac{1}{L} \int_0^L c(\Delta l)\, d\, \Delta l = 0$$

platí ergodická veta, podľa ktorej strednú

hodnotu a korelačnú funkciu je možné odhadnúť z jedinej realizácie na dostatočne veľkom úseku L. To znamená, že pre stanovenie strednej hodnoty kovnatosti a pre určenie korelačnej funkcie stačí mať jediný, dostatočne dlhý profil. Inými slovami, pre zvolený profil bude poloha strednej čiary a príslušná korelačná funkcia rovnaká pre všetky možné zobrazované profily toho istého ložiska. Jedinou podmienkou je, aby sa kovnatosť sledovala na dostatočne dlhom úseku L. Platí tu teda

$$E[X(l)] \approx \lim_{L\to\infty} \frac{1}{L} \int_0^L X(l)\,dl = m_x \qquad (1)$$

$$\varrho(\Delta l) \approx \lim_{L\to\infty} \frac{\int_0^L [X(l)-m_x]\,[X(l+\Delta l)-m_x]\,dl}{\int_0^L [X(l)-m_x]^2\,dl} \qquad (2)$$

Ak pri $\Delta l \to \infty$ funkcia $\rho\ (\Delta l)$ nekonverguje k nule, ale k nejakej konštantnej hodnote, potom je síce náhodná funkcia stacionárna, ale nie ergodická.

V praxi sa integrály v rovniciach (1) a (2) zamieňajú konečnými súčtami

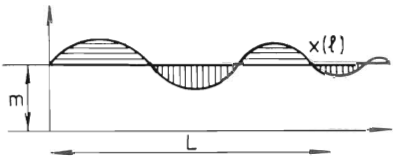
$$m_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x(l_i) \qquad (3)$$

$$a(\Delta l) = \frac{\frac{1}{n-\Delta l} \sum_{i=1}^{n-\Delta l} [x(l)-m_x]\,[x(l+\Delta l)-m_x]}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} [x(l)-m_x]^2} \qquad (4)$$

kde m_x je poradnica strednej čiary, t. j. stredná hodnota, ktorá sa vypočíta zo všetkých n-pozorovaných hodnôt.

Výpočet korelačnej funkcie sa vykonáva pre $\Delta l = 0, 1, \ldots$ po také hodnoty Δl, pri ktorých je korelačná funkcia rovná nule alebo začína nepravidelne oscilovať okolo nuly.

Stredná čiara pre daný zobrazený profil sa definuje tak, že: 1. na celej dĺžke zobrazeného profilu je rovnobežná s osou L; 2. rozdeľuje zobrazený profil tak, že súčet štvorcov odchýlok tohto profilu od strednej čiary je minimálny (obr. 5).



Obr. 5. Realizácia stacionárneho náhodného procesu s vyznačením strednej čiary m_x
Fig. 5. Realization of stationary random process with marking of the central m_x line

Na základe týchto podmienok pre poradnicu strednej čiary platí

$$m_x = \frac{1}{L} \int_0^L x(l)\,dl \qquad (5)$$

a pri splnení druhej podmienky

$$\int_0^L [x(l)-m_x]^2\,dl = \min$$

Ak má byť táto podmienka splnená, potom

$$\frac{d}{dm_x} \int_0^L [x(l)-m_x]^2\,dl = 0$$

Ak vykonáme naznačený úkon, dostaneme

$$\int_0^L [x(l)-m_x]\,dl = 0$$

a

$$m_x = \frac{1}{L} \int_0^L x(l)\,dl$$

čím sme potvrdili, že poradnica m_x definovaná rovnicou (3) vyhovuje prvej aj druhej podmienke a jej odhad je rovný strednej hodnote zo všetkých hodnôt príslušného profilu.

Výskum základných charakteristík funkcie rozloženia Fe v ložisku

Úlohou výskumu bolo preveriť, či súhrn možných zobrazených profilov obsahu Fe predstavuje stacionárny náhodný proces a či pre neho platí ergodická veta. Výskum sa vykonával na ložisku, ktoré tvorí v podstate mohutný žilník, skladajúci sa z radu paralelných žíl a žiliek, ktoré sú pri povrchu vzdialené od seba 200 i viac metrov. Žily nie sú súvisle vyvinuté na celej tektonickej línii, ale tvoria zrudnené úseky (šošovky, rudné stĺpy) s rozličnou dĺžkou a hĺbkou.

Rudná výplň sa skladá predovšetkým z hlavného minerálu, hrubokryštalického sideritu, v ktorom sú nerovnomerne rozmiestnené sulfidy, a to najmä chalkopyrit, pyrit, tetraedrit, arzenopyrit, pyrotín a minerály sulfosoli Bi. Kvalita rudnej výplne sa so vzrastajúcou hĺbkou mení, a to v prospech Cu. Ložisko sa podrobne preskúmalo systémom horizontálnych banských diel, ktorými sa sledovala smerová dĺžka žíl, ako aj maximálny dosah zrudnenia v hĺbke. Jednotlivé horizonty boli vo vzdialenosti 50 m poprepájané komínmi.

Vzorkovanie sa v banských dielach vykonávalo zásekovým spôsobom kolmo na

Výpočet korelačnej funkcie rozloženia obsahu Fe na 1. horizonte
Calculation of correlation function of iron content distribution on the 1st level

Tab. 1

p. č.	Fe x_i	$\delta_i = x_i - \bar{x}$	δ_i^2	$\delta_i . \delta_{i+1}$	$\delta_i . \delta_{i+2}$	$\delta_i . \delta_{i+3}$	$\delta_i . \delta_{i+4}$	$\delta_i . \delta_{i+5}$
1.	43,70	2,44	5,953					
2.	38,65	—2,61	6,812	—6,368				
3.	35,85	—5,41	29,268	14,120	—13,200			
4.	42,50	1,24	1,537	—6,708	—3,236	3,026		
5.	45,02	3,76	14,137	4,622	—20,341	—9,814	9,174	
6.	51,17	9,91	98,208	37,261	12,288	—53,613	—25,865	24,180
.								
.								
.								
42.	41,35	0,09	0,008	—0,047	1,266	—0,012	—0,387	—0,062
43.	37,52	—3,74	13,987	—0,330	1,982	—52,622	0,486	16,082
$\bar{x} = 41,26$		Σ 0,0	831,117	130,363	—152,6	—213,25	64,935	90,034
		Δl	0	1	2	3	4	5
$k(\Delta l) = \Sigma/n - \Delta l$			19,328	3,104	—3,723	—5,331	1,665	2,369
$\rho(\Delta l) = k(\Delta l)/\sigma^2$			1,000	0,161	—0,193	—0,276	0,086	0,126

smer rudného ťahu (šírka záseku 10 až 15 cm, hĺbka 5—10 cm). Pri väčších mocnostiach ako 1,5 m sa vzorkovanie vykonávalo segmentovaním na úseky do 1 m. Frekvencia vzorkovania na 4 m sa stanovila s ohľadom na premenlivosť zložky Cu.

Autokorelačné funkcie rozloženia obsahu Fe sa vypočítali na 4 horizontoch. Vybrali sa z nich tie časti, na ktorých sa vzorkovanie vykonalo s rovnakou frekvenciou. Spravidla ide o úseky, ktoré sa nachádzajú v centrálnej časti žily. Výpočet autokorelačných funkcií sa vykonal podľa schémy v tab. 1, v ktorej je uvedený výpočet korelačnej funkcie rozloženia Fe na 1. horizonte. Hodnoty autokorelačných funkcií na jednotlivých horizontoch sú v tab. 2 a ich grafy na obr. 6a, b, c, d. V tab. 2 sú tiež hodnoty sumárnej korelačnej funkcie v smere ložiska, ktoré sa vypočítali podľa vzťahu

$$\varrho(\Delta l) = \left[\frac{1}{N-d}\sum_{j=1}^{d}\sum_{i=1}^{n-m}\delta_i \cdot \delta_{i+m}\right]\frac{1}{\sigma^2} \qquad (6)$$

kde j = 1, ...; d — je počet banských diel; m = 0, 1, ... — je vzdialenosť medzi vzorkami v jednotkách intervalu vzorkovania Δl; i = 1, 2, ...; n-m — je počet vzoriek v banskom diele; N — počet vzoriek celkom.

Korelogram korelačnej funkcie rozloženia Fe v smere ložiska je na obr. 7.

Po úklone ložiska sa vybrala jedna realizácia, z ktorej sa vypočítala korelačná funkcia. Jej hodnoty sú uvedené v tab. 2 a korelogram je na obr. 7.

Napriek nie hladkému priebehu empirických korelačných funkcií (obr. 6 a 7), ktorý je možné vysvetliť nedostatočným počtom pozorovaní, je vidieť, že vo všetkých prípadoch ide o jeden a ten istý typ korelačnej funkcie, ktorý môžeme vyjadriť rovnicou

$$\varrho^*(\Delta l) = e^{-\alpha(\Delta l)} \qquad (7),$$

Tab. 2

Hodnoty korelačnej funkcie $\varrho(\Delta l)$ rozloženia Fe
Values of correlation function $p(\Delta l)$ of iron distribution

Ban. dielo	n	$\bar{x}$	σ^2	Hodnoty korelačnej funkcie pre $\Delta l = 1, 2, \ldots$									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. hor.	43	41,26	19,33	0,161	—0,193	—0,276	0,086	0,126	—0,002	0,049	0,117	0,159	—0,162
2. hor.	43	35,20	18,02	0,202	0,061	0,092	—0,098	—0,128	—0,074	—0,086	—0,121	—0,170	0,091
3. hor.	23	33,80	14,17	—0,007	—0,189	0,038	—0,061	—0,073	—0,173	0,111	0,348	—0,497	
4. hor.	22	38,30	14,49	0,160	0,254	0,124	—0,223	—0,110	0,008	—0,127	—0,086	—0,026	—0,161
Sumár korel. funkcie rozloženia Fe v smere ložiska				0,128	—0,017	—0,005	—0,074	—0,046	—0,060	—0,013	0,064	—0,012	—0,077
Hodnoty korelačnej funkcie rozloženia Fe po úklone ložiska													
	43	40,05	21,1	0,436	0,089	0,165	0,105	—0,026	—0,065	—0,03	0,034	—0,052	0,066

v tom prípade, ak empirická korelačná funkcia konverguje pri $\Delta l \to \infty$ k nule, alebo

$$\varrho^{+}(\Delta l) = e^{-\alpha(\Delta l)} \pm c \qquad (8)$$

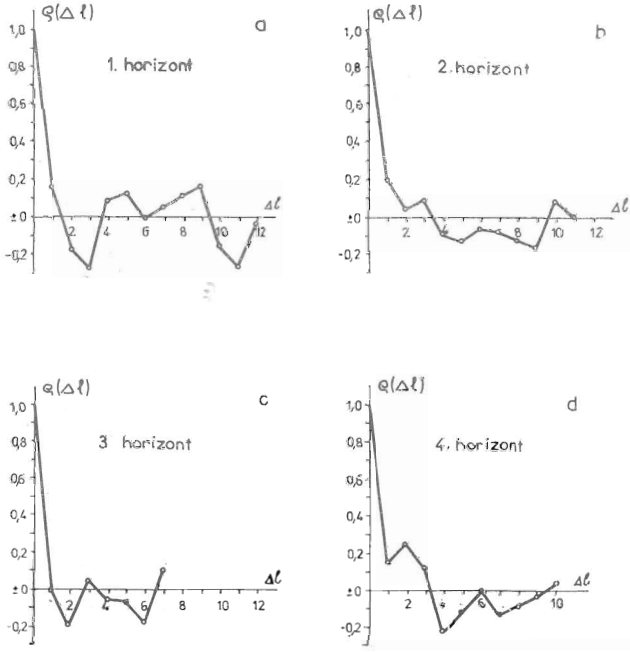
ak empirická korelačná funkcia konverguje k nejakej, nie nulovej konštante.

Z korelogramov (obr. 7), ktoré sú reprezentatívnymi korelačnými funkciami rozloženia obsahu Fe v smere a úklone ložiska, nemožno jednoznačne hovoriť o konvergencii korelačných funkcií k nule a teda o stacionárnosti procesu s ergodickou vlastnosťou. Správnu odpoveď možno získať výpočtom parametrov α a c rovníc (7) a (8) metódou najmenších štvorcov.

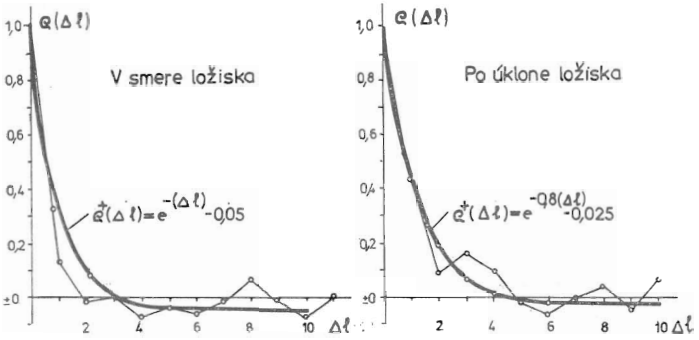
Úloha určenia parametrov α rovnice (7) sa rieši nasledovne: zvolíme niekoľko hodnôt α a pre každú z nich vypočítame súčet štvorcov odchýlok empirických hodnôt korelačnej funkcie $\rho(\Delta l)$ od teoretických hodnôt korelačnej funkcie $\rho^{+}(\Delta l)$, ktorý označíme $\Sigma(\alpha)$. Z hodnôt $\Sigma(\alpha)$ zostrojíme graf v pravouhlom systéme súradníc, pričom na os x vynášame hodnoty α a na os y hodnoty $\Sigma(\alpha)$. Hodnota α, pre ktorú krivka $\Sigma(\alpha)$ dosahuje minimum, je najpravdepodobnejšou hodnotou hľadaného parametra α.

Určenie parametra α a c rovnice (8) sa rieši analogicky. Zvolíme niekoľko dvojíc α, c, pre ktoré vypočítame súčet štvorcov odchýlok empirických hodnôt korelačnej funkcie $\rho(\Delta l)$ od teoretických hodnôt $\rho^{+}(\Delta l)$, ktorý označíme $\Sigma(\alpha)$. Výsledkom výpočtu je graf súčtu štvorcov odchýlok, z ktorého odčítame najpravdepodobnejšiu dvojicu hľadaných parametrov α a c, v zmysle požiadavky metódy najmenších štvorcov.

Vzhľadom na značný objem výpočtových prác, uvádzame výpočet parametrov korelačnej funkcie rozloženia obsahu Fe po úklone ložiska. Výpočet je v tab. 3, a to pri c = 0 a α = 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 a 1,0. Výsledkom je graf (obr. 8), z ktorého vyplýva, že najpravdepodobnejšími



Obr. 6. Empirické korelačné funkcie rozloženia obsahu Fe na štyroch horizontoch
Fig. 6. Empirical correlation functions of the Fe content distribution on four horizons



Obr. 7. Sumárne empirické korelačné funkcie v smere a po úklone ložiska s vyznačením teoretických korelačných funkcií $\rho^+(\Delta l)$
Fig. 7. Summary empirical correlation functions in the direction and dip of the deposit ore body with marking of theoretical $\rho^+(\Delta l)$ correlation functions

hodnotami hľadaných parametrov sú $c = -0{,}025$ a $\alpha = 0{,}8$.

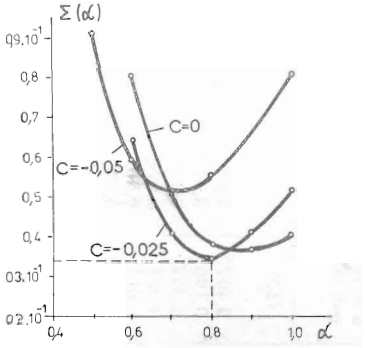
Tým istým spôsobom sa vypočítali aj parametre pre korelačnú funkciu rozloženia obsahu Fe v smere ložiska s výsledkami $c = -0{,}05$ a $\alpha = 1{,}0$. Teoretické hodnoty korelačných funkcií je možné napísať rovnicami

$$Q^+(\Delta l) = e^{-(\Delta l)} - 0{,}05 \quad \text{v smere ložiska}$$

a

$$Q^+(\Delta l) = e^{-0{,}8(\Delta l)} - 0{,}025 \quad \text{po úklone ložiska}$$

Ich grafy sú na obr. 7. Tieto rovnice umožňujú vysloviť veľmi dôležitý záver:



Obr. 8. Grafické zobrazenie súčtov $\Sigma(\alpha)$ pre určenie parametrov α a c korelačnej funkcie rozloženia obsahu Fe po úklone ložiska podľa tab. 3
Fig. 8. Graph of $\Sigma(\alpha)$ sums for the determination of α and c parameters and correlation in the dip of the deposit ore body after Tab. 3

rozloženie obsahu Fe v oboch základných smeroch ložiska možno považovať za stacionárny náhodný proces, ale tento sa nevyznačuje ergodickou vlastnosťou, pretože korelačné funkcie nekorelujú k nule, ale k vypočítaným hodnotám c. Príčina neergodickosti náhodného procesu rozloženia obsahu Fe môže byť spôsobená tým, že v jeho rozložení sa vyskytuje ďalšia zložka, reprezentovaná obyčajnou náhodnou veličinou s matematickou nádejou a disperziou, ktoré spôsobujú to, že každá realizácia rozloženia obsahu Fe svojim charakterom bude sa odlišovať od ostatných a bude sa vyznačovať inou strednou hodnotou v závislosti od toho, akú hodnotu prijala náhodná veličina. Inak povedané, rozloženie obsahu Fe nemožno v tomto prípade považovať za tzv. normálny — gaussovský, stacionárny proces, lebo je vnútorne nerovnorodý a táto nerovnorodosť sa vo väčšej miere prejavuje v smere ložiska, ako po úklone. Miernejší úbytok korelačnej funkcie rozloženia Fe po úklone ložiska poukazuje tiež na to, že tesnosť väzby medzi susednými hodnotami obsahov Fe je väčšia, ako v smere ložiska.

Záver

Podľa výsledkov výskumu základných charakteristík rozloženia obsahu Fe, ale aj prác zahraničných autorov (Bukrinskij,

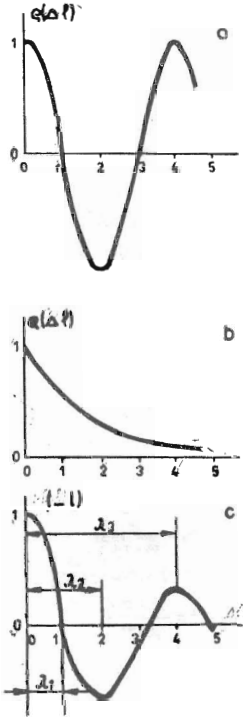
Výpočet parametrov korelačnej funkcie a súčtu štvorcov $\Sigma(\alpha)$ pri $c = 0$
Calculation of parameters of correlation function and of sum of squares $\Sigma(\alpha)$ at $C = 0$

Tab. 3

Δl	emp. hodnoty ρ (Δl)	$\alpha = 0{,}6$ $e^{-\alpha \lvert\Delta l\rvert}$	$\lvert\Delta\rvert$ (2) — (3)	Δ^2 $(4)^2$	$\alpha = 0{,}7$ $e^{-\alpha \lvert\Delta l\rvert}$	$\lvert\Delta\rvert$ (2) — (6)	Δ^2 $(7)^2$	$\alpha = 0{,}8$ $e^{-\alpha \lvert\Delta l\rvert}$	$\lvert\Delta\rvert$ (2) — (9)	Δ^2 $(10)^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	0,436	0,549	0,113	0,012769	0,497	0,061	0,003721	0,449	0,013	0,000169
2	0,089	0,301	0,212	0,044944	0,247	0,158	0,024964	0,202	0,113	0,012769
3	0,165	0,165	0,0	0,0	0,122	0,043	0,001849	0,091	0,074	0,005686
4	0,105	0,091	0,014	0,000196	0,061	0,044	0,001936	0,041	0,064	0,004096
5	—0,026	0,050	0,076	0,005776	0,030	0,056	0,003136	0,018	0,044	0,001936
6	—0,065	0,027	0,092	0,008464	0,015	0,080	0,006400	0,008	0,073	0,005329
7	—0,003	0,015	0,018	0,000324	0,007	0,010	0,000100	0,004	0,007	0,000049
8	0,034	0,008	0,026	0,000676	0,004	0,030	0,000900	0,002	0,032	0,001024
9	—0,052	0,004	0,056	0,003136	0,002	0,054	0,002916	0,001	0,053	0,002809
10	0,066	0,002	0,064	0,004096	0,001	0,065	0,004225	0,003	0,063	0,003969
			$\Sigma(\alpha)$	0,080381		$\Sigma(\alpha)$	0,050147		$\Sigma(\alpha)$	0,037836

$\alpha = 0{,}9$ $e^{-\alpha \lvert\Delta l\rvert}$	$\lvert\Delta\rvert$ (2) — (12)	Δ^2 $(13)^2$	$\alpha = 1{,}0$ $e^{-\alpha \lvert\Delta l\rvert}$	$\lvert\Delta\rvert$ (2)—(15)	Δ^2 $(16)^2$
(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
0,407	0,029	0,000841	0,379	0,057	0,003249
0,165	0,076	0,005776	0,135	0,046	0,002116
0,067	0,098	0,009604	0,050	0,115	0,013225
0,027	0,078	0,006084	0,018	0,087	0,007669
0,011	0,037	0,001369	0,007	0,033	0,001089
0,005	0,070	0,004900	0,002	0,067	0,004489
0,002	0,005	0,000025	0,001	0,004	0,000016
0,001	0,033	0,001089	0,000	0,034	0,001156
0,000	0,052	0,002704	0,000	0,052	0,002704
0,000	0,066	0,004356	0,000	0,066	0,004356
	$\Sigma(\alpha)$	0,036748		$\Sigma(\alpha)$	0,040069

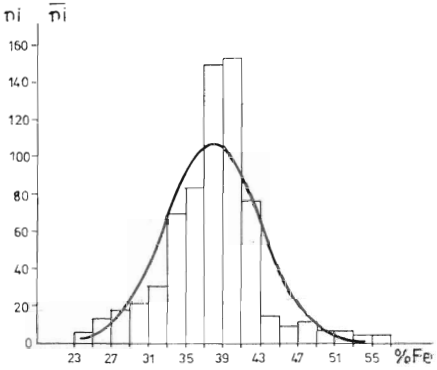
1966; Borovko, 1971; Rac, 1968) môžeme pri štádiu rozloženia parametrov ložísk nerastných surovín pozorovať niekoľko typických korelogramov (obr. 9):



Obr. 9. Korelogramy niektorých typických korelačných funkcií
Fig. 9. Correlation graphs of some typical correlation functions

1. Ak sa náhodná funkcia X(l) mení presne periodicky a má konštantnú amplitúdu a dĺžku vlny λ, korelogram bude sinusoida (obr. 9a). Tento prípad je pri hodnotení parametrov ložísk nerastných surovín veľmi zriedkavý.

2. Ak náhodná funkcia vykazuje iba náhodné oscilácie, potom korelogram má tvar zobrazený na obr. 9b, a príslušná korelačná funkcia môže byť aproximovaná funkciou (7). Úbytok korelačnej funkcie je podmienený charakterom (vnútornou štruktúrou) náhodnej funkcie. Ak sa náhodná funkcia mení veľmi rýchlo, prejaví sa to aj v rýchlom úbytku korelačnej funkcie a naopak. Plynulá zmena náhodného procesu spôsobuje mierny úbytok korelačnej funkcie. Tento prípad odpovedá normálnemu, gaussovskému, náhodnému procesu, ktorý sa tiež vyznačuje ergodickou vlastnosťou, t. j. takému procesu, ktorého každý rez možno považovať za náhodnú veličinu rozdelenú normálne. Uvedený korelogram bude charakteristický pre parametre tých ložísk, na ktorých sa pri štatistickom spracovaní výsledkov vzorkovania potvrdí normálne rozdelenie skúmaných parametrov.



Obr. 10. Histogram a teoretická frekvenčná krivka normálneho rozdelenia obsahu Fe
Fig. 10. Histogram and theoretical frequency curve for normal distribution of Fe content

Podkladovým materiálom pre štúdium zákona o rozdelení obsahu Fe na uvedenom ložisku bolo 670 výsledkov analýz zásekových vzoriek, ktoré tu odobrali v priebehu geologického prieskumu. Triedením výsledkov analýz do čiastkových intervalov s veľkosťou 2 % Fe sa získal variačný rad rozdelenia obsahu Fe (tab. 4, obr. 10). Vzhľadom na to, že histogram vykazuje dosť významnú sy-

Tabuľka rozdelenia obsahu Fe, výpočet číselných charakteristík a teoretických početností

Table of iron content distribution, calculation of numerical characteristics and of theoretical frequencies

Tab. 4

P. č.	x_i	n_i	t	$f^+(t)$	n'_i
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	24	6	—2,773	0,0213	2,26
2.	26	13	—2,375	0,0596	6,33
3.	28	17	—1,977	0,1417	15,06
4.	30	21	—1,579	0,2870	30,50
5.	32	30	—1,182	0,4973	52,85
6.	34	69	—0,785	0,7348	78,10
7.	36	83	—0,387	0,9278	98,61
8.	38	149	0,0107	0,9999	106,27
9.	40	153	0,408	0,9186	97,63
10.	42	75	0,806	0,7232	76,86
11.	44	14	1,204	0,4850	51,55
12.	46	9	1,601	0,2776	29,50
13.	48	11	1,998	0,1355	14,14
14.	50	6	2,396	0,0567	6,02
15.	52	6	2,794	0,0200	2,12
16.	54	4	3,191	0,0062	0,65
17.	56	4	3,589	0,0016	0,17
Σ		670			668,65

$m_1 = -0{,}026866$; $m_2 = 6{,}328358$; $m_3 = 2{,}41791$; $m_4 = 190{,}071642$
$\mu_2 = 6{,}3276$; $\mu_3 = 2{,}927926$; $\mu_4 = 190{,}358893$;
$A = 0{,}184$; $\varepsilon = 1{,}754$
$\bar{x} = 37{,}946$ Fe; $\sigma' = 5{,}02$; $v = 13{,}2$ %;
$\sigma_A = 0{,}094$; $\sigma_\varepsilon = 0{,}189$

$$\frac{A}{\sigma_A} = 9{,}28 > 3 \qquad \frac{\varepsilon}{\sigma_\varepsilon} = 1{,}95 < 3;$$

$$n'_i = \frac{670}{2{,}515 \,.\, 2{,}506} \,.\, f^+(t) = 106{,}28 \,.\, f^+(t)$$

metriu, za aproximačný model empirického rozdelenia sa zvolilo normálne rozdelenie. Výpočet číselných charakteristík, teoretické početnosti n'_i normálneho rozdelenia, ako aj výpočet testovacích kritérií normality sú v tab. 4. Počiatočné momenty sme vypočítali podľa všeobecného vzorca

$$m_h = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i^h \, n_i}{n} \qquad (9)$$

pričom $x'_i = \frac{x_i - x_a}{c}$

kde x_a je počiatočná hodnota, c je šírka (veľkosť čiastkového intervalu, n — počet všetkých pozorovaní, n_i — početnosti v čiastkových intervaloch, k — počet čiastkových intervalov.

Voľbou h = 1, 2, 3, 4 dostaneme príslušné počiatočné momenty $m_1 - m_4$, z ktorých sa vypočítajú centrálne momenty $\mu_2 - \mu_4$ podľa vzťahov známych z učebníc matematickej štatistiky.

Výpočet teoretických početností n^i je v stĺpci 6 podľa vzťahu

$$n_i = n_0 \,.\, f^+(t) \qquad (10)$$

pričom

$$n_0 = \frac{n}{\sqrt{\mu_2}\sqrt{2\pi}}$$

$$f^+(t) = \exp\left[-\frac{t^2}{2}\right]$$

$$t = \frac{x'_i - m_1}{\mu_2^{0{,}5}}$$

Konečné testovanie normality sa vykonalo previerkou dvoch nerovností:

$$\left|\frac{A}{\sigma_A}\right| < 3 \quad a \quad \left|\frac{\varepsilon}{\sigma_\varepsilon}\right| < 3 \qquad (11)$$

kde A je asymetria, ε je miera strmosti (exces) a σ_A, resp. σ_ε sú ich stredné kvadratické odchýlky. Výpočet týchto číselných charakteristík sa vykonal podľa týchto vzťahov:

$$A = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} \qquad \sigma_A \approx \sqrt{\frac{6}{n}}$$

$$\varepsilon = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3 \qquad \sigma_\varepsilon \approx \sqrt{\frac{24}{n}} \qquad (12)$$

Všetky uvedené číselné charakteristiky sú v tab. 4. Vzhľadom na to, že z nerovností (12) sa splnila iba jedna, sme oprávnení prehlásiť, že normálne rozdelenie nie je

vhodným modelom empirického rozdelenia. Môžeme ho síce považovať za symetrické, ale jeho strmosť je väčšia ako strmosť teoretického normálneho rozdelenia. Práve to je príčinou, že korelačné funkcie s rastúcim Δl nekonvergujú k nule, ale k istým konštantám c. Akákoľvek odchýlka od normality sa prejaví tým, že korelačná funkcia nebude konvergovať k nule, ale k nejakej nenulovej konštante a proces rozloženia skúmaného parametra sa nebude vyznačovať ergodickou vlastnosťou. Tento prípad, ako ukazujú aj dosiahnuté výsledky, je na ložiskách nerastných surovín veľmi častý.

3. Ak náhodný proces X (l) bude vykazovať náhodné i periodické oscilácie, t. j., ak v štruktúre náhodnej funkcie sa vyskytne nejaký prvok periodickosti, bude mať korelogram tvar (obr. 9c), ktorý je možné aproximovať približne funkciou:

$$\varrho^{+}(\Delta l) = e^{-\alpha(\Delta l)} \cos \omega \Delta l \quad (13)$$

Určenie prevládajúcej vlnovej dĺžky λ v smere X (l) možno vykonať niektorým z približných vzťahov

$$\lambda \approx 4\,\lambda_1 \text{ alebo } \lambda \approx 2\,\lambda_2 \text{ alebo } \lambda \approx \lambda_3,$$

kde λ_1 je úsečka prvého priesečníka korelogramu s osou úsečiek, λ_2 je úsečka prvého záporného minima, λ_3 je úsečka nasledujúceho kladného minima korelačnej funkcie.

Tento prípad sa pri hodnotení parametrov ložísk nerastných surovín vyskytuje veľmi často a odpovedá tiež normálnemu stacionárnemu procesu s ergodickou vlastnosťou.

Využitie náhodných funkcií pri interpretácii rozloženia parametrov ložísk nerastných surovín a z nej vyplývajúcich charakteristík je v počiatočnom štádiu riešenia. Objasniť však treba do akej miery sú pozorované hodnoty parametra výsledkom náhodných a zákonitých variácií a kde sa nachádza hranica medzi týmito zložkami. Neobyčajná zložitosť prírodných podmienok ložísk nerastných surovín značne komplikuje matematický aparát a sťažuje matematickú interpretáciu rozloženia parametrov ložísk v priestore. Napriek týmto ťažkostiam umožňuje teória náhodných funkcií riešiť niektoré veľmi vážne úlohy geologického prieskumu. Ide o úlohu prekročenia úrovne alebo určenie pravdepodobnosti výskytu extrémnych hodnôt parametra ložiska, stanovenie minimálnej realizácie L, nutnej pre určenie strednej hodnoty parametra ložiska s vopred požadovanou presnosťou a optimalizáciu hustoty vzorkovania s ohľadom na charakter náhodného procesu.

Je nesporné, že teória náhodných funkcií už dnes umožňuje získať cenné informácie o rozložení parametrov ložísk nerastných surovín v priestore, a tým efektívnejšie využiť získaný materiál geologického prieskumu.

Recenzoval C. Schejbal

LITERATÚRA

Bendat, J. S. — Piersol, A. G., 1966: Measurement and analysis of random data. *J. Wiley, New York, Ruský preklad — 1971: Izmerenie i analiz slučajnych procesov. Moskva, Mir.*

Borovko, N. N. 1971: Statističeskij analiz prostranstvennych geologičeskich zakonomernostej. *Leningrad, Nedra.*

Bukrinskij, V. A. 1966: Priloženie teorii slučajnych funkcij dľa charakteristiky pokazatelej zaleži. *Izvestija VUZ, Geologija i razvedka, 7.*

Čertvernikov, L. I. 1968: Teoretičeskije osnovy modelirovanija tel poleznych iskopajemych. *Voronež, VUG.*

David, M. 1977: Geostatistical ore reserve estimation. *New York.*

Matheron, G. 1968: Traité de geostatistique, Paris. *Ruský preklad — 1968: Osnovy prikladnoj geostatistiki, Moskva, Mir.*

Rac, M. V. 1968: Neodnorodnosť gornych

porod i ich fizičeskich svojstv. *Moskva, Nauka.*
Schejbal, C. 1983: Strukturální analýza prostorových proměnných veličin jako základ modelování geologických těles. *Geologie a hydrometalurgie uranu*, 7.
Venteeľ, E. S. 1962: Teorija verojatnostej, *Moskva, Fizmatgiz.*

Application of the theory of random functions in the characterization of the spatial distribution of some orebody descriptors

JÁN DRABANT

In the introductory part the author shows that the variation of the mineralization or the content of the desirable (ore) and undesirable (waste) components of the deposit can be considered to be a random process, the basic characteristics of wich are the expectation m_x, dispersion D_x and the correlation or normalized correlation function. Further, the concept of stationarity an ergodicity is explained. It is shown that the mean value and the correlation function can be assessed on the basis of one set of data, provided the specimens are collected on a sufficiently long wall.

The basic properties of the random function were tested on data from an iron ore deposit. The correlation functions for the spatial distribution of Fe content were calculated on 4 horizons. This yielded the reprezentative correlation function in the direction of the major axis of the orebody (Tab. 2, Fig. 7). From another set of measurements the correlation function along the dip of the orebody was calculated (Tab. 2, Fig. 7). As the correlation functions do not converge to zero, but to a constant c, the correlation function is interpreted by equation (8). Parameters alpha and c are determined by graphical analysis using the least square method (Tab. 3, Fig. 8). From the character of the correlation functions it is deduced that the distribution of Fe in both the basic extensions of the orebody could be considered to be a stationary random process, wich, however, is not ergodic. The distribution of the Fe content cannot be considered to be a Gaussian stationary process, because it is internally heterogeneous. This heterogeny is more prominent in the direction of the major axis of the orebody than dipwise. The slower decrease of the correlation function in the direction of the dip shows that in this direction the mutual connection of the Fe-content data is greater than in the direction of the major axis.

In the final part of the paper some correlation functions are shown which were found to be significant during the investigation of the distribution character of the considered parameters describing the orebody. The convergence of the correlation functions to constant c is explained by the deviation of the Fe-content distribution from the Gaussian one. The Fe content of 670 samples were tested for normality. The experimental distribution was approximated to a Gaussian one (Fig. 9, Tab. 4), and the appropriate coefficients and theoretical frequency data were calculated for the chosen intervals. Inequality (11) was used for the test of normality. It was found that the tested distribution was symmetrical but was leptocurtic. The application of the theory of random function was found to be of great value for the evaluation of the studied analytical data.

Preložil G. Timčák

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 517—526*

Nové poznatky o živcových surovinách Spišsko-gemerského rudohoria a možnostiach ich využitia

IVAN DIANIŠKA*, PAVEL MALACHOVSKÝ**, JÁN KOZÁČ***

* Geologický prieskum, n. p., Geologická oblasť, 048 01 Rožňava
** Geologický prieskum, n. p., Geologická oblasť, 052 01 Spišská Nová Ves
*** Geologický prieskum, n. p., stredisko ATNS, Jesenského 8/b, 040 01 Košice

(2 obr. a 2 tab. v texte)

Doručené 24. 9. 1984

Новые сведения о полевошпатовом сырье Спишско-гемерского рудогория и возможности его использования

Как возможным источником полевошпатового сырья, на основании геологической и ориентировочно-технологической оценке подверглись различные виды полевошпатовых пород восточной части Спишско-гемерского рудогория. Интензивно альбитизированные граниты и аплиты возможно использовать в сыром виде как качественное сырьё ввиде примеси для керамических изделий белой окраски. Элювиальные гранитовые пески и метариолиты, то есть сырьё геологически самое перспективное, пока можно использовать лишь для менее качественой продукции.

New knowledge on felspar-bearing raw materials of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. and possibilities of their use

Geological reconnaissance and pioneering technological assessment was made on several rock varieties with higher felspar content from the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. representing possible sources of felspar-bearing raw materials. Strongly albitized granite and aplite varieties may be used already in natural state as quality raw for ceramics with white body, into glazes etc. whereas elluvial granite sand and metarhyolite, both rock varieties of large surficial extent, may be used for modest purposes.

V ostatnom období (Dianiška, 1977, 1979; Malachovský et al., 1983) sa vo východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria zistili také typy hornín, ktorých chemické a minerálne zloženie dáva predpoklad na ich využitie ako živcových surovín. Sú to predovšetkým produkty postmagmatickej albitizácie variských granitoidov a hornín ich plášťa, t. j. horniny s prevahou sodného živca nad ostatnými minerálmi. Spolu s produktmi povrchového zvetrávania granitoidov a metaryolitov staršieho paleozoika gemerika sa podrobili petrograficko-mineralogickému a orientačnému technologickému výskumu s cieľom overiť ich praktickú vy-

užiteľnosť. Možnostiam získavať živcové suroviny v Spišsko-gemerskom rudohorí sa doteraz venovala len malá pozornosť (Kubíni, 1971).

Geológia výskytov živcových hornín

Horniny s vysokými obsahmi alkálií sme skúmali na dvoch výskytoch, a to v širšom okolí Poproča (granitové teleso a jeho plášť) a J od Prakoviec (metaryolit).

Popročské granitové teleso

Najväčšie granitové teleso v Spišsko-gemerskom rudohorí je odkryté na ploche približne 10 km^2. Plášť telesa tvoria horniny staropalezoického veku, reprezentované metaklastikami a kyslými metapyroklastikami. JV časť telesa je prikrytá neogénnymi sedimentmi košickej štrkovej formácie.

Najrozšírenejším horninovým typom telesa je strednozrnitý leukogranit s biotitom. Menej časté sú hrubozrnné dvojsľudové granity až leukogranity s biotitom, príp. aj muskovitom. Zriedkavé sú žilné telesá granitových porfýrov, drobnozrnných leukogranitov a aplitov.

Všetky typy granitoidov sú kyslé až ultrakyslé (cca 73—77 % SiO_2). Charakteristická je pre nich výrazná prevaha K_2O nad Na_2O a relatívne nízke obsahy kysličníkov femických prvkov. Suma $Fe_2O_3^{tot.}$ + + MgO sa pohybuje v rozmedzí 0,3—0,6 %. V horninách prevláda K-živec a kremeň nad plagioklasom. Tmavé minerály (biotit a turmalín) dosahujú maximálne 5 % obj.

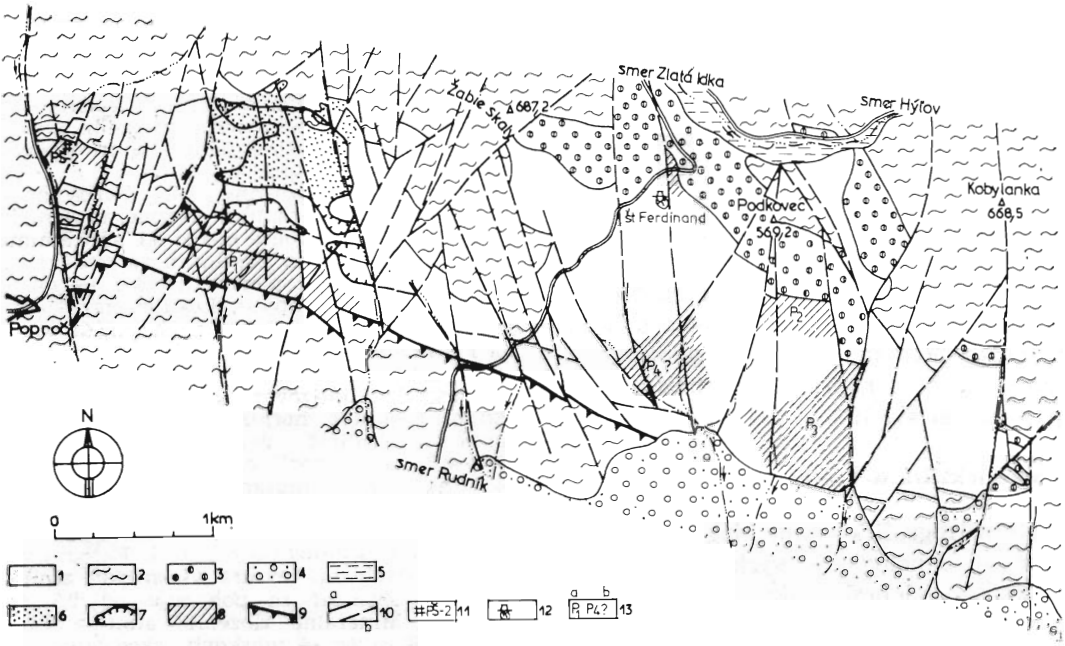
Granitoidy a horniny plášťa v tesnej blízkosti kontaktu sú intenzívne albitizované. Albitizácia je najčastejšia v najvrchnejších častiach endokontaktných zón granitoidov a v blízkom exokontakte. Albitizáciu charakterizuje plošný a okolopuklinový vývin. Množstvo sekundárneho albitu v hornine dosahuje v priemere 40—70 %. Extrémne vznikli až anchimonominerálne albitity (nad 90 %).

Podľa doterajších poznatkov dosahuje mocnosť albitizovaných zón v popročskom granitoidnom telese maximálne 10—20 metrov, častejšie iba 4—5 m. Extrémne albitizované zóny tvoria len niekoľko centimetrov mocnú časť vnútri albitizovanej zóny. V exokontakte granitoidov je mocnosť albitizovaných zón maximálne 8 až 10 m.

Geologickým mapovaním popročského granitového telesa sme zistili, že najviac albitizovaná je jeho SZ časť na ploche cca 0,6 km^2. Keďže nie sú tu spoľahlivé odkryvy, nie je možné posúdiť, či ide o plošnú alebo okolopuklinovú albitizáciu (premeny študoval Dianiška, 1983). Povrchovým zvetrávaním popročského granitového telesa vznikol eluviálny piesok. Ten sa sústreďuje do miest, kde je teleso intenzívne tektonicky porušené, preto sú maximálne mocnosti nepravidelne rozmiestnené. Na základe prieskumných prác (ryhy, šachtice) sme vyčlenili tri súvislé oblasti eluviálnych pieskov (obr. 1). Najvýznamnejšia z nich je oblasť v JZ časti telesa s rozmermi asi 1,5 × 0,2—0,4 km. Granit na tejto ploche je porušený zlomami V—Z smeru, ktoré sú vyznievaním S okraja rožňavského pásma diskontinuity (Grecula — Kucharski, 1979) a násunovej línie medzevského príkrovu (Grecula, 1982). Túto oblasť charakterizuje znížený geoelektrický odpor (100—500 Ωm) s hĺbkovým dosahom do 130 m (Grecula — Kucharski, l. c.). Mocnosť eluviálneho piesku, ktorú sme zistili na prognóznej ploche P-1, je 6—7 m a podobnú mocnosť predpokladáme aj na prognóznych plochách P-2 a P-3.

Metaryolity J od Prakoviec

V Spišsko-gemerskom rudohorí sú metaryolity hojne rozšírené. (Grecula l. c.



Obr. 1. Schematická geologická mapa popročského granitového telesa (na základe geologických máp J. Kobulského, P. Greculu a P. Malachovského zostavil P. Malachovský, 1984). 1 — granit (nečlenený), 2 — vulkanicko-sedimentárny komplex staršieho paleozoika kontaktne termicky zmenený, 3 — produkty kontaktno-metasomatickej premeny metaklastík a metapyroklastík (1—3 — gemerikum), 4 — košická štrková formácia, 5 — alúvium, 6 — albitizovaný granit, 7 — obsahy K pod 1,5 % podľa gama-spektrometrie (Kucharski, 1978), 8 — eluviálny granitový piesok, 9 — násunová línia medzevského príkrovu, 10 — zlom: a — zistený, b — predpokladaný, 11 — šachtica PŠ-2, miesto odberu vzoriek eluviálnych granitových pieskov, 12 — štôlňa Ferdinand — miesto odberu vzoriek albitizovaných granitov a metapyroklastík, 13 — a— prognózna plocha eluviálnych granitových pieskov (P_1 — P_3), b — predpokladaný výskyt eluviálnych granitových pieskov na podklade geofyziky (P_4?)

Fig. 1. Schematic geological map of the Poproč granite body (based on the geological map by J. Kobulský, P. Grecula and own data drawn by P. Malachovský, 1984). 1 — granite (undivided), 2 — volcano-sedimentary complex of Lower Paleozoic, contact-thermally altered, 3 — product of contact-metasomatic alteration in metaclastics and metapyrroclastics (1—3 — Gemeric unit), 4 — the Košice Gravel Formation, 5 — alluvial beds, 6 — albitized granite, 7 — kalium content below 1.5 % according to gammaspectrometry (Kucharski, 1978), 8 — elluvial granite sand, 9 — thrust line, 10 — fault, a — proved, b — presumed, 11 — the N-PŠ-2 pit, sample site of elluvial granite sand, 12 — the Ferdinand adit, sample site of albitized granite and metapyroclastics, 13 prognostic surface, a — P_1 to P_3 category over elluvial granite sand, b — presumed elluvial granite sand area deduced from geophysical data (P_4 category)

uvedené metaryolity opisuje ako jemnozrnné bielosivé keratofýry a kremenité keratofýry). Podľa litostratigrafickej schémy P. Greculu (l. c.) vystupujú v dvoch stratigrafických úrovniach, a to v spodnom a vrchnom pestrom vulkanickom horizonte. Z praktického hľadiska, s ohľadom na mocnosť a plošné rozšírenie, má väčší význam vrchný horizont. Metaryolity tohto horizontu niekedy tvoria na povrchu niekoľko m až desiatok m mocné a plošne rozsiahle pruhy. Jeden

z takýchto pruhov sa tiahne z doliny Hrelikovho potoka (J od Prakoviec) až po Kojšovskú hoľu v dĺžke cca 5 km a s mocnosťou miestami až 100 m, ktorá sa na povrchu zväčšuje od Z na V (Fabian et al., 1983). Metaryolity so zvýšeným obsahom albitu vystupujú v spodnej časti kyslých metavulkanitov a v nadloží metapsamitov (obr. 2). Takú stratifikáciu potvrdil aj vrt SG-2 (lokalizovaný v doline Hrelikovho potoka 2,2 km J od Prakoviec), ktorý v hĺbke 36,7 m prevŕtal polohu týchto metaryolitov s nepravou mocnosťou 55 m (Grecula et al., 1977).

Opis a lokalizácia vzoriek

Na petrograficko-mineralogický a orientačný technologický výskum upraviteľnosti sme odobrali celkom 6 vzoriek živcových hornín, a to: 3 vzorky albitizovaných granitoidov, 1 vzorku albitizovaného kyslého metapyroklastika, 1 vzorku eluviálnych granitových pieskov a 1 vzorku metaryolitu.

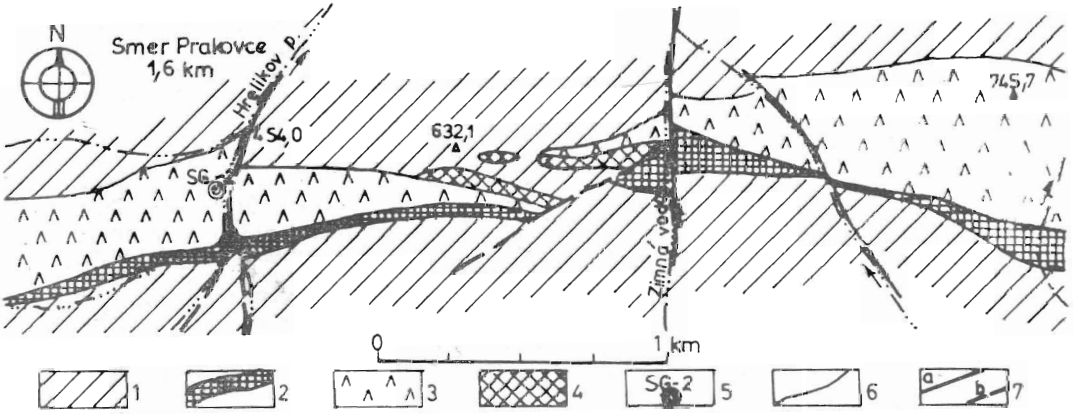
Vzorka 1: Anchimonominerálny albitit. Farba horniny je mliečnobiela, textúra všesmerne zrnitá, aplitoidná. Zrnitosť sa pohybuje od 0,3 do 1,0 mm. Minerálne zloženie: albit, akcesorický rutil, apatit, monazit, kalcit, zirkón. Pukliny sú potiahnuté povlakmi limonitu. Lokalizácia: žilné teleso 1,4 m mocné, štôlňa Ferdinand, Rudník.

Vzorka 2: Albitizovaný aplit. Farba horniny je bielosivá, textúra všesmerne zrnitá, masívna. Zrnitosť kolíše medzi 0,1 až 0,5 mm. Povlaky limonitu na puklinách sú zriedkavé. Minerálne zloženie: albit > kremeň — muskovit, z akcesórií apatit. Lokalizácia: 4,5 m mocné žilné teleso v horninách plášťa, štôlňa Ferdinand, Rudník.

Vzorka 3: Albitizované kyslé metapyroklastikum. Bielosivá hornina málo usmernenej textúry. Zrnitosť má prevažne medzi 0,05—0,2 mm. Minerálne zloženie: albit > kremeň, akcesorický muskovit, rutil, apatit. Lokalizácia: v plášti granitu, 7 m od kontaktu, štôlňa Ferdinand, Rudník.

Vzorka 4: Albitizovaný granit. Farba horniny je sivobiela, textúra všesmerne zrnitá, masívna. Zrnitosť sa pohybuje od 0,7 do 1,5 mm. Minerálne zloženie: albit > kremeň — K živec — muskovit, akcesoricky je prítomný biotit, zirkón, apatit, opakový minerál. Lokalizácia: 1, 4 m mocná zóna v endokontakte granitu, štôlňa Ferdinand, Rudník.

Vzorka 5: Eluviálny granitový piesok. Je žltohnedej farby, sypký s dobre uvoľnenými



Obr. 2. Geologická mapa okolia vrtu SG-2 (Grecula, 1977; Fabian et al., 1983). 1 — metapsamit, 2 — metaryolit, 3 — porfyroid, 4 — kremenný porfýr, 5 — vrt SG-2, 6 — litologická hranica, 7 — zistený zlom (a), predpokladaný (b)

Fig. 2. Geological map of the SG-2 drilling site (Grecula, 1977, Fabian et al., 1983). 1 — metapsammite, 2 — metarhyolite, 3 — porphyroid, 4 — quartz porphyry, 5 — the SG-2 drilling, sample site of metarhyolite, 6 — lithological boundary, 7 — fault, a — proved, b — presumed

zrnami minerálov. Zrnitosť sa pohybuje od 0,3 mm až pod 0,04 mm. Zrnká kremeňa a živcov sú potiahnuté povlakmi limonitu. Minerálne zloženie je uvedené v kapitole o technologickej charakteristike. Lokalizácia: šachtica PŠ-2 Poproč.

Vzorka 6: Metaryolit. Hornina bielej až sivobielej farby so zelenkavým odtieňom, nezreteľne bridličnatej celistvej textúry. Zrnitosť základnej hmoty je v 0,0X mm. Zriedkavé porfyroblasty kremeňa a albitu dosahujú 1,5 až 2 mm. Minerálne zloženie: albit > > kremeň — sericit, akcesoricky je prítomný apatit. Zriedkavo pozorovať hniezda, resp. žilky biotitu (chloritu) ± pyrit, 0,0X — 1,5 mm mocné. Lokalizácia: vrt SG-2 (55,0—56,0 m) Prakovce. Lokalizácia odberu vzoriek je na obr. 1 a 2.

Technologická charakteristika skúmaných vzoriek

Technologický výskum sa uskutočnil s cieľom zistiť, či tieto horniny možno bez úpravy alebo po úprave využiť v keramickom a sklárskom priemysle. Preto všetky typy hornín sa najskôr skúmali chemickými a rtg difrakčnými analýzami. Minerálne zloženie jednotlivých vzoriek je v tab. 1 a bolo vypočítané z chemických analýz s prihliadnutím na výsledky rtg difrakčných rozborov.

Podľa uvedených dát obsahov živcov v skúmaných typoch hornín, s výnimkou eluviálneho granitového piesku, spĺňa požiadavku ČSN 72 1370 pre živce a živcové suroviny, t. j. minimálny obsah živcov je nad 40 %. Technologicky najpriaznivejším typom živcovej suroviny je anchimonominerálny albitit obsahujúci až 95 % albitu. Priaznivé minerálne zloženie má aj albitizovaný aplit a albitizované metapyroklastikum s obsahom okolo 60 % albitu.

Menej priaznivé sú obsahy farbiacich kysličníkov (sumárne Fe_2O_3 a TiO_2). Pre kvalitné druhy živcových surovín pripúšťa uvedená ČSN max. 0,25 % Fe_2O_3 a 0,1 % TiO_2, pre ostatné suroviny určené pre menej náročné účely maximálne 1 % Fe_2O_3 a 0,2 % TiO_2. To znamená, že albitizované granitoidy a metapyroklastiká, ktoré budú mať chemické zloženie ako nami sledované vzorky, môžu sa využívať v prírodnom stave (bez použitia prečisťovacej úpravy) ako tavivá do keramických zmesí, sklárskeho kameňa, glazúr, smaltov, frít a pod. Metaryolity, ktoré majú zo všetkých skúmaných vzoriek najvyššie obsahy Fe_2O_3 je možné využiť len pre menej náročné účely.

Pretože podstatná časť železa je viazaná na tmavú sľudu (čiastočne muskovitizovaný biotit), hematit a prípadne magnetit, ktoré po stuhnutí taveniny vytvárajú výtavky vo forme čiernych bodiek, pre posúdenie živcových hornín boli dôležité výsledky taviacej skúšky.

Vzorky albitizovaných granitoidov a albitizovaného metapyroklastika poskytli pri taviacej skúške (cca 1200 °C) biele, sivobiele a krémové výtavky. Pri vzorkách 2 a 3 boli výtavky farebne homogénne a pri vzorke 4 sa vyšší podiel biotitu prejavil vo forme tmavých zrniek. Anchimonominerálny albitit poskytol biely a prehľadný výtavok s nepatrným množstvom tmavých zŕn, spôsobených prítomnosťou rutilu. Metaryolit poskytol farebne homogénny výtavok krémovej až svetlohnedej farby.

Prítomnosť čiernych zrniek môžeme v tavenine značne zredukovať, v niektorých prípadoch aj úplne vylúčiť, ak upravíme živcovú surovinu vysokointenzívnou magnetickou separáciou. Táto metóda umožňuje zo suroviny takmer úplne odstrániť biotit, hematit a čiastočne aj vybielený biotit. Odstránenie limonitu, ktorý je vo forme povlakov na zrnách živca a kremeňa (ako je to v prípade eluviálneho granitového piesku), zostáva problémom a piesok aj po účinnej elektromagnetickej separácii dáva homogénny, ale tmavokrémový až hnedý výtavok. Limonit sa dá len čiastočne odstrániť otieraním zŕn, samomletím (atrícia), avšak úplne len chemickou úpravou.

Chemické a minerálne zloženie živcových surovín
Chemical and mineral composition of felspar raw

Tab. 1

Č. vzorky	Hornina	Chemické zloženie (%)											Vypočítané minerálne zloženie (%)					
		SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe ako Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO	Na_2O	K_2O	SO_3	strata žíh.	Živec		chlorit biotit muskovit	kremeň	ostat. akcesórie (spolu)	kaolinit
													Na zložka	K zložka				
1.	Apogranitický albitit	68,69	18,32	0,16	0,47	0,30	0,06	0,003	11,30	0,35	—	0,30	95	—	2,5	—	2,5	
2.	Albitizovaný aplit	75,76	13,91	0,04	0,54	0,36	0,14	0,004	7,75	0,65	—	0,46	65	—	6	28	1	
3.	Albitizované metapyroklastikum	77,17	12,87	0,25	0,54	0,30	0,16	0,004	7,25	0,55	—	0,28	61	—	5	32	2	
4.	Albitizovaný granit	74,56	13,96	0,06	0,81	0,30	0,20	0,006	5,40	3,80	0,14	0,67	45	13	12	29	1	
5.	Eluviálny granitový piesok	74,91	14,18	0,10	1,26	—	—	—	3,11	4,03	—	1,81	NaK 39		16	39	1	5
6.	Metaryolit	73,99	13,63	0,04	2,18	0,90	0,50	0,05	7,14	1,26	0,07	0,65	60	—	11	28	1	

Chemické a racionálne zloženie produktov triedenia eluviálneho granitového piesku
Chemical and modal composition of sizing products from elluvial granite sand

Tab. 2

Zrnitostná trieda (mm)	Hmotn. výnos %	Chemická analýza (%)							Minerálne zloženie (%)				
		SiO_2	Al_2O_3	celk. Fe_2O_3	TiO_2	Na_2O	K_2O	str. žíh.	živec NaK spolu	kremeň	sľudy spolu	kaolinit	ostatné akces.
+1,25	35,32	88,71	5,83	0,36	0,021	1,00	3,17	0,48	22	71	7	—	—

0,56 —1,25	16,83	77,61	12,00	0,65	0,043	1,65	7,15	0,80	47	41	11	1
0,25 —0,56	12,62	71,42	16,14	1,14	0,107	4,04	5,11	1,22	54	27	17	2
0,09 —0,25	8,63	67,18	18,97	1,30	0,147	7,55	3,09	1,38	66	13	20	1
0,063—0,09	3,79	66,19	19,77	1,52	0,182	7,30	2,66	1,58	62	13	23	2
0,04 —0,063	1,80	65,50	19,89	1,61	0,210	7,70	2,45	1,95	64	10	24	1
—0,04	21,01	57,18	25,32	3,26	0,230	4,30	3,07	5,42	36	8	31	2
Priemer (vstup)	100,00	74,91	14,18	1,26	0,099	3,11	4,03	1,81	39	39	16	1
											5	
											23	

Pri posudzovaní sledovaných hornín ako netradičných živcových surovín je nádejný predovšetkým eluviálny granitový piesok, ktorý je objemom najväčší a nevyžaduje náročné dobývacie metódy. Jeho nevýhodou (v prírodnom stave) je vyšší obsah škodlivín (sľuda, minerály Fe a Ti) pri cca 30—40 % obsahu živca. Preto sme orientačne overili aj možnosti ich technologickej úpravy. Skúškami sme sledovali zvýšenie podielu živcov a zníženie obsahu škodlivín.

Materskou horninou eluviálneho piesku sú najmä strednozrnné a hrubozrnné leukogranity s biotitom, príp. i muskovitom, ktoré charakterizuje toto minerálne zloženie: pertitický mikroklín (33—38 %), kremeň (35—39 %), albit — oligoklas (19—21 %) s akcesorickým zastúpením biotitu (2—6 %), muskovitu (1—2 %), apatitu, turmalínu, zirkónu a magnetitu. Všetky tieto minerálne zložky, ako aj sekundárny limonit a hematit, sa podieľajú aj na zložení eluviálnych pieskov.

V prvom rade bolo treba zistiť, v ktorých zrnitostných triedach sa pri triedení koncentruje vyšší podiel živcov. Rozplavili sme približne 20 kg vzorky a za mokra vytriedili na 6 sitách. Zistili sme, že najväčší podiel živcov (60—65 %) sa koncentruje v triedach 0,04—0,25 mm. Hmotnostný výnos týchto frakcií predstavuje zhruba 15 %. Ďalšia frakcia s obsahom 40 až 50 % živca má zrnitosť 0,25—1,25 mm a reprezentuje cca 30 % hmoty. Výsledky uvádzame v tab. 2.

Zníženie obsahu škodlivín (biotit, hematit a pod.) vo frakcii 0,04—0,56 mm v produkte triedenia sme skúšali na elektromagnetickom polygradientnom separátore. Obsah celkového Fe_2O_3 sa znížil z pôvodných 1,53 % na 0,83 %. Ďalšie zníženie obsahu Fe_2O_3 už nebolo možné, pretože zvyšujúcich 0,83 % sa viaže prevažne na limonit.

S cieľom zvýšiť obsah živca a získať

tým kvalitné živcové koncentráty sme frakciu 0,04—0,25 mm flotovali v dvoch stupňoch. V prvom stupni sa v slabokyslom prostredí (pH = 6) vyflotovala sľuda (ako škodlivina) a v druhom stupni sa v kyslom prostredí (pH = 2,5) za prítomnosti zberača dodecylamínu a peniča DP-21 vyflotoval živec. Obsah živca bol cca 65 % a po flotácii sa obohatil na 98 % pri prvom koncentráte s hmotnostným výnosom 18 % a v druhom koncentráte na 93 % s hmotnostným výnosom 30 %. Zodpovedá to výťažnosti 70,5 % koncentrátu.

Skúšky tavenia produktov úpravy (cca 1250 °C) poskytli homogénny výtavok svetlohnedej farby, ktorú spôsobuje limonit. Elektromagnetickou separáciou sme dosiahli podobné výsledky aj v nemagnetických podieloch.

V súčasnej dobe je tendencia znižovať teploty vypaľovania keramických hmôt. Uvádzané živcové suroviny a koncentráty, aj keď obsahujú určitý podiel limonitu, mohli by sa uplatniť ako vhodné tavidlá do keramických hmôt všade tam, kde sa nevyžaduje biela farba črepu a do hnedých a čiernych farebných glazúr a frít.

Prognózne zhodnotenie živcových surovín v Spišsko-gemerskom rudohorí

Prítomnosť živcových hornín v Spišsko-gemerskom rudohorí s vhodnými technologickými vlastnosťami na využitie v sklárskom a keramickom priemysle dáva podnet na ich prognózne zhodnotenie. Prognózy granitového piesku sme kvantifikovali, ale prognózne hodnotenie ostatných typov živcových surovín je len všeobecné, hoci sú vhodné aj pre náročné použitie. Pri ďalšom overovaní živcových hornín bude treba zvážiť i ďalšie kritériá (možnosť povrchovej ťažby, dostatočné zásoby, variabilitu kvalitatívnych parametrov suroviny a pod.), ktoré podmieňujú ich praktické využitie.

Eluviálny granitový piesok

Eluviálny granitový piesok sme zistili na popročskom granitovom telese. Po jednoduchej úprave je vhodný pre nenáročnú keramickú výrobu. Najperspektívnejšie sú tri plochy 1. stupňa nádejnosti (P_1 — P_3), ktoré sme vyčlenili na základe výsledkov geologického mapovania, ťahkých technických prác a geofyzikálnych meraní. Prognózna zásoba P_3 je cca 6 mil. m^3 (plocha 1 km^2, mocnosť 6 m). Štvrtú prognóznu plochu (P_4) sme vyčlenili len na základe geofyzikálnych údajov (Kucharski, 1978).

Eluviálny piesok je známy aj na hnileckom granitovom telese (Drnzík et al., 1982), ale jeho úložné pomery a technologické a chemické vlastnosti sa zatiaľ neskúmali.

Prednosťou granitového piesku oproti ostatným živcovým surovinám je ekonomicky výhodná ťažba (povrchová, bez rozpojovania suroviny).

Metaryolity

Tento typ živcovej suroviny môžeme pre vysoký obsah farebných kysličníkov v prírodnom stave využiť len pre menej náročné účely (ako prídavok do keramických hmôt s farebným črepom, na výrobu režných dlaždíc a obkladačiek). Predpokladáme, že jednoduchou úpravou (elektromagnetickou separáciou chloritu a biotitu) by bolo možné získať aj kvalitnejšiu surovinu, vhodnú pre náročnejšie využitie.

Výhodou týchto hornín je, že sú pomerne časté na povrchu (pruh Prakovce — Kojšovská hoľa, V od Opátky, S od Prakoviec, záver Zlatej doliny S od Medzeva a inde). Podľa výsledkov vrtu SG-2 môžu dosahovať mocnosť až niekoľko desiatok metrov, avšak nedostatočné údaje o ich chemickej variabilite (pravdepodobne meniace sa vertikálne i horizontálne) ne-

umožňujú presnejšie posúdiť ich vhodnosť.

Časté výskyty živcových hornín tohto typu v asociácii s metavulkanitmi dávajú podnet na preskúmanie vývoja celej plochy kyslých vulkanitov staršieho paleozoika gemerika.

Produkty albitizácie granitoidov a hornín plášťa

Podľa doterajších poznatkov tieto horniny predstavujú najkvalitnejšiu živcovú surovinu v Spišsko-gemerskom rudohorí. Produkty albitizácie (hlavne anchimonominerálne albitity a albitizované aplity) môžeme využiť už v prírodnom stave (bez úpravy) ako kvalitnú surovinu v keramike s bielym črepom, do glazúr, frít, smaltov a pod.

Vzorky albitizovaných hornín sme skúmali z popročského granitového telesa, ale podobné typy sú preskúmané aj v zlatoidčianskom, hummelskom, betliarskom a hnileckom granitovom telese a zistili sa aj vrtom DD-3, lokalizovanom v Dlhej doline pri Gemerskej Polome (Malachovský et al., 1983).

Najväčšie rozšírenie albitizovaných hornín sme zaznamenali v popročskom granitovom telese a v Dlhej doline. Okolopuklinový charakter procesu albitizácie popročského granitového telesa nevedie ku vzniku mocnejších zón týchto produktov (prevažne od niekoľko cm do 5 m). V Dlhej doline sa vrtom DD-3 v apikálnej časti granitového telesa overila cca 110 m mocná zóna kremenných až anchimonominerálnych albititov s priemerným obsahom 7,8 % Na_2O. Sivobiela farba, minerálne (kremeň — albit) a chemické zloženie horniny (Fe_2O_3 0,01—0,05 %, TiO_2 0,01—0,08 %, FeO 0,30—0,64 %) potvrdzujú, že ide o vysokokvalitnú surovinu. Vyššie obsahy FeO spôsobujú rudné minerály (pyrit, kassiterit, tantalokolumbit). Nevýhodou výskytu v Dlhej doline je hĺbka uloženia — 454,5 m od povrchu a preto živcové suroviny (ako sprievodné) bude možné využiť len v prípade, ak sa zistia v granitoidnom telese a v plášti bilančné obsahy rudných prvkov (Sn, Ta, Nb, W a i.).

V popročskom granitovom telese, ako sme už uviedli, v štôlni Ferdinand sa zistila okolopuklinová albitizácia. V SZ časti telesa albitizované pásmo charakterizujú na povrchu znížené gama-spektrometrické obsahy K (pod 1,5 %, obr. 1). Prítomnosť plošne rozsiahlej negatívnej K anomálie môže nasvedčovať na plošnú albitizáciu hornín.

Z ostatných teliesok granitov v Spišsko-gemerskom rudohorí z hľadiska prítomnosti albitových hornín navrhujeme venovať pozornosť okrajovým fáciam hnileckého a betliarskeho granitového telesa.

Prítomnosť rôznych typov živcových hornín dáva pomerne široké možnosti pre vyhľadávanie a prieskum.

Recenzoval I. Varga

LITERATÚRA

Dianiška, I. 1977: Kontaktne metasomatické prejavy v okolí granitových telies JV časti SGR. *In: Grecula et al.: Záverečná správa SGR — východ. Manuskript — GP Sp. N. Ves, 390 s.*

Dianiška, I. 1979: Prejavy alkalickej metosomatózy a silicifikácie a ich produkty v oblasti Zlatej Idky. *In: Zborník prednášok, Banícko-geol. sympózium, sek. geol., Košice, s. 19—29.*

Dianiška, I. 1983: Endo- a exokontaktné pomagmatické premeny granitu východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. *[Kandidátska dizertačná práca.] Bratislava, 213 s.*

Drnzík, E. — Mandáková, K. — Drnzíková, L. — Valko, P. 1982: Záverečná správa Hnilec — Medvedí potok VP Sn, W, Mo. *Manuskript — GP Spišská Nová Ves.*

Fabian, M. — Hodermarský, J. — Kobulský, J. — Peterec, D. 1983: Správa o výsledkoch doplnkových geologických prác SV časti SGR (Bukovec — Prakovce). *In: Grecula et al.: Správa o ukončení a vyhodnotení dodávky geofyzikálnych prác z PLR na úlohe SGR — geofyzika. Manuskript — GP Spišská Nová Ves, s. 57—93.*

Grecula, P. — Dianiška, I. — Ďuďa, R. — Hurný, J. — Kobulský, J. — Kusák, B. — Malachovský, P. — Matula, I. — Rozložník, O. 1977: Geológia, tektonika a metalogenéza východnej časti SGR. *Záverečná správa z úlohy SGR — východ. Manuskript — GP Spišská Nová Ves, 390 s.*

Grecula, P. — Kucharski, R. 1979: Komplexné geologicko-geofyzikálne zhodnotenie územia Poproč — Zlatá Idka. *Manuskript — GP Spišská Nová Ves, 113 s.*

Grecula, P. 1982: Gemerikum — segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Mineralia slov., sér. Monografia, 2, 263 s.*

Kubíni, J. 1971: Výsledky vyhľadávania a výskumu živcových surovín na Slovensku. *Mineralia slov., 3, 12—13, s. 371—382.*

Kucharski, R. 1978: Správa z geofyzikálnych prác 1976—1977, úloha SGR — geofyzika. *Manuskript — GP.*

Malachovský, P. et al., 1983: SGR — vysokotermálna mineralizácia. *[Záverečná správa.] Manuskript — GP Spišská Nová Ves, 248 s.*

New knowledge on felspar-bearing raw materials of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. and possibilities of their use

IVAN DIANIŠKA — PAVOL MALACHOVSKÝ — JÁN KOZÁČ

Recent findings of various felspar-bearing rock varieties in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. motivated their pilot testing for practical use in stoneware manufacturing and glass industry. Three types of felspar-bearing rocks were subject to investigations and coming from two localities in the mountain range, namely:

a) Metasomatic albitized Variscan granite and aplite rock of the Poproč granite body including rock varieties from the mantle of the intrusive (acidic metapyroclastics),

b) Alluvial granite sand over the same granite body (developed as the cover of the body), and

c) Acidic metavolcanite with rich albite content from the Early Paleozoic Gelnica Group southernly from Prakovce village.

Results proved that the highest quality raw material is represented by albitized granite and metapyroclastics. The largest areal extent of such rock varieties is in the Poproč granite body as well as in the granite body of the Dlhá dolina valley near Gemerská Poloma. The fissure-near nature of albitization in the first locality prevented the development of larger albitized bodies, or zone, and albite rich zones are but several cm to 5 m thick there. To the contrary, a 110 m thick albitized zone has been found in the apical part of the granite on the second locality, where the average Na_2O content is 7.8 %. The greyish-white colour of the rock species, its simple albite-quartz composition and the low iron content (total iron as Fe_2O_3 = = 0.2—0.3 %) as well as low titanium oxide contents (0.01—0.08 %) prove that this rock variety represents a high quality raw material with possibility to use it already in natural state as raw for stoneware manufacturing (white body ceramics) or into glazes, sintered glass and enamels.

The elluvial granite sand represents, after a simple treatment, potential raw for modest purposes in stoneware industry as fluxing agent into ceramic body as well as for brown and black coloured sintered glass and glaze. Prognostic reserves of this raw amount over 6 mil. m^3 and the advantages of its utilization are mainly in the possibility of economical surficial exploitation (without the needs of disintegration).

Albite rich metavolcanics, due to their high iron content, may be used only for modest purposes as additive into ceramic batches of coloured body, for the production of raw tiles and ceramic bricks. The advantages represent its frequent and large surficial extent in thicknesses attaining several tens of metres.

The finding of several genetic types of such felspar-bearing raw materials gives broad possibilities for their further prospection in the area.

Preložil I. Varga

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 527—534*

Charakteristika geochemických aureol neogénnych ložísk ortuti Veľká Studňa a Dubník

IVAN MATULA*, ALŽBETA KNÉSLOVÁ**, ĽUBOMÍR DIVINEC***

* Geologický prieskum, n. p., 052 40 Spišská Nová Ves
** Geologický prieskum, geologická oblasť, 975 90 Banská Bystrica
*** Geologický prieskum, geologická oblasť, 040 11 Košice

(4 obr. v texte)

Doručené 26. 11. 1984

Характеристика геохимических ореол ртутных неогенных месторождений Велька Студня и Дубник (Средняя и Восточная Словакия)

На ртутных месторождениях Велька Студня и Дубник в условиях средне и восточнословацких неовулканических пород, изучением околорудных геохимических ореол было установлено определённое размещение отдельных элементов в пределах минерализованых участков месторождений. Вторичные ореолы представлены выразительными концентрациями ртути, свинца, мышьяка, бария и молибдена, первичные ореолы месторождений представлены ртутью, мышьяком и свинцом. Эти элементы можно считать выразительными поисковыми признаками ртутной минерализации.

Characteristic of geochemical aureoles of the Veľká Studňa and Dubník Neogene mercury deposits (Central and Eastern Slovakia)

Distribution of individual elements has been ascertained in the surroundings of significant accumulations of mercury ores on the Veľká Studňa and Dubník deposits in the neovolcanites of Central and Eastern Slovakia. Secondary geochemical aureoles are formed by concentrations of Hg, Sb, As, Ba, Mo. Primary geochemical aureoles of these deposits are formed by the concentrations of Hg, As, Sb. The above mentioned elements can be considered as significant indicators of Hg mineralisations.

Ložiská rúd ortuti na území Slovenska majú z hľadiska priemyselného využitia značný význam. Zásobu rúd ortuti tvoria dva typy ložísk. Sú to paleozoické hydrotermálne žilné komplexné sideritovo-sulfidické ložiská Spišsko-gemerského rudohoria v oblasti Rudnian a Rožňavy, kde sa v súčasnosti fažia a neogénne monometalické ložiská viazané na vulkanity stredného a východného Slovenska, z ktorých je najznámejšie ložisko Merník.

V nedávnej minulosti regionálnou pros-

pekčnou metódou ťažkých minerálov (šlichovou prospekciou — Krésl et al., 1972 a Tözsér et al., 1972) sa zistili a potvrdili ďalšie dôležité indície. Geologický prieskum overil 2 ložiská, a to Veľká Studňa v Kremnických vrchoch (Knésl et al., 1977) a Dubník v Slanských vrchoch (Tözsér, 1978).

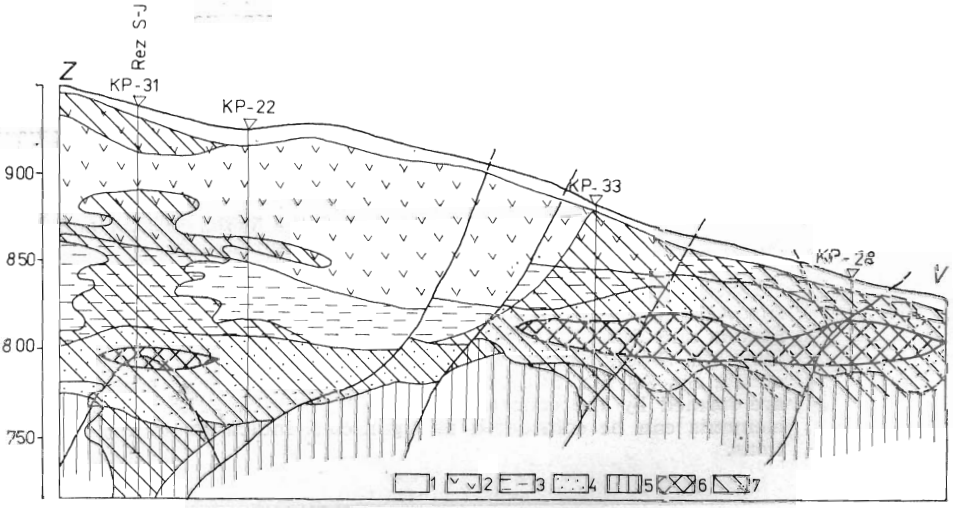
V rámci vyhľadávania a geologicko-prieskumných prác sa využili i geochemické metódy štúdia ložiskových aureol, z ktorých hlavné výsledky sú v tomto príspevku.

Ložisko Veľká Studňa

Ložisko Veľká Studňa (obr. 1, 2) sa nachádza v stredoslovenských neovulkanitoch v Kremnických vrchoch, asi 10 km západne od Banskej Bystrice. Z hľadiska vulkanickej zonálnosti patrí do prechodnej až periférnej zóny, kde sa nachádza malachovské rudné pole.

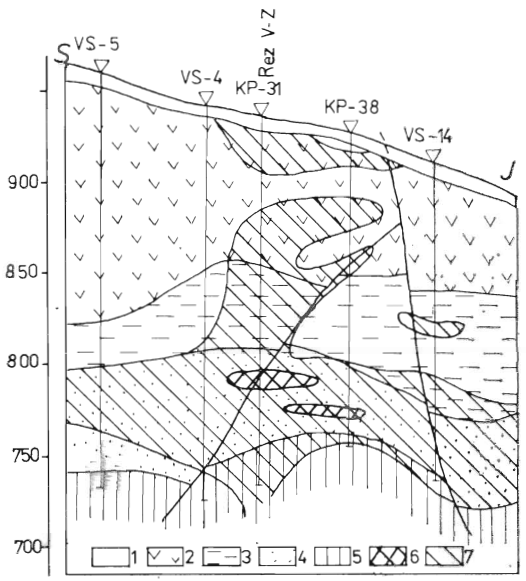
Okolie ložiska (Knésl et al., 1982) budujú andezitové horniny vulkanickej formácie bádanského veku, ktorú tvoria efuzívne aj hypoabysálne formy prevažne pyroxenického a pyroxenicko-amfibolitického andezitu. Na ich báze sa vyvinulo vulkanosedimentárne súvrstvie s prevahou ílovcov. V ich podloží sa nachádza sedimentárne súvrstvie paleogénu, ktoré tvorí striedavo ílovec, pieskovec a zlepenec. V podloží paleogénneho súvrstvia ležia mezozoické karbonátové horniny chočského príkrovu.

Zrudnená poloha v ložiskovom území je rozdelená na 2 časti. Vo východnej časti je to samostatné rudné teleso, ohraničené poklesovými líniami SV—JZ smeru. Severné i južné ohraničenie rudného telesa



Obr. 1. Schematický geologický profil ložiskom Veľká Studňa a primárna geochemická aureola Hg na ložisku (profil V—Z). 1 — hlinitá suť, 2 — vulkanity, 3 — vulkanosedimentárne súvrstvie, 4 — horniny paleogénu, 5 — karbonáty mezozoika, 6 — ložisková poloha, 7 — primárna aureola Hg (obsahy vyššie ako x + 1σ)

Fig. 1. Schematic cross-section through the Veľká Studňa deposit and the primary geochemical aureole of Hg on this deposit (the strike of cross-section is E—W). 1 — loamy debris, 2 — volcanites, 3 — volcanosedimentary rocks, 4 — the Paleogene rocks, 5 — Mesozoic carbonates, 6 — deposit body, 7 — primary aureole of Hg (contents higher than x + 1σ)



Obr. 2. Schematický geologický profil ložiskom Veľká Studňa a primárna geochemická aureola Hg na ložisku v západnej časti (profil S—J). Vysvetlivky ako na obr. 1

Fig. 2. Schematic cross-section through the Veľká Studňa deposit and primary geochemical aureole of Hg on western part of the deposit (the strike of cross-section in N—S). Explanations see Fig. 1

je pozvoľné a nevýrazné. V západnej časti ložiskového územia rudonosné súvrstvie pokleslo oproti východnému v priemere o 30 m a rudné teleso v porovnaní s východnou časťou je menej súvisle vyvinuté. Zrudnenie sa viaže na paleogénne karbonatické pieskovce a brekcie, v ktorých tvorí hniezda a bohaté impregnácie. V zlepencoch sú mineralizované iba pukliny a zrudnenie nie je bilančné. Je to typické monometalické ložisko impregnačno-žilníkového typu, ktorého vznik je pravdepodobne spätý s doznievaním vulkanickej činnosti (Knésl, 1979). Rumelku sprevádza v malom množstve pyrit, markazit a zriedkavo arzenopyrit, v severnej časti aj realgár. Mocnosť rudného telesa kolíše od 1 m do 20 m. Rozmiestnenie rumelky v rudnom telese je nerovnomerné a pohybuje sa od 0,02 do 1 % Hg. Priemerná kvalita ložiska je ovplyvnená prítomnosťou hniezdovitých telies bohatej rudy, ktorých kovnatosť často prevyšuje 1 %. V okolitých horninách i v rudnom telese pozorujeme kaolinizáciu a serpentinizáciu (Knésl et al., 1977).

Pri lokalizácii zrudnenia zohrali významnú úlohu litologické faktory (prítomnosť pelitov v nadloží a v telese rudonosných pieskovcov) a štruktúrne faktory. Všetky známe výskyty a indície Hg rúd v malachovskom poli sa viažu na blízkosť zlomov SV—JZ smeru (sklon na Z), pozdĺž ktorých z väčších hĺbok dochádzalo k prívodu roztokov s Hg do priestorov akumulácie rúd. Tieto roztoky komunikovali po diagonálnych poruchových zónach nižšieho radu, pričom sa ich obsah usadzoval vo vhodnom prostredí, ktoré tvorili paleogénne psefity a psamity. Priamy genetický vzťah mineralizácie s vulkanitmi sa nepotvrdil (Knésl, 1979).

Regionálnou prospekciou mineralogicko-geochemickými metódami sa ložisko prejavilo relatívne výraznou anomáliou rumelky (s koncentráciou vyše 1000 zŕn vo vzorke). S rumelkou sa vyskytoval pyrit a markazit, v menšom množstve arzenopyrit, realgár a auripigment.

Sekundárne geochemické aureoly sme sledovali v pôdnom substráte, aby sa spresnila lokalizácia ložiskových polôh na povrchu, a to systémom profilov vzdialených 100 m, s krokom vzorkovania 20 m. Vzorky sa odoberali z pôdneho horizontu B_2. Interpretácia výsledkov sa robila štatistickým spracovaním spektrálnych analytických údajov. Výpočet hraníc anomálnych obsahov sa urobil kritériom $x + 1, 2, 3\ \sigma$ a grafickým zobrazením (x — priemer, σ — smerodajná odchýlka. Za vysokoanomálne sa považujú obsahy presahujúce hranicu hodnôt $x + 3\sigma$, za slabo anomálne hodnoty presahujúce $x + \sigma$.

Distribúciu prvkov v sekundárnych aureolách hodnotíme takto:

a) Hg, Sb sú prvky tvoriace okrajový lem ložiskovej polohy, ktorý je najmä na severnom okraji. Hg anomálie (obsahom na úrovni stredných anomálnych hodnôt, t. j. väčších ako 2σ) lemujú ložiskovú polohu a presahujú asi 50 m za hranicu ložiska. Nad ložiskom sa obsah Hg znižuje a pohybuje sa až na úrovni fónových obsahov. Sb aureola je totožná s Hg anomáliou, obsahy sú však nižšie (v hraniciach $x + \sigma$) a ložiskovú polohu horizontálne presahujú o cca 40—50 m.

b) As, Ba, Mo sú prvky ložiskovej aureoly. Arzén a molybdén sa koncentrujú iba nad ložiskom. Aureola bária je pomerne rozsiahla, dosahuje vysokoanomálnych hodnôt (až $x + 3\sigma$). V horizontálnom smere na severe presahuje hranice ložiskovej polohy až o 300 m, na juhu o cca 60 m.

c) Ag, Pb, Zn, Cu sú prvky tvoriace ložiskový horizontálny lem, najmä v južnej časti ložiska. Iba Ag tvorí výraznejšiu aureolu, ktorá prekrýva ložiskovú polohu o 50 až 100 m SV smerom v hodnotách $x + \sigma$ a južným smerom v hodnotách $x + 2\sigma$. Pb a Zn tvoria nevýrazné aureoly.

Primárne aureoly sme sledovali vzorkovaním hornín z technických prác. Interpretácia sa robila pomocou štatisticky zistených hraníc anomálnych obsahov kritériom zo súboru horninových vzoriek.

Výraznejšie aureoly tvoria Hg, As, Sb, menej výrazné Ag a Mo. Vysoké anomálne hodnoty má ortuť ($x + 3\sigma$), Sb stredné ($x + 2\sigma$), zatiaľ čo As a Ag má nízke anomálne hodnoty, pričom sa všetky výrazne koncentrujú na severnom okraji ložiskovej polohy.

Ortuť (obr. 1, 2) vytvára aureolu s vysokými obsahmi bez ohľadu na horninové prostredie. V priamom nadloží siaha až na povrch (vertikálne rozpätie 200 m) a asi 50 m siaha do podložia. V horizontálnom smere aureola (úroveň obsahov $x + \sigma$) presahuje hranice bilančnej akumulácie rudy v ložiskovej polohe do vzdialenosti 50 m, v horninách paleogénu do 100 m.

Antimón v samotnom ložisku významnejšie neprevyšuje hodnoty pozadia. V nadloží i podloží tvorí aureolu bez ohľadu na horninové prostredie. Severným smerom sa obsah zvyšuje až do stredne anomálnych hodnôt.

Arzén tvorí nevýrazné anomálne aureoly v nadloží ložiska, pričom v ložisku a v podloží jeho obsah neprevyšuje fónovú hranicu. Horizontálne, hlavne severným smerom, obsah stúpa až do stredne anomálnych hodnôt, pričom presahuje hranicu ložiskovej polohy o 100 m.

Striebro vytvára aureolu v priamom nadloží bez ohľadu na hranice horninového prostredia. Vo vlastnom ložisku i v podloží a v paleogéne je mierne anomálne. Pomerne výraznejšiu aureolu vytvára v severnej časti vo vulkanitoch, paleogéne a v mezozoiku.

Molybdén vytvára relatívne výraznú aureolu vo vulkanickom a vulkanogénnom prostredí na úrovni obsahov $x = \sigma$ a v horninách paleogénu na úrovni $x + 3\sigma$. V ložisku klesá až na hodnotu pozadia. V horizontálnom smere vyšší obsah sa konštatoval južne i severne a presahuje i skúmané územie (je teda okrem ložiska typický aj pre celé okolie).

Olovo tvorí nevýraznú aureolu s mierne anomálnym obsahom, podobne aj zinok, ale tento má väčšie priestorové rozšírenie. Meď tvorí nevýraznú podložnú aureolu, ktorá nezasahuje do neovulkanitov. Horizontálne smeruje na sever.

Bárium zasahuje vulkanosedimentárne súvrstvie i nadložné neovulkanity a tiež siaha na sever. Dosahuje však nízke anomálne hodnoty.

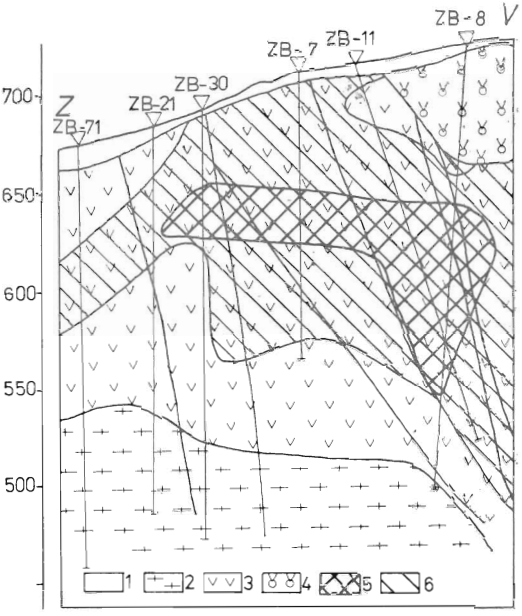
Vertikálnu zonálnosť primárnych aureol podľa prác A. A. Beusa a S. V. Grigorjana

(1975) sme sledovali zhodnotením distribúcie vo vrtoch. Na podklade týchto prác možno pre oblasť vysloviť všeobecné závery a vytvoriť nasledujúci rad zonálnosti mineralizácie (od nadložia po podložie): **Ba — Mo** — Pb — **Sb — As** — Hg — **Cu** — Ag — Zn (prvky, ktoré sú sádzané polotučne sa prejavujú výraznejšie). Zonálnosť porovnaná pozdĺžne zo S na J je nasledujúca: Ag — Sb — Ba — Mo — As — Hg — Cu — Zn.

V uvedenom rade zonálnosti zhodné postavenie zhora nadol, t. j. od vzdialeného nadložia k ložiskovej polohe má Ba, Mo, Sb, As, Hg a Cu a v horizontálnom vyjadrení z J na S, t. j. od ložiskovej polohy po okraj je Cu, Hg, As, Ba, Mo, Sb. Zo zisteného možno dedukovať význam postavenia prvku v rade zonálnosti a z horizontálneho radu smer prívodu roztokov a pokles ich termality z juhu na sever.

Polymetalická asociácia prvkov Pb, Zn, Ag má striedavé postavenie. Distribúcia týchto prvkov je zrejme ovplyvnená inou etapou mineralizácie.

Z priemerných hodnôt sme orientačne vypočítali koeficienty zonálnosti vo vertikálnom smere. Najkontrastnejší K_z vykazuje pomer Hg . Sb/As . As (obr. 4).



Obr. 3. Schematický geologický profil ložiskom Dubník a primárna geochemická aureola Hg na ložisku (profil Z—V). 1 — suť, 2 — intruzívny andezit, 3 — stratovulkanický komplex, 4 — dacit, 5 — ložisková poloha, 6 — primárna aureola Hg

Fig. 3. Schematic cross-section through the Dubník deposit and primary aureole of Hg on this deposit (the strike of cross-section is W—E). 1 — debris, 2 — intrusive andesites, 3 — stratovolcanic complex, 4 — dacites, 5 — deposit body, 6 — primary aureole of Hg

Ložisko Dubník

Ortuťová mineralizácia ložiska Dubník (obr. 3) sa nachádza vo východoslovenských neovulkanitoch v severnej časti Slanských vrchov (neďaleko Zlatej Bane). Štruktúrne a priestorovo sa nachádza na okraji zlatobanského stratovulkanického komplexu pyroxenických andezitov, z ktorého je známa epigenetická mineralizácia s centrom pri Zlatej Bani, s vývinom Cu, Pb, Zn, Sb mineralizácie (Kaličiak — Duda, 1981).

V regionálnej prospekcii mineralogicko-geochemickými metódami sa ložisko Dubník prejavilo veľmi výrazným anomálnym obsahom rumelky (až 2500 zŕn vo vzorke). V asociácii s rumelkou je častý pyrit, markazit, realgár, auripigment a sekundárne minerály medi (Tözsér, 1972).

Územie tvorí komplex vulkanických hornín prvej etapy intermediárneho vulkanizmu Slanských vrchov (vrchný báden až spodný sarmat, Slávik et al., 1976). Komplex tvoria efuzívne, extruzívne a explozívne fácie pyroxenických andezitov. Stratigraficky mladším členom je amfibolicko-pyroxenický andezit nachádzajúci sa vo forme drobných intruzívnych telies, pravdepodobne výplní prívodných vulkanických ciest. Severnú a východnú časť (najmä povrchové časti) tvoria trosky lá-

vového prúdu pyroxenicko-amfibolicko-biotitického dacitu.

Všetky typy hornín sú v ložiskovej časti nepravidelne (s rozličnou intenzitou) hydrotermálne zmenené (argilitizácia, pyritizácia, markazitizácia, karbonatizácia, hematitizácia, opalitizácia a silicifikácia).

Ložisko sa nachádza v oblasti, ktorá v predrudnej etape bola tektonicky silne porušená. Určujúcim prvkom je svinický zlomový systém S—J smeru, ale rumelka sa koncentruje v sperených zlomoch nižšieho radu V—Z až SV—JZ smeru s úklonom na J.

Zrudnenie je žilníkovo-impregnačného charakteru. Vyskytuje sa vo forme povlakov, žiliek, tmelu a jemných impregnácií. Hlavným minerálom je rumelka, ktorá sa koncentruje v horninovom prostredí s vhodnými fyzikálnymi vlastnosťami. Najväčšie akumulácie rumelky sú v centrálnej časti ložiska, ktorú tvorí takmer jednotná subhorizontálne uložená poloha (ide o zbrekciovatený premenený prúd pyroxenického andezitu). Distribúcia rumelky je veľmi nepravidelná, koncentrácie kolíšu od tisícin % do niekoľkých %. Najväčšia mocnosť ložiskovej polohy je 40 m.

Rumelkovú mineralizáciu sprevádza pyrit, markazit, kremeň, chalcedón, opál, realgár, auripigment (Ďuďa et al., 1977). Je to monometalické ložisko, ktorého vznik je s najväčšou pravdepodobnosťou spätý s doznievaním vulkanickej činnosti. Generovanie Hg mohlo nastať vplyvom najmladších intruzívnych foriem andezitového charakteru v hydrotermálnom postvulkanickom štádiu zlatobanského stratovulkánu. Tento vplyv je tu podľa viacerých autorov dosť evidentný (Kaličiak et al., 1981; Tözsér, 1978; Divinec, 1984).

Sekundárne geochemické aureoly prvkov sme sledovali v pôdnom metalometrickom profile prechádzajúcom nad ložiskom. Zo spektrálne sledovaných prvkov Hg, Ag, Cu, Pb, Zn, Sn, Bi, Mo (Rybár in Tözsér, 1978) sa nad ložiskovou časťou prejavili najmä Hg, Ag, Pb, Mo, Bi. Na okrajoch ložiskovej polohy môžeme pozorovať zóny so zvýšeným obsahom As a Sb. Zvýšený obsah As súvisí s vývojom okrajovej ložiskovej zóny realgáru a auripigmentu. Zvýšený obsah antimónu sa dáva do súvisu s blízkou zlomomou líniou S—J smeru, po ktorej prúdili hydrotermy.

Primárne geochemické aureoly sme sledovali vzorkovaním hornín z vrtných a banských prác. Interpretácia výsledkov sa urobila najmä štatistickým a korelačným štúdiom. Na tvorbe primárnych aureol sa v horninovom prostredí podieľajú najmä Hg, Sb a As, menej Ag, Pb, Zn a Bi. Aureola anomálnych obsahov Hg v nadloží ložiska dosahuje vertikálne až 150 m. V ložisku sa anomálne koncentrácie sústreďujú do zóny S—J, čo potvrdzuje, že S—J zlomová línia je rudonosná a V—Z zlomy sú rozvodnými štruktúrami.

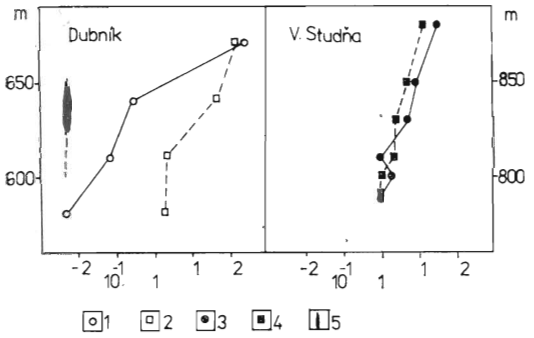
Zo štúdia korelačných vzťahov kvantitatívne analyzovaných vzoriek vychodí, že v nadložiskovej polohe sú významnejšie pozitívne vzťahy medzi viacerými prvkami ako v ložiskovej polohe a pod ložiskom. V nadloží je to vzťah medzi Ag/Zn, Cu/Zn, Pb/Zn, Pb/Mo s koeficientom korelácie r = +0,5. V ložiskovej polohe je vzťah medzi Hg/Pb, Ag/Pb a Sb/Zn s koeficientom korelácie r = +0,3 až 0,5 a v podložiskovej polohe medzi Hg/Zn, Pb/Zn, kde r je pod +0,3.

Štúdium distribúcie prvkov formou distribučných diagramov potvrdzuje významnejší prínos metalických prvkov iba pri Hg a Sb.

Štúdium vertikálnej zonálnosti na ložisku je sťažené relatívne nízkymi obsahmi prvkov, nízkymi vzťahmi medzi prvkami a kolísaním ich obsahu vertikálne aj smerne. Preto zostavenie radu zonálnosti podľa A. A. Beusa a S. V. Grigorjana (1975) možno urobiť iba orientačne. Podľa

pomerových koeficientov priemerných obsahov v nadloží a ložiskovej časti dostávame rad zonálnosti: Sb — Hg — Zn — Cu — Pb — Bi — Ag — Mo.

Priemerné hodnoty sme orientačne použili i na výpočet koeficienta zonálnosti (K_z) pre charakterizovanie nadrudnej, rudnej a podrudnej zóny a zobrazili sme ho na grafe. Najkontrastnejší koeficient zonálnosti pre vertikálne rozpätie 110 m je pre Hg . Pb/As . Zn (obr. 4).



Obr. 4. Grafické znázornenie hodnôt koeficienta zonálnosti K_z v ložiskových oblastiach Veľká Studňa a Dubník. 1 — multiplikatívny koeficient Hg . Pb/As, Zn, 2 — koeficient Hg/As, 3 — multiplikatívny koeficient Hg . Sb/As . As, 4 — koeficient Hg/As, 5 — rudná zóna

Fig. 4. Graph of the values of zonality coefficient K_z in the Veľká Studňa and Dubník deposit areas. 1 — multiplicative coefficient Hg . Pb/As . Zn, 2 — coefficient Hg/As, 3 — multiplicative coefficient Hg . Sb/As . As, 4 — coefficient Hg/As, 5 — ore zone

Záver

Ložiská Veľká Studňa a Dubník sú monometalické ortuťové ložiská analogickej štruktúrnej pozície a genézy. Ložisko Veľká Studňa sa nachádza v paleogénnom horninovom prostredí bez priameho súvisu s neogénnym vulkanizmom.

V oblasti východoslovenských neovulkanitov je zdrojom, resp. mobilizátorom Hg rúd intruzívne teleso, kým v oblasti malachovského rudného poľa sa takýto vzťah iba predpokladá.

V oboch prípadoch sa dokázala existencia S—J, resp. SV—JZ zlomov, ktorým sa pripisuje význam prívodného kanála a distribúcie rudných roztokov.

Na podklade porovnávajúceho štúdia distribúcie prvkov v okolných horninách možno konštatovať i zhodnú distribúciu prvkov, a to tvorbu sekundárnych rozptýlových aureol v pôdnom pokryve a tvorbu primárnych aureol v horninovom prostredí. Distribúcia prvkov v primárnej aureole poukazuje na vzdialenosť generovania rúd, resp. blízkosť intruzívneho komplexu, ako aj na významnú úlohu zlomov a smeru prínosu prvkov v roztokoch, ktorých zdroj v prípade Veľkej Studne sa predpokladá južne od ložiska. Na ložisku Dubník je tento zdroj bližšie a prejavuje sa zvýšeným podielom vyššie termálnych polymetalických prvkov (Cu, Pb, Zn, Ag) na tvorbe okolorudnej aureoly a kontrastnejších zobrazení K_z.

Vyhľadávacím kritériom pre monominerálne Hg ložiská v neovulkanitoch sú sekundárne rozptýlové toky (ťažké minerály v recentných tokoch hydrosiete) s rumelkou. Sprevádza ich intenzívna pyritizácia ± arzenopyrit, sčasti aj auripigment a realgár, ktoré možno považovať za priame indikátory.

Pri sekundárnych aureolách v prostredí elúvií a zvetralín sa vytvárajú relatívne výrazné a široké aureoly, najmä Hg, Sb, menej As, Ba a Mo, ku ktorým zrejme podľa intenzity a vzdialenosti generujúceho zdroja a vývoja tektoniky (ako komunikačného prostriedku) vchádzajú i vyššie termálne polymetalické prvky Pb, Zn, Ag a Cu (významnosť indikačného prvku je daná poradím). Sekundárne aureoly Hg pri štatisticky stanovenom prahu anomálnych hodnôt kritériom $x = \pm \sigma$ z hľadiska súčasných bilančných kritérií pre Hg v podmienkach stredoslovenských a východoslovenských neovulkanitov presa-

hujú hranice rudných telies o 10 až 100 m. Uvedené prvky možno využiť ako indikátory týchto ložísk, najmä Hg, As a Sb.

Primárne horninové aureoly Hg ložísk študovaných typov výrazne ovplyvňuje charakter a intenzita hydrotermálnej premeny hornín. Litologický vplyv sa výrazne uplatňuje iba pri nepremenených horninách. Primárne aureoly sú (okrem Hg a sčasti As), pri ostatných prvkoch nevýrazné a vyznačujú sa nízkou koncentráciou prvkov a relatívne veľkou variáciou obsahov.

Všeobecný rad vertikálnej zonálnosti pre Hg ložiská v neovulkanitoch možno zostaviť takto (zhora nadol):

Ba — Mo — Sb — As — Hg — (Ag — Pb — Zn) — Cu

Antimón vytvára lokálne zvýšené akumulácie, čo môže súvisieť aj so samostatnými periódami mineralizácie. Arzén sa sústreďuje v tesných okrajových častiach ložiskových akumulácií, a to v nadloží ložiska (Veľká Studňa) alebo v podloží (Dubník). Primárne okolorudné aureoly sú výraznejšie a kontrastnejšie vyvinuté v nadložnej časti. To umožňuje ich využitie pre hĺbkové prognózovanie.

Recenzoval Z. Bacsó

LITERATÚRA

Divinec, L. 1984: Dubník okolie. *[Záverečná správa a výpočet zásob.] Manuskript — GP Spišská Nová Ves.*

Ďuďa, R. — Tözsér, J. — Burda, P. — Kaličiak, M. 1977: Mineralogické pomery Hg ložiska Dubník. *Mineralia slov. 6, s. 463—468.*

Kaličiak, M. — Ďuďa, R. 1981: Časový vývoj a formačné členenie zrudnenia v zlatobanskom rudnom poli. *Mineralia slov., 1, s. 1—23.*

Knésl, J. et al. 1972: Kremnické pohorie, Hg rudy. *[Záverečná správa.] Manuskript — GP Spišská Nová Ves, s. 196.*

Knésl, J. et al. 1977: Veľká Studňa, Hg rudy. *[Čiastková záverečná správa s výpočtom zásob.]. Manuskript — GP Spišská Nová Ves, 132 s.*

Knésl, J. 1979: Geologické pomery ložiska ortuťových rúd Veľká Studňa. *Mineralia slov., 4, s. 327—342.*

Slávik, J. — Bagdasarjan, G. P. — Kaličiak, M. — Tözsér, J. — Orličký, O. — Vass, D. 1976: Radiometričeskije vozrasty vulkaničeskich porod Vigorlatu i Slanskich gor. *Mineralia slov., 8.*

Tözsér, J. et al. 1972: Prešovsko-tokajské pohorie, Hg rudy. *[Záverečná správa.]*

Tözsér, J. et al. 1978: Orientačný výpočet zásob — Dubník Hg. *Manuskript — GP.*

Characteristic of geochemical aureole of the Veľká Studňa and Dubník Neogene mercury deposits (Central and Eastern Slovakia)

IVAN MATULA — ALŽBETA KNÉSLOVÁ — ĽUBOMÍR DIVINEC

The article gives the basic characteristic of secondary geochemical aureoles (in dissipation streams of recent watersystem sediments and in soils) and primary aureoles (in primary rocks).

The distribution of individual element is discussed here from the point of view of aureole genesis and their applications for the prospection of mercury deposits. Conclusions are summarised for both deposits respectively. The distribution of elements is corresponding in both deposits, too. These minerals are significant for mineralogical and geochemical prospection: cinnabar, pyrite, marcasite, arsenopyrite, realgar, auripigment. These elements can be considered as significant indicators in secondary aureoles: Hg, Sb, As, Ba, Mo. Indicators in the primary aureoles are as follows: Hg, As, Sb. The above mentioned elements can be recommended as effective indicators of Hg mineralisation in neovolcanites (monomineralic mercury deposits).

Preložil L. Divinec

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 535—549*

Rozhodovacia analýza pri výbere najvhodnejšej alternatívy usporiadania objektov PVE Malá Vieska

RENÁTA ADAMCOVÁ, PETER WAGNER

Katedra inžinierskej geológie PFUK, Zadunajská 15, 851 01 Bratislava

(5 obr. a 3 tab. v texte)

Doručené 11. 6. 1984

Решаемый анализ при выборе самой подходящей альтернативы расположения объектов ГАЭС Мала Виеска

Для выбора с инженерно-геологической точки зрения самой подходящей альтернативой проектного решения ГАЭС Мала Виеска применился метод решаемого анализа. Исходилось из результатов основного геологического картирования, геофизических исследований и полевых наблюдений, отвечающих вводным стадиям ориентировочной разведки. Примененный метод позволил количественно и объективно определить самую подходящую альтернативу расположения объектов ГАЭС. Одновременно методически проверилась подходимость применения решаемого анализа для задач подобного характера.

Decision-making analysis in selection of optimum alternative for spatial arrangement of objects in the Malá Vieska pumped storage power plant

The method of decision-making analysis was used to select the optimal arrangement of objects, from engineering geological point of view, during the design of a pumped storage power plant system at Malá Vieska (Eastern Slovakia). Results of basic geological mapping, exploration geophysics and of further field data corresponding to initial stages of pioneering survey were used. The methodics allowed quantified and objective selection of the most suitable spatial arrange objects of this pumped storage system. Simultaneously, the methodic feasibility of decision-making analysis for similar problems has been proved.

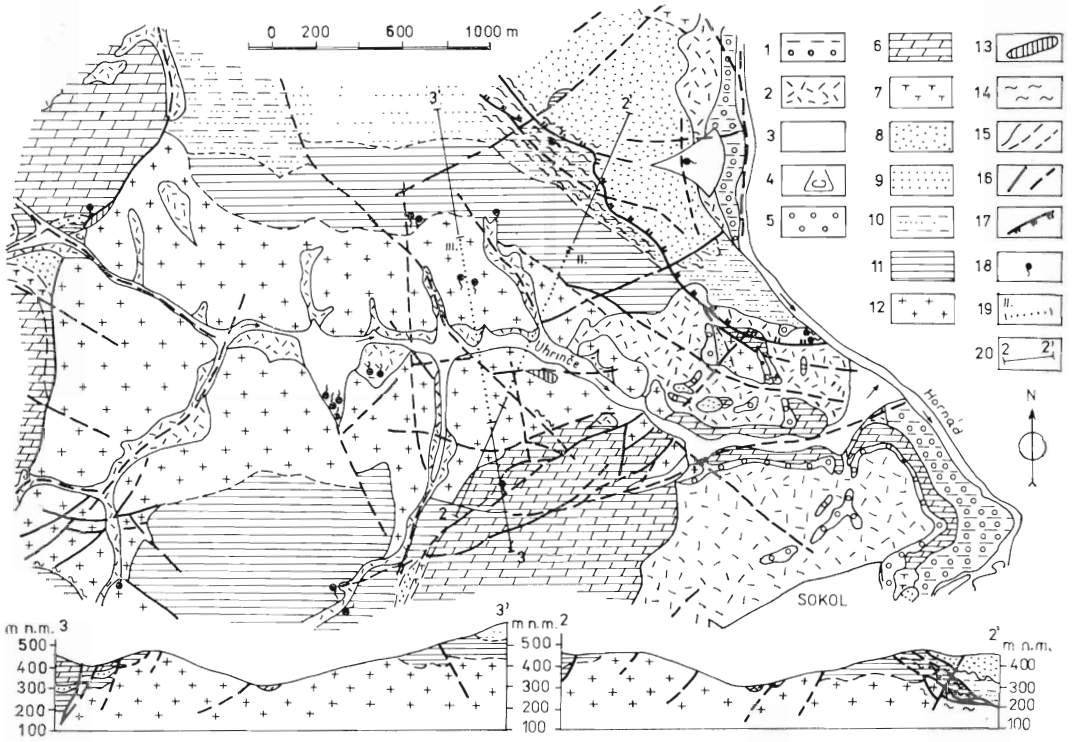
V súvislosti so stálym rastom spotreby elektrickej energie a vzhľadom na postupnú prestavbu i perspektívne zloženie energetických zdrojov v ČSSR patrí k prvoradým úlohám nášho hospodárstva výstavba moderných energetických zariadení, predovšetkým jadrových elektrární, ktorých prevádzka je najefektívnejšia v súčinnosti s prečerpávacími vodnými elektrárňami (PVE). Táto, ako aj ďalšie,

z ekonomického hľadiska nanajvýš aktuálne skutočnosti, podnietili v ostatných dvoch desaťročiach realizáciu viacerých štúdií lokalít PVE na Slovensku, vychádzajúcich zo širších národohospodárskych potrieb. Pri úvodnom výbere lokalít najvýznamnejším kritériom bolo hydroenergetické. Je v ňom obsiahnutá predovšetkým morfologická vhodnosť posudzovaných lokalít. Najperspektívnejšie z nich sa v ďalšom štádiu hodnotili z inžinierskogeologického aspektu. Od roku 1963 sa pre lokality klasických PVE na Slovensku vypracovalo 28 inžinierskogeologických štúdií, 8 ďalších lokalít sa zhodnotilo orientačným prieskumom, 3 lokality predbežným prieskumom a na jednej lokalite (PVE Čierny Váh) sa po vykonaní a zhodnotení všetkých prieskumných etáp realizovala výstavba (Wagner et al., 1983).

Pri rozhodnovaní o perspektívnej lokalite vo východnej časti južnej vetvy 400 kV vedenia zostali po zvážení obsiahleho súboru rôznorodých kritérií v najužšom výbere PVE Hrhov a Malá Vieska — ľavobrežný variant. Výsledky predbežného inžinierskogeologického prieskumu poukázali na veľkú zložitosť geologických a inžinierskogeologických pomerov na oboch lokalitách. Vznikli tak oprávnené obavy a pochybnosti o technicko-ekonomickej opodstatnenosti realizácie takého náročného diela. Na lokalite Malá Vieska — ľavobrežný variant prieskum okrem iného zistil intenzívne tektonické porušenie horninového masívu, zahrňujúce prešmykovú zónu mezozoika, a zdôraznil problematickú dlhodobú stabilitu ľavého svahu Hornádu, na ktorom sa pôvodne projektovalo rozmiestnenie všetkých hlavných objektov PVE (Nešvara et al., 1977). Napriek celkove negatívnym záverom inžinierskogeologického hodnotenia, záujem energetikov o uvedenú lokalitu naďalej trval, podmienený zrejme viacerými závažnými faktormi (vhodná morfológia dovoľujúca projektovať PVE s veľkým inštalovaným výkonom, neveľká vzdialenosť od ťažiska spotreby — mestskej aglomerácie Košíc, perspektívy výstavby jadrovej elektrárne na východnom Slovensku atď.). Vypracovali sa aktualizované štúdie, z ktorých už pri rešeršnom geologickom posúdení (Nešvara, 1981) upútal pozornosť variant pravobrežného umiestnenia objektov PVE Malá Vieska. Na základe poznatkov regionálneho charakteru geologická stavba širšieho územia na pravom brehu Hornádu je pre realizáciu projektovaného diela podstatne vhodnejšia.

Geologická stavba územia

Predmetné územie patrí k mladšej čiastkovej štruktúre jadrového pohoria Čierna hora. V jadre tejto priečnej elevácie vystupuje kryštalinikum, ktoré tvorí prevažne stredne až hrubozrnný biotitický granodiorit. Okrem neho sa tu nachádzajú pestré sedimenty kontinentálneho permu v troch základných litofaciálnych vývojoch: bazálnom, drobovo-bridličnatom; strednom, drobovo-bridličnato-arkózovitom a vo vrchnom, arkózovitom. Na styku granitoidného masívu s horninami permu sa na viacerých miestach predpokladajú mylonitové zóny. Na permskom súvrství diskordantne ležia sedimenty triasu a jury (kremence, bridlice, vápence a dolomity), patriace k ružínskej obalovej jednotke. V užšom záujmovom území vystupujú iba celistvé až jemnozrnné kremence spodného triasu. Najlepšie sú vyvinuté v severovýchodnej časti územia, kde možno sledovať ich čiastočný násun na horniny permu. V mieste prešmyku sa na druhotne aktivizovanom zlome SZ—JV smeru vytvorila mladšia mylonitová zóna, široká 50—200 m, ktorá postihla prevažne horniny permu.



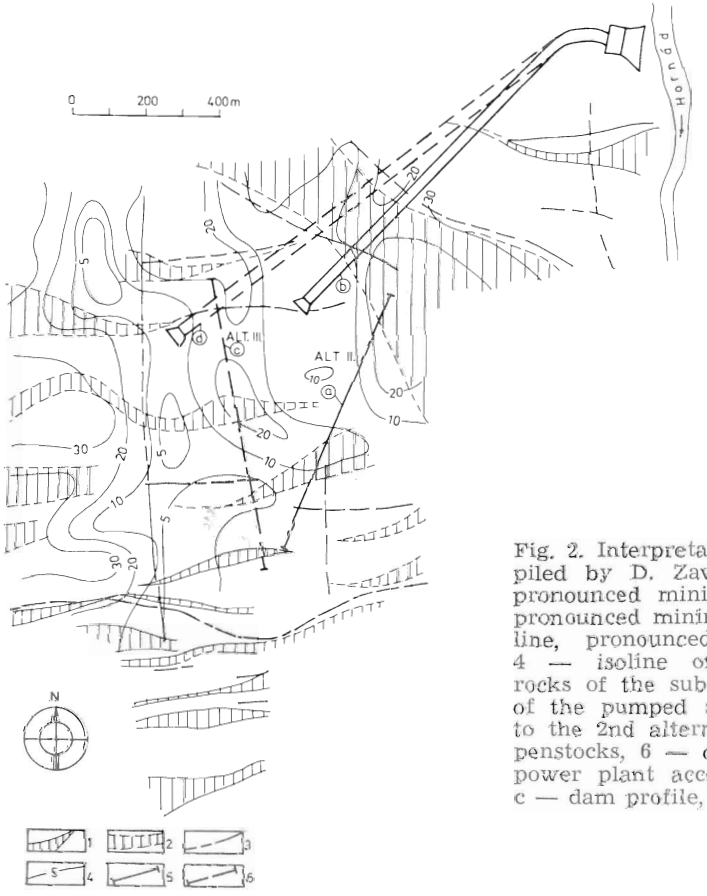
Obr. 1. Geologickoštruktúrna mapa juhozápadnej časti pásma Čiernej hory s profilmi vedenými v líniách projektovaných alternatív hrádzí hornej nádrže PVE Malá Vieska. Zostavil: S. Jacko, 1981 — zjednodušená. Kvartér: 1 — fluviálne sedimenty údolnej nivy Hornádu, 2 — deluviálne sedimenty, 3 — proluviálne sedimenty a náplavy horských tokov, 4 — travertínové sedimenty, 5 — fluviálne sedimenty riečnych terás. Mezozoikum (stredný a spodný trias): 6 — sivé celistvé dolomity (T_2), 7 — zelené a fialové bridlice s vložkami slienitých bridlíc a vápencov (T_1), 8 — kremence (T_1). Paleozoikum (perm): 9 — sivé a sivozelené hrubozrnné arkózovité pieskovce a arkózy, 10 — svetlé arkózovité pieskovce, fialové droby, fialové bridlice, 11 — fialové bridlice, fialové droby so sporadickými polohami konglomerátov. Kryštalinikum: 12 — stredno a hrubozrnné biotitické granodiority, 13 — strednozrnné biotitické ruly a migmatity. Ostatné označenia: 14 — mylonity granodioritov a klastických sedimentov, 15 — geologické hranice: a) overené, b) predpokladané, c) kontúry pozvoľných pochodov, 16 — zlomy: a) overené, b) predpokladané, 17 — násunové štruktúry, 18 — pramene, 19 — alternatívy situovania hrádze, 20 — línie geologických rezov

Fig. 1. Geological and structural map of the Čierna hora Mts. southwestern part with profiles along projected alternatives of upper water storage reservoir sites for Malá Vieska pumped storage power plant. Compiled by S. Jacko (1981), simplified. Quarternary: 1 — fluvial sediment of the Hornád river alluvial plain, 2 — delluvial sediment, 3 — proluvial sediment and alluvium of mountain streams, 4 — travertine sediment, 5 — fluvial sediment of river terrace. Mesozoic (Middle to Upper Triassic): 6 — grey massive dolomite (Middle Triassic), 7 — green and violet schist with intercalations of marly shale and limestone, Werfenian, Lower Triassic), 8 — quartzite (Lower Triassic). Paleozoic (Permian): 9 — grey and greenish-grey coarse arcosic arenite and arcose, 10 — light arcosic arenite, violettish lithic arenite, violettish shale, 11 — violetish shale, lithic arenite with sporadic conglomerate layers. Crystalline: 12 — medium to coarse grained biotite granodiorite, 13 — medium grained biotite gneiss and migmatite, Other symbols: 14 — milonite of granodiorite and clastics, 15 — geological boundary, a — proved, b — supposed, c — gradual transition, 16 — faults, a — proved, b — supposed, 17 — thrust, 18 — spring, 19 — alternatives of dam situation, 20 — line of geological profile

Verfénske bridlice sú tektonicky redukované a vystupujú len sporadicky. Preto dolomity stredného triasu často ležia na horninách permu, prípadne na kryštaliniku. Vrchný trias (lunzské vrstvy, svetlé dolomity a karpatský keuper) sa vyskytuje len v západnej časti územia, kde je jeho styk so stredným triasom evidentne tektonický (Jacko, 1981).

Z pokryvných útvarov sú v záujmovom území vyvinuté deluviálne a terasové sedimenty; zaznamenal sa ojedinelý výskyt travertínu. Deluviálne sedimenty majú charakter prevažne hlinito-kamenitých a kamenito-hlinitých sutí, zriedkavejšie hlín. K proluviálnym sedimentom zaraďujeme náplavové kužele i náplavy vlastného potoka Uhrinče. Majú charakter hlín s premenlivým obsahom slabo opracovaných úlomkov hornín až hlineného štrku. Materiál je nevytriedený, zvetraný. Terasové sedimenty vystupujú vo forme hlinito-piesčitých štrkov. Opísané boli štyri terasové stupne, ktoré sa však nachádzajú iba vo východnej časti územia, mimo základných objektov PVE.

Horninové prostredie v dosahu projekčných štúdií zhodnotil S. Jacko (1981), ktorý zostavil geologickú mapu v mierke 1 : 10 000 (obr. 1). Súčasne sa urobil geofyzikálny prieskum, zameraný predovšetkým na zistenie priebehu tektonických porúch a mocností pokryvu, včítane zvetraných hornín predkvartérneho podkladu (Zavřelová, 1981). Interpretácia meraní je na obr. 2. Výsledky prieskumov zhodnotil



Obr. 2. Interpretácia geofyzikálnych meraní. Zostavila: D. Zavřelová, 1981 — upravené. 1 — výrazné minimá ρ_z (SOP), 2 — nevýrazné minimá ρ_z (SOP), 3 — tektonické línie výrazné až nevýrazné (VES), 4 — izolínie mocnosti pokryvu vrátane zvetraných hornín podkladu, 5 — objekty PVE v II. alternatíve: a) priehradný profil, b) trasa privádzačov, 6 — objekty PVE v III. alternatíve: c) priehradný profil, d) — trasa privádzačov

Fig. 2. Interpretation of geophysical data. Compiled by D. Zavřelová (1981), modified. 1 — pronounced minimum of ρ_z (SOP), 2 — non-pronounced minimum of ρ_z (SOP), 3 — tectonic line, pronounced to non-pronounced (VES), 4 — isoline of cover thickness weathered rocks of the subsurface including, 5 — objects of the pumped storage power plant according to the 2nd alternative: a — dam profile, b — penstocks, 6 — objects of the pumped storage power plant according to the 3rd alternative: c — dam profile, d — penstocks

a doplnil z inžinierskogeologického hľadiska D. Baroš (1982).

Projektové riešenie PVE

K hlavným črtám projektového riešenia v uvedenom geologickom prostredí patrí vytvorenie hornej nádrže PVE prehradením údolia Uhrinče (pravostranný prítok Hornádu) a uzavretie hydraulického obvodu podzemnými privádzačmi, vyúsťujúcimi k povrchovej hydrocentrále a k dolnej nádrži v údolí Hornádu. V rámci pravobrežného variantu sa vypracovali tri alternatívne riešenia usporiadania objektov, odlišujúce sa rôznou polohou a objemom hornej nádrže, ktorá vyplýva z rôzneho umiestnenia priehradných profilov v údolí potoka Uhrinče. V súvislosti s tým je odlišná i trasa podzemných privádzačov; umiestnenie povrchovej hydrocentrály i dolnej nádrže je pre všetky tri alternatívy rovnaké (Provazník, 1981). Avšak po zohľadnení viacerých faktorov pozornosť projekcie sa sústredila iba na druhú a tretiu alternatívu (obr. 3). Rozhodnutie medzi nimi z inžinierskogeologického hľadiska však nebolo na základe existujúcich materiálov jednoznačné. V snahe vyriešiť uvedený problém čo najobjektívnejšie, a tým správne usmerniť prípadný ďalší, podrobnejší prieskum, rozhodli sme sa urobiť výber najvhodnejšej alternatívy pomocou tzv. rozhodovacej analýzy. Súčasne sme chceli overiť vhodnosť aplikácie tejto metódy pri riešení úloh podrobného charakteru.

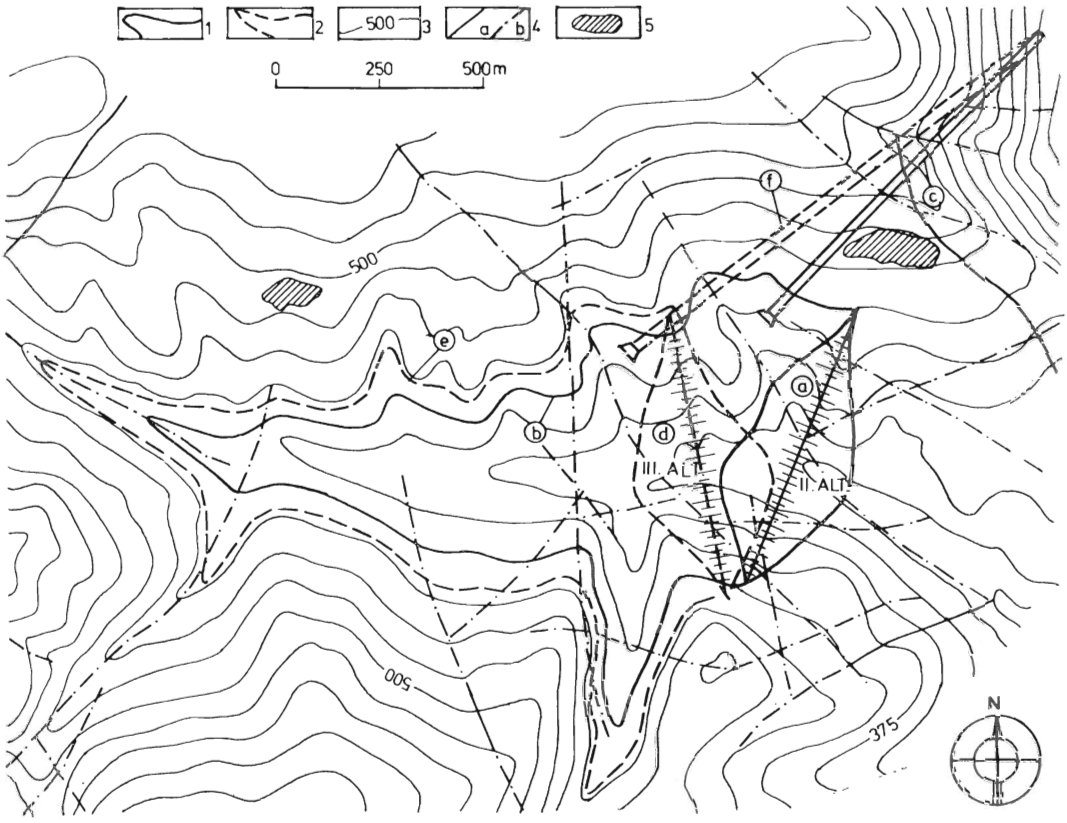
Metóda rozhodovacej analýzy

Rozhodovacia analýza je založená na analytickom skúmaní jednotlivých stránok daného problému a na syntetickom zlúčení záverov formulovaných v rozhodnutí. V praxi je rozhodovacia analýza účinným nástrojom pri riešení pomerne zložitých problémov. K prijatiu správneho rozhodnutia sa využívajú všeobecné zásady jej postupu pre výber optimálneho variantu vo všetkých sférach spoločenského riadenia. O optimalizácii hovoríme najmä v súvislosti s rozhodovacími procesmi, kde výber najlepšieho riešenia závisí na posúdení vplyvu veľkého počtu parametrov (Nosek, 1976).

V inžinierskej geológii tento postup prvýkrát aplikovali pri zostavení máp optimálneho využitia prírodného prostredia pre rôzne druhy stavebnej činnosti pracovníci Katedry inžinierskej geológie PFUK (Vlčko, 1980; Matula et al., 1981). Možno povedať, že ide o nový prístup hodnotenia územia v rámci progresívnych metód inžinierskogeologického výskumu. Vychádzajúc z navrhnutej metodiky (Vlčko, 1981) vypracovala R. Repková (1983) postup rozhodovacej analýzy pre typ PVE s hornou nádržou vytvorenou sypanými hrádzami, s podzemnými privádzačmi a s možnosťou podzemného i povrchového umiestnenia hydrocentrály. Postup sa člení na 3 základné etapy: 1. modelovanie, 2. transformácia modelu na automatizované spracovanie, 3. optimalizácia modelu.

Modelovanie

V etape modelovania vyjadrujeme všetku informáciu o skúmanom prostredí pomocou sústavy tzv. obrazovo-znakových modelov (podľa terminológie Štoffa, 1966), ktorými sú v našom prípade analytické mapy, graficky zobrazujúce základné prvky prírodného prostredia — geologickú stavbu, hydrogeologické a geomorfologické pomery a súčasné geodynamické javy. Hneď v úvode treba upozorniť na to, že v celom ďalšom postupe sa používajú iba prvky znázornené na týchto mapách, pre-



Obr. 3. Prvky skúmaného systému, znázornené na analytických mapách 2 až 5. 1 — usporiadanie objektov PVE v II. alternatíve: a) hrádza hornej nádrže, b) ohraničenie zátopnej oblasti, c) trasa privádzačov, 2 — usporiadanie objektov PVE v III. alternatíve: d) hrádza hornej nádrže, e) ohraničenie zátopnej oblasti, f) trasa privádzačov, 3 — vrstevnice, 4 — zlomy: a) overené, b) predpokladané, 5 — svahové deformácie

Fig. 3. Elements of the investigated system displayed by analytical maps № 2 to 5. 1 — assemblage of objects in the pumped storage power plant according to the 2nd alternative: a — dam of the upper reservoir, b — limits of inundated area, c — penstocks, 2 — assemblage of objects according to the 3rd alternative: d — dam of the upper reservoir, e — limits of inundated area, f — penstocks, 3 — altitude contour line, 4 — fault; a — proved, b — supposed, 5 — slope deformation

to ich dostatočná nasýtenosť a vierohodnosť je prvoradou podmienkou objektívnosti celého ďalšieho postupu rozhodovacej analýzy.

Podľa uvedených zásad sme modelovali skúmaný systém PVE — prírodné prostredie pomocou piatich analytických máp v mierke 1 : 10 000: 1. špeciálna mapa inžinierskogeologického rajónovania, 2. mapa tektonických porúch (syntézou obochmáp získame informáciu o geologickej stavbe územia), 3. znázornenie reliéfu vo forme vrstevníc po 25 m nadmorskej výšky (mapa teda vyjadruje geo-

morfologické pomery územia), 4. mapa svahových deformácií (vyjadruje údaje o najvýznamnejších geodynamických javoch) a 5. znázornenie situácie porovnávaných základných objektov PVE. Napriek tomu, že rozhodovacia analýza vychádzala iba z inžinierskogeologických aspektov, chceme sa prostredníctvom šiestej analytickej mapy (vzhľadom na charakter projektového diela) vyjadriť aj o výskyte a charaktere potenciálov geologického prostredia. Veľkým nedostatkom vstupných údajov je len veľmi všeobecná charakteristika hydrogeologických pomerov, ktorá zodpovedá úvodnej podetape orientačného prieskumu. Informáciu o priepustnosti hornín a hydrogeologickom charaktere podzemných vôd sme sa snažili vyjadriť v analytickej mape inžinierskogeologického rajónovania; nedostatočné znalosti o hĺbke hladiny podzemných vôd nám nedovolili zostaviť samostatnú analytickú mapu (napr. hydroizobat).

Pri zostavovaní analytických máp sme vychádzali z uvedených podkladov, predovšetkým zo základnej geologickej mapy predmetného územia 1 : 10 000 (Jacko, 1981), z projekčnej štúdie usporiadania objektov PVE (Provazník, 1981), a z ďalších údajov. Kým zostavenie analytických máp 2 až 6 je veľmi jednoduché a spočíva v grafickom vyjadrení skúmaných prvkov v určitom súradnicovom systéme (obr. 3), konštrukcia špeciálnej mapy inžinierskogeologického rajónovania (obr. 4) si vyžiadala zozbieranie a spracovanie obsiahlej informácie o charaktere horninového prostredia. Metodicky sme vychádzali z princípov a symboliky typologickej inžinierskogeologickej rajonizácie (Matula — Hrašna, 1976), ktorú sme aplikovali na súbore údajov zo základnej geologickej mapy (Jacko, 1981) so súčasným použitím výsledkov geofyzikálnych meraní zvetrania hornín (Zavřelová, 1981). Pri vyčleňovaní podrajónov sme zohľadňovali jednotnosť vybraných inžinierskogeologických charakteristík; z tohto postupu vyplýva špeciálny charakter rajonizácie. V prípade, ak mali horniny rovnakého rajónu výrazne rozdielny fyzikálno-technický charakter, odlišovali sa indexom vpravo hore za symbolom podrajónu (napr. Sz_1', $_1Sz_1'$). Prehľad rajónov i podrajónov s kritériami ich vyčlenenia a zodpovedajúcou symbolikou je v tab. 1.

Metóda rozhodovacej analýzy však vyžaduje, aby sa vyčlenené územné jednotky charakterizovali celým súborom údajov, vyjadrujúcich inžinierskogeologické a hydrogeologické charakteristiky horninového prostredia. Kvantitatívne sme charakterizovali:

— Únosnosť základovej pôdy v rôznych hĺbkach. Pretože okrem granitoidov neboli žiadne horniny skúšané laboratórne, vychádzali sme vo väčšine prípadov z poľného opisu hornín, ktorý nám dovoľoval zatriediť ich podľa ČSN 73 1001 a určiť hodnoty odvodeného normového namáhania pri šírke základu 1 m. Okrem petrografického opisu (Jacko, 1981), zatriedenia hornín, ktoré vykonal D. Baroš (1982) a zhodnotenia analogických hornín z iných lokalít, sme použili vlastnú terénnu dokumentáciu a výsledky laboratórne určených vlastností deluviálnych a proluviálnych zemín, ktoré sme stanovili na neveľkom súbore vzoriek (Repková, 1983).

— Modul deformácie hornín sme určili ako strednú hodnotu z intervalov udávaných ČSN 73 1001.

— Uhol trenia na povrchu diskontinuít sme stanovili na základe analógií a zhodnotenia údajov rôznych autorov (napr. Pavlík, 1972; Záruba — Mencl, 1974; Novotný, 1981 a ďalší). Uhol vnútorného trenia pre zeminy sme odvodili z ČSN 73 1001.

— Orientáciu hlavných systémov diskontinuít vo vzťahu k smeru privádzačov sme vyjadrili hodnotou koeficienta D, predsta-

Vyčlenené rajonizačné jednotky
Selected areal units
Columns mean area symbol, subarea, thickness of Quarternary sediments, thickness of weathered zone and Pre-Quarternary rocks

Tab. 1

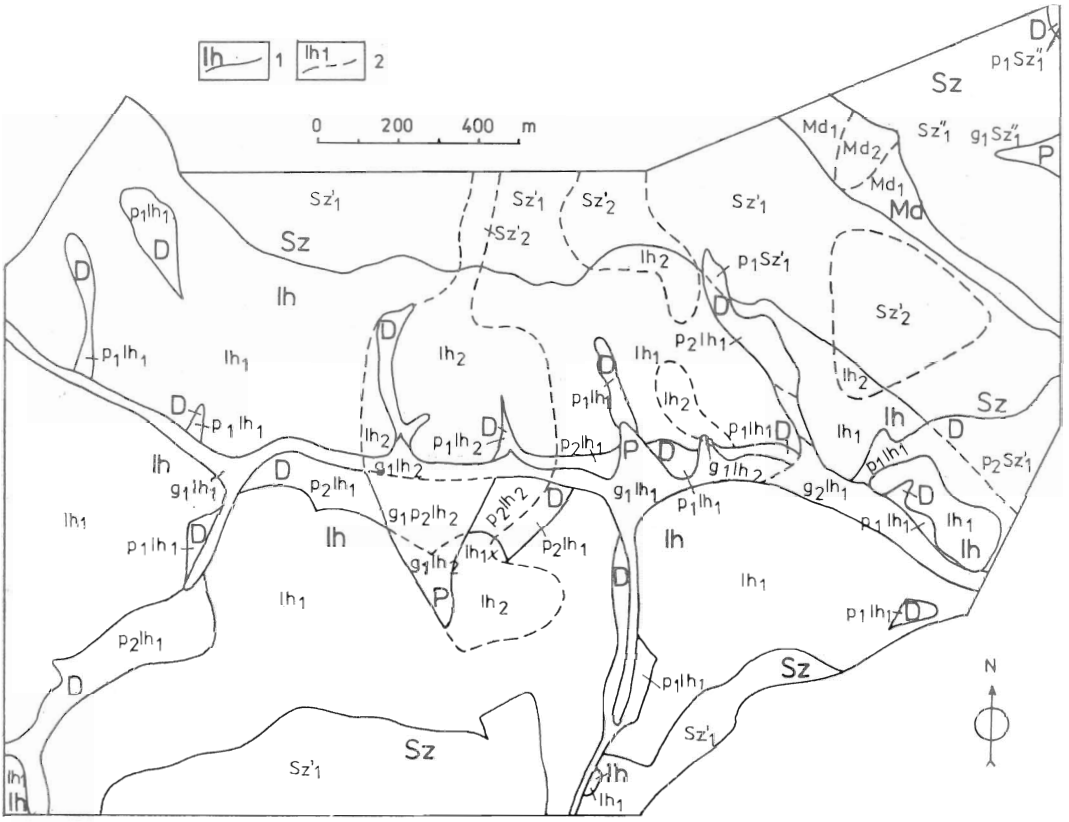
Symbol rajónu	Podrajón		Mocnosť kvartéru [m]		Mocnosť zóny zvetrania [m]	Predkvartérny podklad
	č.	symbol	1. komplex	2. komplex		
Ih	1	Ih_1	< 3	—	< 20	granitoidy
	2	Ih_2	< 3	—	< 20; 30)	granitoidy
D	3	p_1Ih_1	< 3; 5)	—	< 20	granitoidy
	4	p_2Ih_1	< 5; 10)	—	< 20	granitoidy
	5	p_1Ih_2	< 3; 5)	—	< 20; 30)	granitoidy
	6	p_2Ih_2	< 5; 10)	—	< 20; 30)	granitoidy
P	7	g_1Ih_1	< 3; 5)	—	< 20	granitoidy
	8	g_2Ih_1	< 5; 10)	—	< 20	granitoidy
	9	g_1Ih_2	< 3; 5)	—	< 20; 30)	granitoidy
	10	$g_1p_2Ih_2$	< 3; 5)	< 5; 10)	< 20; 30)	granitoidy
Sz	11	Sz_1'	< 3	—	< 20	horniny verukána
	12	Sz_2'	< 3	—	< 20; 30)	horniny verukána
	13	Sz_1''	< 3	—	< 20	kremence
D	14	$p_1Sz'_1$	< 3; 5)	—	< 20	horniny verukána
	15	p_2Sz_1'	< 5; 10)	—	< 20	horniny verukána
	16	p_1Sz_1''	< 3; 5)	—	< 20	kremence
P	17	g_1Sz_1	< 3; 5)	—	< 20	kremence
Md	18	Md_1	< 3	—	< 20	mylonity
	19	Md_2	< 3	—	< 20; 30)	mylonity

Vysvetlenie symbolov: Typy rajónov, v ktorých horniny predkvartérneho podkladu vystupujú k povrchu územia (pokryvné útvary mocné do 3 m, Md — rajón dislokačne metamorfovaných hornín, Ih — rajón magmatických intruzívnych hornín, Sz — rajón pieskovcovo-zlepencových hornín. Typy rajónov, v ktorých na povrchu územia vystupujú štvrtohorné pokryvné útvary (mocnejšie než 3 m): D — rajón deluviálnych sedimentov, P — rajón proluviálnych sedimentov. Typy hornín pokryvných útvarov: g — štrkovité zeminy, p — piesčité zeminy.

vujúceho mieru, kolmosti hlavných systémov diskontinuít vo vyčlenenom podrajóne na os podzemného diela v študovanej alternatíve (Repková, 1983). Orientáciu hlavných systémov diskontinuít v horninách predkvartérneho podkladu sme určili na základe tektonogramov (Jacko, 1981) doplnených o merania D. Baroša (1982) a vlastné terénne merania.

— Priepustnosť hornín sme určili na základe zhodnotenia vodných tlakových skúšok, vykonaných v analogických horninách na rôznych lokalitách (Šmíd, 1962, Nemčok, 1956), ako aj prepočtom zo zistených kriviek zrnitosti deluviálnych a proluviálnych zemín (Tavoda, 1976).

— Chemické zloženie podzemných vôd sme zistili na základe skrátenej chemickej analýzy vody, odobranej z prameňov lokalizovaných v hlavných stratigrafických jednotkách (kryštalinikum, horniny permu, spodného triasu). Vo všetkých prípadoch obsah agresívneho CO_2 vysoko prekračuje povolené normo-



Obr. 4. Špeciálna mapa inžinierskogeologického rajónovania. 1 — hranica a symbol rajónu, 2 — hranica a symbol podrajónu. Použité symboly sú vysvetlené v tab. 1. Na obr. je ohraničená zdigitalizovaná plocha
Fig. 4. Special map of engineering geological zoning. 1 — limits and symbol of the area, 2 — limits and the symbol of subarea. Used symbols are explained in tab. 1. The limited area is the digitalized surface

vé hodnoty (ČSN 73 1001).

Kvantifikované údaje, vyjadrujúce inžinierskogeologické a hydrogeologické charakteristiky jednotlivých podrajónov, sú v práci R. Repkovej (1983).

Transformácia a optimalizácia modelu

V tejto etape sa východiskové analytické mapy transformujú z formy grafickej do formy číslicovej. Takýto spôsob zakódovania informácie dovoľuje jej ďalšie spracovanie na počítači. Transformované (digitalizované) mapy sú uložené v pamäti počítača vo forme dvojrozmerných matíc, ktoré predstavujú vstupnú bázu dát pre jednotlivé operácie rozhodovacej analýzy.

Digitalizáciu môžeme urobiť grafickými výpočtovými systémami, tzv. digitalizátormi alebo ručne. Pretože počítač Wang 2200 B, na korom sme celú rozhodovaciu analýzu vykonali, nie je digitalizátorom vybavený, použili sme metódu ručného bodového (nespojitého) snímania.

Každé elementárne políčko na mape

(pri riešení našej úlohy sme použili rozmer 5×5 mm) charakterizujú súradnice ťažiska a zakódované údaje, ktoré vyplývajú z analytických máp.

Jadrom celého rozhodovacieho procesu je vlastná optimalizácia modelu, ktorá pozostáva zo štyroch čiastkových operácií (Vlčko, 1980; Matula et al., 1981):

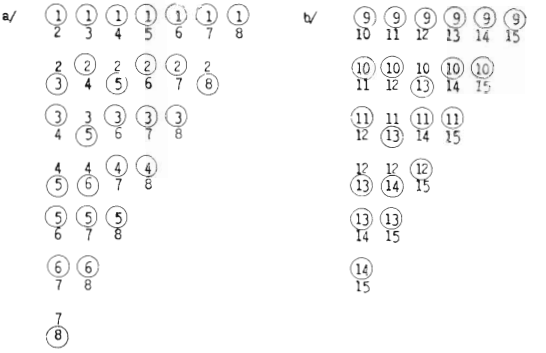
1. Stanovenie konkurujúcich alternatív, ktoré sme už definovali v predošlom texte. Rozhodovacou analýzou sme porovnávali II. a III. alternatívu projektovej štúdie (obr. 3).

2. Výber a hodnotenie rozhodujúcich faktorov, ktoré z inžinierskogeologického hľadiska ovplyvňujú realizáciu PVE, patrí k najzodpovednejšej podetape celej rozhodovacej analýzy. V tomto štádiu môže dôjsť k najzávažnejším chybám, ktoré môžu podstatne ovplyvniť výsledok.

Základom hodnotenia vybraných faktorov je porovnanie zistených reálnych hodnôt faktora (obsiahnuté sú v základných analytických mapách) s teoretickými optimálnymi hodnotami. Porovnanie sa vyjadruje pomocou ukazovateľov, ktoré charakterizujú jeho náplň. Ukazovatele môžu byť kvantitatívne, prechodné a kvalitatívne. Nebezpečenstvo, vyplývajúce zo subjektívneho hodnotenia, možno obmedziť posúdením hodnoty faktora v kolektíve odborníkov (Mikoláš, Pittermann, 1980).

Faktory, ktoré sme považovali za najdôležitejšie z hľadiska realizácie hornej nádrže a privádzačov PVE, sú zhrnuté na obr. 5. Bližšie odôvodnenie ich výberu, ako aj výberu príslušných ukazovateľov s vysvetlením spôsobu ich hodnotenia je v práci R. Repkovej (1983).

Faktory sa hodnotia v každom elementárnom políčku analytickej mapy, ktoré predstavuje príslušný objekt PVE a každému takémuto políčku sa potom priradí bezrozmerná funkčná hodnota faktora podľa stupnice: vhodný 10 bodov, podmienečne vhodný 5 bodov, nevhodný



Obr. 5. Fullerove trojuholníky párov pre hornú nádrž (a) a privádzače (b). Číslami sú označené nasledujúce faktory. 1 — tektonické porušenie, 2 — geotechnické vlastnosti podzákladia hrádze, 3 —možnosť úniku vody v mieste priehradného profilu, 4 — možnosť úniku vody z nádrže v oblasti zátopy, 5 — stabilita svahov, 6 — chemické zloženie podzemných vôd v mieste priehradného profilu, 7 — tvar priečneho profilu údolia v priehradnom mieste, 8 — spoločensko-ekonomické dôsledky zátopy, 9 — tektonické porušenie, 10 — chemické zloženie podzemných vôd, 11 — podmienky pre vytvorenie prirodzenej klenby, 12 — schopnosť horniny spolupôsobiť s odmurovkou pri prenášaní tlaku vody v potrubí, 13 — možnosť náhlych prívalov vody pri razení, 14 — orientácia plôch diskontinuity vzhľadom na os privádzačov, 15 — stabilita vtokového objektu

Fig. 5. Fuller's triangles of couples for the upper reservoir (a) and pentocks (b) Numbers indicate the following factors: 1 — tectonic disturbance, 2 — geotechnical properties of dam foundation basement, 3 — possibility of water escape in the site of dam profile, 4 — water escape possibility from the reservoir in inundated area, 5 — slope stability, 6 — chemical composition of groundwater in the site of dam profile, 7 — shape of transversal valley profile in the site of dam profile, 8 — social and economic consequences of inundation, 9 — tectonic disturbance, 10 — chemical composition of groundwater, 11 — conditions for the creation of a natural dome, 12 — ability of rocks to react with conduit lining by pressure transmission in pipeline, 13 — possibility of sudden water inflows during tunelling, 14 — orientation of discontinuity surfaces toward penstock axis, 15 — stability of water inflow structure

0,1 bodu. Súčet funkčných hodnôt faktora, delený počtom elementárnych políčok porovnávaného objektu, udáva jeho priemernú funkčnú hodnotu.

3. Stanovenie poradia dôležitosti faktorov sa vykonáva tzv. binárnym rozhodovacím postupom, t. j. párovým porovnaním relatívneho významu určených faktorov. Zvyčajne sa postupuje metódou tzv. trojuholníka párov (Fullerov trojuholník pre hierarchizáciu faktorov). Pri čísle faktora sa vyznačí počet prvenstiev a určí sa poradie dôležitosti. Obrátené poradie delené počtom faktorov udáva jeho váhu.

Pre nádrž a podzemné diela sme zostavili samostatné trojuholníky párov (obr. 5). V snahe čo najviac znížiť stupeň subjektivity pri porovnávaní relatívneho významu faktorov opierali sme sa o hierarchizáciu faktorov prírodného prostredia (Matula — Letko, 1979; Letko, 1981). Určenie poradia i váhy vybraných faktorov je v tab. 2.

4. Určenie výslednej vhodnosti alternatív. Vynásobením priemernej funkčnej hodnoty faktora jeho váhou získame tzv. zváženú hodnotu faktora, ktorá je číselným vyjadrením jeho relatívnej vhodnosti v danej alternatíve. Súčet zvážených hodnôt všetkých faktorov ovplyvňujúcich realizáciu posudzovaného objektu predstavuje bodové hodnotenie alternatívy. Najvyššie celkové bodové hodnotenie má práve hľadaná optimálna alternatíva usporiadania objektov PVE.

Veľké množstvo výpočtových operácií v jednotlivých podetapách optimalizácie modelu vyžaduje použitie výpočtovej techniky. Pre objekt PVE Malá Vieska — pravobrežný variant sme použili program, ktorý zostavila Z. Rychlíková z Katedry inžinierskej geológie PFUK pre počítač Wang 2200 B v jazyku BASIC.

Záver. Výsledky sú prehľadne zhrnuté v tab. 3. Bodové hodnotenie naznačuje, že horná nádrž je vhodnejšie situovaná v III. alternatíve a privádzače v II. alternatíve. Po celkovom sčítaní bodov sa obe alternatívy javia približne rovnako vhodné. Prvenstvo s malým bodovým náskokom získala II. alternatíva. Prikláňa sa k nej aj J. Nešvara (1981) v rešeršnom geologickom posudku. Jej uprednostnenie je o to podstatnejšie, že sa vyznačuje vhodnejšími geologickými pomermi v trase privádzačov, ktoré predstavujú najnákladnejší objekt PVE. Navyše, v II. alternatíve je trasa privádzačov o viac než 300 m kratšia, čo značne znižuje náklady na ich razenie a úsporu ocele. Na základe výsledkov odporúčame sústrediť ďalší, podrobnejší prieskum na II. alternatívu projektovej štúdie PVE Malá Vieska — pravobrežný variant.

Determination of factor weights. *Columns mean factor No, number of priorities, rank and weight*

Určenie váhy faktorov

Tab. 2

Faktor	Počet prvenstiev	Poradie	Váha	Faktor	Počet prvenstiev	Poradie	Váha
1	7	1	7/8	9	6	1	7/7
2	3	4	4/8	10	4	3	5/7
3	5	3	5/8	11	3	4	4/7
4	2	5	3/8	12	1	6	2/7
5	6	2	6/8	13	5	2	6/7
6	3	4	4/8	14	2	5	3/7
7	1	6	2/8	15	0	7	1/7
8	0	7	1/8				

Záver

Okrem uvedeného konkrétneho odporúčania pre ďalšie zameranie inžinierskogeologického prieskumu na posudzovanej lokalite dospeli sme k nasledujúcim všeobecne platným poznatkom o vhodnosti použitia metodiky rozhodovacej analýzy pre riešenie úloh podobného charakteru:

Predpokladáme, že použitie rozhodovacej analýzy pre ľubovoľný zložitý objekt alebo sústavu objektov (ako je PVE) je vhodné už v úvodných štádiách orientačného prieskumu. Dosiahnuté výsledky by mali byť vodítkom pre návrh náplne a rozmiestnenia podrobnejších etáp prieskumu.

Nedostatočné informácie o charaktere prírodného prostredia však môžu spôsobiť prehliadnutie alebo nesprávne hodnotenie niektorých faktorov. Vyžaduje to zosúladiť teoretické požiadavky rozhodovacej

Vyhodnotenie rozhodovacej analýzy
Evaluation of decision-making analysis
Columns mean factor number, weight, average and weighted value for 2nd and 3rd alternative. Objects: 1—8 — upper reservoir, 9—15 — penstocks and (below) sum of boths

Tab. 3

Faktor	Váha	II. alternatíva		III. alternatíva	
		Priemerná hodnota	Zvážená hodnota	Priemerná hodnota	Zvážená hodnota
Objekt: Horná nádrž					
1	7/8	8,603	7,527625	8,883	7,772625
2	4/8	10	5,0	10	5,0
3	5/8	5,368	3,355	5	3,125
4	3/8	7,852	2,9445	7,88	2,955
5	6/8	9,575	7,18125	9,514	7,1355
6	4/8	0,1	0,05	0,1	0,05
7	2/8	7,794	1,9485	8,88	2,22
8	1/8	10	1,25	10	1,25
Objekt: Privádzače					
9	7/7	7,846	7,846	8,245	8,245
10	5/7	0,1	0,071428571	0,1	0,071428571
11	4/7	9,238	5,278857143	8,845	5,054285714
12	2/7	3,166	1,476	3,955	1,13
13	6/7	7,846	6,725142856	8,243	7,067142857
14	3/7	2,547	1,09248571	0,612	0,262285714
15	1/7	10	1,428571429	10	1,428571429
Horná nádrž			29,256875		29,508125
Privádzače			23,91848571		23,25871428
Spolu			53,17536071		52,78683928

analýzy s náplňou úvodných etáp prieskumu (v riešenom prípade napr. väčšiu pozornosť venovať hydrogeologickým otázkam).

Z praktického hľadiska treba pri takej zložitej sústave objektov, k akým nesporne patria PVE, celý proces rozhodovacej analýzy rozšíriť o faktory, ktoré spoločne s geologickými rozhodujú o vhodnosti realizácie určitej alternatívy PVE (teda predovšetkým faktory hydroenergetické, ekonomické atď.).

Navrhnutý postup rozhodovacej analýzy možno použiť pri výbere najvhodnejšej alternatívy PVE nielen na jednej lokalite, ale aj pri porovnávaní niekoľkých lokalít v rozličnom horninovom prostredí. Podmienkou je len približne rovnaký stupeň preskúmanosti porovnávaných lokalít. Po úprave možno postup použiť aj pre betónové gravitačné hrádze (nezahrňuje však výber a návrh hodnotenia faktorov ovplyvňujúcich realizáciu povrchových privádzačov). Snažili sme sa vypracovať všeobecne platný postup, ktorý možno aplikovať tiež pri rozhodovaní medzi alternatívami samostatných vodných nádrží, podzemných diel a hydrocentrál a s menšími úpravami aj pri výbere ďalších inžinierskych diel.

Recenzoval I. Šarík

LITERATÚRA

Baroš, D. 1982: Malá Vieska PVE. Inžinierskogeologická štúdia. *Manuskript — IGHP Košice, 46 s.*

ČSN 73 1001. Základová půda pod plošnými základy, platná od 1. 7. 1967. *Praha. Vydavatelství ÚNM. 64 s.*

Jacko, S. 1981: Geologicko-tektonická štúdia PVE Malá Vieska. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava, 51 s.*

Letko, V. 1981: Inžinierskogeologické hodnotenie prostredia pre urbanizáciu mestského charakteru. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 36, s. 25—40.*

Matula, M. — Hrašna, M. 1976: Typologická rajonizácia v inžinierskej geológii. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 29, s. 5—28.*

Matula, M. — Letko, V. 1979: Aspekty životného prostredia v inžinierskej geológii. *Acta Univ. Comen., Form. Protect. Natur., 5, s. 163—173.*

Matula, M. — Vlčko, J. — Rychlíková, Z. 1981: Špeciálne mapy rajonizácie zostavené pomocou počítačov. *Mineralia slov., 13, s. 351—362.*

Mikoláš, J. — Pittermann, L. 1980: Riadenie starostlivosti o životné prostredie. *1. vyd. Bratislava, Alfa, 215 s.*

Nemčok, A. 1956: Kysak — geologický posudok priehradného profilu. *Manuskript — Geofond Bratislava, 12 s.*

Nemčok, A. 1956: Osrblie — geologický posudok priehradného profilu. *Manuskript — Geofond Bratislava, 9 s.*

Nešvara, J. — Bláha, R. — Müller, K. 1977: Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro PVE — Malá Vieska — 2. etapa. *Manuskript — Geofond Bratislava. 147 s.*

Nešvara, J. 1981: Geologické posouzení aktualizovaných studií PVE Hrhov a PVE Malá Vieska. *Manuskript — Geotest Brno. 6 s.*

Nosek, V. et al., 1976: Malá encyklopedie vědeckého řízení I., II. *1. vyd. Praha. Naše vojsko, s. 297.*

Novotný, M. 1981: Vplyv povrchu puklín na šmykovú pevnosť. *[Diplomová práca.] Manuskript — KIG PF UK Bratislava, 109 s.*

Pavlík, J. 1972: Zpráva o tektonickém průzkumu horninového masivu pro PVE Hrhov. *Manuskript — Geotest Brno, 9 s.*

Provazník, J. 1981: PVE Malá Vieska. *[Technická správa.] Manuskript — Hydroprojekt Praha, závod Brno, 46 s.*

Repková, R. 1983: Hodnotenie inžinierskogeologických podmienok výstavby PVE. *[Diplomová práca.] Manuskript — KIG PFUK Bratislava, 110 s.*

Šmíd, L. et al. 1962: Vodné dielo Ružín. Injekčný prieskum v skalnom podloží hrádze. *Manuskript — Geofond Bratislava, 73 s.*

Štoff, V. A. 1966: Modelirovanije i filosofija. *1. vyd. Moskva — Leningrad. Nauka. 322 s.*

Tavoda, O. 1976: Hydrogeologický prie-

skum v zakladaní stavieb. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 31, s. 29—53.*
Vlčko, J. 1980: Využitie kvantitatívnych metód pri inžinierskogeologickom hodnotení prostredia. *Mineralia slov., 12, s. 43—52.*
Vlčko, J. 1981: Optimalizačná analýza v inžinierskogeologickom hodnotení pohronského metropolitného regiónu. *[Kandidátska dizertačná práca.] Manuskript — KIG PFUK Bratislava, 155 s.*
Wagner, P. — Matula, M. — Ondrášik, R. — Holzer, R. — Gajdoš, V. 1983: Inžinierskogeologické hodnotenie podmienok výstavby prečerpávacích vodných elektrární. *[Čiastková správa.] Manuskript — KIG PFUK Bratislava, 168 s.*
Záruba, Q. — Mencl, V. 1974: Inženýrská geologia. *3. vyd. Praha. Academia, 511 s.*
Zavřelová, D. 1981: Správa o geofyzikálním měření na lokalite Malá Vieska-PVE — pravobrežný variant. *Manuskript — Geofyzika Brno, 18 s.*

Decision-making analysis in selection of optimum alternative for spatial arrangement of objects in the Malá Vieska pumped storage power plant

RENÁTA ADAMCOVÁ — PETER WAGNER

The construction of pumped storage power plants is part of a long-term project of power supply solutions in Czechoslovakia. In the selection of suitable sites for the construction of such power plants, attention was concentrated also to the Malá Vieska locality in Eastern Slovakia where the Hornád river right riverside alternative solution has been assumed. The solution appeared not merely suitable from hydro-energetical point of view but its construction might be realized in relatively simple geological enverонment (crystalline basement with continental Permian to Mesozoic quartzite cover).

Three alternatives of a pumped storage power plant construction have originally been designed. The first alternative has however been rejected for several reasons (highest construction costs and strong tectonic disturbance at the dam foundation site) and hence the renewed design concentrated to further two alternatives in which the site of surficial power plant and the penstocks have been modified. This novelized composition of the power plant system is in fig. 3. The 3rd alternative reveals more advantageous technical parametres for the pumped storage plant than the 2nd one (greater hydraulic gradient) but it is more expensive (due to requested longer penstocks). From merely technical point of view both solutions are equivalent and the decision for final solution is to be set out from engineering geological evaluation of the area. Assuming these engineering geological aspects, the method of decision-making analysis was chosen for comparison of both solutions.

In the stage of modelling, all information available on investigated area was concentrated into analytical maps using graphic presentation of main elements in the natural environment (namely a basic geological map in 1 : 10,000 scale; Jacko, 1981, fig. 1 and evaluation of geophysical data; Zavřelová, 1981, fig. 2). The set of necessary analytical maps (fig. 3) and the special map of engineering geological zoning (fig. 4) fulfilled the requirements. A review of areas and subareas indicating criterions of their delimitation is in tab. 1.

In the stage of modelling the initial analytical maps have been transformed from graphical into a digitalized form allowing computerized operations of decision-making analysis.

The main point of this decision technique relies in fact is the optimalization of the preliminary model where the most important step is the selection and evaluation of decisive factors which substantially influence the pumped storage power plant from engineering geological aspect. Their sequence of importance was realized by coupled com-

parison of relative meanings of selected factors using the method of so called couple triangles (fig. 5). The rank and weight (meant as inverted rank divided by the number of factors) of selected factors are in tab. 2. The sum of weighted values of all factors conditioning the pumped storage power plant construction from engineering geological point of view represents the sum of scores for the alternative solution. The highest sum of scores represents the requested optimum alternative of spatial arrangement for objects of the pumped storage power plant.

Results of decision-making analysis (tab. 3) led to the experience that, in the case of right riverside variant of the Malá Vieska power plant, the upper storage reservoir is better localized for the 3rd alternative whereas penstocks are best selected in the 2nd one. The final summary of scores revealed that the 2nd alternative achieves certain advantage hence this solution will be best preferred during further explorations.

Beside this evident result, the paper emphasizes advantages of the presented method namely in pioneering stages of investigations which however should be oriented to fulfillment also of theoretical requirements of decision-making analysis.

Preložil I. Varga

RECENZIA

Peter Sonnenfeld: **Brines and Evaporites.** Academic Press Inc. Orlando — San Diego — New York — London — Toronto — Montreal — Sydney — Tokyo. 1984. 613 p.

Kniha o slaných vodách a evaporitoch reprezentuje najnovšie zovšeobecnenie poznatkov o geologických procesoch a surovinách, dôležitých v ekonomike mnohých krajín. Sú vyvinuté na všetkých kontinentoch, v polárnych zónach, v jazernom prostredí, v podzemných vodách a v subtropických moriach.

Na formovanie slaných vôd vplývali najmä klimatické faktory, t. j. striedanie suchých a horúcich období s obdobiami normálnymi alebo subtropickými až tropickými.

Vznik slaných vôd a bazénov značne ovplyvňovala obmedzená možnosť miešania vôd s oceánom (podľa teórie Ochseniusa — Krulla). Rýchlosť prúdenia vôd je v takýchto bazénoch obmedzená, a to podmienilo aj vznik vysokej salanity. Obsah minerálnych látok je často zvýšený, fyzikálne vlastnosti vody sú odlišné od normálnej morskej vody a od sladkej vody, hlavne hustotou, Eh, pH a pod. V slanej vode sú značne odlišné biologické pomery (nedostatok živých organizmov, resp. len obmedzený počet špecifických druhov fosílií organizmov). Okrem toho je tu veľmi vysoká radiácia a absorpcia tepla je oveľa vyššia ako v obyčajných morských vodách alebo v sladkých vodách. Teplota vplyva na rozpúšťanie, zrážanie a kryštalizáciu. Pritom najdôležitejšiu úlohu mala koncentrácia solí, t. j. salinita vôd.

Zrážanie minerálnych látok zo slanej vody má isté pravidelnosti, ale aj osobitosti. Za počiatočný stav vzniku slaných sedimentov a minerálov sa považuje tzv. eutektický bod, t. j. stav, keď stupeň nasýtenia vôd solami je taký, že začnú kryštalizovať. Poradie zrážania môže byť rozličné. Závisí od rýchlosti odparovania vody, od prebytkov alebo nedostatku draslíka, sulfátov, chloridov, dusičnanov a pod. Príznačné je, že zrážanie minerálov solí vo všetkých útvaroch fanerozoika bolo rovnaké. Svedčí to o stabilných klimatických podmienkach a rovnakých biologických vplyvoch. V starších (prekambrických) útvaroch sa bazény postupne obohacovali soľami a slanými minerálmi.

Pre jednotlivé typy evaporitovej sedimentácie sa uvádzajú podrobnejšie opisy. V polárnych oblastiach vznikajú evapority zo sulfátových podmorských prameňov (Grónsko, Antarktída). Zdrojom solí je sneh a ľad, ktoré sú pôvodne rozpustené v morskej vode. Odtiaľ sa v procese vysladzovania soli vyluhovali a ľadovcovými vodami odnášali do mora. Smerom do mora sa obsah chloridov v snehu a ľade postupne zmenšuje, ale zvyšuje sa v nich podiel sulfátov a dusičnanov. Dôležitými katiónmi sú Fe a Mg, ktoré z pevniny donáša ľadovcová voda podzemného typu.

V kontinentálnych podmienkach majú subtropické jazerá soli len vtedy, ak ide o uzavreté bazény bezodtokového typu (Aralské more, Kaspické more, Kalifornia a i.). V takýchto bazénoch je veľmi dôležitá dažďová voda, ktorá pôsobí ako rozpúšťadlo soli. Podmienkou je, aby ročné množstvo zrážok bolo pod 500 mm a aby boli vysoké teploty. Vzťah medzi množstvom evaporitov a teplotami je 1 : 2.

Typy solí bývajú rozličné, závisí to od lokálnych podmienok. Bežne je dole kalcit (vápenec), nad ním sulfáty a hore halit. Iný typ je s halitom v centre, nad ním je glauberit, vyššie sadrovec, ale okraje bazénu tvoria alkalické karbonáty (Kalifornia). V zálive

Kara-Bogaz-Gol pri Kaspickom mori je zonálnosť evaporitov taká, že blízko prítoku vôd z Kaspického mora sa vyvinuli hlavne karbonáty, smerom do vnútra zátoky nasledujú zóny s glauberitom, potom zóny so sadrovcom a najďalej k východu sú uložené sedimenty halitu.

Podzemný typ evaporitov je častý v semiaridných oblastiach. Podzemná voda najprv rozpúšťala soľ v horninách, prenášala ju nadol a na strany, pričom sa na vhodných miestach vyzrážala. Dôležitá je výška hladiny spodnej vody a jej kolísanie nahor alebo nadol. Voda sa pritom nedostane až k povrchu. Takéto kolísanie podzemnej vody zapríčinilo vznik „skalných ruží" zo sadrovca, kalcitu a halitu. Evaporácia sa deje pórami okolných pieskov. Hĺbky takýchto útvarov sú malé (Tunis, Alžír, Salt Lake City a pod.).

Ak je efekt evaporácie malý a hĺbka slaných sedimentov väčšia, vznikajú celé horizonty slaných brekcií (perm v USA — Kansas, devón v Kanade, kambrické soli na Sibíri (porečie Angary), perm vo Švajčiarsku a i.).

Shebky (šoty, garaa) sú slané jazerá v semiaridných a aridných oblastiach subtropických alebo tropických podnebných pásiem. Sú typické občasným zaplavovaním morskou vodou. Morská voda sa mieša s podzemnou alebo dážďovou vodou. Vzniká tu prevažne sadrovec, málo je halitu, zriedkavý je magnezit a draselná soľ. V karbonátových obzoroch sú časté oolity, čeriny, pukliny po vysýchaní a pod.

Poznáme kontinentálny a paralický typ shebky. Pri kontinentálnom má rozhodujúcu úlohu dážďová a podzemná voda. Vznikajú hlavne slané brekcie. Paralické shebky sú v blízkosti mora, ktoré ich zaplavuje. Suché podnebie a efekt evaporácie v suchej sezóne podmieni tvorbu solí. Účasť artézskych vôd je v tejto etape značná (Perzský záliv, Kalifornia a pod.). Ich hĺbka je len 1—1,5 m od povrchu. Najčastejšími minerálmi sú magnezit, dolomit, sadrovec. Evaporácia kapilárneho typu je prevládajúca a primárne tu vzniká anhydrit.

V takýchto sériách je veľa detritického materiálu, pritom mocnosť solí a lavíc striedajúcich sa hornín je malá. V sériách má prevahu vápenec a dolomit, teda chemogenné horniny. Sádrovec je v takýchto sériách výnimočný. Ak je prítomný, tak iba vo forme konkrécií, a to spolu s aragonitom, dolomitom, celestínom.

Morské evaporitové sedimenty vznikajú v teplých moriach na úkor planktónu. Je tu tiež prevaha vápencov a Mg karbonátov (dolomitu). Rozpustnosť týchto hornín v sladkej vode je malá a zväčšuje sa vtedy, ak sa vo vode zvyšuje obsah halitu.

Ako prvý z karbonátov sa zráža vápenec, potom nasleduje sadrovec (ak sú vo vode vyššie obsahy sulfátov). Obsah Ca sa znižuje vplyvom organizmov, baktérií, vplyvom vyšších teplôt, zmenami E_h a pH. V sériách sa vo vyšších polohách usadzuje aj dolomit. Najviac rozšírenými minerálmi sú aragonit, dolomit, kalcit, magnezit. Zriedkavejšie sú stroncianit, witherit, celestín, baryt. Zo sulfátov je hojnejší sadrovec. Tvorí sa iba vtedy, keď je efekt odparovania v rozmedziach 30—60 °C a keď je nízky obsah Ca vo vode (najprv sa vyzráža kalcit a dolomit). Koncentrácia roztokov v miestach zrážania je 4,5 krát vyššia ako pri normálnej morskej vode. Znamená to, že 80 % vody sa odparí, čím salinita stúpne na 111 ppt, pH je okolo 7—8. Nedostatok kyslíka podporuje tvorbu síry (sadrovca), čo znamená, že morský typ sadrovca je útvarom hlbšieho mora a redukčného prostredia.

Pri vzniku sulfidov v mori boli ešte redukčnejšie podmienky. Fyzikálno-chemické prostredie vytváralo teploty nad 35 °C, pH 7,5—8,5, Eh od —280 do —500 a predpokladá sa aj určitý obsah aminokyselín. Z chloridov sú v morskej vode časté sedimenty: karnalit, sylvín, bischofit a tachyhydrit. Niektoré z nich majú priestorovo zonálne usporiadanie.

Evaporitové sedimenty (horniny) a minerály obsahujú heteromorfné prímesi, najmä Rb, Cs, Th, Li, B, Mn, Fe, P, I, F. Viaceré z nich tvoria samostatné minerály alebo heteromorfné prímesi s neznámou minerálnou formou.

V evaporitových sériách je pomerne veľa klastík (piesok, siltovec, silicit, silikáty, íly). Z ílovitých minerálov je najčastejší montmorillonit, attapulgit, palygorskit, sepiolit, mastenec, antigorit, vermikulit, corrensit, chlorit, halloyzit, koenenit.

Minerály kovov, i keď sú v evaporitoch len v nepatrných množstvách, zrážajú sa v tomto poradí: pyrit — ankerit — sfalerit — galenit — chalkopyrit.

Evaporitové série obsahujú tmavé bituminózne bridlice, zemný plyn a naftu (Kaspické more, Sicília, fácia zechsteinu v Nemecku).

O diagenetických a epigenetických premenách evaporitových sérií je možné uviesť veľa detailov, lebo jednotlivé štádiá a postupnosť premien sa neodzrkadľuje v jednotlivých typoch minerálov tak, ako pri sérii kryštalinika.

Pre premeny hornín evaporitových sérií je dôležitá pórovitosť, ktorej hodnoty sú až 35 % objemu (ale halit má pórovitosť iba 5 % a anhydrit 15 %). Hodnota pórovitosti sa značne mení s hĺbkou uloženia sedimentu (halit). Táto hodnota je rozhodujúca pre per-

pokračovanie na s. 562

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 551—562*

Hydrogeológia sedimentov vrchného panónu pri Malackách

DUŠAN JALČ, ZDENA BAČOVÁ

IGHP, n. p., závod Bratislava, Geologická 18, 825 64 Bratislava

(3 obr. a 4 tab. v texte)

Doručené 19. 7. 1984

Артезские подземные воды в осадках верхнего панона Загорской низменности при Малацках

В осадках верхнего панона Загорской низменности при Малацках находятся особые колекторские полосы артезской подземной воды до 150 метровой глубины. Природный режим подземных вод формируют просакивающие воды с прилегающей территории к лабско-лакшарского элевационного пояса а также выступающие подземные воды из почвенных панонских и сарматских осадков вдоль тектоничекой линии и междуверственное просачивание. Результативный химический тип воды является $CaHCO_3$ с повышенным содержанием составной части $NaHCO_3$ и сопровождающим газом ряда метана. Гидрогеологические условия месторождения были изображены на пространственной математической модели и подсчитаны балансовые запасы подземных вод в количестве 80 литров в секунду.

Hydrogeology of Upper Pannonian sediments near Malacky (SW Slovakia)

Upper Pannonian sediments of the Záhorská nížina lowland near Malacky contain important collector layers of artesian groundwater down to 150 m depths. Natural regime of groundwater is influenced by water passage from neighbour area along the Láb — Lakšánska Nová Ves elevation or by ascending groundwater from underlying Pannonian to Sarmatian sediments along tectonic surfaces or by interlayer passage. The resulting groundwater is a $CaHCO_3$ type with proportionally higher $NaHCO_3$ content and accompanying gas of methane series. Hydrogeological conditions of the locality are presented by a mathematic space model. Caltulated groundwater reserves amount 80 $l.s^{-1}$.

Dynamický rozvoj mesta Malaciek a jeho priemyslu v ostatnom čase nastolil naliehavú požiadavku kryť zvýšenú potrebu pitnej a úžitkovej vody. Doterajšia hydrogeologická prieskumná činnosť v širšom okolí mesta sa sústredila najmä na problematiku výskytu a režimu podzemných vôd sedimentov kvartéru. Súviselo to s hydrogeologickým preskúmaním územia a prítomnosťou významných nádrží kvartérnych podzemných vôd v priestore zohorskej depresie a tiež s nedostatočnými informáciami o hydrogeologických pomeroch najvrchnejších častí neogénu, známych len z údajov hydrogeologických vrtov účelového charakteru. Súčasný trend pri odhaľovaní vodohospodárskych možností jednotlivých území orientoval naše prieskumné práce na overenie hydrogeologických pomerov stropných častí vrchného panónu JJZ od Malaciek (Arva et al., 1982).

Hydrologické pomery

Záujmové územie prináleží dolnému povodiu Moravy. Preteká cez neho Balážov potok a po okraji ho lemuje riečka Malina a Tančibocký potok. Potočno-riečna sieť sa zakladá na predispozíciách približne V—Z priečnych zlomových porúch, ktorých smer tieto toky zhruba kopírujú. Súčasný režim povrchových tokov ovplyvňujú regulačné zásahy. Prietočné množstvá sa využívajú k napájaniu rybníkov, situovaných Z a V od záujmového územia, časť vody Maliny spotrebujú závody ZTS a Kablo Malacky.

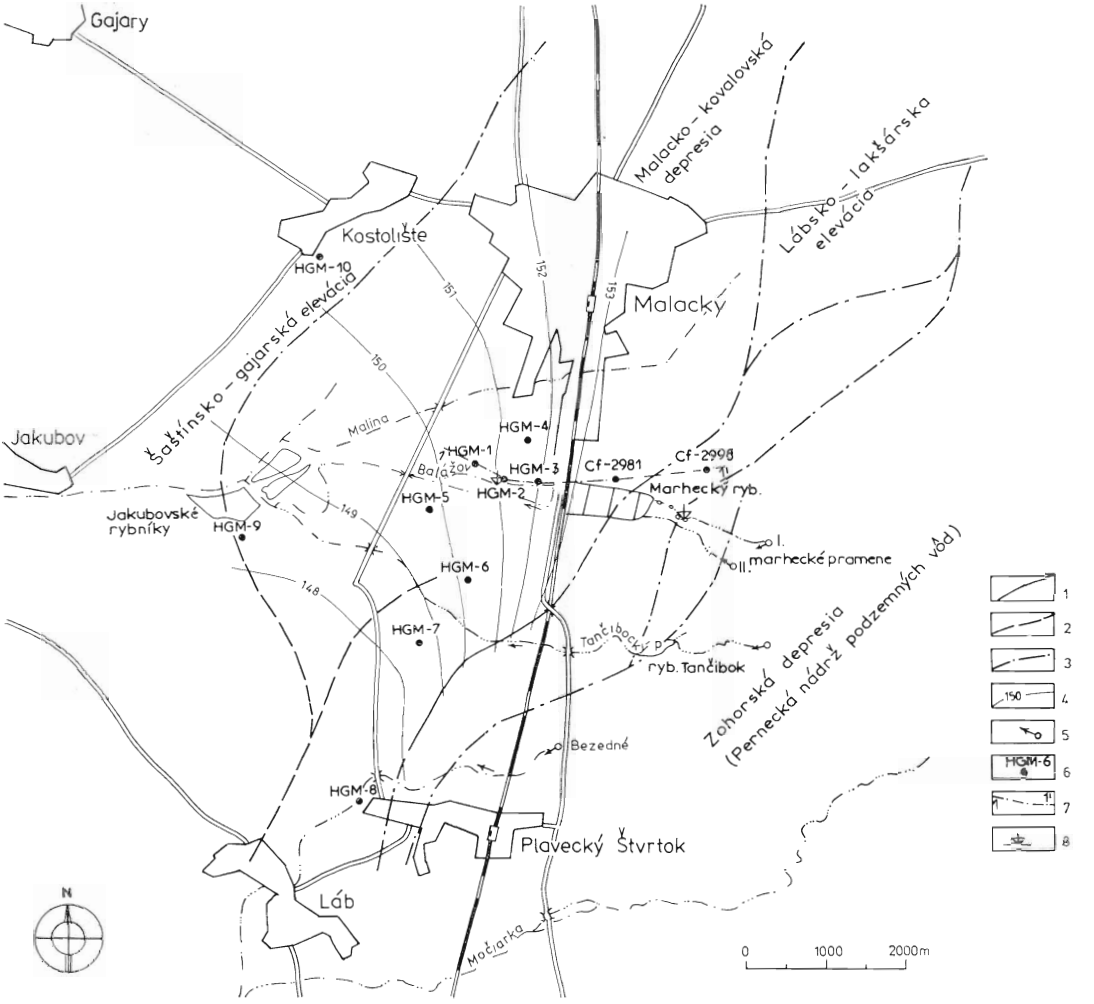
Vysoko vyzdvihnuté terciérne sedimenty a tenké polohy hornín kvartéru v značnej miere podmieňujú prírodný režim povrchových a podzemných kvartérnych vôd. Riečna sieť má erózny charakter a zarezáva sa až do vrchnopanónskych sedimentov. Nízka retenčná schopnosť tenkých komplexov hornín sedimentov kvartéru, vzájomný súvis kvartérnych podzemných vôd a povrchových tokov spôsoboval pri zvýšených prietočných množstvách v povrchových tokoch takmer trvalé podmáčanie a zaplavovanie priľahlých plôch. Tento nepriaznivý stav sa zreguloval sieťou otvorených odvodňovacích kanálov a melioračných drénov, takže hladina podzemnej vody kvartéru sa udržuje asi 1 m pod terénom. Tým sa sprístupnila značná časť územia pre poľnohospodársku činnosť. Režim povrchových tokov možno charakterizovať dlhodobým odvádzaním podzemných vôd kvartéru a v období jarných a letných mesiacov krátkodobým doplňaním.

Geologické pomery

Širšia oblasť záujmového územia je súčasťou Záhorskej nížiny, ktorá predstavuje okrajovú časť viedenskej panvy. Hlavné zlomové línie karpatského smeru ju rozčlenili na bloky, ktorých samostatný geologicko-tektonický vývoj podmienil vznik elevačných a depresných pásiem SV—JZ smeru. Priečne zlomy, prebiehajúce približne v kolmom smere na hlavný zlomový systém, sa vyskytujú sporadickejšie. Podľa členenia Záhorskej nížiny na tektonické celky (Buday, 1962), záujmové územie je súčasťou južnej časti malacko-koválovskej depresie.

Na V a JV od malacko-koválovskej depresie sa nachádza významná podhorská depresia, označovaná ako zohorská. Obe depresie oddeľuje úzky pruh lábsko-lakšárskej elevácie systému lábsko-plaveckých zlomov. Ohraničenie malacko-koválovskej depresie na Z a JZ prebieha pozdĺž systému jakubovsko-šaštínskych zlomov, ktoré ju oddeľujú od šaštínsko-gajarskej elevácie (obr. 1).

Na vývoji uvedených tektonických cel-



Obr. 1. Prehľadná tektonická stavba územia s vyznačením hydrogeologických údajov. Podľa V. Baňackého a A. Sabola (1973), zostavil D. Jalč (1982). 1 — zistené zlomy, 2 — predpokladané zlomy, 3 — zlomy zakryté kvartérnymi sedimentmi, 4 — hydroizopiezy, 5 — pramene, 6 — hydrogeologické vrty, 7 — línia rezu, 8 — vzorkovacie miesta

Fig. 1. Generalized tectonic sketch of the area with hydrogeological data indicated. According to V. Baňacký and A. Sabol (1973), compiled by D. Jalč (1982). 1 — fault proved, 2 — fault presumed, 3 — fault covered by Quarternary sediment, 4 — hydroisopieze, 5 — spring, 6 — hydrogeological drilling site 7 — profile line, 8 — sample site

kov sa uplatnila zlomová tektonika karpatského smeru, jej odrazom bol i rozdielny faciálno-litologický vývoj neogénnych a kvartérnych sedimentov. Samostatný vývoj možno u nich pozorovať až do pontu, kedy sa šaštínsko-gajarská a

lábsko-lakšárska elevácia a malacko-koválovská depresia spojili do jednej elevačnej oblasti, s charakteristickým vysokopoloženým terciérnym stropom a malými hrúbkami kvartérnych sedimentov (Kullman, 1980).

Vývoj zohorskej depresie prebiehal odlišne a počas kvartéru si zachoval prevažne poklesový charakter.

Sedimenty neogénu v širšej oblasti, ktoré vystupujú bezprostredne pod kvartérom, sú v oblasti malacko-koválovskej depresie, lábsko-lakšárskej a šaštínsko-gajarskej elevácie tvorené sedimentmi panónu (najmä vrchného panónu). Sú to prevažne vápnité íly, íly s vložkami uhoľných ílov a vložky a polohy pieskov, piesčitých štrkov a štrkov.

V podloží kvartéru zohorskej depresie sú prevažne sedimenty pontu obdobnej litologickej charakteristiky, ako sme už uviedli pri sedimentoch vrchného panónu.

Elevačná oblasť v širšom okolí záujmového územia vznikla v ponte vyzdvihnutím neogénnych sedimentov, takže sa nevytvorili priaznivé podmienky pre rozsiahlejšiu akumuláciu sedimentov kvartéru. Podľa E. Kullmana (1980) predstavujú erózne zvyšky najväčšie rozlohy kvartérnych sedimentov terasových stupňov Moravy (do 5 m), potom viate piesky a deluviálne sedimenty s celkovou hrúbkou do 2 m.

V priestore záujmovej lokality sa vrtnými prácami zistili na pomerne krátkej vzdialenosti i väčšie rozdiely v mocnosti kvartérnych sedimentov. Tieto nerovnosti v reliéfe podložia kvartéru pripisujeme lokálnej zlomovej tektonike, činnej pravdepodobne od pontu až po súčasnosť a výskytu fosílnych korýt starej riečnej siete.

Kvartérne sedimenty v zohorskej depresii opíšeme v rozsahu perneckej nádrže podzemnej vody, čo postačuje z hľadiska komplexného hodnotenia hydrogeologických pomerov záujmového územia.

Vývoj kvartérnych sedimentov, a najmä ich celkovú hrúbku, ovplyvnila kvartérna poklesová tektonika, ktorá podmienila tvorbu náplavových kužeľov proluviálneho charakteru, zložených z klastického materiálu. Ich mocnosť tu dosahuje až 60 m. Vyskytujú sa v JV časti, na Z a SZ sú to viate piesky s hrúbkou 60 až 80 m (Kullman, 1980).

Hydrogeologické pomery

Panvový vývoj Záhorskej nížiny a jej tektonické rozčlenenie na samostatné tektonické celky elevačného a depresného charakteru, boli rozhodujúcimi činiteľmi pri tvorbe hydrogeologických pomerov prostredia. V dôsledku samostatného geologicko-tektonického vývoja jednotlivých celkov sa podľa E. Kullmana (1980) dostali na rovnakú úroveň litologicky a hydrogeologicky rozdielne sedimenty neogénu a kvartéru. Vytvorili sa tým veľmi priaznivé pomery pre možnosť doplňania artézskych kolektorov podzemnej vody, najmä z prostredia kvartérnych sedimentov. Tak vznikli zložité hydrogeologické pomery s výskytom rôznych druhov podzemných vôd. Objasnenie ich režimu v daných hraničných podmienkach určuje i možnosti ich vodohospodárskeho využitia.

Súvislý pokryv územia tvoria sedimenty kvartéru. Vcelku sa vyznačujú malými mocnosťami (do 2 m), lokálne sa však vyskytujú i väčšie rozdiely, ktoré boli najvýraznejšie pri SV a V okraji Malaciek, s hrúbkou až 30 m (Fatulová, 1982). V sedimentoch kvartéru prúdi podzemná voda s voľnou hladinou približne v smere súčasných tokov, s ktorými je v hydraulickom súvise.

V sedimentoch vrchného panónu, na ktoré sa zamerali prieskumné práce s dosahovou hĺbkou 200 m, sa zistili artézske

Hĺbkové rozmiestnenie kolektorských polôh

Tab. 1

Vrt	Hĺbkový interval (m)	Hĺbka vrtu (m)	Vrt	Hĺbkový interval (m)	Hĺbka vrtu (m)
HGM 1	38— 50		HGM 6	43— 49	
	56— 70			60— 71	
	135—142			80— 88	
	150—155	195		116—127	172
			HGM 7	160—166	
HGM 2	48— 61			55— 67	
	70— 80			77— 85	
	90—100	154		100—116	
				129—156	178
HGM 3	17— 25		HGM 8	37— 49	
	47— 51			64— 73	
	67— 79			80—100	
	100—107			118—133	136
	136—142	150			
HGM 4	36— 40		HGM 9	10— 16	
	53— 67			22— 28	
	88—100	133		37— 58	
				67— 79	
				124—129	140
HGM 5	25— 54		HGM 10	19— 25	
	57— 70			28— 40	
	80—122	140		43— 61	
				103—109	143

kolektory podzemnej vody uzavreté v komplexe vápnitých ílov a ílov. Kolektorské polohy tvoria jemno a strednozrnné piesky, miestami s vysokým podielom prachovitej frakcie, prípadne drobného štrku. Ich hĺbkový výskyt v záujmovom priestore podľa jednotlivých vrtov udáva tab. 1.

Do hĺbkových úrovní artézskych kolektorov podzemnej vody sa umiestnili otvorené úseky čerpacích vrtov HGM-1—10 a v ich okolí vybudovali systém viacúrovňových pozorovacích piezometrických vrtov. Na nich sa sledovali tlakové zmeny a hydrochemický charakter vôd jednotlivých zvodnených kolektorských vrstiev (podzemnej vody) za čas, a to v prírodnom i ovplyvnenom režime.

Výtlačná výška artézskych kolektorov sa pohybuje cca 7 až 8 m pod terénom. Skrytý prítok podzemnej vody do kolektorov možno identifikovať v úseku JV od vrtu HGM 7 po rybníky JJV od Malaciek. Uprostred územia smer prúdenia ovplyvňuje veľmi mierny úklon hlavných kolektorských zvodnených polôh na JZ. Šaštínske zlomy medzi Jakubovskými rybníkmi a Kostolišťom sa javia ako málo priepustné, resp. v tomto styčnom území je odtok podzemnej vody do priestoru šaštínsko-gajarskej elevácie zanedbateľný.

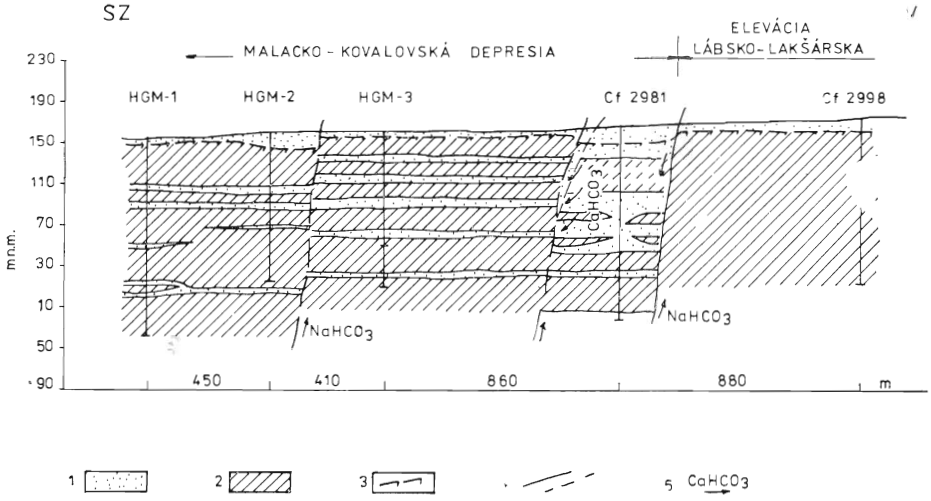
Vysoko vyzdvihnuté neogénne podložie v priestore lábsko-lakšárskeho elevačného pruhu vytvára bariéru perneckej nádrži podzemných vôd. Z nej odtekajú prírodné dynamické zdroje, a to najmä v pra-

mennej skupine marhecké pramene — Tančibocký potok — Bezedné. Časť kvartérnych podzemných vôd odvádzajú povrchové toky, prerezávajúce bariéru elevačného pruhu (Kullman, 1980).

Priľahlá časť záujmového územia v styčnom úseku s lábsko-lakšárskou elevaciou má priaznivé litologické zloženie z hľadiska priepustnosti, umožňujúce infiltráciu podzemnej vody do hlbších kolektorských polôh. Priepustnosť zvýrazňuje rozsiahly systém zlomových porúch priepustného a polopriepustného charakteru, vylepšujúcich infiltračné komunikácie pre vnikanie vody z povrchu územia a plytkých kolektorov (obr. 2).

Podľa interpretácie čerpacích skúšok stotožňujeme ohraničenie kolektorov artézskej podzemnej vody s priepustným až polopriepustným charakterom lábsko-plaveckých zlomov, odkiaľ skryto priteká podzemná voda. V priebehu čerpacích skúšok sa uplatnil prejav medzivrstvového pretekania. Rozborom podielu hĺbkovej prietočnej aktivity jednotlivých zvodnených kolektorov podzemnej vody na celkovom prietočnom množstve sa preukázalo, že podstatná časť prietoku je v etáži od 30 do 100 m, pričom prietočné množstvo s hĺbkou sa znižuje. Pod 130 m bol prietok zanedbateľný a počas čerpacích skúšok nepredstavoval ani 5 % z celkového čerpaného množstva.

Zhodnotenie dvojročného režimového pozorovania, prerušeného poloprevádzkovou spoločnou čerpacou skúškou na vrtoch HGM 1 až 7 preukázalo, že podzemné vody kvartérnych a vrchnopanónskych sedimentov v priestore situovania týchto vrtov vytvárajú dve samostatné kolektorské polohy s osobitným režimom podzemnej vody. Priebeh výtlačnej výšky



Obr. 2. Schematický rez 1 — 1' rozmiestnenia kolektorských a izolátorských polôh podzemnej vody z obr. 1. Zostavil D. Jalč (1982). 1 — kolektorské polohy, 2 — izolátorské polohy, 3 — reliéf stropu neogénneho súvrstvia, 4 — zistené a predpokladané zlomy, 5 — prítok podzemnej vody typu $CaHCO_3^-$ a $NaHCO_3^-$

Fig. 2. Schematic profile 1 — 1' displaying the distribution of collector and isolant layers of groundwater from fig. 1. Compiled by D. Jalč (1982). 1 — collector layer, 2 — isolant layer, 3 — surface of the Neogene sequence top, 4 — fault proved and presumed, 5 — groundwater inflow of $CaHCO_3^-$ and $NaHCO_3^-$ type

jednotlivých artézskych kolektorov podzemnej vody bol za pozorovaný čas 2 až 3 m pod minimálnou úrovňou hladiny podzemnej vody v kvartéri.

Hydrochemická charakteristika

Z hľadiska chemického zloženia predstavuje artézska podzemná voda vrchného panónu vcelku kalciovo-bikarbonátový typ vody so zvýšeným podielom $NaHCO_3^-$. Stredne vysoká mineralizácia podzemnej vody sa pohybuje v rozmedzí 290 až 550 mg . l^{-1} pri teplote 12 °C.

Objasnenie genézy chemického zloženia podzemnej vody vrchného panónu vyžaduje posúdiť vzťah k chemizmu podzemnej vody kvartéru perneckej nádrže. V jej okolí sa predpokladá prítok vody a základné chemické zloženie vôd vrchného panónu je obdobné ako v nádrži.

Charakter podzemnej a povrchovej vody na bariérovej línii perneckej nádrže, z ktorej odteká podstatná časť podzemnej vody, je výrazne kalciovo-bikarbonátový so zvýšeným obsahom síranov (20 až 60 mg . l^{-1}), s celkovou mineralizáciou v priľahlej časti od 110 do 270 mg . l^{-1}. Vzrast mineralizácie podmieňujú najmä ióny Ca^{+2}, HCO_3^{-2}, SO_4^{-2} (tab. 3).

Podzemná voda sedimentov vrchného panónu má takmer identické základné chemické zloženie ako podzemná voda perneckej nádrže, ale s variabilne zvýšeným podielom nátriovo-bikarbonátovej zložky, typickej pre charakteristické vody panónu. Obsah síranov SO_4^{-2} je do 20 mg . l^{-1}.

Chemizmus vody z Balážovho potoka

Tab. 2

Odberné miesta	pH	mg . l^{-1}						
		Miner.	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cl^-	SO_4^{-2}	HCO_3^-
1	7,6	289,2	8,5	48,1	9,48	9,32	20,16	179,9
2	7,85	328,3	12,75	50,1	12,16	7,27	24,69	201,3

Chemizmus vody z bariérových prameňov perneckej nádrže

Tab. 3

Označenie prameňa		pH	Miner.	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cl^-	SO_4^{-2}	HCO_3^-
				mg . l^{-1}					
marhecké	I	6,9	119,75	3,4	22,0	4,0	3,0	23,65	70,0
pramene	II	7,3	281,34	9,6	46,89	9,0	9,01	28,81	164,75
	III	7,65	248,14	12,3	46,45	9,0	14,1	54,32	122,04
Kozánek	I	7,3	252,23	6,0	44,09	8,27	5,25	45,26	128,14
Kozánek	II	7,6	247,64	7,9	43,29	6,81	10,14	48,56	109,83
Tančibocký potok		7,4	252,33	7,8	43,29	7,78	5,89	41,97	128,14
Bezedné		7,0	198,1	5,8	30,45	6,55	2,8	39,90	101,70
Rybníček		6,7	269,4	3,2	71,40	6,9	2,3	61,20	129,40
Močiarka		7,4	368,78	6,6	78,59	8,76	6,81	48,56	207,46

Podľa obr. 1 voda prúdi od perneckej nádrže na Z až JZ. Medziľahlý pruh lábsko-lakšárskej elevácie oddeľuje oba stratigrafické celky. Tento pruh prerezáva Balážov potok, vytekajúci z marheckých prameňov. Na trase toku sa jeho typický kvartérna voda obohacuje o nátriovo-bikarbonátovú zložku, pričom odberné miesta približne ohraničujú priestor lábsko-lakšárskej elevácie. Podľa toho predpokladáme, že v oblasti lábsko-plaveckých zlomov sa prostredníctvom nich podzemné vody vrchného panónu môžu dostať až k povrchu a ovplyvniť chemické zloženie povrchových vôd (tab. 2). Zároveň to naznačuje, že charakter zlomov a časť litologického prostredia možno označiť za priepustnejší pre pohyb vody.

Podzemná voda vrchného panónu v priestore hydrogeologických vrtov HGM 1 až 4 a 8 má základné zloženie ako voda v perneckej nádrži, s mierne zvýšenou mineralizáciou, čo je výsledkom styku podzemnej vody s vlastným horninovým prostredím. Tento jav možno sledovať do hĺbky 90 až 105 m. Od tejto úrovne nadol sa veľmi výrazne zvyšuje celková mineralizácia, a to o zložku $NaHCO_3$, pričom Na^+ vzrastá až o 45 $mg.l^{-1}$. S hĺbkou sa uvedené zmeny zvýrazňujú posunom celkového typu podzemnej vody až na výrazný typ $NaHCO_3$. V priestore vrtov HGM 5, 6, 7 je hranica týchto dvoch rozdielnych genetických typov vody už od hĺbkovej úrovne 50—60 m. Predpokladáme, že vplyv $NaHCO_3$ je odrazom vystupujúcich podzemných vôd z hlbších kolektorov stredného až spodného panónu po zlomových líniách s dominantným výskytom v okolí vrtu HGM 7 (tab. 4).

Určovanie procesov genetickej zonálnosti s klasifikáciou vyhradených typov podzemnej vody podľa definície molárnej fácie (Pačes — Jetel, 1979) poukazuje na to, že podzemná voda perneckej nádrže je meteorická s výraznou exogénno-oxidačnou zložkou fácie Ca—S. V priestore vrtov HGM 1—8 prechádza do fácie C—Ca po hĺbku 60—90 m a zodpovedá chemicky otvorenej štruktúre. Okrem hydrolytických procesov, zvyšujúcich podiel Ca a C pri vzniku druhotných ílovitých minerálov, dochádza i k úbytku síry na rozhraní dvoch stratigrafických členov. V kolektoroch nastáva v dôsledku ich priepustnosti určité zdržiavanie vody, čím sa prehlbuje podiel fácie C—Ca, ktorú možno tiež označiť za orogénnohydrolytickú, vznikajúcu v podmienkach atmosferického kyslíka. Fácia C—Na pod hladinou 60—90 m, zodpovedá poloohraničenej štruktúre. Pôvod Na^+ predpokladáme z uzavretých soľaniek a solí, ktoré sa vy-

Chemizmus artézskej vody v ovplyvnenom režime Tab. 4

Označenie zdroja	pH	mg . l^{-1}							
		mineral	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cl^-	SO_4^{-2}	HCO_3^-	NH_4^+
HGM 1	7,5	348,89	15,2	45,29	14,35	1,13	2,88	244,07	0,5
HGM 2	7,75	302,57	14,1	40,08	12,16	2,48	2,47	213,6	0,6
HGM 3	7,7	311,66	14,9	38,48	12,40	1,06	2,06	219,66	0,5
HGM 4	7,5	297,13	8,45	42,89	11,63	1,42	2,04	207,46	0,17
HGM 5	7,7	362,78	15,2	46,09	14,84	1,06	3,26	256,28	0,8
HGM 6	7,6	354,79	25,7	33,65	16,05	1,63	4,94	250,17	1,5
HGM 7	7,8	426,52	49,95	2,06	13,62	4,25	4,11	298,99	2,19
HGM 8	7,6	525,08	18,65	83,37	15,56	6,17	19,34	353,9	0,25

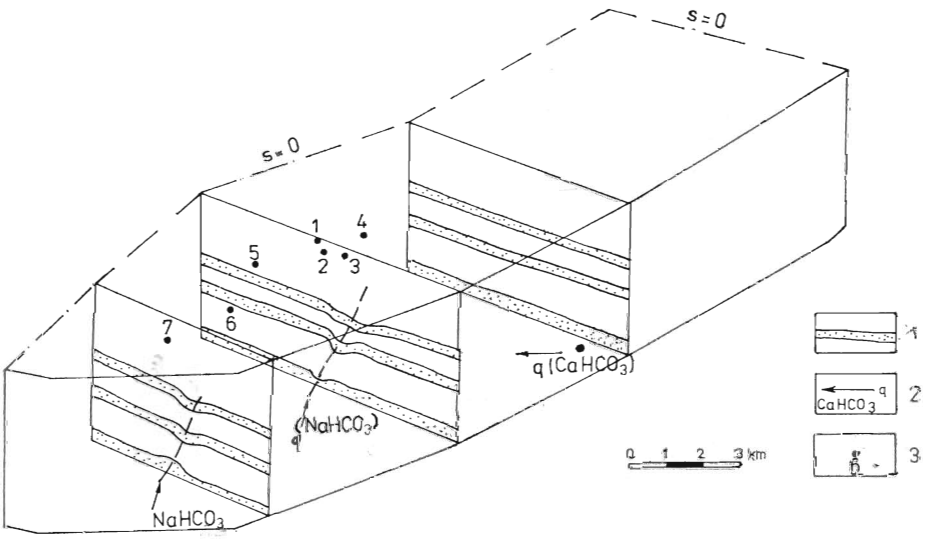
plavujú vystupujúcou podzemnou vodou z hlbších hydrogeologických štruktúr pozdĺž zlomových línií a formujú fáciu C—Na v plytkých kolektoroch podzemnej vody.

Vývoj chemizmu podzemnej vody sme sledovali i počas poloprevádzkových čerpacích skúšok na vrtoch HGM 1—7. V priestore vrtov HGM 1—4 a 8 prevláda zložka $CaHCO_3$, pričom nárast tejto zložky je najmä o ióny Ca^{+2} až na 46 mg . l^{-1} (HGM 8 až na 83 mg . l^{-1}). Obsah SO_4^{-2} ako typickej zložky kvartérnej vody vzrástol počas čerpania v priemere o 7 mg . l^{-1}. Táto skutočnosť naznačuje, že čerpaním sa v oplyvnenom režime môže indukovať časť prestupujúcich kvartérnych podzemných vôd v priľahlej oblasti lábsko-lakšárskeho elevačného pruhu.

V smere do územia pretrvával počas čerpacích skúšok podiel $CaHCO_3$ vody, ale postupne sa uplatňovala i zložka $NaHCO_3$ so stúpaním celkovej mineralizácie. Nárast tejto zložky je výraznejší v priestore vrtov HGM 5—7, s vysokým prejavom vo vrte HGM 7 (mineralizácia zo 407 na 454 mg . l^{-1}).

Po ukončení čerpacích skúšok sa chemické pole vyrovnalo na pôvodný stav. Prehlbuje sa vplyv $CaHCO_3$ a v priestore vrtov HGM 5 a 6 zasahuje intenzívnejšie aj vnútornú časť depresie, spôsobuje to prítok vody z východnejších oblastí. Zastúpenia sodíkových iónov a hydrochemická zonálnosť typovej $CaHCO_3$ a $NaHCO_3$ vody sa prejavuje opäť v úrovni 60—90 m pod terénom. Výnimku tvorí vrt HGM 7 s vyšším obsahom $NaHCO_3$ a metánového plynu, čo pravdepodobne spôsobuje výstup hĺbkovej $NaHCO_3$ vody pozdĺž zlomovej poruchy. Odtiaľ možno odvodiť aj zvýšenú hladinu tohto vplyvu v najbližších vrtoch HGM 5—6.

V priebehu prieskumných prác sa



Obr. 3. Schéma znázornenia hydrogeologických údajov v priestorovom modeli. 1 — hlavné kolektorské vrstvy, 2 — charakter okrajovej podmienky a prítokový typ podzemnej vody, 3 — označenie miest hydrogeologických vrtov HGM 1 až 7

Fig. 3. Shematic presentation of hydrogeological data in a space model. 1 — main collector layer, 2 — characteristics of marginal condition and groundwater inflow type, 3 — hydrogeological drilling site (HGM-1 to HGM-7)

v podzemnej vode vrchného panónu zistil rozpustný plyn metánového radu. Najvyššie koncentrácie boli vo vzorkách z vrtu HGM 7 (29 mg.l^{-1}, v ostatných vrtoch sa jeho obsah pohyboval do 10 mg.l^{-1}. V rámci prieskumu sa zistil jeho primárny pôvod a to z nevyťaženej polohy metánového plynu v hĺbke 200—300 m. Jeho genéza sa určila pomocou hélia, ktoré sa pridáva do metánového plynu pri napúšťaní podzemných zásobníkov plynu na lokalite. Analyzované vzorky na stanovenie jeho prítomnosti mali sterilné výsledky. Obsah metánového plynu počas čerpacích skúšok mal celkove klesajúcu tendenciu.

Využiteľná zásoba podzemnej vody

Poznatky z hydrogeologického prieskumu v zvodnených kolektoroch podzemnej vody s tlakovým režimom, umiestnených v stropných častiach vrchného panónu, znázorníme matematickým modelom. Za základ overovania sme zvolili výsledky poloprevádzkovej čerpacej skúšky na vrtoch HGM 1—7. Vychádzali sme z predstavy, že v priebehu spoločnej čerpacej skúšky budú zahrnuté všetky prírodné i ovplyvňujúce prvky režimu podzemnej vody, ktoré sa dostupnými metódami nedajú jednoznačne určiť. Poloprevádzková čerpacia skúška prebehla v ustálenom filtračnom režime a mala zároveň vylúčiť všetky nedôslednosti, ktoré by skúšky za kratší čas (a z nich odvodené prognózy) mohli zahrňovať.

Pri znázorňovaní hydrogeologických pomerov nie je možné vyhnúť sa určitej schematizácii. Podľa čerpacej skúšky bol odber rozložený do troch nosných kolektorských polôh v úrovni 30—130 m. Celá oblasť blokového tvaru päťstena bola ohraničená nepriepustnými zlomami, s podmienkou zníženia s = 0 (hraničné zlomové poruchy, ktorých funkciu sme neoverovali, resp. boli v takej vzdialenosti, kde sa vplyv čerpania neprejavil). Zvyšnej časti priľahlého územia pri lábsko-plaveckých zlomoch (v súlade s poznatkami hydrogeologického a hydrogeochemického prieskumu) sa zadal konštantný prítok vody (Kovaříkk, in Arva, et al., 1982).

Podľa údajov nameraných počas čerpacej skúšky sa model verifikoval na piezometrických vrtoch. Maximálna odchýlka medzi hodnotami modelu a nameranými údajmi nepresiahla 3 %.

Využiteľné zásoby podzemnej vody artézskych kolektorov vrchného panónu sa stanovili na 80,0 l.s^{-1}. Z tohto množstva predstavuje prítok 43,0 l.s^{-1}, zvyšok sú indukované zdroje z priľahlej oblasti pri lábsko-lakšárskej elevácii (typ vody $CaHCO_3$) a voda z hlbších kolektorských polôh (typ vody $NaHCO_3$), vystupujúca po zlomových poruchách.

Záver

Poznatky z hydrogeologického prieskumu artézskych kolektorov vrchného panónu potvrdili, že pri riešení vodohospodárskej problematiky oblasti je možné s týmto komplexom uvažovať. Táto hydrogeologicky i vodárensky zaujímavá lokalita zároveň nabáda upriamiť viac pozornosti i prostriedkov na systematickejší hydrogeologický prieskum artézskych podzemných vôd v ostatných územiach Slovenska.

Recenzoval P. Tkáčik

LITERATÚRA

Arva, J. — Bačová, Z. — Kovaříkk, K. — Jalč, D. 1982: Malacky — hydrogeologický prieskum. *Manuskript — IGHP Bratislava, 121 s.*

Banský, V. — Kovaříkk, K. 1978: Riešenie trojrozmerného nestacionárneho prú-

denia podzemnej vody metódou konečných prvkov. *Vodohospodársky časopis, 26, s. 293—314.*

Baňacký, V. — Sabol, A. 1969: Základný geologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny. *[Záverečná správa.] Manuskript — GÚDŠ Bratislava.*

Baňacký, V. — Sabol, A. 1973: Geologická mapa Záhorskej nížiny. *GÚDŠ Bratislava.*

Buday, T. — Špička, V.: Geologická stavba a naftonádejnosť širšieho okolia lakšárskej elevácie. *Manuskript — Geofond Bratislava.*

Fatulová, E. 1982: Kablo Malacky — hgp. *Manuskript — IGHP Bratislava, s. 29.*

Kullman, E. — Gazda, S. 1964: Základný hydrogeologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny. *Manuskript — Geofond Bratislava.*

Kullman, E. 1980: Hydrogeológia kvartéru a najvyšších častí neogénu Záhorskej nížiny. *Západné Karpaty, ser. hydrog. a inž. geol., 2, GÚDŠ, Bratislava, 7—125.*

Pačes, T. — Jetel, J. 1979: Genetické typy podzemných vôd a hydrochemické pole. *Věst. Ústř. Úst. geol., Praha, 54, s. 233—235.*

Šubová, A. 1973: Záhorská nížina II — Sološnická a Zohorská nádrž podzemných vôd — pitné vody. *Vyhľadávací hydrogeol. prieskum. Geofond — Bratislava, 132 s.*

Hydrogeology of Upper Pannonian sediments near Malacky (SW Slovakia)

DUŠAN JALČ — ZDENA BAČOVÁ

Upper Pannonian sediments in the Malacky — Kovalov depression of the Záhorská nížina lowland SSE from Malacky contain favourable collectors from hydrogeological point of view in which artesian groundwater accumulated in 30—130 m depth interval (fig. 1, tab. 1). Collector horizons are composed of mostly fine-grained sand with arenaceous gravel admixture in places. The general groundwater passage direction is from the east to the west with a local deviation to southwest due to very slight local dip of main collector layers (fig. 1).

Groundwater in Quarternary and Upper Pannonian sediments creates two independent hydrogeological units. Artesian groundwater originates due to water passage and infiltration from neighbour areas (fig. 2). The very rough morphology of basement resulted in strong variation of Quarternary sediment thickness (2 to 30 m for short distances) what is the result of tectonic activity and, probably, also of a fossil stream system. The entire area was upwelled by the end of Neogene till recently and developing local depressions been have mostly filled by Quarternary eolic sand.

The main chemical character of the artesian water is given by $CaHCO_3^-$ type or, in places, by a subordinated $NaHCO_3^-$ content and by 12 °C temperature. The hydrochemical boundary between both types occurs in 30 m depth in the area of HGM-1 and HGM-4 drillings whereas the boundary sinks to 60 m in direction of the depression centre.

The $CaHCO_3^-$ content influences groundwater passage mainly near the Láb — Lakšárska elevation. It is supposed that beside constantaneous passage also the typical $CaHCO_3^-$-bearing groundwater of Quarternary sediments is indicated by means of dislocations and interlayer passage. In other parts of the area, yields of $NaHCO_3^-$ water types are more significant from deeper Pannonian and Sarmatian collectors along faults. The hemipermeable nature of fault zones and the interlayer passage allows the waters to contact and their mixture resulted in final observed chemistry.

The groundwater contains also soluble gas of the methane series. Its genesis is a primary one from an underlying unexploited deposit. Gas yields occur along faults together with $NaHCO_3^-$ water type yields. Anomalous gas inflow were stated around the HGM-7 drilling site.

Hydrogeological conditions of the environment are presented by a mathematical space model (fig. 3). The model was verified using data from a pilot plant pumping test. Accordingly, the difference between modelled and measured data did not exceed 3 %.

Utilizable resources of artesian groundwater amount 80 $l.s^{-1}$.

Preložil I. Varga

pokračovanie zo s. 550

meabilitu a vertikálne prúdenie pórových vôd nahor a nadol.

Pre proces diagenézy sú najtypickejšie straty vody. Evapority mali podľa prepočtov veľké množstvo vody (40—80 %). Ak cirkulovala takáto voda smerom nadol, možno predpokladať, že jej pôvod je meteorický (dážďový) alebo z rozpustných primárnych minerálov. Z hľadiska času a spôsobu vzniku sa odlišuje diagenetická a epigenetická voda.

Prúdenie diagenetickej a epigenetickej vody môže byť aj horizontálne. Cirkuláciu uľahčuje zvýšená pórovitosť v smere vrstvovitosti, detritické vložky a pod.

Vertikálne prúdenie diagenetických a postdiagenetických vôd spôsobuje často rozklad karnalitu a halitu.

Geochemický charakter a vek diagenézy evaporitov môžeme aplikovať K/Ar a Rb/Sr geochronologickou metódou, výskumom izotopov kyslíka a vodíka, výskumom inklúzií v hlavných mineráloch, v ktorých je často halit, bromidy a plyn.

Epigenetické premeny bývajú rôzneho charakteru: dehydratácia sadrovca, sadrofikácia anhydritu, kieseritizácia Mg sulfátov, polyhalitizácia draselných chloridov, syngenetizácia anhydritu a polyhalitu, vznik pyknomeritu a langbeinitu na úkor Mg sulfátov a NaCl pri teplotách okolo 61 °C, kainitizácia sylvitu a MgCl, vznik druhotného anhydritu a pod.

Morfológia evaporitových ložísk je rozličná. V prevahe sú vrstvové, laminované a cyklické sedimenty. Často sú aj masívne, bez vrstvovitosti, s hojnými čerinami.

Varvitity, laminity alebo rytmity sú jemnovrstvovité sedimenty, ktoré sú výtvorom cyklickej sedimentácie toho istého typu sedimentu (napr. sadrovca a halitu alebo vápenca, dolomitu a sadrovca).

Roztrúsené kryštály svedčia o menšej koncentrácii solí v roztokoch.

Hazelgebirge sú telesá a útvary zlepencovo-brekciovité s blokmi a úlomkami solí, sadrovca, halitu, anhydritu, ktoré cementuje tmel ílovitého a dolomitového zloženia. Môžu byť aj tektonického pôvodu.

Nodulárny anhydrit a sadrovec vznikli v dobre vetraných zónach slaných bazénov pod vplyvom podzemnej vody v diagenetickom štádiu, kedy vznikli nodule sadrovca. Neskôr sa sadrovec zmenil na anhydrit. Obsah Sr/Ca je v nich nižší ako v laminovaných anhydritoch.

Polygonálne alebo „stanovité" štruktúry s veľkosťou do 1 m tvorí sadrovec. Ide o sezónne výtvory v hypersalinných bazénoch.

Diapírové štruktúry vznikli objemovými zmenami pri premene anhydritu na sadrovec alebo iné soli. Tieto zmeny môžu tvoriť 40—80 % objemu.

V ďalšej časti knihy sa autor zaoberá vznikom slaných bazénov.

V slaných bazénoch sa stretávame so sekvenciami transgresívneho alebo regresívneho typu. V regresívnych sú najprv morské fácie, nad nimi jazerné a na vrchu kontinentálne fácie (red-bed). V transgresívnych je to naopak.

Pri hodnotení recenzovanej knihy možno uviesť, že je to moderné spracovanie problematiky o slaných vodách a evaporitoch. Pre zostavenie práce slúžilo veľké množstvo bibliografie zo všetkých kontinentov a krajín.

K jednotlivým kapitolám alebo riešeným problémom dokladá autor veľa príkladov, obrázkov, schém, opisov, čím kniha dosahuje dobrú pedagogickú a vedeckú úroveň.

Pri veľkom rozsahu a hĺbke spracovania ostali niektoré problémy ešte neriešené alebo len načrtnuté. V časti o geochémii slaných vôd chýbajú napr. údaje o vertikálnej zonálnosti obsahu stopových prvkov vo vodách slaných jazier alebo morských bazénov, rozpracovaných Rossom—Deggensom (Kivu, Červené more). Kapitola o diagenetických a epigenetických premenách postráda fyzikálno-chemické a geochemické údaje, prípadne doplnené aj o experimentálne dáta.

Ďalším nedostatkom je opomenutie diapírových štruktúr a diapírovej tektoniky vôbec, ktorá je pre ložiská solí typická.

Subsidenciu v slaných bazénoch netraktuje autor zo stanoviska diagenéza — straty vody, a to z hľadiska už spomenutých objemových zmien pri hydratácii a dehydratácii minerálov solí.

Termín evaporit sa nám nezdá vhodným pre všetky soľné formácie a sedimenty, pretože (vyplýva to aj z viacerých opisov autora) nie všetky ložiská solí alebo minerály vznikali efektom evaporácie. Rozhodujúce podmienky vzniku soli boli aj fyzikálne a geochemické.

Napriek niektorým nedostatkom kniha P. Sonnenfelda Brines and Evaporites môže byť podnetom pre modernejšie spracovanie soľonosných formácií Západných Kapát.

Ján Ilavský

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 563—568*

SPRÁVA

Geochemické anomálie Sn a Mo v rudonosnom vulkanickom horizonte staršieho paleozoika gemerika

MARTIN RADVANEC*, PAVOL GRECULA**

* Geologický prieskum, n. p., 052 40 Spišská Nová Ves
** Geologický prieskum, n. p., geologická oblasť, 040 11 Košice

(3 obr. v texte)

Doručené 28. 2. 1985

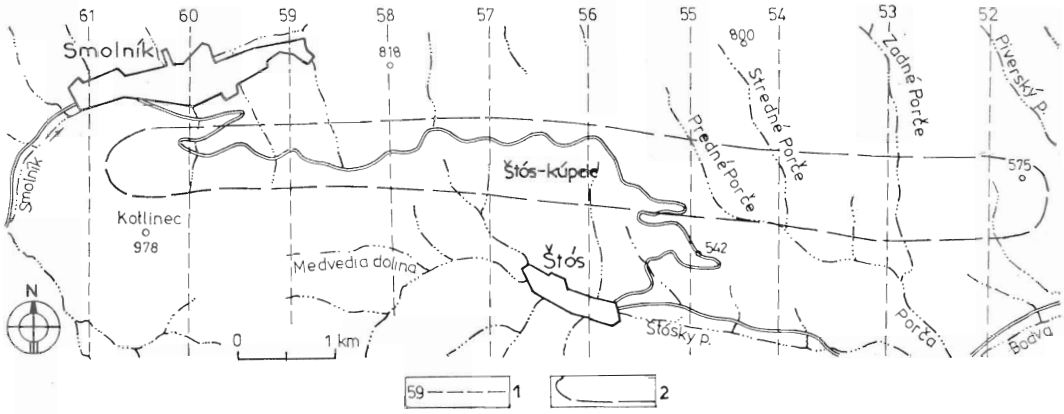
Геохемические аномалии олова и молибдена в рудоносном вулканическом горизонте нижнего палеозоя гемерикума (З. Карпаты)

Южнее месторождения Смолник (стратиформные полиметаллические руды в нижном палеозое гемерика) определились в литостратиграфическом горизонте с базальт-кератофировым вулканизмом геохемические аномалии олова (260—960 ppm и молибдена (250—855 ppm). Длина аномалии 8 км, мощность горизонта находится в пределах 40—200 м. Молибденово-оловянное оруденение является стратиформного типа.

Geochemical anomalies of tin and molybdenium in the ore-bearing volcanic horizon of the Gemeric Lower Paleozoic sequences (West Carpathians)

Southernly from the Smolník ore deposit (base metal ore located in Lower Paleozoic sequences of the Gemeric unit), a stratabound ore mineralization of molybdenium and tin has been found in a lithostratigraphic level basalt-keratophyric with volcanic manifestations. The ore was stated by surficial sampling and geochemical anomalies (Sn = 260—960 ppm, Mo = 200—855 ppm). The anomalous area attains 8 km strike length and the thickness of ore-bearing horizon is 40 to 200 m. The mineralization is of stratabound type.

Cínové zrudnenie v telesách granitov gemerika je známe z viacerých miest, kým molybdénová mineralizácia je veľmi zriedkavá. V ostatnom čase sme našli prejav Mo (možno aj Sn) zrudnenia, ktoré sa nachádza v rovnakom litostratigrafickom horizonte ako sírnikové polymetalické zrudnenie ložiska Smolník. Mo a Sn prejavy sa neviažu na granity, ani nevznikli účinkom procesov spätých s granitmi. Viažu sa na vulkanický (bazaltovo-keratofýrový) horizont, resp. na spodný pestrý vulkanický horizont (v zmysle Greculu, 1982), v ktorom sa nachádza aj spodný rudonosný horizont stratiformného polymetalického zrudnenia. Tento rudonosný horizont je nositeľom aj novozistených prejavov Mo (Sn?) mineralizácie už-



Obr. 1. Situačná mapa geochemických anomálií. 1 — priebeh geochemických profilov, 2 — anomálna oblasť Sn a Mo
Fig. 1. Localization map of geochemical anomalies. 1 — geochemical profile, 2 — anomalous area of tin and molybdenium

ne od Smolníka. Molybdénovú mineralizáciu reprezentuje molybdenit. Kassiterit, resp. iné Sn minerály sme tu zatiaľ nezistili, a to aj napriek vysokým obsahom Sn v horninách.

Geologická situácia

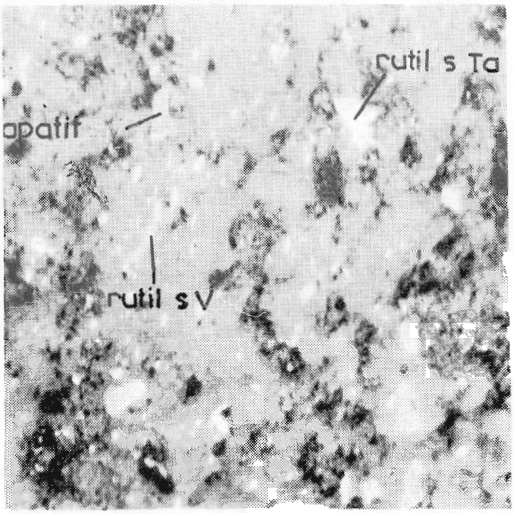
Regionálnymi geologicko-geochemicko-geofyzikálnymi prácami v rámci úlohy SGR-geofyzika sme zistili medzi dolinou Zadné Porče — štósska kaplnka — Kotlinec geochemické anomálie Mo a Sn (obr. 1). Identifikovala ich pôdna, neskôr aj horninová metalometria. Verifikáciou geofyzikálnych a geochemických výsledkov a petrografickým štúdiom sme týmto anomáliám prisúdili aj litologické pozadie.

Staršie paleozoikum, v ktorom sa našli geochemické anomálie a neskôr aj mineralizácia, v tejto oblasti tvoria pelitické a laminované siltovcovo-pelitické čierne fylity (betliarske súvrstvie). Vyššie leží súvrstvie zelenkavých fylitov (smolnícke súvrstvie), ktoré v spodnej časti obsahuje pestrý vulkanický komplex (bazaltové a keratofýrové metapyroklastiká, ojedinele dolerit, ďalej vulkanosilicity a silicifikované zelenkavé fylity — rudonosné) s opisovanými geochemickými anomáliami a mineralizáciou. Podstatnú časť smolníckeho súvrstvia tvoria zelené laminované fylulity. Najvyššie je vulkanické (hnilecké) súvrstvie, ktoré sa tu zachovalo iba miestami. Tektonický štýl je šupinovitý s izoklinálnymi až uzatvorenými vrásami, ktoré sú silne deštruované. Metamorfóza hornín je vo fácii zelených bridlíc. Podľa údajov gravimetrie sa v blízkosti nevyskytujú telesá granitov.

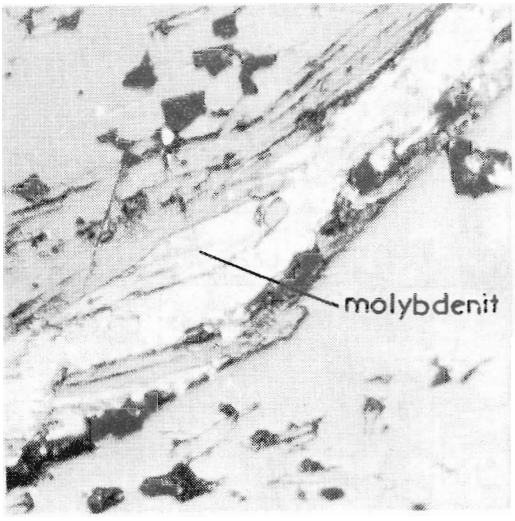
Geochemické anomálie cínu

Najvyšší obsah Sn sa zistil na profile 59 v metráži 122,0. Anomálne pásmo je medzi profilmi 52 a 60. Obsah Sn z horninových vzoriek na profile 59 je 260—960 ppm (priemer 487 ppm; 6 vzoriek). Obsah stopových prvkov je v tab. 1.

Sn sa viaže na chloriticko-sericitický fylit, ktorého minerálne zloženie je: sericit 60 %, veľkosť šupiniek 0,05 mm; chlorit 20 %, veľkosť šupiniek 0,05 mm; kremeň 10 %, rutil 5 %, veľkosť minerálu 0,01—0,1 mm; ilmenit 1 %, veľkosť zŕn 0,01—0,1 mm; apatit 2 %, veľkosť zŕn



Obr. 2. Rutil a apatit v chloriticko-sericitických fylitoch
Fig. 2. Rutile and apatite in chlorite — sericite lybdenium content in chlorite — sericite phyllite



Obr. 3. Šupinky molybdenitu v keratofýrových metapyroklastikách
Fig. 3. Molybdenite flakes in keratophyre metapyroclastics

0,08 mm; pyrit 2 %, veľkosť minerálu do 2 mm. Akcesoricky sa vyskytuje leukoxén (0,02 mm), zirkón (0,03 mm), magnetit (2 mm), hematit (0,02) mm. Hornina má lepidoblastickú štruktúru. Sericit je dvoch generácií. Šupinky mladšieho sericitu sú čisté, kým starší sericit obsahuje množstvo rutilu a ilmenitu.

Zrná rutilu majú pretiahnutý prizmatický tvar, ale sú aj nepravidelne obmedzené (obr. 2). V odrazenom svetle sú sivobielej farby so slabou anizotrópiou bez vnútorných reflexov. Na foliačných plochách rutil je nevýrazne orientovaný. V hornine je rovnomerne rozptýlený.

Apatit vytvára idiomorfné hexagonálne zrná, ktoré sú súhlasne orientované s foliáciou, alebo sú všesmerne usporiadané. S apatitom vystupujú väčšie šupinky sericitu a chloritu.

Idiomorfne obmedzené zrná má magnetit a pyrit. Zvetrávaním horniny je magnetit na okrajoch zŕn nahradzovaný hematitom a pyrit limonitom.

V hornine sme ojedinele pozorovali minerály podobného obmedzenia ako majú rutil a ilmenit, aj s podobnými optickými vlastnosťami ako má rutil. Minerál má však výrazné vnútorné reflexy. Predpokladali sme, že ide o kassiterit. Lepšiu optickú identifikáciu sme nemohli urobiť, pretože veľkosť zŕn je len okolo 0,01 mm.

Minerály sme študovali na mikroanalyzátore ARL-SEMQ pomocou energiového disperzného analyzátora Tracor-europe TN-2000 v laboratóriu rtg mikroanalýzy ÚÚG v Prahe. Analýzy robila L. Jílemnická. Kassiterit sa nám však nepodarilo identifikovať. Potvrdiť sme len mineralnu asociáciu z optického štúdia horniny.

Za nositeľa Sn považujeme rutil (prípadne aj iné minerály), hoci sa v nich Sn nepodarilo zistiť, a to ani ako heterogénnu, ani izomorfnú prímes. Pravdepodobná príčina je v tom, že medza detekcie Sn semikvantitatívnej rtg mikroanalýzy je okolo 0,05 %, a práve takýto obsah Sn predpokladáme. Zrná, ktoré sa

Obsah prvkov v horninách z oblasti geochemických anomálií na profile 59 (hodnoty sú v ppm)
Element content in rock samples from geochemical anomalies along the Profile № 59 (data in ppm)

Tab. 1

Metráž	Hornina	Počet vzor.	Sn	Ag	Cu	Pb	Zn
122,0	chloriciticko-sericitické fylity	6 priemer	260—960 487	0,1—0,6 0,18	2—5 4	5—10 6	36—47 39
120,0 122,0	vulkanosilicity	6 priemer	2—316 58	0,9—5,1 2,7	22—224 92	8—233 53	21—79 38

Ni	Co	Mo	W	B	Ba	Sr	Y
3—41 26	1—24 12	st st	5—10 7	5—160 94	180—1400 865	60—80 67	21—38 29
1—7 4	1—2 1	200—855 565	st st	5—10 7	60—340 192	20—30 28	4—27 17

La	Zr	Nb	As	Sb	Bi	Rb
42—165 77	73—126 101	20—30 23	st-70 st	st st	st st	22—300 218
2—36 18	13—76 42	20 20	st-600 170	4—315 167	st-40 st	st-110 37

* Analyzovalo Laboratórne stredisko GP Spišská Nová Ves.

mikroskopicky stanovili ako kassiterit, sa chemizmom nelíšia od rutilu. Vysoký obsah rutilu v hornine (5 %), s predpokladaným obsahom Sn v minerále okolo 0,0X, najpravdepodobnejšie spôsobuje geochemické anomálie cínu v danej oblasti.

Štúdium apatitov na mikroanalyzátore prinieslo z hľadiska obsahu Sn ten istý výsledok. Apatitu je v hornine oveľa menej ako rutilu, ale aj v ňom predpokladáme prítomnosť Sn s obsahom na hranici detekcie. (Obsah Sn v apatitoch z ložiska Hnilec-Medvedí potok je 52—410 ppm — Drnzíková, 1983).

Zaujímavý je výskyt stopových prvkov v rutiloch. Vo všetkých meraných rutiloch je na rozdiel od ostatných rudných minerálov v hornine zvýšený obsah Th. Na profile 59 sa v metráži 122,0 nameral pri geofyzikálnom meraní zvýšený obsah tohto prvku. Z nášho štúdia minerálov vychodí, že túto geofyzikálnu anomáliu spôsobil práve výskyt rutilu s obsahom Th.

Rutil má aj anomálny obsah vanádu, tantálu a železa. V tých zrnách ilmenitu, kde je V, nikdy sa nevyskytuje Ta a naopak. Oba prvky sú v zrnách viazané izomorfne vždy s Fe (minerálne heterogenity sme nepozorovali). Sú to odrody rutilu s izomorfnou prímesou spomínaných prvkov. Chemický vzorec odrôd rutilu podľa

A. G. Betechtina je $FeTa_2O_6$ — tapiolit; $FeTiO_3$ — nigrín. Izomorfia V je podľa autora v rutile zriedkavejšia. Chemickú špecifikáciu rutilu (Fe, Ta, V typ) spôsobila pravdepodobne metamorfóza vo fácii zelených bridlíc.

Molybdenitová mineralizácia

V kyslých horninách, ktoré sú v asociácii s vyššie opísanými chloriticko-sericitickými fylitmi, sme na profile 59 (od metráže 120,0 po 122,0) zistili anomálie Mo, a to v rozsahu 200—855 ppm (priemer 565 ppm zo 6 vzoriek — tab. 1).

Petrografickým štúdiom sa zistilo nasledujúce zloženie horniny: kremeň 85 %, veľkosť zŕn 0,1—1 mm, často sa vyskytuje aj vo forme krátkych žiliek s hrúbkou 2 mm; pyrit 10 %, chlorit a albit, ktorý prevláda nad K živcom. Veľkosť zŕn všetkých opisovaných minerálov je 0,1—1 mm, iba pyrit tvorí väčšie zrná, ktoré len veľmi zriedka presahujú 2 mm.

Hornina predstavuje vulkanosilicit, ktorý sa vyskytuje spolu s keratofýrovými pyroklastikami. Je zelenkavobielej farby a tvorí aj desiatky metrov mocné polohy.

Pyrit je často lemovaný chloritom (samostatne sme chlorit v hornine nenašli, vždy iba v asociácii s pyritom).

Uvedenú mineralnu asociáciu sme skúmali na mikroanalyzátore. Pyrit, ako najčastejší rudný minerál, uzatvára heterogénnu prímes chalkopyritu. Chlorit je bez uzavrenín. Mikroanalýzou sme identifikovali medzi kremeňom drobné alotriomorfné zrná Na a K živca.

Mikroskopickým štúdiom nábrusov sa nám nepodarilo zistiť minerál, ktorý by mohol byť nositeľom Mo. Predpokladali sme, že ide o jemnošupinkovitý molybdenit, ktorý musí byť v hornine rozptýlený, lebo hodnoty obsahu Mo vo vzorkách sú veľmi podobné (rozsah 200—855 ppm). Až po starostlivej príprave nábrusu sa podarilo identifikovať molybdenit pomocou mikroanalýzy (obr. 3). Molybdenit sa vyskytuje spolu s ferimolybditom $Fe/MoO_4/_3 . 7 . H_2O$. Ide o typomorfný minerál v oxidačnej zóne. Vzniká len v prítomnosti pyritu, kde je molybdenit nahradzovaný železitým ferimolybditom (Smirnov, 1983). Molybdenit je intímne prerastaný sulfosolami Sb, As, Cu. Vo ferimolybdite je pozoruhodná aj prítomnosť La.

Mo a Sn v stratiformných polymetalických ložiskách gemerika

Prítomnosť Mo a Sn v stratiformných ložiskách gemerika je známa z viacerých prác. V ložisku Smolník (Ilavský — Babčan, 1965; Jarkovský — Cambel, 1966; Ilavský — Kupčo, 1975) Sn sa viaže najmä na pyrit. V rudnom koncentráte je okolo 0,0X %.

Podľa L. Drnzíkovej (in Grecula, 1977) v ložisku Jaloviči vrch pri Mníšku nad Hnilcom zvýšený obsah Sn je v pyrite, sfalerite, ale v chalkopyrite jeho obsah je do 0,01 %. Sn sa na rudné minerály viaže izomorfne (ibid). V koncentráte rudy z Jaloviči eho vrchu je okrem hlavných prvkov aj Ag, In, Mo a Sn — obsah Mo je tu v rozpätí 0,01—0,001 %.

Kassiterit sa však vyskytuje iba na ložisku Alžbeta v Bystrom potoku (Kantor, 1953; Drnzíková — Mandáková, 1970). Je v asociácii s pyritom, chalkopyritom, kremeňom, apatitom, cinvalditom, sfaleritom, galenitom, pyrotínom, arzenopyritom, markazitom, karbonátmi a sľudami. Kassiterit sa vyskytuje v chalkopyrite, ale tvorí aj idiomorfné zrná 0,4 mm veľké prizmatického tvaru (poukazuje to na jeho vznik pri vysokých teplotách). Podľa J. Kantora (l. c.) ruda obsahuje až 1,6 % Sn, najčastejšie 0,X % a Mo v hodnotách 0,0X %. L. Drnzíková — K. Mandáková

(1970) v kusových vzorkách zistili obsah Sn 0,06—0,48 %, Mo, La, Nd 0,01—0,001 % a Y, Yb 0,1—0,01 %.

Podľa našich zistení ložisko Alžbeta leží vo vyššie metamorfovanom horninovom prostredí (čomu odpovedá aj vyššie teplotná asociácia minerálov a vyšší obsah Sn, Mo a iných prvkov). Ložisko Smolník a Jalovičí vrch sa nachádza v prostredí nízko metamorfovaných hornín.

Záver

Geochemické anomálie Mo a Sn v stratiformnom rudonosnom horizonte južne od Smolníka upozornili na možný výskyt obdobnej mineralizácie. Preukázala sa iba prítomnosť molybdenitovej mineralizácie, kým Sn sa najpravdepodobnejšie viaže na rutil. Zaujímavý je najmä výskyt Mo mineralizácie v keratofýrových metapyroklastikách a silicitoch. Obsah Mo v hornine je v rozpätí 200—855 ppm. Tento stratiformný typ a výskyt na povrchu si žiada orientačné preskúmanie.

Prítomnosť Mo a Sn v rudonosnom horizonte stratiformného zrudnenia v staršom paleozoiku gemerika dávame do súvisu s geohydrotermami, ktoré časove a geotektonicky boli úzko späté s bazaltovo-keratofýrovým vulkanizmom spodného pestrého vulkanického komplexu.

Význam nálezu spočíva aj v tom, že tento horizont môže byť v gemeriku potenciálnym zdrojom Mo, Sn a iných vzácnych kovov, a to vtedy, ak horniny tohto pestrého vulkanického horizontu (komplexu) boli postihnuté vysokým stupňom metamorfózy a anatexiou. Vzniknutá granitoidná tavenina sa stala aj rudonosnou taveninou, z ktorej v nasledných procesoch sa mohla sformovať cínová a vzácnokovová mineralizácia spätá s granitmi gemerika.

Recenzoval M. Slavkay

Geochemical anomalies of tin and molybdenium in the ore-bearing volcanic horizon of the Gemeric Lower Paleozoic sequences (West Carpathians)

Geological, geochemical and geophysical fieldwork of regional extent recently under realization over the whole extent of the Gemeric unit stated significant geochemical anomalies of tin and molybdenium southernly from Smolník. The length of anomalous area is some 8 km. Anomalous tin and molybdenium content was stated firstly in soil samples, later confirmed by rock sampling (lithogeochemistry). Single anomalous contents are confined to a belt of metavolcanites of basalt to keratophyric composition in Lower Paleozoic sequence (Devonian) and to associating silicite levels. High concentrations of tin occur in green phyllite (basalt metavolcanoclastics): 260—960 ppm at an average of 487 ppm. High molybdenium contents have been stated in keratophyric metavolcanoclastics and silicite: 200—855 ppm at an average of 565 ppm. Single analyses of molybdenium have been confirmed by microanalytical technique: mineral grains are fine flaky and disseminated in the rock. No cassiterite has been found in the respective rocks and high tin concentrations are probably bound to rutile (up to 5 % of rutile in the rock), or to apatite.

The lithostratigraphic level containing the ore controlls, in the near vicinity, also a base-metal stratabound mineralization in Smolník and Mníšek nad Hnilcom deposits (Jalovičí vrch locality) where higher tin and molybdenium contents are also characteristic. The general metamorphic grade is that of lower green-schist facies.

The origin of this ore mineralization is plausibly explained by geohydrotherms synchronously acting with the basalt—keratophyric volcanism during the beginning rapid rifting of the Lower Paleozoic sedimentary basin development.

Preložil I. Varga

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 569—573*

AKTUALITA

Rýdze železo z amfibolických hornín pri Liptovskej Lúžnej v západnej časti Nízkych Tatier

JOZEF HATÁR, JOZEF KRIŠTÍN

Самородное железо в амфиболитовых породах в районе Липтовской Лужной западной части Низких Татиер

В амфиболитовых породах при Липтовской Лужной в Низких Татрах при изучении концентратов акцессорическых минералов было установлено самородное железо. Его химический состав простой. Это чистое железо — ферит, с минимальным содержанием посторонних элементов. Возникновение этого железа связано с редукцией первичного магнетита действием газовожидких флуидов. Породы при этом подвергались метаморфным процессам и позднее были частично нарушены действием интрузии гранитоидного плутона, который их захватывал.

Native iron from amphibole rocks near Liptovská Lúžna in western part of the Nízke Tatry Mts.

Native iron has been found in amphibole rocks near Liptovská Lúžna in the Nízke Tatry Mts. It has been found by the study of accesory mineral concentrates. Its composition is very simple. It is fine iron — ferrite with minimal contents of other elements. We connect its origin with the reduction of primary magnetite by the influence of gaseous-liquid fluids. The rocks were metamorphosed and later they were worked during the intrusion of a granitoid pluton, they were resorbd by it.

J. Koutek (1931) uvádza lokality kremenitého amfibolického dioritu, tvoriaceho menšie telesá v granodioritovo-granitovom plutóne Nízkych Tatier. Považuje ich za diferenciáty vykryštalizované z bázickej dioritovej a gabrovej magmy, odštiepenej z granodioritovej taveniny. D. Kubíny (1962) ich však považuje za produkty bazifikácie pôvodných hornín v spojitosti s procesmi alkalickej metasomatózy granitoidného plutónu.

V okrajových častiach plutónu však vystupujú enklávy rúl (vrátane amfibolických), amfibolitov, amfibolických dioritov až gabrodioritov. Sú exogénneho pôvodu a ich materiál je podobný horninám metamorfovaného plášťa (Lukáčik, 1977). Pri štúdiu akcesorických minerálov sme v koncentráte z takýchto amfibolických hornín, vystupujúcich v okrajovej časti plutónu, tvoreného v tejto oblasti autometamorfovaným granitom, zistili rýdze železo (Határ, 1979). Lokalizácia odberu dvoch vzoriek je cca 1250 m SV od kostola v Liptovskej Lúžnej na pravom brehu Hladového potoka.

Charakteristika hornín

Makroskopicky sú horniny pomerne nehomogénne s ostrou hranicou alebo s postupnými prechodmi do okolitých granitoidov. Sú masívne, stredné až hrubozrnné. Tvorí ich tmavozelený vápenatý Mg-obyčajný amfibol

(podľa klasifikácie Leak, 1978). Prítomný je aj biotit (zatláčajúci amfibol), plagioklas, zriedkavejšie K-živec a v menšej miere kremeň. Z akcesorických minerálov je najhojnejší titanit, apatit, zirkón, allanit, epidot, rutil, baryt, ojedinele pyrotín a veľmi zriedkavo drobné zrná magnetitu. Rýdze železo sme zistili v bázickejšej jemnozrnnejšej variete (vz. NT-1). Kyslejšia hrubozrnnejšia varieta je výraznejšie postihnutá K-metasomatózou (vz. NT-2).

Charakteristika rýdzeho železa

Jeho prítomnosť sme zistili vo feromagnetickej frakcii koncentrátu akcesorických minerálov zo vz. NT-1. Obsah v študovanej hornine sa pohybuje okolo 30 g/t. Priame vystupovanie vo výbrusoch alebo nábrusoch horniny sme nepozorovali. Vytvára charakteristické zaoblené, najčastejšie izometrické, menej nepravidelné zrná s veľkosťou do 1 až 2 mm. Povrch zŕn je väčšinou pórovitý s povlakom limonitu, ktorý vzniká oxidáciou železa. Po odstránení limonitu v zriedenej HCl má striebristú farbu s kovovým leskom (fototab. 1). Detailný záber na obr. 1212 dokumentuje proces jeho oxidácie. Nerozložené rýdze železo vytvára miestami kostrovité útvary s náznakmi kubických tvarov súvisiacich zrejme s jeho kryštálovou štruktúrou. Mechanizmus oxidácie lepšie dokumentuje fototab. 2. Predstavuje kompozície rôznych typov zŕn rýdzeho železa, resp. rôzny stupeň ich oxidácie od zrna homogénneho s minimálnou oxidáciou až po značne oxidované a pórovité zrná. Na detaile (obr. 1224) vidieť počiatky oxidácie, pričom sa vytvára dutina vyplnená limonitom. Postupne dochádza k vyluhovaniu limonitu a k „zhubovateniu" zrna rýdzeho železa, až k jeho úplnej deštrukcii. Prvé dve zrná na fototab. 2 sme podrobili analýze na rtg-mikroanalyzátore JCXA-733 f. JEOL v Centrálnom laboratóriu elektrónovej mikroanalýzy pri GÚDŠ. Metodicky sme vychádzali z poznatkov o analýze minerálov (Krištín et al., 1982, 1983). Na týchto obrázkoch sú vyznačené miesta analýz uvádzaných v tab. 1. Analýzy 1 až 3 predstavujú takmer čisté železo s minimálnym zastúpením vedľajších prvkov. Vzhľadom na jeho čistotu možno hovoriť o ferite. Analýzy 4 a 5 predstavujú produkt jeho oxidácie — limonit. V jednom zrne rýdzeho železa sme v jeho centrálnej časti zistili malý zvyšok magnetitu v zložení: Fe_2O_3 69,15 hmot. %, FeO 23,32 %, MnO 7,77 % a Cr_2O_3 0,35 %.

Kvantitatívne rtg-mikroanalýzy rýdzeho železa a produktu jeho oxidácie — limonitu
Quantitative X-ray microanalyses of native iron and limonite — product of its oxidation

Tab. 1

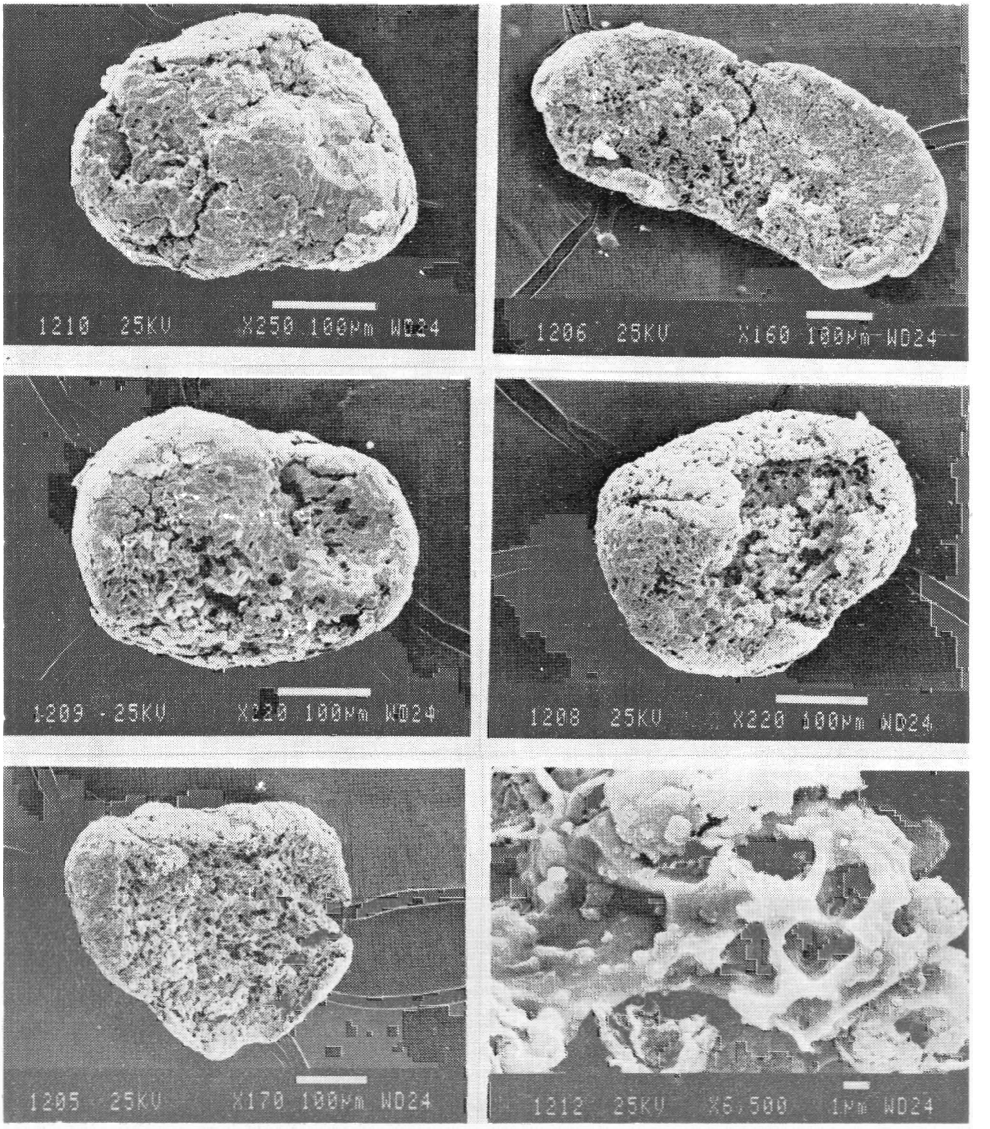
	1	2	3	4	5
Fe	99,79	99,72	99,43	63,71	62,84
Ni	0,15	0,15	0,03	0,11	0,01
Co	0,13	0,15	0,13	0,06	0,13
Cu	0,14	0,18	0,04	0,02	0,01
Mn	0,02	—	0,21	0,01	0,04
Cr	0,01	—	0,02	0,01	—
Ti	—	—	—	0,01	0,01
Si	—	—	—	0,02	0,34
suma	100,24	100,20	99,86	63,95	63,38

Poznámka: miesta analýz pozri fototab. 2, obr. 1225 a 1227

Genetické podmienky vzniku rýdzeho železa

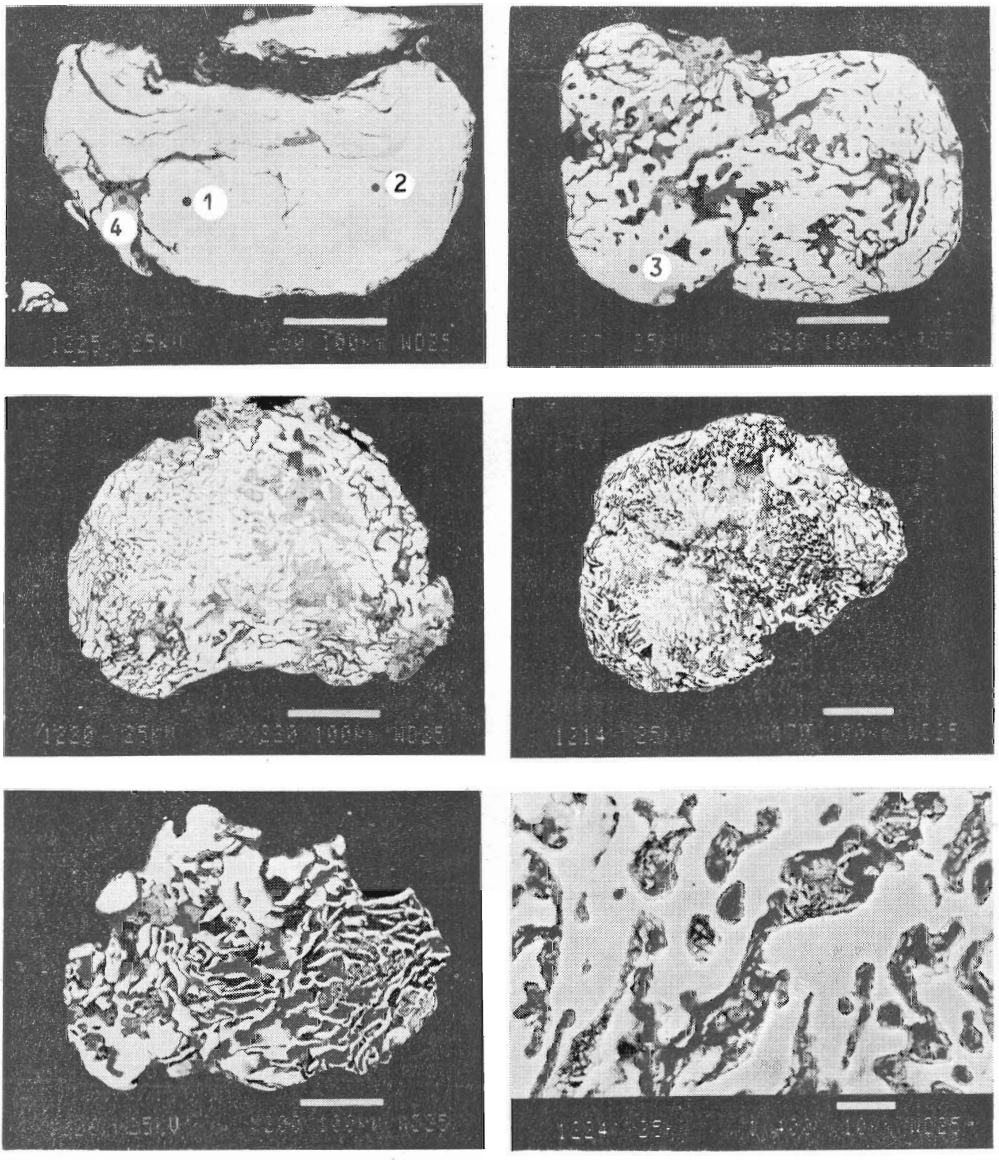
Rýdze železo sa v prírode vyskytuje zriedkavo vo väčších množstvách. Najrozšírenejší výskyt feritu je v bazaltových horninách, v ktorých vzácne vytvára až niekoľkokilogramové i väčšie zhluky (Čuchrov, 1960). Najčastejšie sa však vyskytuje v podobe drobných vtrúsených zŕn (ako v našom prípade). Nachádza sa vo vyvrelých, metamorfovaných, ale i sedimentárnych horninách. Vzácne sa spomínajú výskyty rýdzeho železa v gabrodoleritoch, trachytoch a tiež v kremenitých porfýroch, prípadne kremenitých dioritoch (Kostov, 1971).

M. A. Danilov a N. P. Juškin (1980) opisujú rýdze železo zo sklovitej lávy andezitovo-bazaltového zloženia, pričom ako dôvod vzniku feritu udávajú redukciu Fe kysličníkom uhličitým. M. I. Grudinin, A. P. Sekerin (1979) našli rýdze železo v serpentinizovaných ultrabazitoch, pričom podmienky jeho vzniku modelovali. Došli k záveru, že pôsobením vodných roztokov $H_2O/CO_2 > 10$ dochádza k serpentinizácii ultrabazitov a vznikajú paragenézy serpentín + brucit + magnetit. Pri teplote 200 °C a tlaku $2 . 10^8$ Pa sa objavuje po rozložení mastenca rýdze železo, ktoré po úplnej premene olivínu prechádza v magnetit. Pri zvýšení teploty do 400 °C sa



Fototab. 1. Rozličné tvary vyseparovaných zaoblených izometrických zŕn rýdzeho železa. Niektoré zrná, prípadne časti zŕn sú pórovité po vylúhovanom limonite, ktorý vzniká oxidáciou železa. Na detailnom zábere vytvára ešte nepremenené rýdze železo kostrovité úvary so zvyškami limonitu v dutinách

Phototab. 1. Various forms of separated rounded isometric grains of native iron. Some grains or parts of grains respectively are porous .The pores are from the leached limonite, which originate by the oxidation of iron. In the close-up there are skeletal forms of still unmetamorphosed pure iron with remains of limonite in cavities



Fototab. 2. Kompozície vyseparovaných a v nábruse naleštených zŕn rýdzeho železa. Zachytené sú rozličné stupne oxidácie zŕn rýdzeho železa, od homogénneho až po takmer úplne limonitizované zrno. Vo vnútorných častiach zŕn sa nachádza nevyluhovaný limonit (sivá fáza). Na detaile vidieť mechanizmus postupnej oxidácie. Na prvých dvoch obrázkoch sú vyznačené miesta analýz uvádzaných v tab. 1

Phototab. 2. Compositions of separated grains of native iron and graines in polished sections. Various degrees of the oxidation of pure iron grains, from the homogenous grain to the almost fully limonitised one, are recorded. There is unleached limonite in the inner parts of grains (the grey phase). A mechanism of the gradual oxidation is visible. Positions of the analyses mentioned in Tab. 1 are marked in two first pictures

rýdze železo v danej asociácii už nevyskytuje. Na Slovensku opisuje rýdze železo s obsahom niklu — awaruit J. Kantor (1955) zo serpentinizovaných ultrabázických hornín Spišsko-gemerského rudohoria.

V našom prípade (ak berieme do úvahy, že sa jedná o metamorfované staršie bázické horniny, čiastočne prepracované intrúziou granitoidného plutónu) vznik rýdzeho železa súvisí s redukciou z pôvodného magnetitu, avšak nie je známy čas jeho vzniku. Premena magnetitu mohla nastať ešte v štádiu formovania bázických efuzívnych či intruzívnych hornín, t. j. pred ich metamorfózou alebo v čase metamorfózy týchto hornín a ich čiastočného prepracovania vplyvom intrúzie granitoidného plutónu. Premena prebiehala v redukčnom prostredí pod vplyvom plynokvapalných fluíd (vodíkom, prípadne kysličníkom uhličitým). Pokročilejšia plutonizácia horniny (vz. NT-2) viedla k zániku rýdzeho železa.

Geologický ústav D. Štúra
Bratislava

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Dionýz Vass: **Geodynamický vývoj vnútorných molás** (Košice 15. 4. 1985).

Vnútorné molasy predstavujú detritické sedimenty vypĺňajúce vnútrohorské panvy. V Západných Karpatoch sú dobre vyvinuté alpínske vnútrohorské panvy. V modeli tektoniky dosiek patria do skupiny kolíznych panví. Kolízne panvy vznikajú v 5. období Wilsonovho cyklu, t. j. v procese vrcholenia konvergencie litosférických dosiek pri kolízii typu kontinent — kontinent.

V Západných Karpatoch vnútrohorské panvy ležia na vnútorných a čiastočne na vonkajších jednotkách Karpát. Možno ich rozčleniť na pozdĺžne vnútrohorské panvy a vnútorné kotliny.

Charakteristické znaky pozdĺžnych vnútrohorských panví: plošná rozloha niekoľko 1000 km^2; počas vypĺňovania panví prevládalo morské prostredie; hrúbka výplne 5000—7000 m, kulminácia subsidencie v bádene a sarmate (rýchlosť sedimentácie dosahuje hodnôt prevyšujúcich 20 cm/100 rokov); vypĺňovanie panví sprevádzal vulkanizmus, ktorý kulminoval v bádene a sarmate; panvy majú dve štruktúrne etáže: spodná je sčasti prevrásnená a porušená zlomami, vrchná má blokovú stavbu; zlomy sú často synsedimentárne s výškami skokov niekoľko 100 m a úhrnné výšky skokov na zlomových systémoch presahujú 1000 m. Zlomová aktivita kulminovala v bádene a sarmate; stavba panví je zložitá hrástovo-grabenová.

Vnútorné kotliny sa od pozdĺžnych vnútrohorských panví líšia: malým plošným rozsahom (niekoľko 100 km^2); počas vypĺňovania kotlín prevládalo kontinentálne prostredie; menšou intenzitou subsidencie (hrúbka výplne okolo 1500 m); jednoduchou blokovou stavbou; vývoj niektorých kotlín bol intímne spätý s vulkanizmom (intravulkanické kotliny), na iné kotliny vulkanizmus nemal vplyv.

Na genézu vnútrohorských panví je mnoho názorov. Pozdĺžne vnútrohorské panvy vznikli: na križovaní hlboko založených tektonických švov — lineamentov (Buday); na obvode panónskeho diapíru (Vass, Čech); pri roztahovaní kôry v priestore Západných Karpát v dôsledku skracovania kôry vo Východných Karpatoch (Burchfiel, Royden).

O mechanizme roztvárania viedenskej panvy vzniklo niekoľko špecifických názorov: roztváranie typu pull-apart pri horizontálnych procesoch na zlomoch (Royden et al., Roth); roztváranie ľavou rotáciou kryhového poľa Karpát voči Alpám a platforme (Roth); oživenie epivariského aulakogénu medzi lednickou zónou a peripieninským lineamentom (Pliva); izostatický pokles panvy po nasunutí vonkajších príkrovov (zhrubnutie kôry) v bezprostrednom susedstve panvy (Jiříček, Tomek).

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Igor Modlitba: **Skúsenosti zo študijného pobytu vo Veľkej Británii** (Bratislava 21. 4. 1985)

Pracoviská inžinierskej geológie (Soil Mechanics Ltd., Pilcon Engineering, Ltd. atď.) a ich laboratóriá sú dokonale vybavené výpočtovou technikou a jej využívanie je na vysokom stupni. Práca inžinierskeho geológa je preto vysoko efektívna, najmä v oblasti vyhodnocovania laboratórnych skúšok, statických a štatistických výpočtov a získavania informácií z odbornej literatúry. Efektívnosť práce geológa sa prejavuje tiež pri zostavovaní základných inžinierskogeologických a iných máp.

Používajú sa najmä zariadenia s bohatým periférnym a programovým vybavením. Pomerne malé skupiny špecialistov (oddelenia) majú k dispozícii pre vstup a výstup údajov terminály napojené na minipočítače, ktoré zabezpečujú bežné výpočty a jednoduché banky údajov, ako aj na stredné a veľké počítače, ktoré slúžia potrebám niekoľkých organizácií a spĺňajú úlohy centrálnych výpočtových a informačných stredísk. Významnú úlohu majú počítače v laboratórnej praxi, kde prakticky všetky šmykové skúšky sú registrované počítačom, prípadne riadia v automatickom režime skúšobný proces. Každé navštívené laboratórium malo svoje vlastné výpočtové stredisko vybavené zariadením pre automatický zber meraných údajov, okamžité vyhodnocovanie údajov a pre riadenie skúšobných procesov. Výstup z počítača sa získava formou alfanumerických tabuliek a grafov, alebo len opticky na obrazovke. Automatizácia skúšobného procesu a zber dát sa len v malej miere uplatňujú pri deformačných skúškach v oedometroch.

Vybavenie laboratórií je orientované najmä na triaxiálne prístroje s bohatou škálou doplnkových zariadení, ako napr. zariadenie na meranie pórového tlaku, šmykových síl, objemovej zmeny vzoriek počas deformácie, sýtenie vzorky a pod. Celkový trend vývoja zariadení smeruje k unifikácii tlakových a snímacích systémov. Pre triaxiálne skúšky sa v laboratóriách používajú vzorky zemín o priemere cca 100 mm a výške cca 200 mm s prirodzenou i umele pripravenou štruktúrou. Menšie priemery vzoriek sa používajú podstatne zriedkavejšie. Využívanie škatuľových a kruhových šmykových prístrojov je podstatne nižšie ako triaxiálnych prístrojov. Pomerne málo sa využívajú i oedometre. Pretvárne charakteristiky zemín sa stanovujú prevažne v triaxiálnych prístrojoch.

Odber neporušených vzoriek zemín sa robí hydraulickým zatláčaním tenkostenných odberných valcov o priemere cca 100 mm a dĺžke 500 mm. Vzorka sa z valca vytláča lisom, čo nepovažujeme za optimálne riešenie.

Pre účely inžinierskej geológie sa používajú vrtné súpravy (dosah do 30 m, 2—3 členná obsluha, preprava za terénnym automobilom) a geofyzikálne metódy.

Mineralia slov.
17 *(1985), 6, 575—576*

KRONIKA

RNDr. Cyril Tereska päťdesiatročný



V tomto roku oslávil životné jubileum RNDr. Cyril Tereska, riaditeľ prieskumného závodu koncernového podniku Moravské naftové doly v Michalovciach.

Narodil sa 4. 5. 1935 v Michalovciach. V rodnom meste absolvoval základné i stredoškolské vzdelanie. V roku 1954 zmaturoval na michalovskom gymnáziu a v roku 1954 začal študovať na Prírodovedeckej fakulte univerzity J. E. Purkyně v Brne. Ako študijný odbor si zvolil základný výskum sedimentov. Po úspešnom ukončení vysokoškolského štúdia v 1959 roku nastúpil na pracovisko, ktorému ostal dodnes verný. Ako erudovaný geológ s dobrou odborno-vedeckou prípravou rýchlo vnikol do problematiky geológie a naftovo-plynovej prospekcie. V r. 1973 urobil rigorózne skúšky a získal hodnosť doktora prírodných vied.

V závode Československých naftových dolov, n. p., neskoršie v závode Nafta, n. p., v Michalovciach zastával viaceré funkcie. V rokoch 1975—1976 bol jeho vedúcim geológom. Po reorganizácii a špecializácii naftovo-plynárenského priemyslu v r. 1976, keď prieskumno-ťažobný závod v Michalovciach sa rozdelil na prieskumný a ťažobný závod, dr. Tereska pracuje vo funkcii riaditeľa prieskumného závodu. V r. 1983 pracoval ako čs. expert v Iraku.

Aj keď ťažisko jeho práce je v oblasti organizátorskej práce, veľa urobil aj pri riešení praktických i teoretických problémov, ktoré súvisia s vyhľadávaním zemného plynu a ropy na východnom Slovensku. Sústredil sa na prieskum ropno-plynových štruktúr južnej časti Východoslovenskej nížiny. Podieľal sa na prieskume štruktúry Ptrukša, Zatín, Lastomír — Rebrín a Stretava, ako aj na niektorých ďalších ložiskách. Výsledky jeho práce sú zahrnuté v početných záverečných správach a najzávažnejšie poznatky publikoval v odborných geologických časopisoch.

Jubilantovi prajeme veľa úspechov v jeho zodpovednej práci a pevné zdravie do ďalších rokov plodného života.

Dionýz Vass

Na päťdesiatiny RNDr. Jozefa Čverčka, CSc.



V decembri t. r. sa dožil päťdesiatich rokov vedúci geológ prieskumného závodu Moravských naftových dolov v Michalovciach RNDr. Jozef Čverčko, CSc.

Narodil sa 16. decembra 1935 v Topoľanoch pri Michalovciach. V rodnej obci navštevoval prvé triedy základnej školy a ukončil ju v Michalovciach. V roku 1953 maturoval na michalovskom gymnáziu. Vysokoškolské štúdium absolvoval na Prírodovedeckej fakulte Univerzity J. E. Purkyně v Brne. Ako mladý geológ nastúpil do závodu Československých naftových dolov v Michalovciach. Prvé kroky v praxi naftového geológa urobil pod vedením dnes už zosnulého RNDr. Jozefa Janáčka, CSc. Začínal tu spolu s Ing. Dušanom Ďuricom, CSc., Ing. Rudolfom Rudincom, CSc.

a RNDr. Cyrilom Tereskom. Tento mladý kolektív sa pričinil o objavenie prvých ložísk zemného plynu vo Východoslovenskej nížine. V roku 1973 jubilant získal hodnosť doktora prírodných vied (RNDr.) a v roku 1977 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu Zlomy vo východoslovenskej neogénnej oblasti a jej tektogenetický vývoj. Už rok predtým sa stal vedúcim geológom závodu. V rokoch 1980—1981 pracoval ako čs. expert v Iraku, kde interpretoval seizmické profily pre potreby naftovej geológie. Po návrate sa opäť ujal funkcie vedúceho geológa.

Popri organizátorskej činnosti, ktorej sa v prieskumnom závode MND v Michalovciach venuje, nemalou mierou sa zaslúžil o úspechy naftového prieskumu na východnom Slovensku. Zhodnotil štruktúrny prieskum v oblasti Zatína, opísal pochovanú vulkanickú štruktúru Bačka, zhrnul výsledky hlbokého vrtu Ďurkov-1. Okrem iných plynonádejných štruktúr a ložísk zemného plynu mal rozhodujúci podiel na objavení a zhodnotení ložísk zemného plynu v Bánovciach, Ptrukši, Sennom, Tušickej Novej Vsi, Višňove a ložiska kamennej soli pri Zalužiciach. Vo viacerých prácach, ktoré publikoval sám alebo v spoluautorstve, na vysokej odbornej úrovni zhodnotil prínos naftového prieskumu pre poznanie stavby a litológie neogénu východného Slovenska. Zvlášť cenné sú poznatky o hranici báden-sarmat a sarmat-panón vo východoslovenskej panve a o hranici karpat-báden v Košickej kotline. Zásadným prínosom bolo tiež riešenie laterálnej korelácie litofaciálne pestrého vývoja neogénu v podvihorlatskej oblasti a v juhovýchodnej časti Východoslovenskej nížiny. Jubilant prispel tiež k poznaniu stavby južnej a prešovskej časti Košickej kotliny. Vo svojej kandidátskej práci predložil doteraz najucelenejšiu syntézu zlomovej stavby Východoslovenskej neogénnej panvy. Zostavil tiež prvý variant odkrytej geologickej mapy neogénu tejto panvy a podieľal sa na zostavení moderného litostratigrafického členenia neogénu Východoslovenskej nížiny.

Spolupracovníci a kolegovia želajú jubilantovi mnoho úspechov do ďalších plodných rokov života, dobré zdravie, hodne elánu a životného optimizmu.

Dionýz Vass

MINERALIA SLOVACA — časopis Slovenskej geologickej spoločnosti a slovenských geologických organizácií, ročník 17, číslo 6, december 1985.

Vydáva Geologický prieskum, n. p., 052 40 Spišská Nová Ves v n. p. ALFA, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Hurbanovo nám. 3, 815 89 Bratislava, tel. 331 441 až 45.
Adresa redakcie: Geoprieskum — Mineralia slovaca, p. p. 13, Garbanova 1, 040 11 Košice, tel. 437 846. Vedúci redaktor: Ing. Ján Bartalský, CSc., zástupca: RNDr. Pavol Grecula, CSc. Vychádza 6-krát ročne. Tlačia Východoslovenské tlačiarne, n. p., Švermova 47, 040 67 Košice. Objednávky adresujte redakcii časopisu. Cena jednotlivého čísla Kčs 15,—, ročné predplatné Kčs 90,—. Imprimované dňa 21. 11. 1985.

Subscriptions and correspondence concerning advertisements be sent SLOVART Ltd., Gotwaldovo nám. 6, 817 64 Bratislava.

The Mineralia slovaca is also available on an exchange basis. For details please write to the Editor Mineralia slovaca, P. O. Box 13, 040 11 Košice, Czechoslovakia.

© ALFA, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava 1985

Dušan Jalč — Zdena Bačová

Hydrogeológia sedimentov vrchného panónu pri Malackách — **551** Hydrogeology of Upper Pannonian sediments near Malacky (SW Slovakia)

SPRÁVY — REPORTS

Martin Radvanec — Pavol Grecula

Geochemické anomálie Sn a Mo v rudonosnom vulkanickom horizonte staršieho paleozoika gemerika — **563** Geochemical anomalies of tin and molybdenium in the ore-bearing volcanic horizon of the Gemeric Lower sequences (West Carpathians)

AKTUALITY — NEWS

Jozef Határ — Jozef Krištín

Rýdze železo z amfibolických hornín pri Liptovskej Lúžnej v západnej časti Nízkych Tatier — **569** Native iron from amphibole rocks near Liptovská Lúžna in western part of the Nízke Tatry Mts.

DISKUSIA — DISCUSSION

Pavel Pitoňák

K článku Návrh skratiek minerálov — **500** To the paper: Proposal of mineral name abbrevations

KRONIKA — CHRONICLE

Ing. Ján Kuráň, CSc., predseda Slovenského geologického úradu, šesťdesiatročný — **481** Sixty years of Ing. Ján Kuráň, CSc., president of the Slovak Bureau of Geology

Dionýz Vass

RNDr. Cyril Tereska päťdesiatročný — **575** Fifty years of RNDr. Cyril Tereska

Dionýz Vass

Na päťdesiatiny RNDr. Jozefa Čverčka, CSc. — **575** To fifty years of RNDr. Jozef Čverčko, CSc.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI — THE SOCIETY'S LIFE

Milan Mišík

Výskum karbonatických paniev — **499** Researches in carbonatic basins

Dionýz Vass

Geodynamický vývoj vnútorných molás — **573** Geodynamic development of internal molasse basins

Igor Modlitba

Skúsenosti zo študijného pobytu vo Veľkej Británii — **574** Experience from a study stay in Great Britain

RECENZIE — BOOK REVIEW

Ján Ilavský

Peter Sonnenfeld: Brines and Evaporites — **549**

VYDAVATEĽ:

SLOVENSKÁ GEOLOGICKÁ SPOLOČNOSŤ – BRATISLAVA
SLOVENSKÝ GEOLOGICKÝ ÚRAD – BRATISLAVA
INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ A HYDROGEOLOGICKÝ PRIESKUM, N. P., ŽILINA
NAFTA, K. P., GBELY
GEOLOGICKÝ PRIESKUM, N. P., SPIŠSKÁ NOVÁ VES

49 374