

## Obsah

Zlinská, A.: RNDr. Ondrej Samuel, DrSc., 70-ročný	7
Rakús, M.: RNDr. Anton Biely, CSc., 70-ročný	15
Plašienka, D.: Zdravica k päťdesiatinám Vlada Bezáka	17
Elečko, M.: Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000, r. 1994 – 2000	19
Vass, D., Törökóvá, I. a Elečko, M.: Čiernolúcke vrstvy – vrchná krieda v podloží Rimavskej kotliny: litologická a petrografická charakteristika	23
Fordinál, K., Šimon, L. a Elečko, M.: Regionálny geologický výskum neogénnej výplne a podložia Bánovskej kotliny	29
Pristaš, J., Elečko, M., Fordinál, K., Šimon, L., Polák, M., Ivanička, J., Vozár, J., Törökóvá, I., Žecová, K., Zlinská, A., Slamková, M., Boorová, D. a Kernátsová, J.: Geologická stavba a vývoj Bánovskej kotliny, listy 1 : 25 000: 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť), 35-243 (Uhrovec, časť) a 35-234 (Bánovce nad Bebravou)	39
Pristaš, J., Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J. a Törökóvá, I.: Geologická stavba a neotektonika Nitrianskej pahorkatiny	43
Janočka, J., Polák, M., Jacko, S., Gross, P., Köhler, E., Halasová, E., Hamršíd, B., Siráňová, Z., Zlinská, A., Buček, S., Karoli, S. a Žec, B.: Nové poznatky o geologickej stavbe regiónu Spišskej Magury	49
Madarás, J. a Putiš, M.: Tektonika a petrografia čiernobalockého komplexu kryštalinika veporika	55
Németh, Z., Putiš, M. a Grecula, P.: Generovanie oblúkovitého rozhrania gemerika s veporikom z pohľadu kinematiky alpínskeho extenzného odstrešovania	65
Németh, Z., Grecula, P. a Putiš, M.: Litotektonické vzťahy na rozhraní gelnickej a rakoveckej skupiny v severogemerickéj zóne	67
Zlinská, A., Andrejeva-Grigorovičová, A. a Filo, I.: Biostratigrafická analýza vzoriek sz. od Lubietovej	71
Ozdín, D.: Metamorfno-hydrotermálne zrudnenie na výskyte Lubietová – Predsvätodušná	77
Hrušecký, I., Jacko, S., Hurai, V., Zlinská, A., Kotulová, J., Biroň, A., Král, J., Pereszlényi, M., Janočko, J., Pospíšil, L., Nemčok, M., Andrejeva-Grigorovičová, A., Jetel, J., Törökóvá, I., Žecová, K. a Fejdi, V.: Niektoré nové výsledky výskumu východného úseku Západných Karpát vzťahujúce sa na uhlíkovodíkový potenciál tohto regiónu	83
Zuberec, J. a Kozáč, J.: Ekologické suroviny Slovenskej republiky a možnosti ich využitia	93
Jetel, J., Sihelníková, A. a Šoltésová, E.: Hydrogeologická mapa Východoslovenskej nížiny	95
Jetel, J.: Hydrogeologický prieskum neogénu východnej časti Košickej kotliny	97
Jetel, J.: Základná hydrogeologická mapa Lubovnianskej vrchoviny a Pienin	99
Jetel, J.: Hydrogeochemická mapa Lubovnianskej vrchoviny a Pienin	101
Paudiš, P., Gedeon, M., Hofierka, J., Slaninka, I., Hók, J., Švasta, J. a Kordík, J.: Vývoj trojrozmerného modelu geologickej bariéry	103
Siman, P.: CAMECA SX 100 – najmodernejšia generácia elektrónoptických mikroanalytických prístrojov na území Slovenskej republiky bude realitou	107

1 B 19 b

383/2002

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA, BRATISLAVA 2001



# GEOLOGICKÉ PRÁCE

ISSN 0433-4795

SPRÁVY

105

1B196  
Sprawy 105 ger

## POKYNY PRE AUTOROV

### Všeobecne

1. Rukopis v dvoch exemplároch a originál obrázkov s jedným odtlačkom musia byť vyhotovené podľa pokynov pre autorov časopisu Geologické práce, Správy.
2. Text článku je potrebné dodať na diskete 3,5" (príp. na CD), spracovaný v textovom editore MS Word.
3. Rozsah článku je max. 20 strán rukopisu vrátane literatúry, obrázkov a vysvetliviek.
4. Články sa uverejňujú v slovenčine. Abstrakt a skrátené znenie článku (resumé) napísať v angličtine.
5. Súčasne s článkom treba zaslať autorské vyhlásenie: meno autora (autorov), akad. titul, rodné číslo, trvalé bydlisko.

### Text

1. Úpravu textu spolu so zoznamom literatúry prispôbiť týmto pokynom.
2. Text písať písmom s veľkosťou 12 bodov (medziriadkovú medzeru nastaviť na 1,5).
3. Prvá strana rkp. musí obsahovať tieto údaje: plné meno autora (autorov), názov článku, počet obr. a tab., adresu (obyčajne adresa pracoviska), príp. e-mail. adresu.
4. Abstrakt s názvom článku písať na samostatný list. Obsahuje hlavné výsledky práce, neobsahuje citácie. Rozsah abstraktu nemá byť väčší ako 200 slov.
5. K článku pripojiť kľúčové slová.
6. Text článku musí byť logicky členený; má obsahovať úvod, charakteristiku skúmaného problému, resp. metódu práce, faktologické údaje, diskusiu a záver.
7. Zreteľne odlišiť východiskové údaje od interpretácií.
8. V texte neopakovať údaje z tabuliek a obrázkov, ale sa na ne len odvolať.
9. Ako pomôcku na typologické zatriedenie môže autor členiť kapitoly a podkapitoly podľa hierarchie, a to číslami 1, 2, 3... označenými ceruzou na ľavom okraji strany rukopisu.
10. Citácie v texte uvádzať v zátvorke bez skratky krstného mena, napr.: (Šimon, 1987). V prípade viacerých spoluautorov citovať: (Šimon et al., 1997). V zozname literatúry však uvádzať všetkých spoluautorov citovanej práce spolu so skratkami krstných mien.
11. Grécke písmená používané v texte napísať aj slovom foneticky na okraj rukopisu, čím sa predíde zámene pri prípadnom konvertovaní a formátovaní textu.
12. Abstrakt, résumé, vysvetlivky k obrázkom a názvy tabuliek predložiť aj v angličtine.

### Ilustrácie

1. Obrazové predlohy dodávať vždy spolu s textom článku dvojmo (originál a 1 kópia). V prípade ilustrácií vytvorených v počítači zaslať ich na diskete 3,5" (CD) vo formáte Corel Draw. Do rukopisu obrázky nikdy nevkladať a nelepovať.
2. Pri stanovení veľkosti predloh je rozhodujúci formát sadzobného obrazca (GP, Správy: 170 x 250 mm). V prípade, že sa obr. budú zmenšovať, na origináloch prispôbiť veľkosť písma a hrúbku čiar a šrafúry. Prílohy väčšie ako formát (skladačky) treba podľa možnosti vylúčiť.
3. Popis v obr., grafoch atď. sa nesmie kresliť voľne rukou, ale šablónou.
4. Každá príloha (graf, mapa, situácia, tabuľka, fotografia) sa musí v texte citovať.

5. Fotografie musia byť ostré, kontrastné, na lesklom papieri. Podobne ako pri perových kresbách, aj pri stanovení veľkosti fotografie je rozhodujúci formát publikácie. Naskenované fotografie sú menej vhodné, pretože ich výsledná kvalita závisí od druhu použitého tlačového papiera.
6. Predlohy musia byť očíslované podľa poradia a označené menom autora. Na zadnej strane fotografie šípkou označiť orientáciu.

### Tabuľky

Tabuľky dodať podľa možnosti na samostatnom liste. Tabuľky väčšie ako formát 170 x 250 mm sú neprijateľné.

### Literatúra

1. Medzinárodná norma ISO 690 spresňuje údaje, ktoré sa používajú v bibliografických odkazoch na publikované dokumenty, monografie, periodiká, určuje povinné poradie údajov a stanovuje pravidlá ich zápisu.
2. V zozname literatúry sa odkazy usporadúvajú v abecednom poradí. Všeobecne sa odkaz zapisuje tak, ako sa vyskytuje v prameni.
3. Pretože monografie, periodiká a ich jednotlivé príspevky majú svoje osobitné charakteristiky vyplývajúce z formy publikácie, uvádzame príklady jednotlivých odkazov:

#### Monografia

Fusán, O., Biely, A., Ibrmajer, J., Plančár, J. a Rozložník, L.: Podložie terciéru vnútorných Západných Karpát. 1. vyd. Bratislava, GÚDŠ 1987. 123 s.

#### Príspevok v monografii

Bezák, V., Jacko, S., Ledru, P. and Siman, P.: Hercynian development of the Western Carpathians. In: Rakús, M.: Geodynamic development of the Western Carpathians. Bratislava, GS SR 1998, s. 27 – 34.

#### Článok v periodických publikáciách

Buček, S.: Borové Formation of Middle Eocene age east of the Tatra Mts. In: Slovak Geol. Mag., Vol. 7, 2001, no. 1, pp. 45 – 52.

Fordinál, K., Šimon, L. a Elečko, M.: Regionálny geologický výskum neogénnej výplne a podložia Bánovskej kotliny. In: Geol. Práce, Spr., 2001, č. 105, s. 29 – 37.

#### Zborník

Geologický výskum východného Slovenska. Ed. M. Kaličiak. Bratislava, GÚDŠ 1992. 113 s.

#### Príspevok v zborníku

Žec, B.: Rekonštrukcia andezitového stratovulkánu Bogota a monogenetického vulkánu Košický Klečenov. In: Geologický výskum Východného Slovenska. Ed. M. Kaličiak. Bratislava, GÚDŠ 1992, s. 15 – 33.

#### Manuskript

Šimon, L.: Vývoj názorov na geologickú stavbu Vtáčnika. Manuskript. Bratislava – archív GÚDŠ, 1987. 21 s.

Ústredná geologická knižnica SR  
ŠGÚDŠ



3902001016659

60,-

**GEOLOGICKÉ  
PRÁCE  
SPRÁVY 105**

**Vedecký redaktor**

RNDr. Ladislav Šimon, PhD.

**Členovia redakčnej rady**

RNDr. K. Fordinál, PhD., RNDr. J. Hók, CSc., Ing. J. Janočko, CSc., RNDr. A. Klukanová, CSc., RNDr. P. Liščák, CSc., RNDr. P. Malík, CSc., RNDr. A. Nagy, CSc., RNDr. P. Šiman, RNDr. J. Zuberec, CSc.

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA, BRATISLAVA 2001



# GEOLOGICKÉ PRÁCE

SPRÁVY

105

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra  
KNIŽNICA, Bratislava

Signatúra: 1B 196

Inv. čís.: 383/2002

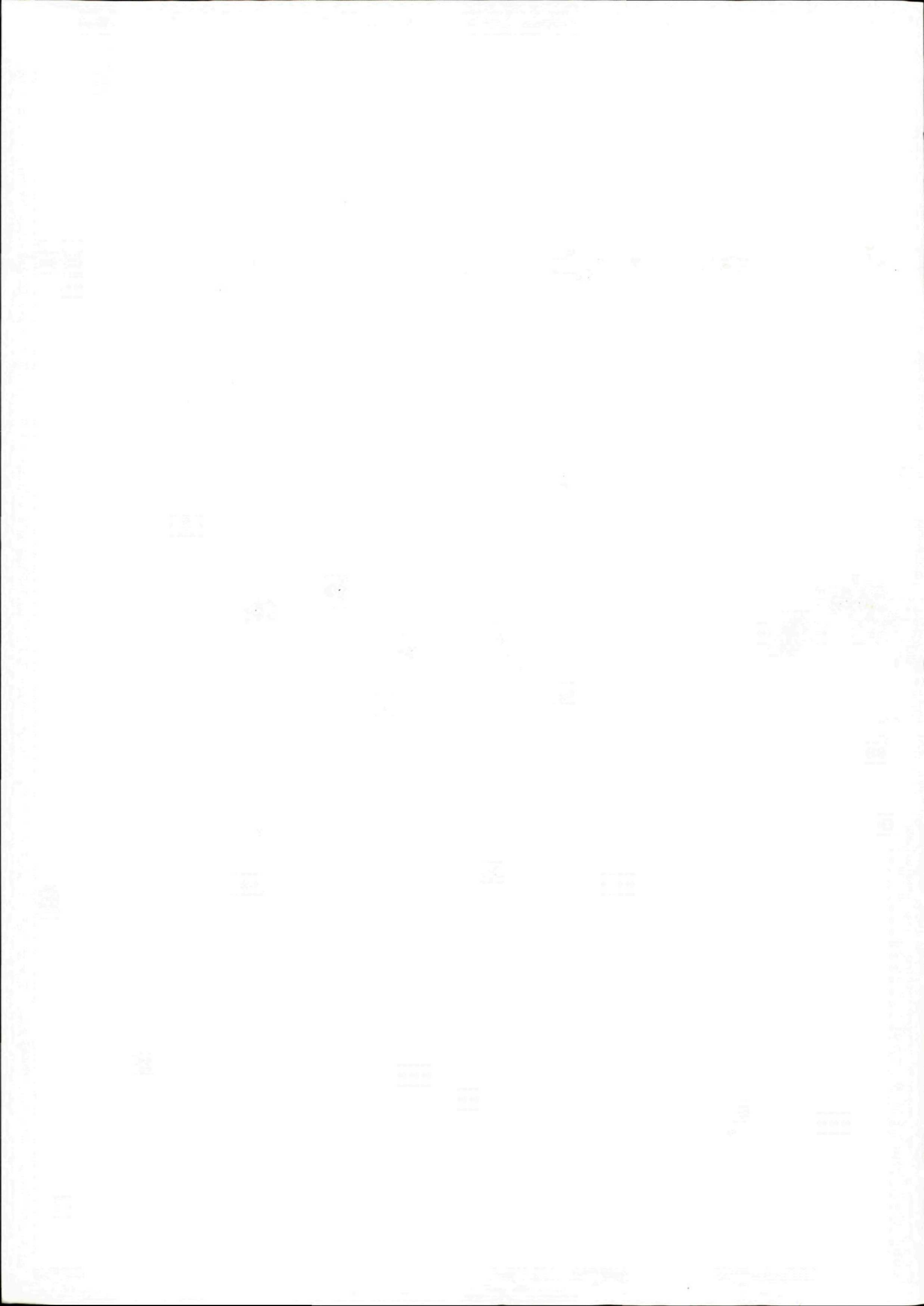
Sk.: 60,-

Získané: PV

Prílohy: /

## Obsah

<i>Zlinská, A.</i> : RNDr. Ondrej Samuel, DrSc., 70-ročný	7
<i>Rakús, M.</i> : RNDr. Anton Biely, CSc., 70-ročný	15
<i>Plašienka, D.</i> : Zdravica k päťdesiatinám Vlada Bezáka	17
<i>Elečko, M.</i> : Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000, r. 1994 – 2000	19
<i>Vass, D., Törökóvá, I. a Elečko, M.</i> : Čiernolúcke vrstvy – vrchná krieda v podloží Rimavskej kotliny: litologická a petrografická charakteristika	23
<i>Fordinál, K., Šimon, L. a Elečko, M.</i> : Regionálny geologický výskum neogénnej výplne a podložia Bánovskej kotliny	29
<i>Pristaš, J., Elečko, M., Fordinál, K., Šimon, L., Polák, M., Ivanička, J., Vozár, J., Törökóvá, I., Žecová, K., Zlinská, A., Slamková, M., Boorová, D. a Kernátsová, J.</i> : Geologická stavba a vývoj Bánovskej kotliny, listy 1 : 25 000: 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť), 35-243 (Uhrovec, časť) a 35-234 (Bánovce nad Bebravou)	39
<i>Pristaš, J., Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J. a Törökóvá, I.</i> : Geologická stavba a neotektonika Nitrianskej pahorkatiny	43
<i>Janočka, J., Polák, M., Jacko, S., Gross, P., Köhler, E., Halasová, E., Hamršíd, B., Síráňová, Z., Zlinská, A., Buček, S., Karoli, S. a Žec, B.</i> : Nové poznatky o geologickej stavbe regiónu Spišskej Magury	49
<i>Madarás, J. a Putiš, M.</i> : Tektonika a petrografia čiernobalockého komplexu kryštalinika veporika	55
<i>Németh, Z., Putiš, M. a Grecula, P.</i> : Generovanie oblúkovitého rozhrania gemerika s veporikom z pohľadu kinematiky alpínskeho extenzného odstrešovania	65
<i>Németh, Z., Grecula, P. a Putiš, M.</i> : Litotektonické vzťahy na rozhraní gelnickej a rakoveckej skupiny v severogemerickej zóne	67
<i>Zlinská, A., Andrejeva-Grigorovičová, A. a Filo, I.</i> : Biostratigrafická analýza vzoriek sz. od Ľubietovej	71
<i>Ozdín, D.</i> : Metamorfo-hydrotermálne zrudnenie na výskyte Ľubietová – Predsvätodušná	77
<i>Hrušecký, I., Jacko, S., Hurai, V., Zlinská, A., Kotulová, J., Biroň, A., Král, J., Pereszlényi, M., Janočko, J., Pospíšil, L., Nemčok, M., Andrejeva-Grigorovičová, A., Jetel, J., Törökóvá, I., Žecová, K. a Fejdi, V.</i> : Niektoré nové výsledky výskumu východného úseku Západných Karpát vzťahujúce sa na uhľovodíkový potenciál tohto regiónu	83
<i>Zuberec, J. a Kozáč, J.</i> : Ekologické suroviny Slovenskej republiky a možnosti ich využitia	93
<i>Jetel, J., Sihelníková, A. a Šoltésová, E.</i> : Hydrogeologická mapa Východoslovenskej nížiny	95
<i>Jetel, J.</i> : Hydrogeologický prieskum neogénu východnej časti Košickej kotliny	97
<i>Jetel, J.</i> : Základná hydrogeologická mapa Ľubovnianskej vrchoviny a Pienin	99
<i>Jetel, J.</i> : Hydrogeochemická mapa Ľubovnianskej vrchoviny a Pienin	101
<i>Pauditš, P., Gedeon, M., Hofierka, J., Slaninka, I., Hók, J., Švasta, J. a Kordík, J.</i> : Vývoj trojrozmerného modelu geologickej bariéry	103
<i>Siman, P.</i> : CAMECA SX 100 – najmodernejšia generácia elektrónoptických mikroanalytických prístrojov na území Slovenskej republiky bude realitou	107





## RNDr. Ondrej Samuel, DrSc., 70-ročný



Narodil sa 10. 2. 1931 v Palárikove. V roku 1945 začal navštevovať Meštiansku školu v Nových Zámkoch. Po jej skončení (1948) bol prijatý na Obchodnú akadémiu, ktorú skončil s vyznamenaním maturitou roku 1952. Po zložení diferencných skúšok z gymnaziálnych predmetov bol prijatý na Geologicko-geografickú fakultu UK v Bratislave, ktorú skončil v roku 1956.

V poslednom roku štúdia pôsobil ako asistent u profesora D. Andrusova. Od r. 1956 do r. 1994 bol zamestnaný v Geologickom ústave D. Štúra (ďalej GÚDŠ), kde bol námestníkom riaditeľa (1972 – 1982), vedúcim oddelenia paleogénu (1982 – 1983) a vedúcim oddelenia biostratigrafie (1982 – 1993). V GÚDŠ zastával aj funkciu predsedu vedeckej rady (1980 – 1994) a edičnej rady (1972 až 1994). Od roku 1963 až do roku 1986 bol vedeckým redaktorom redakčného okruhu Západné Karpaty, séria Paleontológia, dlhodobým vedeckým redaktorom edície Geologické práce, Správy (1963 – 1994), ako aj členom redakcie časopisov Geologický zborník – Geologica Carpathica (1964 – 1997), Mineralia Slovaca (1973 – 1995), Časopisu pro mineralogii a geologii, resp. Časopisu České geologické společnosti (1985 – 1994).

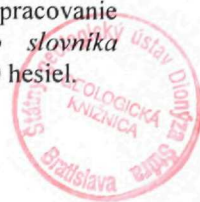
Pre svoje rozsiahle odborné a organizačné schopnosti bol členom rozličných vedeckých inštitúcií. V rámci vedeckého kolégia SAV pre vedy o Zemi a vesmíre pracoval v komisii pre geológiu a geografiu, bol predsedom terminologickej komisie a podpredsedom česko-slovenskej stratigrafickej komisie pri kolégiu ČSAV pre geológiu a geografiu, ako aj členom spoločnej vedeckej rady ÚÚG a GÚDŠ a Česko-slovenského, resp. Slovenského národného komitétu. Okrem vedeckej činnosti bol organizátorom rozličných vedeckých podujatí, ako napr. X.

jubilejného zjazdu KBGA v Československu (1973) a XIII. celoštátnej geologickej konferencie Slovenskej geologickej spoločnosti (SGS). Osobitne treba spomenúť jeho záslužnú činnosť pre Slovenskú geologickú spoločnosť. Jej kmeňovým členom sa stal v roku 1960. Od roku 1974 zastával funkciu tajomníka, potom podpredsedu a od roku 1982 až do roku 1994 predsedu. V rámci KBGA bol od roku 1983 až do roku 1995 prezidentom za ČSFR, resp. Slovenskú republiku (1993) a od roku 1975 je členom medzinárodnej subkomisie pre paleogén. Bol predsedom komisie na obhajoby kandidátskych dizertačných prác (CSc.) z odboru paleontológia a alternujúcim predsedom komisie na obhajoby doktorských dizertačných prác (DrSc.).

Kandidátsku dizertačnú prácu na tému *Mikrobiostratigrafia vonkajšieho a vnútorného flyšu východného Slovenska, paleogénu bradlového pásma a centrálnokarpatského paleogénu* obhájil v roku 1964 (CSc.). Hodnosť doktora vied (DrSc.) získal v roku 1972 v Bratislave.

Vo vedeckovýskumnej činnosti sa venoval hlavne stratigrafii paleogénu, kriedy a neskoršie aj triasu, ako aj paleontológii foraminifer. Vydané monografie venované tejto problematike predstavujú doteraz najucelenejší opis a stratigrafickú hodnotu foraminifer Západných Karpát. Opísal takmer 40 nových taxónov, ktorých validita bola v prevažnej miere akceptovaná aj v prestížnej monografii *Foraminiferal Genera and Their Classification* (Loeblich a Tappan), vydané v New Yorku (1988). Jeho práce majú vplyv na spresnenie stratigrafie flyšových sekvencií a bradlového pásma Slovenska, čím sa spresnil aj pohľad na paleogeografický, a tým aj tektonický vývoj Západných Karpát. Významnou črtou publikovaných prác je aj porovnanie planktonických foraminifer s inými fosilnými skupinami (veľké foraminifery, nanoplanktón, palynológia) a biozonácia kriedy a paleogénu. Umožňuje to interregionálnu stratigrafickú paralelizáciu a koreláciu s medzinárodnou geochronologickou škálou.

Okrem monografických prác má zásadný podiel na vydaní trojväzkového *Stratigrafického slovníka* (1983, 1985, 1988). Bol nielen jeho editorm, ale z veľkej časti aj autorom. Toto trojväzkové dielo predstavuje vôbec prvú litobiostratigrafickú klasifikáciu útvarov Západných Karpát. Do kontextu uvedeného Stratigrafického slovníka zapadá aj prvé (1980) a druhé (1987) vydanie *Chronostratigrafickej a synoptickej tabuľky* odrážajúcej súčasný stav chronostratigrafie v celosvetovom meradle. Okrem uvedeného diela participoval na dvojväzkovom diele *Encyklopedický slovník geologických vied* (1983) a *Encyklopédia Slovenska*. Výsledkom dlhobodej práce paleontologickej terminologickej komisie je spracovanie unikátneho diela, *Náučno-terminologického slovníka* (2000) z odboru paleontologie. Obsahuje 3 500 hesiel.



Jeho vedeckovýskumná činnosť bola ocenená na medzinárodnom fóre, napr. pri príležitosti konania kolokvia o eocéne v Maďarsku, kde bol vyznamenaný Medailou za riešenie mikrobiostratigrafie paleogénu v Európe. Za rozsiahlu medzinárodnú spoluprácu v strednej Európe mu bola roku 1969 udelená Čestná plaketa Maďarského geologického ústavu, Poľského geologického ústavu (1970), Ústredného geologického ústavu v Prahe (1979), ako aj čestné členstvo Poľskej geologickej spoločnosti (1990), Česko-slovenskej spoločnosti pre mineralógiu a geológiu pri ČSAV (1990), Slovenskej geologickej spoločnosti (1997) a Maďarskej geologickej spoločnosti (1998). Za rozsiahlu činnosť v Slovenskej geologickej spoločnosti mu výbor SGS udelil Medailu Jána Slávika (1982).

Jeho práca na domácom poli bola ocenená rezortným vyznamenaním Najlepší pracovník geologickej služby (1969) a v roku 1971 štátnym rezortným vyznamenaním Za pracovnú vernosť. Bola mu udelená Plaketa Dionýza Štúra za rozvoj geológie (1974) a Čestná plaketa GÚDŠ (1980). Za rozvoj vedného odboru ho Slovenská akadémia vied vyznamenala aj Zlatou plaketou Dionýza Štúra za zásluhy v prírodných vedách (1991). V roku 2000 pri príležitosti 60. výročia vzniku Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra bol ocenený Medailou za rozvoj geológie a propagácie Slovenska v zahraničí.

Výsledky svojich výskumov publikoval vo vyše 250 publikáciách, v domácich i zahraničných časopisoch a publikáciách z rozličných sympózií a kolokvií, v početných (cca 200) nepublikovaných správach, ako aj 5 monografických prácach, v ktorých podáva doteraz v najucelenejšej forme opis a stratigrafickú hodnotu foraminifer Západných Karpát, pričom opísal takmer 40 nových taxónov:

1. *Foraminifera der Westkarpaten-Kreide* (J. Salaj – O. Samuel, 1967; vyd. GÚDŠ).
2. *Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpathian Paleogene* (O. Samuel – J. Salaj, 1968; vyd. GÚDŠ).
3. *Geológia východoslovenského flyšu* (B. Leško – O. Samuel, 1969; vyd. SAV).
4. *Microfauna and Lithostratigraphy of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Middle Váh valley (West Carpathian)* (O. Samuel – K. Borza – E. Köhler, 1972; vyd. GÚDŠ).
5. *Triassic Foraminifera of the West Carpathians* (J. Salaj – K. Borza – O. Samuel, 1983; vyd. GÚDŠ).

Veľmi cennou črtou uvedených prác je porovnanie planktonických foraminifer s inými fosílnymi skupinami, najmä veľkých foraminifer, a biozonácia kriedy a paleogénu na základe planktonických foraminifer, ktoré umožňujú interkontinentálnu paralelizáciu a koreláciu s medzinárodnou geochronologickou stratigrafickou škálou. Tým sa tieto práce dotýkajú celoeurópskych, resp. svetových mikrobiostratigrafických problémov.

Význam publikovaných prác znásobuje aj skutočnosť, že pojednávajú o synonymike a taxonomickej hodnote

druhov, ktoré boli paralelne opísané v bývalom Sovietskom zväze i v západných krajinách. Týmto kritickým postojom nadobúdajú jeho publikácie osobitnú medzinárodnú črtu. Najlepším dôkazom toho je veľký záujem o výsledky jeho výskumov v zahraničí a početné citácie prakticky vo všetkých renomovaných odborných publikáciách.

Výskumné práce RNDr. O. Samuela, DrSc., predstavujú určitý medzník vo vývoji mikropaleontológie u nás. Ovplyvnili doterajšie názory na stratigrafiu, a tým aj na geológiu, tektoniku a paleogeografiu kriedy a paleogénu Západných Karpát Slovenska. Jeho výsledky presahujú regionálny rámec a sú prínosom do tejto vednej disciplíny v medzinárodnom rozsahu.

V mene geologickej pospolitosti prajeme jubilantovi veľa zdravia do ďalších rokov.

Adriena Zlinská

### Zoznam publikovaných prác

- Leško, B. a Samuel, O., 1960: Geológia bradlového pásma pri Podhorí. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 20, 139 – 150.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1960: Predbežná správa o nálezoch oligocénu v paleogéne centrálnych Karpát. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 18, 89 – 97.
- Samuel, O., 1961: Some remarks on the Paleogene of Klippeszone and of the stratigraphic biofacial position of the „Malcov“ and Šariš beds in the East-Slovakia. Geol. Práce. Zoš. (Bratislava), 60, 137 – 148.
- Samuel, O. a Salaj, J., 1961: Niekoľko poznámok k mikrobiostratigrafii „dánú“ – paleocénu. Geol. Sbor. (Bratislava), 12, 2, 165 – 174.
- Samuel, O., 1962: Mikrobiostratigrafické pomery kriedových sedimentov vnútorného bradlového pásma v okolí Beňatiny. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 24, 153 – 197.
- Samuel, O. a Salaj, J., 1962: Nové druhy foraminifer z kriedy a paleogénu Západných Karpát. Geol. Práce. Zoš. (Bratislava), 62, 313 – 320.
- Samuel, O. a Snopková, P., 1962: Mikrobiostratigrafické a palynologické korelačné štúdie centrálnokarpatského paleogénu. Geol. Práce. Zoš. (Bratislava), 63, 69 – 84.
- Leško, B., Salaj, J. a Samuel, O., 1963: Palaeogene of Slovak Carpathians Klippen Belt. CBGA, VI. Congress. Varsovie – Cracovie, 87 – 89.
- Planderová, E., Pulec, M., Samuel, O. a Vaňová, M., 1963: Poznámky k litologicko-stratigrafickým pomerom Banskobystrickej a Zvolenskej kotliny. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 30, Geol. Úst. D. Štúra, 147 – 159.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1963: Contribution to the Stratigraphy of Cretaceous of the Klippen Belt and Central West Carpathians. Geol. Sbor. (Bratislava), 14, 1, 109 – 125.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1963: Mikrobiostratigrafia strednej a vrchnej kriedy z východnej časti bradlového pásma. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 30, Geol. Úst. D. Štúra, 93 – 112.
- Samuel, O. a Salaj, J., 1963: Contribution to Paleogene of Myjavská pahorkatina. Vicinity of Považská Bystrica, Žilina and Eastern Slovakia. Geol. Sbor. (Bratislava), 14, 1, 149 – 163.
- Samuel, O., 1963: Nieskoľko zamýšľaníj o paleogéne bradlového pásma i stratigrafičesko-biofaciálnom položeníi „malcovských“ i šarišských slojev vostočnoj Slovaki. CBGA, V. Congress, 3, 12, București, 147 – 148.
- Began, A., Salaj, J. a Samuel, O., 1964: Einige Bemerkungen zur Arbeit von V. Scheibnerová: Some new informations on

- the Cretations of the Klippen belt of West Carpathians. Geol. Sbor. (Bratislava), 15, 2, 319 – 321.
- Leško, B., Salaj, J. a Samuel, O., 1964: Paleogén bradlového pásma slovenských Karpát. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 1 – 31, 95 – 102.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1964: W. Simon – H. Bartenstein a kol. (Arbeitskreis Deutscher Mikropaleontologen): Leitfossilien der Mikropaleontologie. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 31, 216.
- Samuel, O., 1964: Mikrostratigrafia paleogénu okolia Bojníc. Spr. geol. Výsk. v roku 1963 (2 – Slovensko), Bratislava, 1 – 230.
- Samuel, O., Salaj, J. a Vaňová, M., 1964: Microbiostratigraphy of Central Carpathians based on larger and small Foraminifera. Intern. Geol. Congr., Report of the XXII-nd Session. VIII. Proceedings of Sec. 8 – Paleont. and Stratigr. New Delhi, 50 – 61.
- Began, A., Borza, K., Salaj, J. a Samuel, O., 1965: On the age of Upohlava conglomerates. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 36, 123 – 138.
- Bystrická, H., Bystrický, J., Kochanová, M., Samuel, O., Schaleková, A., Scheibnerová, A. a Scheibnerová, V., 1965: Espèces-index du Mésozoïque et du Paléogène des Karpates de la Slovaquie. CBGA, VII Congress, Sofia, 227 – 230.
- Leško, B. a Samuel, O., 1965: Sur quelques traits stratigraphiques et lithologiques du Paléogène de la Slovaquie orientale. CBGA, VII Congress, Sofia, 175 – 178.
- Samuel, O., 1965: Zonárne členenie paleogénnych sedimentov Západných Karpát na základe planktonických foraminifer. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 35, 183 – 198.
- Koráb, T., Nemček, J. a Samuel, O., 1966: K niektorým problémom geológie dukelskej jednotky na východnom Slovensku. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 39, Úst. D. Štúra, 85 – 94.
- Leško, B., Gašpariková, V. a Samuel, O., 1966: Geologické pomery bradlového pásma pri Hanušovciach nad Topľou. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 38, 11 – 119.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1966: Foraminifera der Westkarpaten-Kreide (Slowakei). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 291.
- Leško, B. a Samuel, O., 1967: Flyševý pojas československých Karpát. In: Nekotoryje problemy geol. i metalog. Zapadnyh Karpat, Bratislava, 64 – 68.
- Leško, B., Samuel, O. a Šlaczka, A., 1967: L'individualité du flysch de Magura de la Région située entre les Karpates occidentales et les Karpates orientales. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 42, 137 – 147.
- Samuel, O., Salaj, J., Köhler, E. a Borza, K., 1967: Relation of the Cretaceous to the Paleogene in the Klippen Belt of the Váh riverside (West Carpathians). Geol. Sbor. (Bratislava), 18, 1, 125 – 132.
- Samuel, O. a Vaňová, M., 1967: Nové poznatky o stratigrafii eocénu v okolí Štúrova. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 41, 41 – 51.
- Leško, B. a Samuel, O., 1968: Geológia východoslovenského flyšu. Bratislava, Slov. Akad. Vied, 1 – 245.
- Leško, B. a Samuel, O., 1968: Les traits tectoniques de la nappe de Magura de la région située entre les Karpates occidentales et les Karpates orientales. Rep. of the 23. Sec. Czechoslov., Prague, 8.
- Leško, B. a Samuel, O., 1968: Les traits tectoniques de la nappe de Magura de la région située entre les Karpates occidentales et les Karpates orientales. XXIII. Inter. geol. congr., 3, Prague, 103 – 106.
- Samuel, O. a Bystrický, H., 1968: Stratigraphische Korrelation der Plankton-Foraminiferen mit dem Nannoplankton des Paleogens in den Westkarpaten der Slowakei. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 19, 1, 117 – 129.
- Samuel, O. a Salaj, J., 1968: Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpathian Paleogene. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 232.
- Kullmanová, A., Kochanová, M., Snopková, P. a Samuel, O., 1969: O dvojakom veku „lunzských vrstiev“ v podloží neogénu Viedenskej panvy. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 50, Geol. Úst. D. Štúra, 51 – 64.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1969: Einige Bemerkungen zum Diskussionsbeitrag von dr. E. Hanzlíková. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 51, Geol. Úst. D. Štúra, 245 – 254.
- Began, A., Borza, K., Köhler, E. a Samuel, O., 1970: Stratigraficko-litologická charakteristika profilu vrtu MS-1 (jz. od Považskej Bystrice). Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 53, 131 – 143.
- Bystrická, H., Leško, B. a Samuel, O., 1970: Stratigrafia paleogénnych sérií severne od Malej Domaníže. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 51, 149 – 163.
- Gross, P., Franko, O. a Samuel, O., 1970: Geológia centrálnokarpatského paleogénu v okolí bojnických kúpeľov. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 52, 19 – 34.
- Samuel, O., 1970: Recenzia knihy K. Borzu „Die Mikrofazies und Mikrofossilien des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten“. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 21, 1, 205 – 206.
- Samuel, O., 1970: Bibliografia GÚDŠ za roky 1940 – 1970. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 54, 1 – 220.
- Leško, B. a Samuel, O., 1972: Paléogène de la zone des Klippes des Karpates occidentales. 24<sup>th</sup> IGC, 1972 – Section 3, Montreal, 380 – 383.
- Leško, B. a Samuel, O., 1972: Recenzia práce V. V. Gluško – S. Kruglov a kol.: Geologičeskoje strojenie i gorjučije iskopajemyje Ukrainkich Karpat (Geologická stavba a živice ukrajinských Karpát). Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 59, 307 – 309.
- Samuel, O., 1972: Niekoľko poznámok k litologicko-faciálnemu a stratigrafickému členeniu paleogénu bradlového pásma. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 59, 285 – 298.
- Samuel, O., 1972: Phylogensis of Paleogene planktonic Foraminifera. Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), 18, 223 – 240.
- Samuel, O., 1972: New species of planktonic foraminifera from the Paleogene of the West Carpathians in Slovakia (Czechoslovakia). Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), 18, 217 – 221.
- Samuel, O., 1972: Planktonic Foraminifera from the Eocene in the Bakony mountains (Hungary). Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), 17, 165 – 215.
- Samuel, O., Borza, K. a Köhler, E., 1972: Microfauna and Lithostratigraphie of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Middle Váh Valley (West Carpathians). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 246.
- Andrusov, D., Fusán, O., Bystrický, J., Franko, O., Klíneč, A., Köhler, E., Samuel, O. a Snopko, L., 1973: Stratigraphical Tectonical Characteristics of the Geological Structure of the West Carpathians Mts. In: Guide to Excur. P. X. Congr. CBGA, Bratislava, 1 – 64.
- Andrusov, D., Fusán, O., Bystrický, J., Franko, O., Klíneč, A., Köhler, E., Samuel, O. a Snopko, L., 1973: Stratigraficko-tektoničeskoje strojenije Zapadnyh Karpat. In: Putevod. exkur. P. X. Congr. CBGA, Bratislava, 1 – 70.
- Andrusov, D. a Samuel, O., 1973: Sur la répartition du favies "couches rouges" dans les Carpathes occidentales. Geol. Sbor. (Bratislava), 24, 1, 99 – 106.
- Andrusov, D. a Samuel, O., 1973: Cretaceous – Paleogene of the West Carpathians Mts. Guide to Excur. E. Congress of CBGA, Bratislava, 3 – 78.

- Andrusov, D. a Samuel, O., 1973: Mjel-paleogen Zapadnych Karpat. Putevod. exkur. E. X. kongres KBGA, Bratislava, 3 – 82.
- Samuel, O., 1973: Paleogeografický náčrt a prejavy orogenných fáz v paleogéne Západných Karpát Slovenska a v priľahlej časti Maďarského stredohoria. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 60, 55 – 83.
- Borza, K., Köhler, E. a Samuel, O., 1973: Litologija i stratigrafija klasičeskich otloženij i biogermnyh izvestnjakov mjela i paleogena srednego Považja. Materialy X. kongr. KBGA – Sek. II. Sedimentologija, Bratislava, 19 – 57.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1973: Geologický ústav Dionýza Štúra. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 184.
- Fusán, O. a Samuel, O. (eds.), 1973: History of the Carpathian-Balkan Geological Association. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 309.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1973: Akademik dr. Vladimír Zoubek, DrSc., 70-ročný. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 60, 7 – 8.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1973: Doc. dr. Alois Matějka, DrSc., 75-ročný. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 60, 9 – 10.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1973: Prof. dr. Karol Zapletal, 18. 5. 1903 – 29. 12. 1972. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 60, 5 – 6.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1973: Doc. dr. Zdeněk Roth, DrSc., šesťdesiatročný. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 60, 19 – 20.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1973: Za profesorom dr. Jánom Šalátom. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 61, 5 – 6.
- Rozložník, L., Samuel, O. a Jacko, S., 1973: Prejavy eocénneho vulkanizmu pri Banskej Štiavnici. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 61, 143 – 153.
- Began, A. a Samuel, O., 1975: K interpretácii strednej a vrchnej kriedy bradlového pásma Oravy. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 63, 215 – 219.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1975: Rozvoj a úspechy Geologického ústavu Dionýza Štúra od roku 1945. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 64, 7 – 41.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1975: Ing. J. Slávik, DrSc; 25. 1. 1932 – 16. 12. 1974. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 63, 8 – 17.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1975: Zomrel Ing. Ján Slávik, DrSc. Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha), 50, 4, 247 – 248.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1975: Report of the 10<sup>th</sup> jubilee Congress of Carpathian-Balkan Geological Association (General proceedings). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 144.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1975: Sedimentológia a stratigrafia hruboklastického flyšu od Nosíc (Priehrada mládeže). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 63, 105 – 114.
- Samuel, O., 1975: Menilitové bridlice v myjavskom vývine. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 63, 115 – 130.
- Samuel, O., 1975: Foraminifera of Upper Priabonian from Lubiťová (Slovakia). Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 1, 111 – 176.
- Began, A., Haško, J., Salaj, J. a Samuel, O., 1976: Standard profiles for microbiostratigraphical division of the Middle Cretaceous in the West Carpathians in Czechoslovakia. Ann. Mus. Hist. natur. (Nice), IV, 1 – 10.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1976: Akademik Michal Mahel' 55 Jährig. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 27, 1, 13 – 223.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1976: Dr. Ján Gašparik 50th birthday. Geol. Sbor. (Bratislava), 27, 1, 220 – 221.
- Samuel, O. a Fusán, O., 1976: Report of 10<sup>th</sup> Session Congress of Carpathian-Balkan Geological Association. Geol. Sbor. (Bratislava), 27, 1, 222 – 223.
- Samuel, O. a Fusán, O., 1976: Recenzia knihy K. Szepesházyho: A Tiszántúl északnyugati részének felsőkréta és paleogén korú képződményei. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 65, 249 – 250.
- Šalaga, I., Borza, K., Köhler, E., Samuel, O. a Snopková, P., 1976: Hydrogeologické vrty v rajeckej a súľovskej oblasti. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 7, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 85.
- Borza, K., Köhler, E., Began, A. a Samuel, O., 1977: Orbitodový vývin kriedy západného Slovenska. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 73 – 92.
- Borza, K., Köhler, E., Samuel, O. a Began, A., 1977: Orbitoidná facija verchného mela Západných Karpát. Materialy XI. kongr. KBGA. Kijev, Naukova dumka, 10 – 11.
- Borza, K. a Samuel, O., 1977: Paratintinnina tintinniformis and P. tulipaformis nov. gen. et nov. sp. (incertae sedis) from Upper Triassic limestones of West Carpathians (Czechoslovakia). Západ. Karpaty, Sér. Paleont. 2 – 3 (Bratislava), 143 – 150.
- Borza, K. a Samuel, O., 1977: New Genera and Species (Incertae sedis) from the Upper Triassic in the West Carpathians. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 28, 1, 95 – 120.
- Franko, O., Gross, P. a Samuel, O. et al., 1977: Štruktúrne hydrogeologické vrty v Hornonitrianskej kotline. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 9, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 170.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1977: Odhalenie pamätníka Vsevoloda Čechoviča z príležitosti jeho nedožitých 75. narodenín. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 13 – 15.
- Haško, J. a Samuel, O., 1977: Stratigrafia kriedy varinského úseku bradlového pásma. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 68, 49 – 67.
- Köhler, E., Borza, K. a Samuel, O., 1977: Značenie ilderckého jarusa (ilderda) v chronostratigrafii paleogena Karpat. Materialy XI. kongr. KBGA. Kijev, Naukova dumka, 47 – 48.
- Köhler, E., Borza, K. a Samuel, O., 1977: Genus Hellenocyclina from West Carpathians Maastrichtian. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 2 – 3, 133 – 142.
- Köhler, E. a Samuel, O., 1977: Postavenie Západných Karpát v chronostratigrafických a biostratigrafických trendoch európskeho paleocénu a eocénu. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 68, 195 – 242.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1977: Manifestations of resedimentation and olistostromes in Cretaceous and Paleogene of the Klippen Belt resulting from synsedimentary tectonic movements. Materialy XI. kongr. KBGA. Kijev, Naukova dumka, 315 – 316.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1977: Olistostromové fácie kriedového flyšu bradlového pásma. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 53 – 71.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1977: A propos du Cénomanien supérieur – Turonien de la zone des Klippes des Carpates occidentales slovaques. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 2 – 3, 71 – 86.
- Samuel, O., 1977: Nález foraminifer z pestrých vrstiev pri Dobšinskej ľadovej jaskyni a ich stratigrafická interpretácia. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 93 – 103.
- Samuel, O., 1977: Agglutinated foraminifers from Paleogene flysch formations in West Carpathians of Slovakia. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 2 – 3, 7 – 86.
- Samuel, O., 1977: Deväťdesiatpäť rokov profesora Jána Volka-Starohorského. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 11 – 12.
- Samuel, O., 1977: Prof. RNDr. Jakub Kamenický šesťdesiatročný. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 17 – 20.
- Samuel, O., 1977: Bibliografia GÚDŠ za roky 1971 – 1975. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 66, 1 – 90.
- Samuel, O. a Began, A., 1977: Niekoľko poznámok k významu pojmu (kategórie) séria v československej odbornej literatúre. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 68, 243 – 247.
- Samuel, O., Köhler, E. a Borza, K., 1977: Haddonia praeheissigi and Miliola? andrusovi, two new species from Upper-Senonian and Paleocene bioherm limestones of West

- Carpathians (Slovakia). Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 2 – 3, 87 – 96.
- Borza, K. a Samuel, O., 1978: Pseudocucurbita nov. gen. (Incertae sedis) from the Upper Triassic of the West Carpathians (Czechoslovakia). Geol. Sbor. (Bratislava), 29, 67 – 75.
- Borza, K., Köhler, E. a Samuel, O., 1978: Chronostratigrafia spodnej kriedy a jej aplikácia na Západné Karpaty. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 71, 123 – 156.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1978: K nedožitým osemdesiatinám akad. D. Andrusova. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 70, 9 – 27.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1978: Na jubileum prof. Valentiny Andrusovovej. Miner. slov. (Bratislava), 10, 6, 569 – 570.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1978: K šesťdesiatinám RNDr. Bartolomeja Leška, DrSc. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 70, 29 – 33.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1978: Recenzia knihy Fülöp, J.: The Mesozoic basement horst blocks of Tata. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 70, 1 – 261.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1978: Zomrel Doc. dr. Alois Matějka, DrSc. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 71, 9 – 10.
- Samuel, O. a Haško, J., 1978: Nové poznatky o paleogéne sv. časti Žilinskej kotliny. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 70, 83 – 90.
- Gambašidze, P. A., Salukvadze, N. S. a Samuel, O., 1978: Stratigrafia a vzájomný vzťah kriedových a paleogénnych uloženín Gruzínska a Slovenska. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 69, 227 – 260.
- Kotetišvili, E. V., Began, A., Borza, K. a Samuel, O., 1978: Stratigrafia a fácie spodnej kriedy Kaukazu a Západných Karpát. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 69, 157 – 226.
- Krystek, I. a Samuel, O., 1978: Výskyt kriedy karpatského typu severne od Brna (Kuřim). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 71, 93 – 109.
- Leško, B., Ďurkovič, T., Gašpariková, V., Kullmanová, A. a Samuel, O., 1978: Nové poznatky o geológii Myjavskej pahorkatiny na základe vrtu Lubina-I. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 70, 35 – 55.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1978: Poznámky k tektonickej príslušnosti flyšu v okolí Sedliackej Dubovej (bradlové pásmo). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 71, 111 – 121.
- Samuel, O., 1978: Recenzia knihy – Géczy, B.: Les Ammonitines du Carixien de la montage du Bakony. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 70, 259 – 260.
- Samuel, O., 1978: Valné zhromaždenie Slovenskej geologickej spoločnosti. Spr. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 14, 11, 16 – 17.
- Borza, K., Köhler, E. a Samuel, O., 1979: Nové stratigrafické a tektonické poznatky o bradle Skalice. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 72, 97 – 111.
- Köhler, E., Borza, K., a Samuel, O., 1979: Occurrence of Genus Nummofallotia in Upper Cretaceous of West Carpathians. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 4, 105 – 112.
- Marschalko, R., Haško, J. a Samuel, O., 1979: Zászkalské brekcie a proces vzniku olistostrómov (bradlové pásmo na Dolnej Orave). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 73, 75 – 88.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1979: Chronostratigrafia vrchnej kriedy a jej aplikácia na Západné Karpaty. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 73, 111 – 160.
- Samuel, O., 1979: Z nových publikácií Geologického ústavu D. Štúra. Miner. slov. (Bratislava), 11, 2, 142 – 158.
- Samuel, O., 1979: Publication from the Dionýz Štúr Geology Institute. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 30, 1, 127.
- Samuel, O., 1979: Valné zhromaždenie Slovenskej geologickej spoločnosti. Miner. slov. (Bratislava), 11, 2, 126 – 127.
- Samuel, O. a Bročková, I., 1979: Slovenské názvoslovie stratigrafických jednotiek. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 73, 241 – 264.
- Samuel, O. a Köhler, E., 1979: Foraminiferal genera Gyroidinella and Korobkovella from West Carpathian Eocene (Liptov Basin). Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 4, 241 – 264.
- Borza, K., Köhler, E., Began, A. a Samuel, O., 1980: Výskyt belianskej skupiny západne od Bošáče. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 74, 57 – 63.
- Borza, K., Köhler, E., Samuel, O. a Began, A., 1980: Orbitoidnája faciia Zapadnych Karpat. Mater. XI. kongr. KBGA, stratigrafija. Kijev, 14 – 18.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1980: Životné jubileum RNDr. Edity Brestenskej. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 74, 11 – 13.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1980: Historický prehľad. Materiály XXIII. celoštát. konf. Slov. geol. spol. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 14.
- Marschalko, R., Mišík, M. a Samuel, O., 1980: Postavenie bradlového pásma vo vývoji Západných Karpát. Materiály XXIII. celoštát. geol. konf. Slov. geol. spol. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 97 – 111.
- Marschalko, R., Mišík, M., Samuel, O. a Kysela, J., 1980: Sprievodca po bradlovom pásme stredného Považia. Materiály XXIII. celoštát. geol. konf. Slov. geol. spol. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 113 – 137.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1980: Orlovské pieskovce – významná litostratigrafická jednotka Klapskej jednotky (bradlové pásmo vrchného Považia). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 74, 85 – 94.
- Samuel, O., 1980: Chronostratigrafická a synoptická tabuľka (I. vydanie). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Samuel, O., Salaj, J. a Began, A., 1980: Litostratigrafická klasifikácia vrchnokriedových a paleogénnych sedimentov Myjavskej pahorkatiny. Západ. Karpaty, Sér. Geol. (Bratislava), 6, 81 – 111.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1981: On the 50<sup>th</sup> birthday of RNDr. A. Biely, CSc. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 32, 3, 381 – 384.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1981: On the 50<sup>th</sup> birthday of Ing. Jozef Plančár, CSc. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 32, 5, 635 – 636.
- Samuel, O., 1981: Two New Species of Planktonic Foraminifers from West Carpathian Paleogene. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 6, 79 – 85.
- Samuel, O. (ed.), 1981: Bibliografia geologických publikácií Geologického ústavu D. Štúra za roky 1976 – 1980. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 76, 1 – 123.
- Samuel, O. a Borza, K., 1981: Paraphthalmidium nov. gen. (Foraminifera) from the Triassic of the West Carpathians. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 6, 65 – 78.
- Samuel, O., Salaj, J. a Borza, K., 1981: Bispiranella nov. gen. (Foraminifera) from Upper Triassic of West Carpathians. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 6, 87 – 91.
- Snopková, P. a Samuel, O., 1981: Mikroplanktón z paleogénu Západných Karpát. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 6, 101 – 151.
- Biely, A. a Samuel, O., 1982: K otázke veku červených vjaskovských zlepcov v Lopejskej kotline. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 77, 103 – 110.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1982: Pozdrav k 80. narodeninám akademika Jaromíra Koutka. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 77, 7 – 8.
- Gross, P. a Samuel, O., 1982: Geológia a stratigrafia južnej a centrálnej časti Levočských vrchov. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 77, 87 – 102.
- Kysela, J., Marschalko, R. a Samuel, O., 1982: Litostratigrafická klasifikácia vrchnokriedových sedimentov manínskej jednotky. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 78, 143 – 167.

- Leško, B. (ed.), Babak, B., Borovcová, D., Boučková, B., Du-  
becký, K., Ďurkovič, T., Faber, P., Gašpariková, V., Harca,  
V., Köhler, E., Koděra, L., Kullmanová, A., Okenko, J.,  
Planderová, E., Potfaj, M., Samuel, O., Slámová, M., Slani-  
na, V., Summer, J., Surová, E., Štěrba, L. a Uhman, J.,  
1982: Oporný vrt Lubina-I. Region. geol. Západ. Karpát  
(Bratislava), 17, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 116.
- Samuel, O., 1982: Mikrobiostratigrafické vyhodnotenie vrtu  
Lubina-I na základe malých foraminifer. Region. geol. Zá-  
pad. Karpát 17, Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 38 – 42.
- Samuel, O., 1982: Zdravica k životnému jubileu RNDr. Ota  
Fusána, DrSc., člena korešpondenta SAV. Geol. Práce, Spr.  
(Bratislava), 77, 9 – 16.
- Samuel, O., 1982: Zum Jubiläum von RNDr. Karol Borza, DrSc.  
Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 33, 4, 530 – 532.
- Samuel, O., 1982: Založenie a program odbornej paleontol-  
ogickej skupiny. Miner. slov. (Bratislava), 14, 2, 116.
- Samuel, O., 1982: Valné zhromaždenie Slovenskej geologickej  
spoločnosti. Miner. slov. (Bratislava), 14, 3, 287 – 288.
- Samuel, O., 1982: Valné zhromaždenie Slovenskej geologickej  
spoločnosti pri SAV. Spr. Slov. Akad. Vied (Bratislava),  
18, 4, 22 – 23.
- Snopková, P. a Samuel, O., 1982: *Pentagonium obidum* nov.  
gen. et nov. sp. (incertae sedis) from the Upper Eocene of the  
West Carpathians (the Podunajská nížina lowland). Zá-  
pad. Karpaty. Sér. Paleont. (Bratislava), 8, 131 – 133.
- Began, A., Haško, J., Kysela, J., Salaj, J. a Samuel, O., 1983:  
Basical features of structure of the Klippen Belt. 18<sup>th</sup> Euro-  
pean Colloquy on Micropaleontology (excursion guide). Kon-  
ferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D.  
Štúra, 59 – 67.
- Biely, A., Fusán, O. a Samuel, O., 1983: On the structure of the  
West Carpathians. 18<sup>th</sup> European Colloquy on Micropale-  
ontology (excursion guide). Konferencie, sympóziá, semi-  
náre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 11 – 18, 26 – 27.
- Franko, O. a Samuel, O., 1983: Štatút udeľovania medaily J.  
Slávika SGS. Miner. slov. (Bratislava), 15, 4, 383 – 384.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1983: Na rozlúčku s akademikom Jaromí-  
rom Koutkom. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 79, 17 – 18.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1983: K sedemdesiatinám RNDr. Ľudo-  
vita Ivana, CSc. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 79, 23 – 24.
- Gross, P., Köhler, E., Samuel, O. a Snopková, P., 1983: Loc. 18  
– Liptovský Ondrej. 18<sup>th</sup> European Colloquy, on Micro-  
paleontology (excursion guide). Konferencie, sympóziá,  
semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 215.
- Salaj, J., Borza, K. a Samuel, O., 1983: Triassic Foraminifers of  
the West Carpathians. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra,  
1 – 213.
- Samuel, O., 1983: Encyklopedický slovník geologických vied.  
Praha, Akadémia, 1, 1 – 917, 2, 1 – 851.
- Samuel, O., 1983: Za Ing. Jozefom Plančárom. Miner. slov.  
(Bratislava), 15, 5, 473 – 477.
- Samuel, O., Borza, K. a Köhler, E., 1983: Loc. 11 – Hričovské  
Podhradie. 18<sup>th</sup> European Colloquy on Micropaleontology  
(excursion guide). Konferencie, sympóziá, semináre. Brati-  
slava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 215.
- Samuel, O. a Franko, O., 1983: Činnosť Slovenskej geologickej  
spoločnosti pri SAV v roku 1982. Spr. Slov. Akad. Vied  
(Bratislava), 19, 6, 44 – 47.
- Samuel, O. a Gašpariková, V. et al., 1983: Foreword. 18<sup>th</sup> Euro-  
pean Colloquy on Micropaleontology (excursion guide). Kon-  
ferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D.  
Štúra, 1 – 215.
- Samuel, O. a Haško, J., 1983: Loc. 10 – Vranie – Považský  
Chlmec. 18<sup>th</sup> European Colloquy on Micropaleontology  
(excursion guide). Konferencie, sympóziá, semináre. Brati-  
slava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 215.
- Biely, A., Fusán, O. a Samuel, O., 1984: Outline of the Geol-  
ogical structure of the West Carpathians. In: Guide to Geol.  
Excur. in the West Carpat. Mts. (IGCP Project No 198 –  
The evolut. of the northern margin of Thethys.) Bratislava,  
Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 15.
- Andrusov, D. a Samuel, O. et al., 1984: Stratigrafický slovník  
Západných Karpát, 1 (A – K). Bratislava, Geol. Úst. D. Štú-  
ra, 1 – 40.
- Gross, P., Köhler, E. a Samuel, O., 1984: Nové litostratigrafické  
členenie vnútrokarpatského palogénu. Geol. Práce, Spr.  
(Bratislava), 81, Geol. Úst. D. Štúra, 103 – 117.
- Leško, B., Ďurkovič, T., Gašpariková, V., Samuel, O.  
a Snopková, P., 1984: Geologické hodnotenie vrtu Hanu-  
šovce-I. Miner. slov. (Bratislava), 16, 3, 217 – 255.
- Rakús, M. (ed.), Biely, A., Bujnovský, A., Fusán, O., Kysela, J.,  
Nemčok, J., Polák, M., Samuel, O. a Vozár, J., 1984: Guide to  
geological excursion in the West Carpathian Mts. (IGCP  
Project N° 198 – The Evolution of the northern margin of  
Tethys). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 95.
- Salaj, J., Borza, K. a Samuel, O., 1984: Foraminifera and Mic-  
robiostratigraphical division of the Triassic of the West  
Carpathians. XXVII Inter. Geol. Congr., 1, Sec. 01 – 03,  
Moskva, 170 – 171.
- Salaj, J. a Samuel, O., 1984: Microbiostratigraphical division of  
West Carpathians Mesozoic and Paleogene. Západ. Karpa-  
ty, Sér. Paleont. (Bratislava), 9, 11 – 71.
- Samuel, O., 1984: Rozvoj geológie a geologických vied za po-  
sledných 15 rokov v Slovenskej socialistickej republike.  
Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 83, 28 – 34.
- Samuel, O. a Franko, O., 1984: Aktivita Slovenskej geologickej  
spoločnosti v roku 1983. Miner. slov. (Bratislava), 16, 4,  
397 – 400.
- Samuel, O. a Franko, O., 1984: Aktivita Slovenskej geologickej  
spoločnosti pri SAV v r. 1983. Spr. Slov. Akad. Vied  
(Bratislava), 20, 4, 27 – 32.
- Samuel, O., 1984, in Fusán, O. a Reichwalder, P. et al.: Svodnýj  
putevoditeľ' ekskursiji 106 A i 107 A (Čechoslov. soc. republ.).  
Meždunarod. geol. kongr. XXVII. sessija. Praha, 65 – 130.
- Franko, O. a Samuel, O., 1985: Plán odborných skupín Slo-  
venskej geologickej spoločnosti na I. polrok 1986. In: Geo-  
vestník Miner. slov. (Bratislava), 17, 3.
- Samuel, O. a Franko, O. (eds.), 1985: Sprievodca k XXV. celo-  
štátnej geologickej konferencii Slovenskej geologickej  
spoločnosti. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava,  
Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 181.
- Andrusov, D. a Samuel, O. et al., 1985: Stratigrafický slovník  
Západných Karpát, 2 (L–Ž). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra,  
1 – 359.
- Ďurkovič, T., Gašpariková, V., Leško, B., Samuel, O.  
a Snopková, P., 1985: Litologicko-stratigrafická charakte-  
ristika prevrtných hornín. Region. geol. Západ. Karpát  
(Bratislava), 20, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 205.
- Gašpariková, V., Samuel, O. a Snopková, P., 1985: Mikro-  
biostratigrafická dokumentácia. Region. geol. Západ. Karpát  
(Bratislava), 20, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 205.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1985: Subsidence Rate in Inner Car-  
pathian Paleogene. Proceeding rep. of the XIII<sup>th</sup> Congr.  
KBGA, 1, Cracow, 182 – 185.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1985: Kriedovo-paleogénne fly-  
šové sekvencie severozápadného úseku bradlového pásma.  
Miner. slov. (Bratislava), 17, 3, 214 – 223.
- Marschalko, R. a Samuel, O., 1985: Loc. 1 Záskanie, Zásalské  
brekcie – olistostrómy bradlového pásma pieninskej jednot-  
ky. Sprievodca k XXV. celoštát. geol. konf. Slov. geol.  
spol., Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol.  
Úst. D. Štúra, 1 – 181.

- Samuel, O., 1985: Predslov. Sprievodca k XXV. celoštát. geol. konf. Slov. geol. spol. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 181.
- Samuel, O., 1985: Základné črty geologickej stavby Žilinskej kotliny. Sprievodca k XXV. celoštát. geol. konf. Slov. geol. spol. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 181.
- Samuel, O., 1985: Chronostratigrafická a synoptická tabuľka. (2. dopln. vydanie). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Samuel, O., 1985: Aktivita Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV za rok 1984. Spr. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 21, 4, 30 – 34.
- Samuel, O. a Franko, O., 1985: Aktivita Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 1984. Miner. slov. (Bratislava), 17, 3, 8.
- Reichwalder, P. a Samuel, O., 1986: Za RNDr. Jánom Kyselom. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 84, 17 – 18.
- Samuel, O., 1986: List of newly described taxa from Slovak West Carpathians. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 11, 123 – 242.
- Samuel, O., 1986: Bibliografia GÚDŠ za roky 1981 – 1985. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 85, 1 – 169.
- Biely, A. a Samuel, O., 1986: Plán odborných akcií Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV na I. polrok 1987. Geovestník Miner. slov. (Bratislava), 18, 6.
- Samuel, O., 1986: Za priateľom RNDr. Karolom Borzom, DrSc. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 84, 19 – 25.
- Leško, B., Samuel, O. a Snopková, P., 1987: Litologicko-stratigrafické vyhodnotenie vrtu Smilno-I (14 – 17). Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 22, 14 – 17.
- Samuel, O., 1987: On the 65<sup>th</sup> birth anniversary of RNDr. O. Fusán, DrSc., member-correspondent of Slovak Academy of Sciences. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 38, 6, 755 – 761.
- Samuel, O., 1987: Recenzia O. Zeman – K. Beneš et al.: Anglicko-český geologický slovník (s rejstříkem českých názvů). Čas. Mineral. Geol. (Praha), 32, 3, 335 – 336.
- Samuel, O. a Snopková, P., 1987: Mikrobiostratigrafické vyhodnotenie vrtu Smilno-I. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 22, Geol. Úst. D. Štúra, 25 – 34.
- Samuel, O., 1988: Two new Species of Planktonic Foraminifers from West Carpathian Paleogene. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 6, 79 – 85.
- Samuel, O., 1988: Súčasný problémy chronostratigrafického členenia paleogénu. Čas. Mineral. Geol. (Praha), 33, 4, 337 – 355.
- Samuel, O. (ed.), 1988: Stratigrafický slovník Západných Karpát. 3. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 292.
- Samuel, O., 1988: Mikrobiostratigrafická rekognoscácia vrtov podložia Viedenskej panvy. Západ. Karpaty, Sér. Geol. (Bratislava), 11, 107 – 116.
- Samuel, O., 1988: Aktivita Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV za rok 1987. Miner. slov. (Bratislava), 20, 4, 381 – 384.
- Samuel, O., 1988: História a činnosť Karpatsko-balkánskej geologickej asociácie. Spr. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 24, 6, 19 – 21.
- Samuel, O., 1988: Aktivita Slovenskej geologickej spoločnosti pri SAV v r. 1987. Spr. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 24, 5, 15 – 17.
- Bujnovský, A. a Samuel, O., 1989: Litofaciálna a biostratigrafická interpretácia predneogénneho podložia vrtov Závod-79, 81 a 84 (Viedenská panva). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 88, 127 – 135.
- Gambasidze, R. A. a Samuel, O., 1989: Biostratigrafické sopsostavenie mjela Bolšogo Kavkaza (v predelach Gruzii) i Zapadnyh Karpat. In: Sravnitel'naja geologija Kavkaza i Zapadnyh Karpat. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 55 – 67.
- Salukvadze, N. Š., Cagareli, E. A., Gavatdze, T. T., Samuel, O. a Gašpariková, V., 1989: Nekotoryje voprosy biostratigrafii pograničnyh slojev eocena a oligocena Kavkaza i Zapadnyh Karpat. In: Sravnitel'naja geologija Kavkaza i Zapadnyh Karpat. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 69 – 80.
- Samuel, O., 1989: Contemporary problems and trends in Paleogene chronostratigraphy. Tezisy dokl. XIV. kongr. KBGA, Sofia, 771 – 774.
- Samuel, O., 1989: Súčasný problémy a trendy chronostratigrafie paleogénu. (Abstrakt prednášky). In: Zbor. paleont. konf. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 121 – 124.
- Samuel, O., 1989: Súčasný problémy paleontológie ČSSR. In: Zbor. paleont. konf. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 9 – 11.
- Samuel, O., 1989: Biozonalnoje podrazdelenije verchnego mjela slovackej časti Zapadnyh Karpat. In: Sravnitel'naja geologija Kavkaza i Zapadnyh Karpat. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 59 – 67.
- Samuel, O., 1989: Foraminifery verchnego eocena – oligocena Zapadnyh Karpat. In: Sravnitel'naja geologija Kavkaza i Zapadnyh Karpat. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 75 – 76.
- Samuel, O., 1989: Plán činnosti a zloženie Karpatsko-balkánskej geologickej asociácie. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 90, 121 – 135.
- Samuel, O., 1989: The Carpathian-Balkan Geological Association. Episodes (Int. Un. geol. Sci. Ottawa), 12, 2, 106 – 107.
- Samuel, O., 1989: Predslov k zbor. z celoštátnej paleontologickej konferencie. In: Zbor. paleont. konf. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 8.
- Samuel, O., 1989: Životné jubileum RNDr. Bartolomeja Lešku, DrSc. Čas. Mineral. Geol. (Praha), 34, 1, 105 – 106.
- Samuel, O., 1989: Životné jubileum RNDr. Margity Vaňovej, CSc. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 89, 7 – 10.
- Samuel, O., Bujnovský, A. a Snopková, P., 1989: Litostratigrafické vyhodnotenie podložia terciéru z vrtov Závod 85 a 87 (Viedenská panva). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 90, 57 – 70.
- Köhler, E. a Samuel, O., 1990: Ekostratigrafia paleogénu Západných Karpát Slovenska. V. celoslov. geol. konf. Bratislava, Slov. geol. úrad, 35.
- Samuel, O., 1990: Foraminifers and microbiostratigraphy of Central-Carpathian Paleogene of Bánovská kotlina depression. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 14, 11 – 20.
- Samuel, O., 1990: Na rozlúčku s akademikom Vladimírom Pokorným. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 14, 7 – 9.
- Samuel, O., 1990: Unifikácia litostratigrafických jednotiek východoslovenského flyšu. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 91, 61 – 74.
- Samuel, O., 1990: Prínosy biostratigrafie pre poznanie geologickej stavby československej časti Západných Karpát. In: Prínos 50-ročnej činnosti GÚDŠ k rozvoju slovenskej geológie. Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 55 – 60.
- Mišík, M., Samuel, O. a Meszároš, Š., 1990: Potopa sveta a potupa vedy. In: Národná obroda (3. X. 1990), Bratislava.
- Samuel, O., 1990: Valné zhromaždenie Slovenskej geologickej spoločnosti. Miner. slov. (Bratislava), 22, 8, 572.
- Samuel, O., 1990: Významné jubileá členov Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 1991. Miner. slov. (Bratislava), 22, 8, 572.
- Samuel, O., 1990: Predslov k V. celoslovenskej geologickej konferencii. In: V. celoslov. geol. konf. Bratislava, Slov. geol. úrad, 4.

- Vozár, J., Lexa, J., Suk, M. a Samuel, O., 1990: Hlavné výsledky a smery regionálneho geologického výskumu. In: V. celoslov. geol. konfer. Bratislava, Slov. geol. úrad, 10 – 12.
- Potfaj, M., Samuel, M., Raková, J. a Samuel, O., 1991: Geologická stavba Kubinskej hole (Orava). Západ. Karpaty, Sér. Geol. (Bratislava), 15, 25 – 66.
- Samuel, O., 1991: Vrchnotriasové foraminifery z oporného profilu Turík, vrtu Závod-81 a lokality Ráztoka (Západné Karpaty). Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 15, 7 – 47.
- Samuel, O., 1991: Reminiscencie na život a dielo Dionýza Štúra. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 93, 115 – 120.
- Samuel, O., 1991: Bibliografia 1986 – 1990. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 154.
- Samuel, O., Bujnovský, A. a Snopková, P., 1991: Litostratigrafické vyhodnotenie mezozoika zo štruktúrnych vrtoch Závod-78, 88, 89 a Studienka-95 (Viedenská panva). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 93, 41 – 53.
- Samuel, O., 1991: Súčasný biostratigrafický poznatky o hrádokom a gosauskom súvrství. Acta Univ. Carol., Geol. (Praha), 3 – 4, 239 – 248.
- Bujnovský, A., Samuel, O. a Snopková, P., 1992: Geologické vyhodnotenie predneogénneho podložía vo vrte Studienka-83 a Kuklov-4 (Viedenská panva). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 94, 35 – 43.
- Samuel, O., 1992: Pozdrav k životnému jubileu RNDr. Ota Fusána, DrSc., člena korešpondenta SAV. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 95, 7 – 10.
- Samuel, O. a Fusán, O., 1992: Polstoročné jubileum Geologického ústavu D. Štúra. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 95, 67 – 70.
- Samuel, O., 1992: RNDr. Jozef Salaj, DrSc., šesťdesiatročný. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 16, 7 – 20.
- Samuel, O., 1992: Životné jubileum RNDr. Paulíny Snopkovej, CSc. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 6, 21 – 25.
- Samuel, O., 1992: Životné jubileum RNDr. Evy Planderovej, DrSc. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 16, 27 – 34.
- Samuel, O. a Fusán, O., 1992: Rekonštrukcia substrátu a rýchlosti sedimentácie centrálneokarpatského paleogénu (Západné Karpaty). Západ. Karpaty, Sér. Geol. (Bratislava), 16, 7 – 46.
- Samuel, O. a Fusán, O., 1992: Spomienka na akad. prof. Radima Kettnera. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 94, 13 – 17.
- Bujnovský, A., Samuel, O., Snopková, P. a Karolí, S., 1992: Litostratigrafické vyhodnotenie mezozoika prevrtaného vrtní Závod-91, Borský Jur-24 a Záhorská Ves-2. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 96, 33 – 42.
- Samuel, O., 1993: Za RNDr. Tomášom Korábom, CSc. (15. októbra 1936 – 4. júna 1993). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 97, 7 – 9.
- Samuel, O., 1993: Za RNDr. Evou Planderovou, DrSc. (8. novembra 1932 – 22. novembra 1992). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 97, 11 – 12.
- Pouba, Z., Samuel, O. a Štemprok, M., 1993: Sedmdesát let od založení Československé společnosti pro mineralogii a geologii. J. Czech Geol. Soc. (Praha), 38, 1/2, 3 – 8.
- Miko, O. a Samuel, O., 1993: Bibliografia Dionýza Štúra – práce z územia Slovenska. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 98, 125 – 131.
- Samuel, O., Planderová, E., Konzalová, M., Kvaček, Z., Sitár, V., Snopková, P. a Suballyová, D. (eds.), 1993: After RNDr. Eva Planderová, DrSc. (November 8, 1932 – November 22, 1992). In: Paleofloristic and paleoclimatic changes during Cretaceous and Tertiary. Proceedings of the international symposium September 14 – 20, 1992, Bratislava, Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 8.
- Gross, P., Köhler, E., Mello, J., Haško, J., Halouzka, R., Nagy, A., Kováč, P., Filo, I., Havrila, M., Maglay, J., Salaj, J., Franko, O., Zakovič, M., Pospíšil, L., Bystrická, H., Samuel, O., a Snopková, P., 1993: Geológia južnej a východnej Oravy. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 319.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1994: Výskumná činnosť Dionýza Štúra na Slovensku. In: Dionýz Štúr – geológ, paleontológ, botanik, slovenský národovec (1827 – 1893). Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 33 – 35.
- Miko, O. a Samuel, O., 1994: Bibliografia Dionýza Štúra. In: Dionýz Štúr – geológ, paleontológ, botanik, slovenský národovec (1827 – 1893). Konferencie, sympóziá, semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 53 – 72.
- Samuel, O., 1995: Slovenská geologická spoločnosť hodnotí svoju činnosť. Geovestník, Miner. slov. (Bratislava), 27, 1, 1 – 3.
- Samuel, O. a Fusán, O., 1995: Život a dielo Jána Slávika. In: III. geologické dni Jána Slávika. Zborník referátov z konferencie (ed. Kaličiak, M.). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 9.
- Potfaj, M., Ďurkovič, T., Kohút, M., Raková, J. a Samuel, O., 1996: Relation of basins at the contact of Outer and Inner Carpathians. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 101, 41.
- Samuel, O., 1997: Pozdrav k 75. narodeninám člena korešpondenta SAV Ota Fusána. Geovestník, Miner. slov. (Bratislava), 29, 4 – 5, 35.
- Elečko, M., Vass, D., Bebej, J., Biroň, A., Boorová, D., Fejdiová, O., Fordinál, K., Gross, P., Hudeková, L., Husák, L., Lexa, J., Milička, J., Pereszlenyi, M., Pitoňák, P., Raková, J., Samuel, O., Snopková, P., Suballyová, P., Šimon, L., Šoltéssová, E., Šucha, P., Vass, D. a Zlinská, A., 1998: Geologické zhodnotenie vrtu Š-1 NB-III pri Prievidzi. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 30, GS SR, Vyd. D. Štúra, 5 – 94.
- Gross, P., Buček, S., Ďurkovič, T., Filo, I., Maglay, J., Halouzka, R., Karolí, S., Nagy, A., Spišák, Z., Žec, B., Vozár, J., Borza, V., Lukáčik, E., Janočko, J., Jetel, J., Kubeš, P., Kováčik, M., Žáková, E., Mello, J., Polák, M., Siraňová, Z., Samuel, O., Snopková, P., Raková, J., Zlinská, A., Vozárová, A. a Žecová, K., 1999 Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 7 – 239.
- Samuel, O., Borza, V., Činčurová, E., Fordinál, K., Galle, A., Holec, P., Chlupáč, I., Michalík, J., Ondrejčíková, A., Ožvoldová, L., Papšová, J., Pevný, J., Pipík, R., Reháková, D., Štorch, P., Tuba, L., Vaňová, M., Zagoršek, K. a Žit, J., 2000: Geologický slovník, Zoopaleontológia. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 527.
- Samuel, O. a Grecula, P., 2000: 60 rokov Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 97.
- Samuel, O., 2000: Za RNDr. Albertom Bartolomejom Leškom, DrSc. Miner. slov. (Bratislava), 6, 32, 7 – 8.



## RNDr. Anton Biely, CSc., 70-ročný

Milý bratku,

možno je toto oslovenie príliš neformálne pri takej príležitosti, akou, bezpochyby, sú sedemdesiatiny. Nedá mi však neosloviť Ťa takto familiárne, keďže si to bol práve Ty, kto toto oslovenie tak často používal medzi kolegami a priateľmi z „brandže“. Navyše, podľa učného slovníka je to oslovenie vhodné medzi príslušníkmi jedného spoločenstva – bratstva, akým, bezpochyby, geologické bratstvo je (či len bolo?).

Čas, táto prapodivná, ale veľmi jednoznačná fyzikálna veličina, ktorá sa pohybuje len jedným smerom, celkom nebadane spôsobil, že od momentu, keď sme sa po prvýkrát stretli, ubehlo viac desaťročí. Možno je Tvoje výročie vhodný moment na to, aby sme sa obzreli dozadu na cestu, či skôr terén, po ktorom sme prešli. V Tvojom prípade som neváhal použiť toto slovo, lebo vždy, pokiaľ si spomínam, si bol predovšetkým terénnym geológom, ktorý sa úporne snažil „prísť na to, ako to je“, a ktorý vo svojich dedukciách vychádzal výhradne z pozorovaní v teréne, predovšetkým z geologickej mapy.

Po počiatkových rokoch istého tápania – a bud' me úprimní, tak doba, ako aj úroveň našej odbornej vyzretosti nám v tom čase vlastne ani neumožňovali inú cestu – Ty, na rozdiel od mnohých, si v krátkom čase našiel svoju vlastnú cestu v takej komplikovanej doméne, akou bez zveličenia karpatská geológia naozaj je. Ako sám najlepšie vieš, nebolo to vždy ľahké, či už z dôvodov vonkajších, alebo vlastných, vnútorných. Nemôžeš si nespomenúť, ako sme v tom čase zápasili s názorovými, jazykovými, ale aj profesijnými problémami, ktoré nevyhnutne zasiahli našu generáciu. Nech to však bolo akokoľvek, tejto generácii geológov nechýbalo – nebojím sa to povedať – ani nadšenie a zápal za geológiu. Nepripadalo nezvyčajné byť začiatkom týždňa v Malých Karpatoch a na konci v Nízkych Tatrách alebo aj ďalej. A nebývalo neobvyklé ani prichádzať z terénu až s novembrovým snehom... Bolo to obdobie úzkeho kontaktu s geológiou, keď sme takpovediac nasávali veľmi konkrétne poznatky, ktoré sa zúročili až v neskorších rokoch.

To, že si mapoval takmer vo všetkých pohoriach Západných Karpát pre potreby zostavenia „generálok“, ako aj štúdium toho, na čo prišli generácie geológov pred nami, Ťa postupne, ale dostatočne rýchlo vyneslo medzi vysoko profesionálne osobnosti v karpatskej geológii. Kvalita Tvojej mapovacej práce, schopnosť logicky usporiadať tie najrôznejšie geologické informácie (– ako si vpravieval: „Nemusi to byť pravda, ale musí to mať logiku“ –), urobili Tvoje dielo v karpatskej geológii pevným

a svojim spôsobom nezastupiteľným, aspoň pokiaľ ide o vnútorné Karpaty, lebo práve to bola Tvoja parketa.

S obdivuhodnou istotou si odolával všemožnému novodobému modelovaniu geodynamického vývoja Karpát, ktoré sa ako veľká vlna prelialo cez „staré“, ale geologickou praxou overené názory na ich stavbu. Spomínam si, ako si hovorieval: „Vieš, braček, mapa to neukazuje...“ Nemôžem ináč, ako Ti v tomto smere dať za pravdu, lebo ako hovorí velikán alpskej geológie prof. Trümpy, „aj zlá fosília je hodnotnejšia ako dobrá pracovná hypotéza“... Som presvedčený, že svojím rozhľadom, ale aj rozvahou reprezentuješ v karpatskej geológii úroveň, ktorá je svojím spôsobom referenčná pre viacero generácií, a to, myslím si, musí byť pre Teba dobrý pocit.

Keďže som tak trochu Tvoj spolupútnik na ceste poznávania karpatského mezozoika, a nielen karpatského, nemôžem obísť Teba, Toniho, ako človeka. Bol si vždy priateľský aj veselý (– spomínaš na Nitrianske Rudno, kde sme sa svorne pasovali do úlohy bardov a spievali pod oknom do rána ranného?...), ale aj rozvážny, vážiaci slová, hoci boli kritické. To je isto jeden z dôvodov, prečo Ťa geologická komunita uznávala a uznáva.

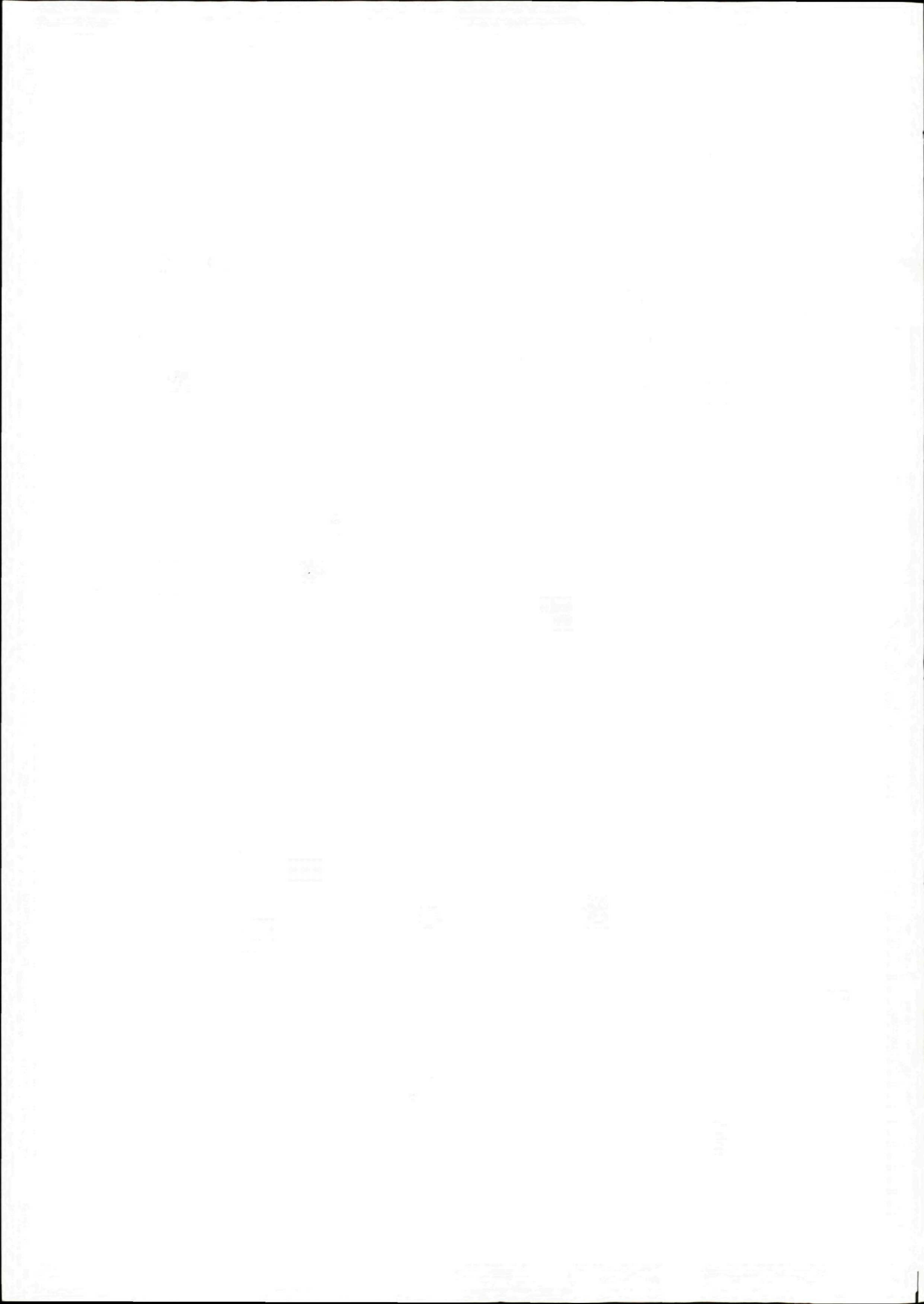
Nedá mi nespomenúť náš spoločný pobyt v Tunisku, kde sme vypočítali ne jeden liter potu, či už pri štúdiu tuniského mezozoika alebo terciéru. Musím pripomenúť Tvoju zásluhu pri presadzovaní príkrovového chápania numidských jednotiek. Ako si isto spomínaš, nebolo to vždy také jednoduché, ako sa to vidí dnes. Isto však budeš súhlasiť so mnou, že napriek všetkým tamojším peripetiám to bolo svojím spôsobom „zlaté obdobie“, keď vo vzácnnej harmónii malého kolektívu sa podarilo vytvoriť solídne základy modernej geológie severného Tuniska.

A tak, braček, nedá sa nič robiť, než akceptovať chod času a veci, ktoré prináša. Taký je kolobeh života, života geológov nevynímajúc. Myslím si, že sa môžeš spokojne pozrieť dozadu. Cesta, po ktorej si prešiel, a dielo, ktoré si zanechal, Ti isto neurobia hanbu, skôr naopak!

Keďže som tak neoficiálne začal, prichodí mi tak moju zdravicu k Tvojmu výročiu aj zakončiť. Odpusť, ale nebudem vypisovať, čo všetko a kde všade si robil, aké ocenenia si dostal. Viem, že o to nestojíš. Tí, čo Ťa poznajú a majú Ťa v srdciach, to vedia, a tí, čo to budú chcieť vedieť, si to isto prečítajú v oficiálnom článku. Ja by som sa Ti chcel za celú geologickú pospolitosť poďakovať za kus poctivej geologickej roboty, za tiché priateľstvo a za Tvoju oddanosť geológii. Myslím si, že stopa, ktorú si zanechal, bude ešte dlho rozpoznateľná.

Vďaka a mnoha leta, mnoha leta živio, živio, živio!

Miloš Rakús



## Zdravica k päťdesiatinám Vlada Bezáka

Ludia okolo päťdesiatky to veľmi dobre poznajú: to snáď ani nie je možné, ako tie roky utekajú! Mnohí nariekajú nad stratenou mladosťou a nezostáva im iné, ako sa utešovať heslom „...ved' čože je to päťdesiatka...“ Ale pre tých, ktorí svoj život zasvätili činorodej práci, je oslava päťdesiatin len intermezzom a možno príležitosťou, aby bilancovali svoj doterajší život a postavili si priority, ktorým sa v ďalších rokoch chcú ešte venovať. Domnievam sa, že to je aj prípad jubilujúceho Vlada Bezáka, ktorý nepochybne aj v najbližších rokoch bude – tak ako doteraz – stáť v čelnej línii geologického diania na Slovensku.

RNDr. Vladimír Bezák, CSc., rodák zo Žiliny, absolvent Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave a dlhoročný pracovník (v súčasnosti vedúci vedecký pracovník) Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave, je geologickej verejnosti dobre známy ako autor početných vedeckých, odborných i popularizačných publikácií, medzi ktorými sa vynímajú geologické mapy rôznych mierok. Svoje terénne začiatky absolvoval v neovulkanických pohoriach. Čoskoro sa však začal zaoberať stavbou západokarpatského kryštalinika, osobitne veporika, ktoré sa stalo jeho trvalou láskou a ktorého sa práve on stal najlepším znalcom. Má však bohaté skúsenosti aj z dlhodobejších pracovných pobytov v zahraničí (Mongolsko, Alžírsko, Rakúsko), čo nepochybne prispelo k jeho širokému rozhľadu. Jeho prioritou vždy bolo poznávanie geologickej stavby prostredníctvom geologického mapovania, ktoré vnáša do geológie priestorové videnie a syntetické myslenie. Ako skúsený terénny geológ, zostavovateľ regionálnych geologických máp (napr. Slovenské rudohorie – západná časť 1 : 50 000, geologické mapy Slovenska a Západných Karpát 1 : 500 000, v súčasnosti sa podieľa na príprave prehľadnej geologickej mapy Slovenska 1 : 200 000) i riešiteľ a vedúci viacerých rozsiahlych výskumných projektov (Geodynamický vývoj Západných Karpát – paleozoikum, Regionálny geologický výskum – V. etapa, projekt spolupráce s francúzskym BRGM), aj Vlado v posledných rokoch čoraz viac preniká do sféry syntetických genetických modelov stavby a vývoja západokarpatského kryštalinika v kontexte stavby európskych hercyníd. Predpokladám, že v tomto smere sa od neho v najbližších rokoch dočkáme

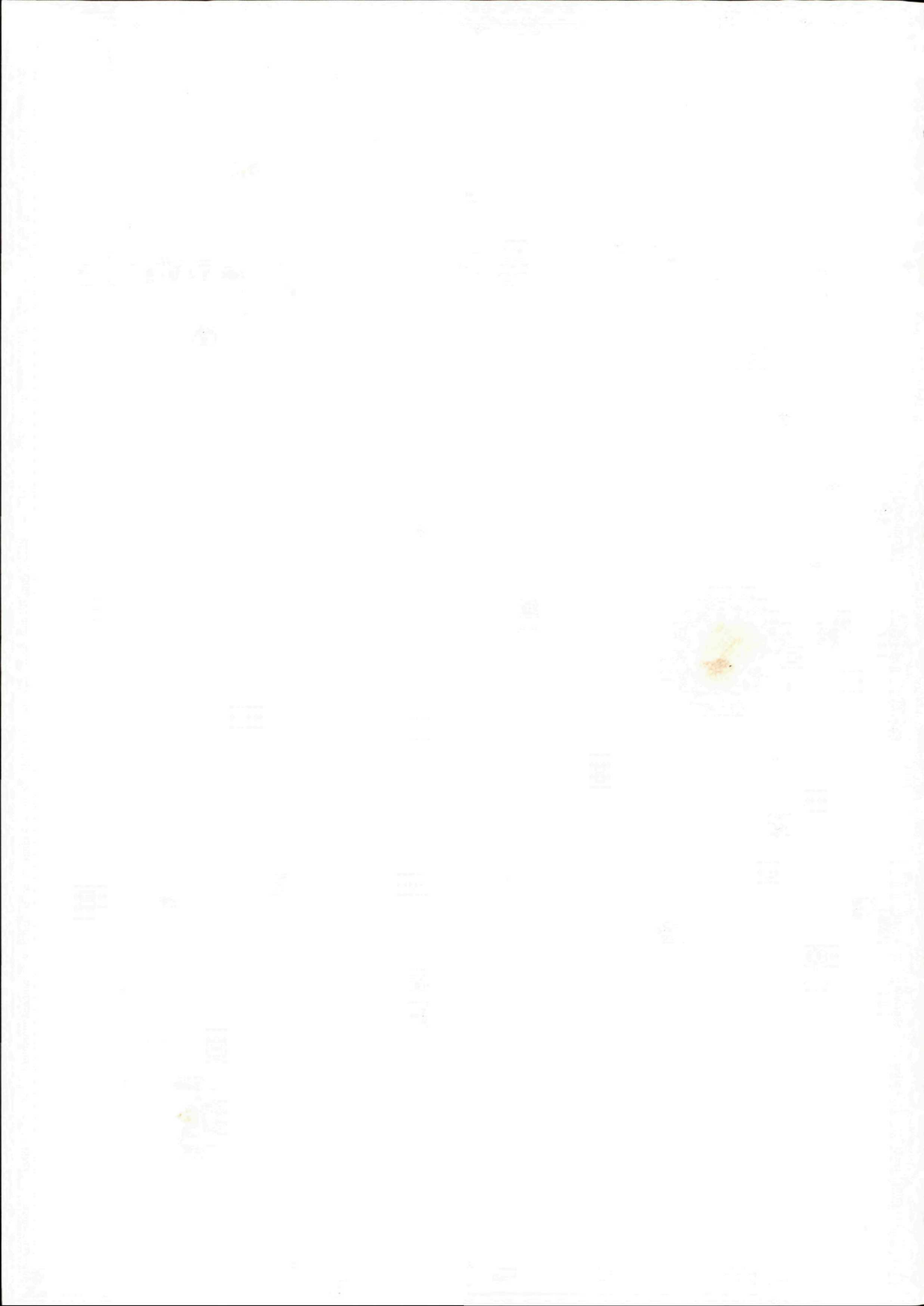
ešte viacerých zásadných prác. Ved' sám si neželal, aby sa na tomto mieste uvádzal zoznam jeho publikovaných prác – určite sa ho chystá ešte významne rozšíriť.

Vladova činorodosť, organizačný talent a cit pre tímovú spoluprácu sa prejavujú aj na poli vedecko-organizačnom; ved' je členom rozličných odborných komisií (napr. SOK pre doktorandské štúdium), redakčných rád, bol predsedom vedeckej rady na pracovisku, podpredsedom Slovenskej geologickej spoločnosti, je zakladateľom a predsedom Asociácie geológov Slovenska, organizátorom medzinárodných konferencií i domácich vedeckých podujatí atď.

Aby však nevznikol mylný dojem u tých, ktorí Vlada bližšie nepoznajú, nie je to žiaden vedecký „suchár“, a už vonkoncom nie nejaký kariérista. Naopak, Vlado, populárny „plukovník“, je aj rozhľadný vzdelanec so záujmom o filozofiu, bývalý vrcholový športovec, spoľahlivý kamarát, príjemný spoločník a milovník dobrého vína (spomeňme len, že je spoluautorom rozkošnej knižičky *Kameň a víno*). Čo si na ňom najviac cením ja, je otvorenosť k diskusii o akomkoľvek probléme, či už vedeckom alebo spoločenskom, a to aj o takom, na ktorý má už vzhľadom na svoje široké znalosti a bohaté životné skúsenosti vyhranený názor. Vlado mal vždy tendenciu zapájať do spolupráce čo najširší okruh kolegov, bez ohľadu na ich „rezortnú“ príslušnosť, čo, myslím, nikdy neofutoval a z čoho profitovali všetky strany. Nikdy neskĺzol k malichernosti a presadzovaniu osobných záujmov, naopak, vždy ho ctíla veľkorysosť a altruizmus. Preto ho pokladám za integrujúcu osobnosť slovenskej geológie prelomu tisícročia, akých by sme potrebovali čo najviac.

Dovoľ, milý Vlado, aby som Ti v svojom mene a v mene všetkých, ktorí sa pridajú, zaželel pevné zdravie, šťastný rodinný život a splnenie všetkých predsavzatí, ktoré si vdychu určite kladieš. Nám želám, aby si nás naďalej obohacoval svojimi nápadmi a bol nám príkladom v statočnej geologickej robote. Tak teda“ ešte raz všetko najlepšie!

Dušan Plašienka



## Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000, r. 1994 – 2000

MICHAL ELEČKO

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

### Úvod

V rámci úlohy 300 *Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000* sa od roku 1994 pokračovalo v mapovacích prácach a zostavovaní regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000.

Po skončení úlohy *Regionálny geologický výskum Slovenska – IV. etapa* v roku 1992 (zodpovedný riešiteľ Dr. J. Vozár) sa malo plynule od roku 1993 prejsť do V. etapy (zodpovedný riešiteľ Dr. M. Elečko). Vzhľadom na problémy súvisiace s financovaním úlohy formou VTP však k jej plynulému pokračovaniu zo IV. do V. etapy nedošlo. V roku 1993 sa mapovacie práce financovali z vnútorných zdrojov organizácie. Až začiatkom roku 1994 sa ukázalo riešenie pokračovať v mapovacích prácach, a to prijatím Smernice MŽP SR 217/93 Zb., ktorá umožnila ich financovanie z položky MŽP SR.

Vzhľadom na limitované finančné zdroje z pôvodne široko koncipovaného projektu V. etapy sa do úlohy 300 vybralo iba päť regiónov. Zostávajúce úlohy pôvodného projektu V. etapy sa neskoršie riešili ako samostatný projekt pod pôvodným názvom, čiastočne s iným obsahom (Bezák, 2000).

Predmetom geologickej úlohy *Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000* realizovanej v etape regionálnej geológie bolo zostavenie a vydanie tlačou regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000 a príslušných vysvetliviek nasledujúcich regiónov (obr. 1):

- 300/01 Vtáčnik a Hornonitrianska kotlina,
- 300/03 Veľká Fatra,
- 300/04 Chvojnická pahorkatina,
- 300/05 Vihorlatské a Humenské vrchy,
- 300/07 Tribeč.

Okrem toho, v zmluve o geologických prácach bolo zahrnuté vypracovanie návrhu *Smernice pre geologické mapovanie v mierke 1 : 25 000 a 1 : 50 000*. Začiatok geologických prác sa stanovil na máj 1994 a ukončenie prác formou záverečnej správy v dvoch vyhotoveniach a 500 ks máp s vysvetlivkami z každého regiónu na jún 1998.

V decembri 1997 po konaní o zmenách sa úloha rozšírila o štyri nové úlohy (obr. 1):

- Neotektonická mapa Slovenska 1 : 500 000,
- Región Levočské vrchy,
- Región Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina,
- Región Slovenské rudohorie-západ.

Ukončenie geologickej úlohy sa presunulo z júna 1998 na december 2000.

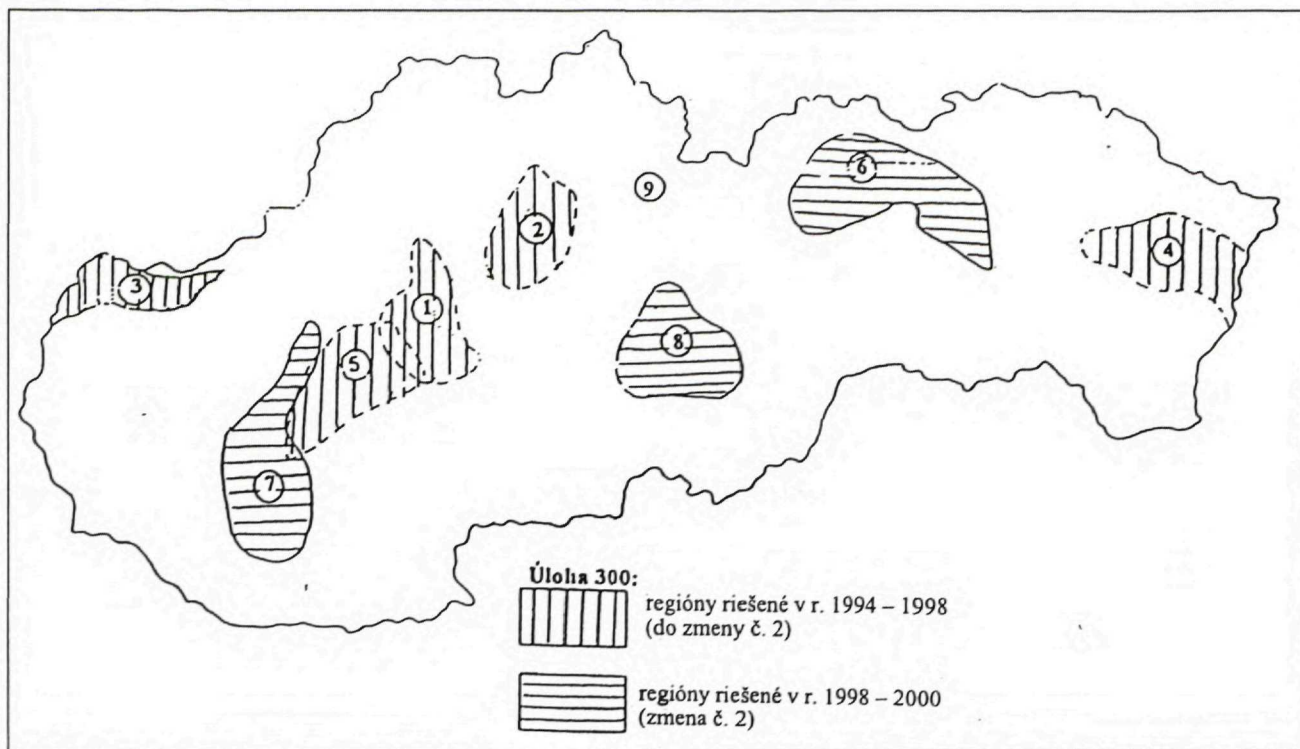
Hlavným cieľom riešenia úlohy 300 je zostavenie geologických máp územia v mierke 1 : 25 000 a následné zo-

stavenie geologických máp regiónov v mierke 1 : 50 000. V rámci zostavovania geologických máp sa riešia interregionálne problémy geologickej stavby a jej vývoja v čase a priestore. Geologické mapy komplexne zhodnocujú jednotlivé oblasti územia a sú podkladom na ďalšiu výskumnú a prieskumnú činnosť, projektovú prípravu a zhodnotenie celkového potenciálu krajiny s cieľom prispieť k ochrane životného prostredia a využívať nerastné bohatstvo krajiny.

Dlhodobé a cieľovo usmerňované spracovanie geologických máp regiónov Slovenska 1 : 50 000 dosiahlo v tomto období približne 70 % plochy Slovenska.

Vychádzajúc zo smernice na základné geologické mapovanie, zostavovanie regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000 s príslušnými vysvetlivkami všeobecne zahŕňa:

- prevzatie hotových geologických máp v mierke 1 : 25 000 s úpravami vyplývajúcimi z konfrontácie s ostatnými časťami regiónu a s novými pohľadmi na celkovú geologickú stavbu, vývoj, stratigrafiu a pod.,
  - reambuláciu hotových geologických máp vyžadujúcich prepracovanie,
  - nové geologické mapovanie v mierke 1 : 25 000 v dosiaľ nemapovaných častiach regiónu, respektíve v častiach, kde si to vyžaduje charakter geologickej stavby a kvalita starších geologických máp,
  - zostavenie základných geologických máp v mierke 1 : 25 000 s príslušnými vysvetlivkami k listom pokrývajúcim príslušný región (s výnimkou už zostavených listov za posledných 15 rokov nevyžadujúcich reambuláciu),
  - zhodnotenie ostatnej geologickej dokumentácie uloženej v archíve Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (Geofonde),
  - zhodnotenie geofyzikálnych údajov formou mapy geofyzikálnych indícií a interpretácií,
  - zostavenie regionálnej geologickej mapy v mierke 1 : 50 000 včítane eliminácie nezrovnalostí jednotlivých máp mierky 1 : 25 000,
  - doriešenie problémov stavby, vývoja, tektoniky, stratigrafie, litológie, petrológie a podobne metódami špeciálneho a laboratórneho výskumu,
  - syntézu geologickej stavby a vývoja regiónu a zostavenie vysvetľujúceho textu k regionálnej geologickej mape.
- Vydanie zostavených regionálnych geologických máp a vysvetliviek tlačou zahŕňa:
- technické spracovanie mapy pre tlač (rozkresba, zrkadlo, digitalizácia, editácia),
  - tlač mapy (v subdodávke),



Obr. 1 Situácia mapovaných regiónov.

Región (rok tlače): 1 – Vtáčnik a Hornonitrianska kotlina (1997). 2 – Veľká Fatra (1997). 3 – Chvojnická pahorkatina (1996). 4 – Vihorlatské a Humenské vrchy (1997). 5 – Tribeč (1998). 6 – Levočské vrchy (1999). 7 – Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina (2000). 8 – Slovenské rudohorie-západ (1999). 9 – Neotektonická mapa SR 1 : 500 000 (1999).

- redakčné spracovanie vysvetliviek,
- tlač vysvetliviek.

### Realizačné výstupy úlohy

Úloha 300 v celom rozsahu sa členila na 9 čiastkových úloh (300/01 – 300/09) týkajúcich sa zostavenia geologických máp a koordinácie jednotlivých čiastkových úloh (300/10).

Každá z čiastkových úloh mala svojho zodpovedného riešiteľa, ktorý po odbornej stránke spolupracoval s riešiteľským kolektívom. Vyriešením čiastkových úloh spoločne dospeli k cieľu – predložili, oponovali a aprobovali geologickú mapu a vysvetlivky k nej. Tie následne vyšli tlačou.

Celá úloha 300 sa skončila v termíne, v decembri 2000, predložením záverečnej správy zadávateľovi prác, Ministerstvu ŽP SR (Elečko, 2000).

### Riešené čiastkové úlohy

**Úloha 300/01** Región Vtáčnik a Hornonitrianska kotlina – zodpovedný riešiteľ L. Šimon.

Úloha bola rozpracovaná v IV. etape a v roku 1993. V rámci nej sa v roku 1994 oponovali tieto listy máp 1 : 25 000: 36-133 (Handlová), 35-244 (Prievidza), 36-131 (Ráztočno), 35-422 (Bystričany), 35-421 (Oslany), 35-224 (Valaská Belá).

V roku 1995 sa oponovala správa za listy 36-313 (Hliník nad Hronom) a 36-331 (Žarnovica).

V roku 1996 bola zostavená autorská čistokresba mapy regiónu a vysvetlivky k nej.

V roku 1997 nastali určité komplikácie s pričlenením tzv. chalmovskej oblasti (územie medzi regiónmi Strážovských vrchov, Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny, Tribeča a Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny) k regiónu 01. Mapa a vysvetlivky vyšli tlačou v decembri 1997.

Riešiteľský kolektív: L. Šimon, M. Elečko, J. Lexa, M. Kohút, R. Halouzka, P. Gross, J. Pristaš, V. Konečný, J. Mello, M. Polák, A. Vozárová, J. Vozár, M. Havrila, M. Köhlerová, M. Stolár, V. Jánová, D. Marcin, V. Szalaiová.

**Úloha 300/02** Neotektonická mapa Slovenska 1 : 500 000 – zodpovedný riešiteľ J. Maglay.

Úloha bola rozpracovaná po tematickej stránke v rámci projektu *Geodynamický vývoj Západných Karpát*. V rámci úlohy 02 prebiehali v roku 1998 práce na doplnení podrobnejších kvalitatívnych údajov, presnejšom vyjadrení vertikálnej diferenciácie na verifikovaných zlomových líniah – uvedenie názvov zlomov, priradenie číselných kódov a farebného odtieňa, priradenie farby stratigrafie na línie zlomov a iné. Mapa bola aprobovaná v decembri 1998 a spolu s vysvetlivkami vyšla tlačou v roku 1999.

Riešiteľský kolektív: J. Maglay, R. Halouzka, V. Baňacký, J. Pristaš, J. Janočko, J. Hók.

**Úloha 300/03 Región Veľká Fatra** – zodpovedný riešiteľ M. Polák.

Úloha bola rozpracovaná v IV. etape a v roku 1993. V roku 1994 mapovacie práce prebiehali na území znázornenom na listoch máp, ktoré sa uzavreli v roku 1995 oponentúrou – 36-123 (Křížna) a 36-141 (Staré Hory). Zároveň sa rozpracovali ďalšie listy. V rámci subdodávky bola predložená *Mapa geofyzikálnych indícií a interpretácií (MGII) – región Veľká Fatra*.

V roku 1996 prebiehali práce na rozpracovaných územiach – listy máp 36-114 (Turčianske Teplice), 36-112 (Valča), 36-132 (Horná Štubňa), 36-121 (Borišov), 26-343 (Podhradie), 26-341 (Turany). Uzavreli sa oponentúrou v októbri 1996. Zároveň prebiehali práce na zostavovaní mapy regiónu. V roku 1997 bola zostavená mapa regiónu a vysvetlivky. Po úspešnej aprobácii vyšla mapa a vysvetlivky tlačou v decembri 1997. Vzhľadom na nedostatočnú kvalitu tlače bola mapa znovu vytlačená vo februári 1998.

Riešiteľský kolektív: M. Polák, A. Bujnovský, M. Kohút, J. Pristaš, I. Filo, M. Havrila, A. Vozárová, J. Vozár, P. Kováč, J. Lexa, M. Rakús, P. Malík, P. Liščák, V. Hojstřičová, E. Žáková, Z. Siráňová, D. Boorová, O. Fejdiová.

**Úloha 300/04 Región Chvojnická pahorkatina a severná časť Borskej nížiny** – zodpovedný riešiteľ V. Baňacký.

Úloha bola rozpracovaná v IV. etape a v roku 1993.

V roku 1994 sa mapovacie práce sústredili na východnú časť regiónu.

V roku 1995 sa oponovali listy máp 34-224 (Hodonín-4), 34-242 (Holíč-2), 34-244 (Holíč-4), 34-422 (Kúty-2), 35-133 (Myjava-3), 35-311 (Senica-1). V druhej polovici roka boli predložené spracované listy máp 1 : 50 000 a prebiehali práce na zostavovaní mapy regiónu. Aprobácia sa konala v novembri 1995. Mapa regiónu a vysvetlivky vyšli tlačou v roku 1996.

Riešiteľský kolektív: V. Baňacký, M. Elečko, D. Vass, M. Potfaj, M. Slavkay, L. Iglárová, A. Čechová.

**Úloha 300/05 Región Vihorlatské a Humenské vrchy** – zodpovedný riešiteľ M. Kaličiak, od roku 1996 B. Žec.

Časť územia bola rozpracovaná v predchádzajúcich etapách. V rámci úlohy prebiehali v roku 1994 práce na listoch 38-212, 38-214, 38-232, 38-234, 38-241, 38-243 a 38-412. Dokončila sa Mapa MGII v mierke 1 : 50 000.

V roku 1995 prebiehali mapovacie práce na územiach znázornených na listoch 38-213, 38-231, 38-124, 38-142 a 38-211. Vzhľadom na zníženie finančných prostriedkov v roku 1995 nastal posun termínov čiastkových správ. Prejavilo sa to aj v zmene termínu odovzdania autorskej čistokresby mapy regiónu a samotnej tlače mapy a vysvetliviek.

V roku 1996 prešli oponentským konaním geologické mapy 1 : 25 000 vyhotovené v roku 1995 a prebiehali práce na zostavovaní mapy regiónu 1 : 50 000. Vzhľadom na posun termínov sa aprobácia mapy konala v januári 1997 a tlač mapy a vysvetliviek v decembri 1997. Vzhľadom

na nedostatočnú kvalitu tlače sa musela legenda k mape vo februári 1998 vytlačiť znovu.

Riešiteľský kolektív: B. Žec, M. Kaličiak, V. Konečný, J. Lexa, S. Jacko ml., V. Baňacký, S. Karoli, M. Potfaj, M. Rakús, L. Petro, Z. Spišák, J. Bodnár, J. Jetel, D. Boorová, A. Zlinská.

**Úloha 300/06 Región Levočské vrchy** – zodpovedný riešiteľ P. Gross.

Geologické práce spojené s geologickým mapovaním sa uskutočnili v kooperácii v rámci úlohy *Regionálne geologické mapovanie pre VP na živice; Flyš východného Slovenska – geofyzika*. V rámci úlohy 300/06 bola v rokoch 1998 – 1999 zostavená geologická mapa regiónu a vysvetľujúci text k nej podľa smernice MŽP SR č. 4/1996-3.1. z roku 1996. Podstatná časť prác – mapy regiónu, geologické rezy a vysvetľujúci text – sa urobila v roku 1998. Aprobácia mapy sa konala v decembri 1998. Práce v roku 1999 sa sústredili na kartografické spracovanie a vlastnú tlač mapy a vysvetliviek. Tlačou vyšli v auguste 1998.

Riešiteľský kolektív: P. Gross, S. Buček, T. Ďurkovič, I. Filo, J. Maglay, R. Halouzka, S. Karoli, A. Nagy, Z. Spišák, B. Žec, J. Vozár, V. Borza, E. Lukáčik, J. Janočko, J. Jetel, P. Kubeš, M. Kováčik, E. Žáková, J. Mello, M. Polák, Z. Siráňová, O. Samuel, P. Snopková, J. Raková, A. Zlinská, A. Vozárová, K. Žecová.

**Úloha 300/07 Región Tribeč** – zodpovedný riešiteľ J. Ivanička.

Úloha bola rozpracovaná v IV. etape a v roku 1993. V roku 1994 bol oponovaný list 35-414 (Topoľčany).

V roku 1995 sa oponovali listy máp 35-441 (Zlaté Moravce-1), ako aj listy 35-431 (Preseľany) a 35-432 (Súľovce).

V roku 1996 sa oponovali listy 35-424 (Veľké Pole) a 35-442 (Nová Baňa).

V roku 1997 prešli oponentským konaním listy 35-433 (Lužianky – Nitra), 35-434 (Jelenec), 45-211 (Nitra) a 45-212 (Nová Ves nad Žitavou). Okrem toho prebiehali práce na zostavovaní geologickej mapy regiónu. Autorská čistokresba mapy a vysvetlivky boli predložené v decembri 1997.

V januári 1998 sa konala oponentúra a aprobácia geologickej mapy a vysvetliviek. Vysvetlivky vyšli tlačou v júni 1998 a geologická mapa bola po menšom časovom sklze vydaná tlačou v septembri 1998.

Riešiteľský kolektív: J. Ivanička, J. Hók, M. Polák, J. Határ, J. Vozár, A. Nagy, K. Fordinál, J. Pristaš, V. Konečný, L. Šimon, M. Kováčik, A. Vozárová, O. Fejdiová, D. Marcin, P. Liščák, A. Macko, J. Lanc, J. Šantavý, V. Szalaiová.

**Úloha 300/08 Región Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina** – zodpovedný riešiteľ J. Pristaš.

Úloha sa riešila v V. etape a od 1. 7. 1998 v rámci úlohy 300. Mapovacie práce sa sústredili do severných okrajových častí Nitrianskej pahorkatiny – Bánovskej kotliny. Okrem toho prebiehali práce na zostavovaní mapy regiónu. Z odvrátených plytkých vrtov sa spracovali

vzorky na sedimentárno-petrografické zhodnotenie. Z naftových vrtv uložených v Hodoníne sa vybrali vzorky na mikrofaunistické spracovanie.

V roku 1999 bola predložená správa za listy 35-231 (Trenčianska Turňa), 35-232 (Motešice), 35-233 (Dubodiel) a 35-233 (Uhrovec). Pokračovali práce na zostavovaní mapy regiónu.

V roku 2000 bola zostavená geologická mapa regiónu. Po aprobácii sa geologická mapa kartograficky spracovala a spolu s vysvetlivkami vyšla tlačou v decembri 2000.

Riešiteľský kolektív: J. Pristaš, M. Elečko, J. Maglay, K. Fordinál, L. Šimon, P. Gross, M. Polák, M. Havrila, J. Ivanička, J. Határ, J. Vozár, H. Tkáčová, J. Tkáč, P. Liščák, V. Jánová, J. Švasta, A. Remšík, E. Žáková.

#### Úloha 300/09 Regiún Slovenského rudohorie-západ – zodpovedný riešiteľ V. Bezák.

Táto úloha bola zaradená do projektu v roku 1998 s riešením od januára 1999. Celá úloha sa dovtedy riešila v rámci úlohy *Regionálny geologický výskum Slovenska – V. etapa, v roku 1994 – 1998*. V rámci úlohy 300 sa pozornosť zamerala už iba na kartografické spracovanie mapy regiónu, redakčné spracovanie vysvetliviek a ich tlač, ktorá sa realizovala v decembri 1999.

Riešiteľský kolektív: V. Bezák, L. Hraško, M. Kováčik, J. Madarás, P. Siman, J. Pristaš, L. Dublan, V. Konečný, D. Plašienka, A. Vozárová, P. Kubeš, J. Švasta, M. Slavkay, P. Liščák.

#### Úloha 300/10 Koordinácia prác na úlohe 300 – zodpovedný M. Elečko.

Táto čiastková úloha slúžila na koordinovanie prác v rámci projektu 300 – fakturácie, kontrolný deň úlohy, zabezpečenie zmien vyplývajúcich z riešenia, zmien termínov čiastkových správ aj finálnej tlače máp regiónov a vysvetľujúcich textov k nim.

V decembri 2000 bola zadávateľovi prác predložená záverečná správa za celú úlohu 300 za roky 1994 – 2000 (Elečko, 2000).

#### Záver

V rokoch 1994 – 2000 v rámci úlohy 300 sa spracovalo, resp. vyšlo tlačou deväť regionálnych máp s vysvetlivkami:

1. Geologická mapa Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1 : 50 000.

2. Neotektonická mapa Slovenska 1 : 500 000.

Vysvetlivky k neotektonickej mape Slovenska 1 : 500 000.

3. Geologická mapa Veľkej Fatry 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Veľkej Fatry 1 : 50 000.

4. Geologická mapa Chvojnickej pahorkatiny a severnej časti Borskej nížiny 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Chvojnickej pahorkatiny a severnej časti Borskej nížiny 1 : 50 000.

5. Geologická mapa Vihorlatských a Humenských vrchov 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Vihorlatských a Humenských vrchov 1 : 50 000.

6. Geologická mapa Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1 : 50 000.

7. Geologická mapa Tribeča 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Tribeča 1 : 50 000.

8. Geologická mapa Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000.

9. Geologická mapa Slovenského rudohoria – západná časť 1 : 50 000.

Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria – západná časť 1 : 50 000.

Predložením tejto záverečnej správy, spracovaním ďalších 8 regiónov, ubudlo z bielych miest na mape regiónov SR 1 : 50 000 a bola zostavená a vydaná tlačou Neotektonická mapa Slovenska 1 : 500 000. V súčasnosti formou regionálnych geologických máp je spracovaných cca 80 % územia Slovenska.

Žiaľ, vydávanie máp regiónov sa úplne zastavilo. Práce na regiónoch čiastočne rozpracovaných v minulosti – Považský Inovec, Nízke Beskydy a Trnavská pahorkatina – sa z nedostatku financií v r. 1998 zastavili.

Z dnešného pohľadu na pokrytie územia Slovenska regionálnymi geologickými mapami 1 : 50 000 zostáva predložiť nasledujúcich sedem regiónov: Biele Karpaty, Považský Inovec, Trnavská pahorkatina, Podunajská rovina, Orava-západ, Kysuce a Nízke Beskydy. Poznatky o geologickej stavbe týchto regiónov veľmi chýbajú pri rozbehnutej edícii geologických máp Slovenska v mierke 1 : 200 000. Veľmi dôležitý a z hľadiska poznania geologickej stavby na zostavenie geologickej mapy 1 : 200 000 nevyhnutný je región Považského Inovca. Je jediným regiónom spomedzi jadrových pohorí Západných Karpát, z ktorého neexistuje ucelená geologická mapa. Svojou zložitou geologickou stavbou je kľúčovým územím na pochopenie geologickej stavby Západných Karpát. Aj mapy ostatných regiónov sú potrebné na ďalšiu prieskumnú činnosť, zhodnotenie celkového potenciálu krajiny a ochranu životného prostredia. Je potrebné nájsť finančné prostriedky na zostavenie máp regiónov a dokončenie celej edície.

Od potreby zostavenia geologických máp siedmich regiónov je už len malý krok k naplneniu cieľa – **zostaveniu regionálnych máp 1 : 50 000 celého územia Slovenskej republiky**. Naplnením tohto cieľa sa Slovensko z hľadiska poznania geológie svojho územia zaradí medzi najvyspelejšie štáty sveta.

#### Literatúra

Bezák, V., 2000: Regionálny geologický výskum Slovenska – V. etapa, r. 1994 – 1998. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 104, Štát. Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 13.

Elečko, M., 2000: Záverečná správa – úloha 300: Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000. Manuskript, MŽP SR Bratislava, 1 – 54.



## Čiernolúcke vrstvy – vrchná krieda v podloží Rimavskej kotliny: litologická a petrografická charakteristika

DIONÝZ VASS<sup>1</sup>, INGRID TÖRÖKOVÁ<sup>2</sup> a MICHAL ELEČKO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lesnícka fakulta Technickej Univerzity vo Zvolene, Masarykova 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

<sup>2</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovenská republika

**Abstract.** The Čierna lúka Member from borehole LR-5 near Rimavská Sobota southern Slovakia is a relic of marine sediments which during the latest Cretaceous, after the main Upper Cretaceous folding, was transgrading into the Alpine-Carpathian-Dinaric region: The Čierna lúka Member is buried by sediments of the Buda Paleogene with hidden disconformity and resting with angular unconformity on the older, tectonically deformed Mesozoic substratum. Their Late Campanian age is proved by assemblages of planktonic foraminifers and calcareous nannoplankton. The predominating lithotype are grey calcareous claystones with layers of micrite and biomicrite – biosparite limestones, fine grained calcareous sandstone and conglomerate, with prevalence of carbonate pebbles. The sedimentation took place in a calm sea environment well communicating with the open sea.

**Key words:** Upper Campanian, Čierna lúka Mb., Nekézsenyi Fm., tectonic escape

### Úvod

Vrt LR-5 vyhlbený v 80. rokoch v rámci vyhládavacieho prieskumu na uhlie (Klubert et al., 1986) na západnom okraji Rimavskej kotliny pri samote Čierna lúka západne od Rimavskej Soboty prevrtal sedimenty Budínskej paleogénnej panvy: lučenské súvrstvie (eger), čížske súvrstvie (kišcel) a pestrofarebné kontinentálne sedimenty skalnických vrstiev (kišcel). Potom vnikol do sedimentov, na ktorých vrchnokriedový vek prvá poukázala Dr. Kantorová (ústne oznámenie). Spracúvala biostratigrafiu terciérnych sedimentov Rimavskej kotliny a vzorky odobrané zo spodnej časti vrtu s kriedovou mikrofaunou postúpila Dr. Gašparikovej. Dr. Gašpariková študovala a biostratigraficky zhodnotila foraminifery a nanoplanktón. Kriedové spoločenstvá našla už vo vzorkách z jadra v hĺbke 504 m a 546 m, ale bohaté a nepremiešané kriedové spoločenstvá pochádzajú z jadier z hĺbky 549,5 – 620,9 m. To isté platí o spoločenstvách vápňitého nanoplanktónu, ktoré v hĺbkovom intervale vrtu 505 – 542,5 m pozostávajú z kriedových foriem. Sú zle zachované, drobného vzrastu a známe z celej kriedy. Od hĺbky 546,5 m až po počvu vrtu spoločenstvá nanoflóry sú dobre vyvinuté a pozostávajú najmä z kampánskych druhov (Gašpariková, 1986). Spoločenstvá foraminifer a nanoflóry z vrtného intervalu 504 – 546 m, resp. 505 – 542,5 m sú zjavne preplavené do čížskeho sú-

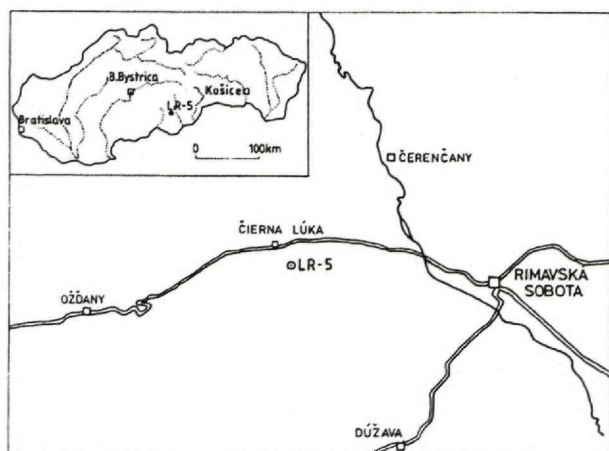
vrstvia (kišcel), do predtransgresívnych skálnických vrstiev, ako aj do vrchnej časti vrchnokriedových sedimentov.

Podľa súvislého jadra vrtu LR-5 hranica medzi kiščelom a vrchnou kriedou je zdanlivo konkordantná. Tak kiščelské, ako aj vrchnokriedové sedimenty nie sú tektonicky deformované, nie sú uklonené. Vzhľadom na stratigrafický hiát treba ich vzájomný styk interpretovať ako skryto diskordantný. V spomínanom vrte je v hĺbke 537 m pod reliéfom terénu. Priamym nadložením vrchnokriedových sedimentov (Vass a Elečko et al., 1989) sú skálnické vrstvy tvorené pestrofarebnými pelitmi a pieskami, zatiaľ čo sfarbenie vrchnokriedových sedimentov je sivé. Sú to prevažne sivé vápňité ílovce s lavicami vápencov s vrchnokriedovým nepremiešaným (od hĺbky 544,95 m) spoločenstvom druhov, s hojným a dobre vyvinutým spoločenstvom foraminifer (od hĺbky 549,5 m), ako aj dobre vyvinutým vrchnokriedovým spoločenstvom vápňitého nanoplanktónu (od hĺbky 546,5 m). Podľa biostratigrafického zhodnotenia Gašparikovej (1986) spoločenstvá poukazujú na kampánsky vek. Prítomnosť foraminifery *Globotruncana ex gr. rugosa* MARIE a druhu vápňitej nanoflóry *Arkhangelskiella cymbiformis* VEKSHINA pomohla spresniť vekové zaradenie a korelovať študované sedimenty s vrchným kampánom.

Vrchnokriedové sedimenty z vrtu LR-5 stručne litologicky opísali Klubert et al. (1986) a Vass a Elečko et al. (1989). Neskôr Vass a Elečko pre ne navrhli názov čiernolúcke súvrstvie [Vass a Elečko (eds.), 1992]. Názov bol odvodený od samoty Čierna lúka, pri ktorej, ako sme už uviedli, bol vyhlbený vrt LR-5. Na základe úvahy, že vrchnokriedové sedimenty prevrtané vrtom nepredstavujú celé súvrstvie, ale iba jeho časť, ich Vass (v tlači) preradil do kategórie člen (t. j. vrstvy). Presnejšia litologická a petrografická charakteristika čiernolúckych vrstiev sa neurobila a túto medzeru má zaplniť nasledujúci text.

### Litologická a petrografická charakteristika čiernolúckych vrstiev

Makroskopický opis vrtného jadra urobil Zlocha (in Klubert et al., 1986). Vrtné jadro v sklade hmotnej dokumentácie Geologického prieskumu v Rožňavských kúpeľoch v polovici 70. rokov revidovali Vass a Elečko.



Obr. 1 Situačné schéma vrtu LR-5.

Vybrali vzorky hornín na biostratigrafickú a petrografickú analýzu. Zatiaľ čo biostratigrafické zhodnotenie sa urobilo následne (Gašpariková, l. c.), na petrografické vyhodnotenie pre rozličné príčiny bolo potrebné čakať až do súčasnosti. Výbrusy sme študovali (Törökóvá) klasickým spôsobom v polarizačnom mikroskope a pieskovce sa podrobili planimetrickej analýze.

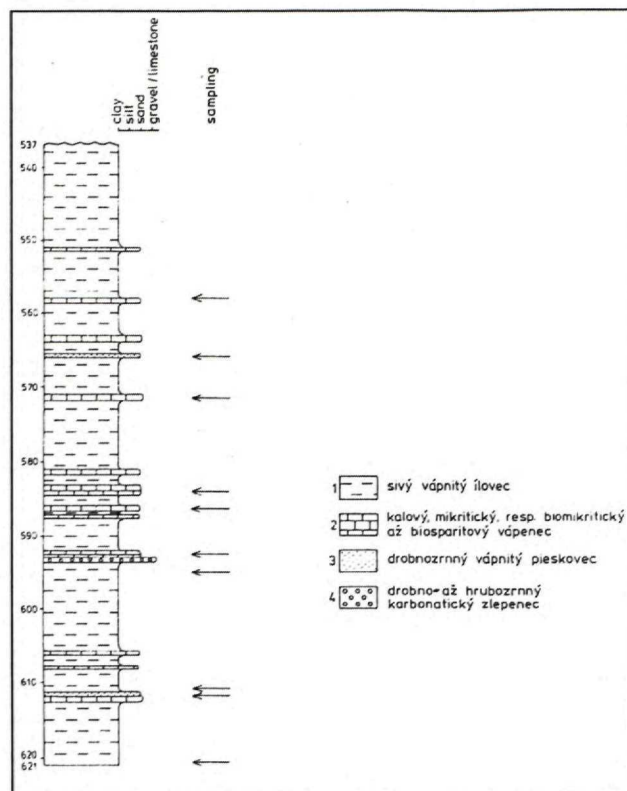
Prevládajúcim litotypom čiernolúckeho súvrstvia, ako ukazuje obr. 2, je sivý vápnitý ílovec. V ňom sú lavice a lavičky vápenca, jemnozrnného pieskovca a lavica zlepenca.

**Ílovec** sivej farby, vápnitý, s črepinovitým rozpadom pozostáva z ílovej základnej hmoty, ktorá tvorí 75 až 90 % horniny. Prachová a piesčitá zložka tvoria prímes. Piesčitá zložka je miestami koncentrovaná do nepravidelných a nesúvislých šmúh. Medzi klastickými zrnami dominuje kremeň s nízkym stupňom zaoblenia a muskovit. Zrnká živca sú ojedinelé. V piesčitých vložkách popri kremeň sú prítomné aj zle zaoblené zrnká kalcitu. Autigénny kalcit je rozptýlený v ílovej mase horniny. Prítomné sú schránky foraminifer vyplnené kryštalickým kalcitom a fragmenty organickej hmoty. Je pravdepodobné, že ílovec sa usadil z hustej suspenzie.

**Vápenec**, ktoré tvoria lavice hrubé zväčša okolo 0,5 m a tenšie lavičky hrubé niekoľko cm, majú svetlohnedú pleťovú farbu. Mikroskopicky boli rozlíšené dve variety vápencov:

**Mikritický vápenec.** Mikritická karbonatická zložka predstavuje až 95 %. Úlomky veľkosti piesku alebo siltu utopené v mikritickej základnej hmote predstavujú zrnká kremeňa a muskovitu (1,5 %). Pomerne hojné sú schránky foraminifer vyplnené kryštalickým kalcitom.

**Biomikritický až biosparitový vápenec.** Základnú hmotu predstavuje biomikrit, ktorý prechádza do biosparitu. V základnej hmote sú početné úlomky schránok gastropód, lamelibranchiát a foraminifer vyplnené sparitom. Klastické zrnká kremeňa sú zriedkavé (1 – 2 %), muskovit sa vyskytuje sporadicky (do 1 %) a miestami sú aj zrnká živca (do 2 %). Živec je postihnutý čiastočnou kalcifikáciou. V jednom výbruse sa zistili aj zrnká hornín – žúl, metamorfítov a ílovcov (2 – 3 %). V jeho mikritickej hmote sú úlomky schránok mäkkýšov a foraminifer (až 70 %).



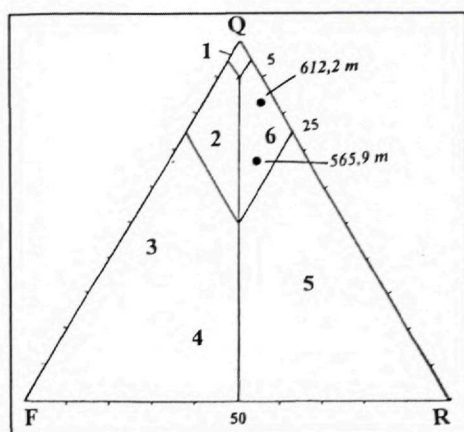
Obr. 2 Profil čiernolúckych vrstiev vo vrtu LR-5 pri samote Čierna lúka, z. od Rimavskej Soboty.

**Drobnozrnný vápnitý pieskovec** tvorí v opisovaných vrstvách dve lavice hrubé okolo 0,5 m. Pieskovec má sivú farbu. Veľkosť zrn kolíše v rozmedzí 0,25 až 0,1 mm. Medzizrnové priestory zaplňa ílovitá základná hmota (10 – 12 %) a sčasti aj kalcitový tmel. Klastické zrnká tvorí kremeň, muskovit, biotit, chlorit, autigénny glaukonit a živce, ktoré sú kalcifikované. Z úlomkov hornín sú prítomné zrná rohovcov a vápencov. V klasifikačnom diagrame Pettijohna, Pottera a Sievera (1972) pieskovec spadá do poľa sublitického pieskovca, lebo úlomky hornín prevládajú nad zrnami živca (obr. 3).

**Zlepenec** tvorí iba jednu lavicu hrubú 0,6 m. Obliaky tvorí vápenec svetlohnedej až pleťovej farby. Veľkosť obliakov kolíše od 0,5 do 5 cm a sú dobre ováľané. Tmelom je tmavosivý ílovec s drobnými úlomkami vápenca.

## Diskusia

Čiernolúcke vrstvy predstavujú denudačný relikv vrchnokriedových sedimentov, ktoré pred eróziou uchránili sedimenty mladšej, Budínskej panvy. Vznikli v morskem prostredí. Ílovec vznikol pravdepodobne ukladaním hustej kalovej suspenzie. Vápenec – obzvlášť mikritický vápenec – vznikali ukladaním vápniteho kalu. Sedimentácia prebiehala v pokojnej hlbšej zóne pravdepodobne plytkého šelfového mora, mimo dosahu vlnenia a povrchového prúdenia, lebo sedimenty nemajú textúry, ktoré by naznačovali intenzívnu dynamickú aktivitu. Napriek tomu, že to bolo šelfové epikontinentálne more, boli



Obr. 3 Trojuholníkový nomenklatorický diagram pieskovcov podľa Pettijohna, Pottera a Sievera (1972). Pieskovce čiernolúckych vrstiev sa premietajú do poľa 6: sublittické pieskovce. 1 – kremenné pieskovce, 2 – subarkózy, 3 – arkózy, 4 – arkózo-ové pieskovce, 5 – litické pieskovce, 6 – sublittické pieskovce, Q – kremeň, F – živce, R – úlomky hornín. Hĺbka odobraných vzoriek z vrtu LR-5 je 612,2 m a 565,9 m.

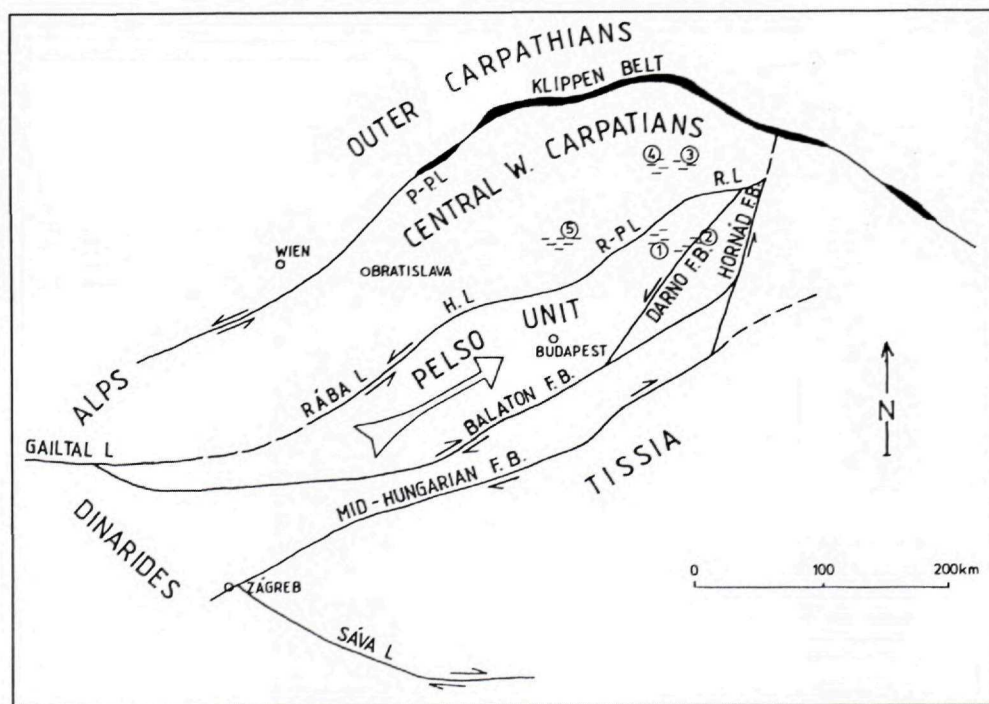
v ňom podmienky vhodné na život foraminiferového planktónu a vápnitej nanoflóry.

Mišík (1978), zhrnúc dovtedajšie údaje o výskyte vrchnokriedových sedimentov Západných Karpát a v ich okolí, predpokladal rozsiahly prieliv, ktorý zalieval časť vnútorných centrálnych Západných Karpát a prepájal naprieč Karpátmi szolnocký trog s bradlovým pásmom. Ak však vezmeme do úvahy mladé, pokriedové horizontálne posuvy, resp. tektonický únik centrálnych alpských a dinaridných litosférických fragmentov (jednotka Pelső; Dank a Fülöp, 1990) do karpatsko-panónskeho priestoru, (Kázmer a Kovács, 1985; Haas et al., 1995), potom relikty vrchnokriedových sedimentov epikontinentálneho mora v centrálnych a vnútorných Západných Karpatoch nevznikli v jednotnom západokarpatskom vrchnokriedo-

vom sedimentačnom priestore, ale v pôvodne vzdialených sedimentačných priestoroch, ktoré boli pokriedovými horizontálnymi pohybmi tektonicky zblížené. Čiernolúcke vrstvy spolu s nekészenyským vrchnokriedovým súvrstvom nachádzajúcim sa na styku Bükku s Upponskými vrchmi v severovýchodnom Maďarsku predstavujú relikty vrchnokriedového šelfového mora, ktoré pôvodne zalievalo centrálnu Alpy a severozápadné dinaridy. Nekészenyské súvrstvie, ako ukazuje jeho lito- a biofáciálny vývoj, vznikalo na okraji tohto mora. Nekészenyské súvrstvie tvorí viacmetrová poloha hrubozrnného zlepenca, ktorá smerom do nadložia graduje do jemnozrnného zlepenca a pieskovca. Vrstvový sled zakončuje slieňovec (Haas in Bercziné-Makk et al., 1996). Súvrstvie obsahuje morskú vrchnokriedovú faunu, rudisty a moluská (Schréter, 1945). Na základe sporomorf vek bol spresnený na santón (?) – kampán (Sieglné-Farkas, 1986).

Čiernolúcke vrstvy v porovnaní s nekészenyským súvrstvom predstavujú sedimenty hlbokovodnejšieho morského prostredia, kde dominovala pelitická sedimentácia a sedimentácia kalových vápencov. V celom prevrätanom a dosiaľ známom profile vrstiev sa zistila iba jedna, 0,5 m hrubá poloha karbonatického zlepenca.

Relikty vrchnokriedových morských sedimentov na hornom Hrone pri Šumiaci (Bystrický, 1959; Biely a Salaj, 1966; Andrusov, 1976), ako aj v nadloží veporika a v podloží stredoslovenských neovulkanitov (vrt GK-4, kde popri morských sedimentoch boli opísané aj kontinentálne sedimenty vrchnej kriedy až paleogénu; Marková, Planderová a Polák, 1972) zjavne prináležali k vrchnokriedovému sedimentačnému priestoru, ktorý sa rozprestiera v doméne centrálnych Západných Karpát. K zblíženiu sedimentov oboch vrchnokriedových sedimentačných plytkomorských priestorov došlo, ako sme uviedli, po vrchnej kriede v následku tektonického úniku centrálnych alpských a dinaridných litosférických fragmentov do karpatsko-panónskeho priestoru (obr. 4).



Obr. 4 Schéma znázorňujúca povrchokriedový tektonický únik litosférických fragmentov centrálnych Alp a severozápadných dinarid do karpatsko-panónskeho priestoru. Relikty vrchnokriedových plytkomorských sedimentov ležia na tektonicky zblížených jednotkách: 1 – Čierna lúka, čiernolúcke vrstvy, 2 – Nekészeny (jednotka Pelső), 3 – Šumiaci, 4 – Dobšinská ľadová jaskyňa, 5 – pochovaná bzovická prepadlina. Vysvetlivky skratiek: P. P. L. – peripieninský lineament; H. L. – hurbanovský zlom (Hurbanovo – Diósjenő); R-P. L. – rapovsko-plešivský zlom; RL – rožňavský zlom; F. B. – zlomové pásmo.

## Záver

Čiernolúcke vrstvy opísané z vrtu LR-5, vyhlbeného západne od Rimavskej Soboty, predstavujú denudačný relikt sedimentov vrchnokriedového mora. Pred úplnou eróziou ho uchránili terciérne sedimenty zaplňajúce Rimavskú kotlinu, ktoré ležia skryto diskordantne na vrchnej kriede. Vrchnokriedový vek – vrchný kampán – dokazujú spoločnosť foraminifer a nanoplanktónu (Gašpariková, 1986). Prevládajúcim litotypom sú sivé vápnité ílovce s lavicami mikritových a mikriticko-biosparitových vápencov, drobnozrného pieskovca a zlepenca s prevahou karbonátových obliakov. Tieto sedimenty ako organické zvyšky a litologický vývoj dokazujú, že vznikli v pokojnom prostredí šelfového mora, ktoré transgredovalo na zvrásnený mezozoický podklad. Pôvodný sedimentačný priestor sa nachádzal vo vtedajšej doméne centrálnych Álp a severozápadných dinarid a do dnešnej pozície vnútorných Západných Karpát sa dostal pokriedovým tektonickým únikom. Preto čiernolúcke vrstvy, pokiaľ ide o miesto vzniku, majú bližšie k vrchnokriedovému nekészenyskému súvrstviu než k vrchnej kriede od Šumiaca, Dobšinskej ľadovej jaskyne a bzovickej depresie, ktoré vznikli v doméne centrálnych Západných Karpát.

Článok bol napísaný v rámci projektu Tektogenéza sedimentárnych panví Západných Karpát, č. úl. 130-01, a čiastočne s podporou grantu VEGA č. 1/5222/98.

## Literatúra

- Andrusov, D., 1976: Neue Rudistenfauna aus den Westkarpaten und vom Ochridsee. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 27, 1, 11 – 34.
- Bercziné-Makk, A., Bilik, I., Császár, G., Fekjete, Á., Haas, J., Horváth, I., Iváncsi, J., Jocháné Edelenyi, E., Juhász, E., Kisházi, P., Knauer, J., Knauer Gellai, M. B., Konda, J., Lelkes, Gy., Mindszenty, A., Míszlivec, E., Nagy, I. a Szentgyörgyi, K., 1996: Kréta. Magyarország litostratigráfiai alapegységei. Budapest, 93 – 95.
- Biely, A. a Salaj, J., 1966: Zur Lage der Oberkreide-Sedimente im Oberrhen Hron – Tal. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 40, 172 – 174.
- Bystrický, J., 1959: Príspevok ku stratigrafii muránskeho mezozoika. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 20, 5 – 53.
- Dank, V., Fülöp, J., 1990: Magyarország szerkezete – földtani térképe. Budapest, MÁFI.
- Gašpariková, V., 1986: Výskyt vrchnej kriedy v Rimavskej kotline. Spr. geol. Výsk. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 21, 97 – 100.
- Haas, J., 1996: Nekészenyi konglomerátum formáció. In: Bercziné-Makk, A. et al.: Magyarország litostratigráfiai alapegységei. Kréta. Budapest, 93 – 95.
- Haas, J., Kovács, S., Krystyn, L. a Lein, R., 1995: Significance of Late Permian-Triassic facies zones in terrane reconstructions in the Alpine – North Pannonian domain. Tectonophysics (Amsterdam), 242, 19 – 40.
- Kázmér, M. a Kovács, D., 1985: Permian-Paleogene paleogeography along the Eastern part of the Insubric-Periadriatic Lineament system: evidence for continental escape of the Bakony-Drauzug Unit. Acta geol. Acad. Sci. Hung. (Budapest), 281/2, 71 – 84.
- Klubert, J., Juriš, F., Sýkora, J., Šuchová, M. a Laffers, F., 1986: Rimavská a Lučenská kotlina – hmedé uhlie. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Marková, M., Planderová, E. a Polák, M., 1972: Oligocene evaporites in Central West Carpathians. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 23, 2, 263 – 280.
- Mišík, M., 1978: Kontinentálne, brakické a hypersalinické fácie v mezozoiku centrálnych Západných Karpát a otázka vynorených oblastí. In: Vozár, J. (ed.) et al.: Paleogeografický vývoj Západných Karpát. Paleogeographical evolution of the West Carpathians. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 35 – 46.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. a Siever, R., 1972: Sand and sandstone. New York, Springer-Verlag, 1 – 618.
- Schréter, Z., 1945: Uppony, Dédes és Nekészeny, továbbá Putnok vidékének földtani viszonyai. Magy. áll. földt. intéz. évi Jelent. (Budapest), 1941 – 42, 161 – 196.
- Siegné-Farkas, A., 1986: A bácsalmás-I fűrás (Dél-Alföld) szenon képződményeinek palynosztratiográfiája. Magy. áll. földt. intéz. évi Jelent. (Budapest), 1984, 425 – 459.
- Vass, D. (in press): Litostratigrafické jednotky neogénu a budínskeho paleogénu Západných Karpát na Slovensku. Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Vass, D., Elečko, M. (eds.), Bezák, V., Bodnár, J., Pristaš, J., Konečný, V., Lexa, J., Molák, B., Straka, P., Stankovič, J., Stolár, M., Škvarka, L., Vozár, J. a Vozárová, A., 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 196.
- Vass, D., Elečko, M., Pristaš, J., Lexa, J., Hanzel, V., Modtltiba, I., Jánová, V., Bodnár, J., Husák, L., Fillo, M., Májovská, J. a Linkeš, V., 1989: Geológia Rimavskej kotliny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 149.

### The Čierna lúka Member – Upper Cretaceous in the substratum of the Rimavská kotlina depression: lithological and petrological characterisation

The Čierna lúka Member from borehole LR-5 near Rimavská Sobotka (Fig. 1) represents a denudation relic of Upper Cretaceous sediments, which were protected from erosion by sediments of the younger Buda basin. It originated in marine environment. The claystone (Fig. 2) probably formed by deposition of dense muddy suspension. Limestones, especially micritic limestone, were formed by deposition of calcareous mud. The evaluation of sandstone indicated that it is a sublithic sandstone, in which fragments of rocks are predominating over grains of feldspar (Fig. 3). Sedimentation took place in the calm deeper zone probably of the shallow shelf sea, beyond the wave and surficial currents activity, because the sediments have no structures, which would indicate intense dynamic activity. In spite of the fact that it was an epicontinental shelf sea, the conditions there were suitable to life of foraminiferal plankton and calcareous nannoflora.

According to biostratigraphical evaluation of Gašpariková (1986) the assemblages indicate a Campanian age. The presence of foraminifers *Globotruncana ex gr. rugosa* MARIE and the species of calcareous nannoflora *Arkhangelskiella cymbiformis* VESKHINA helped to find out a more precise ranging of age and to correlate the sediments under study with the Upper Campanian.

The lithology of Upper Cretaceous sediments from borehole LR-5 were briefly described by Klubert et al. (1986) and Vass & Elečko et al. (1989). Later on, Vass and Elečko proposed for them the term Čierna lúka Formation [Vass & Elečko (eds.), 1992] after village Čierna lúka, where the borehole LR-5 had been sunk. On the basis of the consideration that the Upper Cretaceous sediments drilled through by the borehole do not represent the whole formation, but only a part of it, Vass (in press) reassigned them to the category of member.

Mišík (1978) summarising existing data on the occurrence of Upper Cretaceous sediments in the Western Carpathians and adjacent areas, assumed an extensive strait flooding a part of the Inner Central Western Carpathians. It connected the Szolnok trough with the Klippen Belt across the Carpathians. If however, we take into consideration the young post-Cretaceous horizontal strike slips and/or the tectonic escape of Central Alpine and Dinaride lithospheres fragments (Pelső Unit; Dank & Fülöp, 1990) into the Carpathian-Pannonian region (Kázmér &

Kovács, 1985; Haas et al., 1995), then the relics of Upper Cretaceous sediments of the epicontinental sea in the Central and Inner Western Carpathians did not arise in a common Late Cretaceous sedimentary basin of the Western Carpathians but in originally distant areas of sedimentation. These sediments were later approached tectonically by post-Cretaceous strike-slips movements. The Čierna lúka Member together with the Nekészeny Upper Cretaceous Formation situated at the boundary of the Bükk Mts. with the Uppony Mts. in northeastern Hungary represent relics of the Upper Cretaceous shelf sea, which originally flooded the Central Alps and northwestern Dinarides. The Nekészeny Formation, as shown by its litho- and biofacial development, formed at the margin of this sea. The Nekészeny Formation is formed by a layer of coarse grained conglomerate several metres thick, which grading upward to fine grained conglomerate and sandstone. The sequence is terminated by marlstone (Haas in Berczine-Makk et al., 1996). The formation contains a marine Upper Cretaceous fauna of rudists and molluscs (Schréter, 1945). On the basis of sporomorphs the age was established more precisely as Santonian(?) – Campanian (Siegliné-Farkas, 1986).

When compared with the Nekészeny Formation the Čierna lúka Member represents sediments of relatively deeper marine environment where pelitic sedimentation and sedimentation of muddy limestones dominated. In the whole drilled through and so far known profile, only one layer of carbonate conglomerate 0.5 m thick has been established (Fig. 2).

The relics of Upper Cretaceous marine sediments at the Upper Hron River Valley near Šumiac (Bystrický, 1959; Biely & Salaj, 1966; Andrusov, 1976) as well as those overlying the Veporicum and underlying Central Slovakian neovolcanics (borehole GK-4, in which besides marine sediments also Upper Cretaceous to Paleogene continental sediments were described; Marková, Pländerová & Polák, 1972) apparently belonged to the Upper Cretaceous area of sedimentation, which extended in the domain of the Central Western Carpathians. Approachment

of sediments of both Upper Cretaceous shallow marine areas of sedimentation took place, as mentioned above, after the Upper Cretaceous as a consequence of tectonic escape of the Central Alpine and Dinaride lithosphere fragments into the Carpathian – Pannonian region (Fig. 4).

Fig. 1 Localisation scheme of the well LR-5

Fig. 2 Profile of Čierna lúka Member, well LR-5 at settlement Čierna lúka, W of town of Rimavská Sobota  
 Explanations: 1 – gray calcareous claystone, 2 – micritic and/or biomicritic to biosparitic limestone, 3 – fine-grain calcareous sandstone, 4 – fine to coarse carbonatic conglomerate

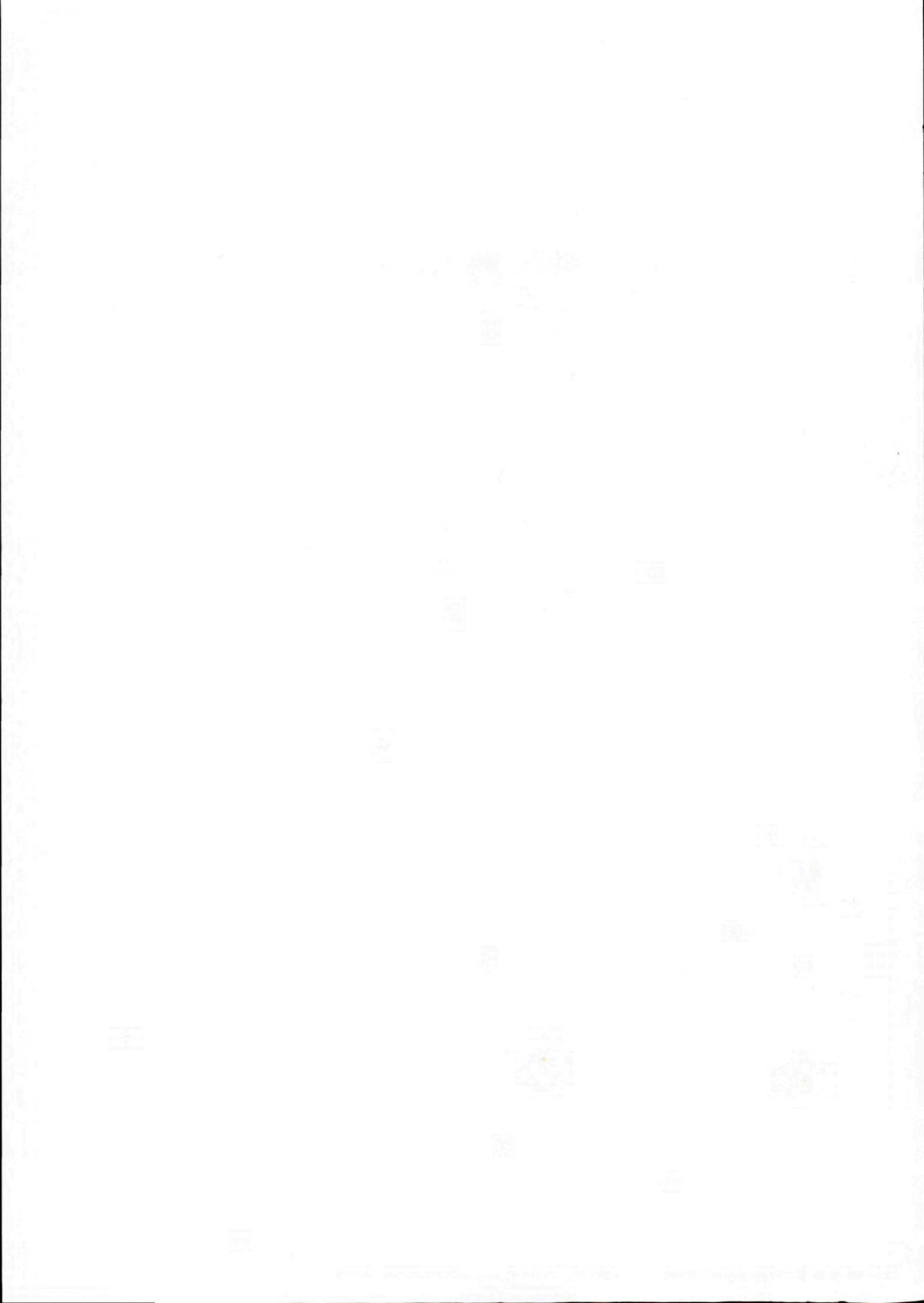
Fig. 3 Triangular nomenclature diagram after Pettijohn, Potter & Siever (1972). The sandstones of Čierna lúka Mb are projected into field 6: sublithic sandstone.

Explanations: 1 – quartz sandstone, 2 – subarcose, 3 – arcose, 4 – arcose sandstone, 5 – lithic sandstone, 6 – sublithic sandstone. Q – quartz, F – feldspath, R – rock fragments 612.2 m, 565 m – depth of sampling in well LR-5.

Fig. 4 Scheme representing post-Upper Cretaceous tectonic escape of lithospheric fragments of the Central Alps and north-western Dinarides into the Carpathian-Pannonian region. The relics of Upper Cretaceous shallow marine sediments are resting on units approached tectonically: 1. the Čierna lúka Member, 2. Nekészeny (Pelső Unit), 3. Šumiac, 4. Dobšiná Ice Cave, 5. buried Bzovík graben.

Explanatory notes of abbreviations: P-P. L. – Peripieninic lineament; H. L. – Hurbanovo line (Hurbanovo – Diosjenő); R-P. L. – Rapovce – Plešivec Line; RL – Rožňava Line; F. B. – fault belt.

The big arrow shows the direction of tectonic escape of lithospheric fragments of the Central Alps and northwestern Dinarides in recent coordinates.



## Regionálny geologický výskum neogénnej výplne a podložia Bánovskej kotliny

KLEMENT FORDINÁL, LADISLAV ŠIMON a MICHAL ELEČKO

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

**Abstrakt.** V nedávnom čase bolo zmapované územie Bánovskej kotliny v mierke 1 : 25 000 a v rámci regiónu Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina aj v mierke 1 : 50 000. K uvedeným mapám boli zostavené aj textové vysvetlivky. Pri spracúvaní vysvetliviek sa zistilo veľké množstvo biostratigrafických a petrografických údajov. Získali sa z veľkého množstva článkov a nepublikovaných správ. Do publikovanej formy vysvetliviek ich však nebolo možné uviesť všetky. Preto v tomto článku predkladáme v ucelenej forme dostupné informácie o biostratigrafii a petrografii neogénnych sedimentov Bánovskej kotliny a jej podložia z publikovaných aj nepublikovaných prác.

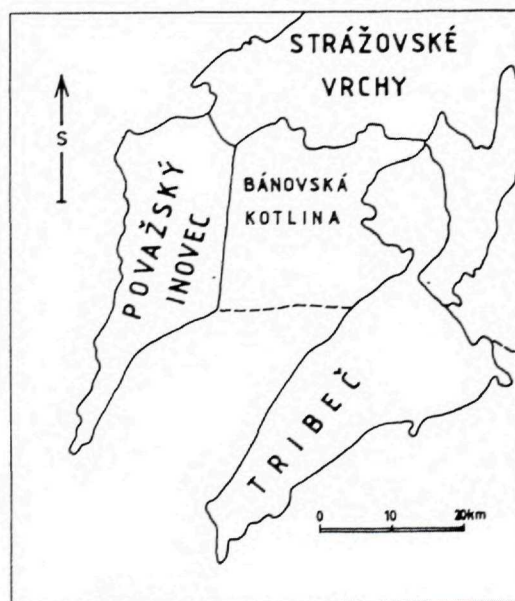
**Kľúčové slová:** Bánovská kotlina, doterajšie výskumy, neogén, mezozoikum, fosilné skupiny, petrografia, litológia

### Úvod

Každému geologickému výskumu vybraného regiónu vo všeobecnosti predchádza vyhľadávanie, sumarizácia a zhodnotenie doteraz získaných údajov z tohto územia. Získavanie týchto údajov predstavuje časovo veľmi náročnú prácu. Napriek tomu však veľká časť týchto práce získaných údajov nie je v ucelenej forme dostupná širokej geologickej verejnosti. Do vytlačenej formy vysvetliviek k mape sa kvôli prehľadnosti dostane len časť získaných údajov a na mapu len malá časť vrto, ktoré prispeli k objasneniu stratigrafických a tektonických pomerov daného územia. Časť týchto údajov zostane v manuškriptových správach a mapách a časť v poznámkach uložených v pracovných stoloch riešiteľov.

V minulom roku bol geologicky spracovaný región Nitrianska pahorkatina (Pristaš et al., 2000c, d). Severnú časť tohto regiónu zaberá Bánovská kotlina (obr. 1), predstavujúca depresnú štruktúru misovitého tvaru ssz.-jjv. smeru, dosahujúcu v oblasti Ruskoviec hĺbku cca 2 600 m (Zbořil et al., 1983). Z jej územia je známe veľké množstvo biostratigrafických údajov získaných z vrto a povrchových odkryvov. Na publikovanú geologickú mapu a do vysvetliviek k nej sa nedostali všetky údaje. Preto sme sa rozhodli ich zosumarizovať a predložiť formou tohto článku. Uvádžame v ňom prehľad geologických prác (mapovanie, vrty) z tohto územia, ako aj faunistické skupiny organizmov použité na objasnenie stratigrafie neogénnych sedimentov výplne kotliny (tab. 1) a podložných hornín mezozoického veku. Súčasťou je mapa lokalizácie vrto (obr. 2) a ich litostratigrafia v prehľadných

tabuľkách (tab. 2, 3), ktoré prispeli k lepšej znalosti geologickej stavby a zisteniu hrúbky niektorých litostratigrafických jednotiek.



Obr. 1 Lokalizácia Bánovskej kotliny (v zmysle Vassa et al., 1988).

### Všeobecný prehľad geologických výskumov a prác

Výskuty terciérnych sedimentov na území Bánovskej kotliny (v zmysle Vassa et al., 1988; obr. 1) bol známy už v druhej polovici 19. storočia. Zistili sa pri prehľadnom geologickom mapovaní rakúsko-uhorskej monarchie

Tab. 1 Litostratigrafické jednotky neogénu Bánovskej kotliny, z nich uskutočnené petrografické štúdiá a fosilne skupiny organizmov vyskytujúce sa v nich (zostavil K. Fordinál, 2001).

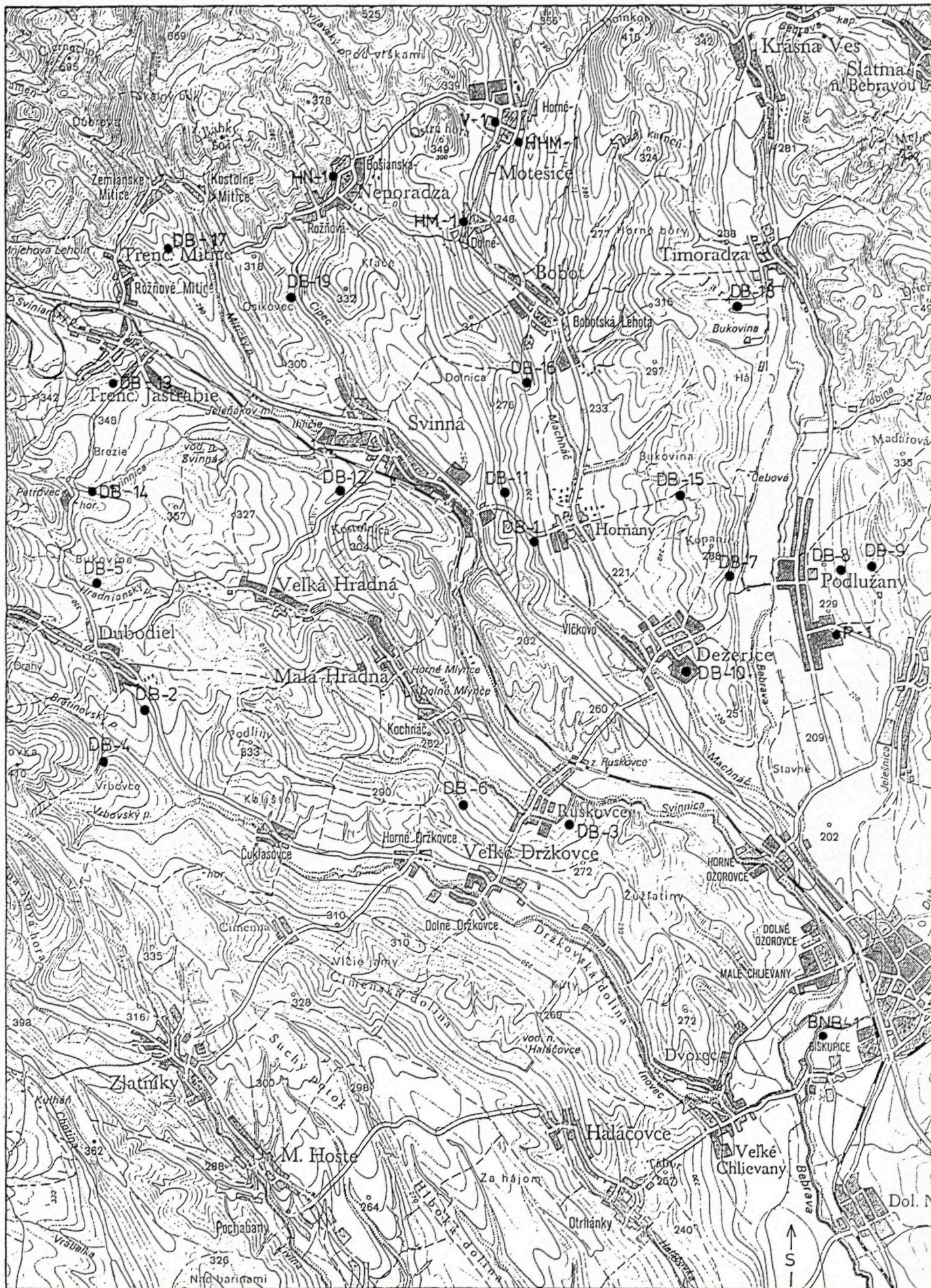
Litostratigrafická jednotka	Vek	Fosilne skupiny	Lokalita, vrt	Petrografia	Literatúra
volkovské súvrstvie	pliocén	mäkkýše ostrakóda	Ruskovce		Gašparik, 1953
beladické súvrstvie	vr. panón – pont	ostrakóda	J-2 (Libichava) J-6 (Jacovce)		Brestenská et al., 1980
hlavinské vrstvy	vr. panón	mäkkýše	Malé Kršteňany		Törökóvá a Fordinál, 1999
vtáčnická formácia ruskovské vrstvy	str. sarmat		Veľká Hradná, Ozorovce, Ruskovce	faciálna analýza	Kováč et al., 1993
handlovské súvrstvie	vr. bádén	sporomorfy	DB-6 (Ruskovce)		Planderová, 1991
kamenské súvrstvie	sp. až str. bádén	sporomorfy	DB-6 (Ruskovce)		Planderová, 1991
svinianske súvrstvie	sp. bádén	foraminifery ostrakóda sporomorfy	DB-10 (Dežerice) DB-11 (Svinná) Db-12 (Svinná)	ŤM, RTG, obsah CaCO <sub>3</sub> a MgCO <sub>3</sub>	Brestenská, 1965, 1969b Gabčo, 1969, 1971 Planderová, 1965, 1969
lakšárske súvrstvie	karpát	mäkkýše foraminifery ostrakóda  nanoplanktón  diatomacea	DB-7 (Podlužany) DB-10 (Dežerice) DB-15 (Horňany)  DB-17 (Zemianske Mitice) DB-19 (Rožňová Neporadza) Dežerice Rožňové Mitice	ŤM, RTG, obsah CaCO <sub>3</sub> a MgCO <sub>3</sub>	Brestenská, 1965, 1975b Brestenská et al., 1976 Hajós in Brestenská et al., 1976 Lehotayová, 1972, 1976, 1977, 1982, 1984 Lehotayová in Brestenská et al., 1983 Marková, 1975, 1977 Ondrejčíková, 1975 Planderová, 1965, 1984 Žecová, 1999
bánovské súvrstvie	otnang	mäkkýše tekamöby	DB-15 (Horňany)	ŤM, RTG, obsah CaCO <sub>3</sub> a MgCO <sub>3</sub>	Brestenská et al., 1976 Marková, 1975 Ondrejčíková, 1975
čausianske súvrstvie (pelitické sedimenty)	egenburg	mäkkýše foraminifery  ostrakóda  nanoplanktón	Rožňová Neporadza Krásna Ves  DB-5 (Dubodiel)  DB-9 (Podlužany) DB-15 (Horňany)	ŤM, RTG, obsah CaCO <sub>3</sub> a MgCO <sub>3</sub>	Brestenská, 1975b Brestenská a Lehotayová, 1983 Lehotayová, 1977, 1982, 1984 Marková, 1975, 1977 Ondrejčíková, 1975
kľačnianske zlepenec	egenburg	mäkkýše	Dolné Motešice  Horné Motešice Bošianska Neporadza Kostolné Mitice Krásna Ves		Ondrejčíková, 1972, 1975, 1979 Vaňová, 1955

(Hauer, 1869; Stache, 1865). Boli zakreslené na mapách v mierke 1 : 1 576 000 a 1 : 75 000. Na nich sú v severnej a východnej časti kotliny vyznačené eocénne sedimenty (flyš), v údolí rieky Bebravy severne od Bánoviec kongériové vrstvy a západne od Nedašoviec sladkovodné vápence (ex Gašparik, 1953).

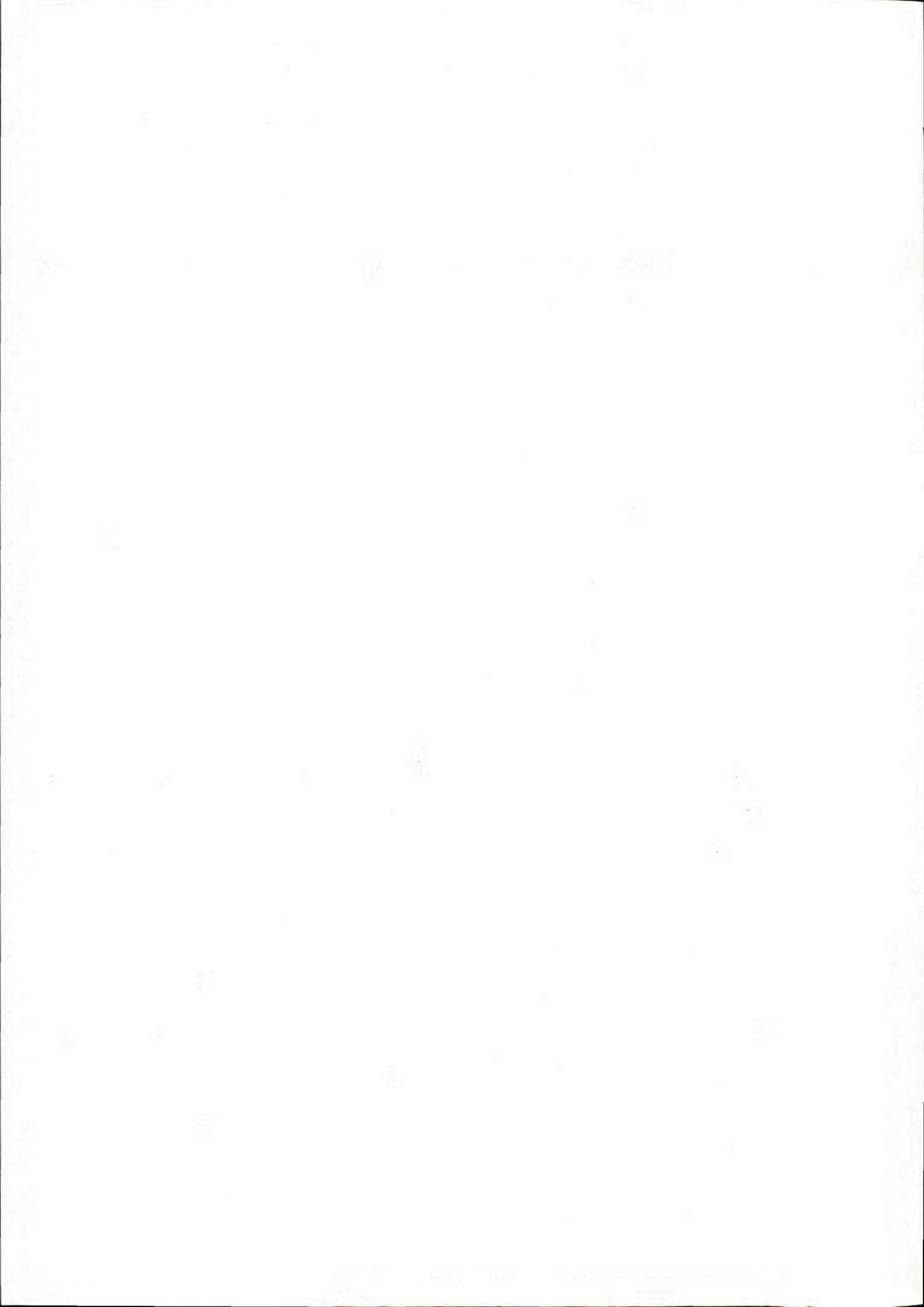
Od uvedeného obdobia až do 50. rokov 20. storočia sa z terciéru študovaného územia získalo veľmi málo informácií. Z Horných Ozoroviec z tufov v kameňolome opísal Petrbock (1930) mastodonta (*Mastodon augustidens* CUV.). Andrusov (1941) uvádza výskyt uhoľných slojov bádenského veku pri obci Svinná, v blízkosti ktorých sa v andezitových tufoch našiel zub nosorožca.

Prvé údaje o výskyte terciérnych sedimentov v Bánovskej kotline nachádzame v práci Maheľa (1948). Uvádza, že severný okraj kotliny budujú paleogénne drobnozrné zlepenec, v ktorých sa zriedkavo vyskytujú numulity. Z okolia obce Horné Motešice uvádza nález veľkého množstva pekténov. Súčasťou práce je tektonická mapa v mierke 1 : 75 000, na ktorej je zobrazená severná a východná časť Bánovskej kotliny. Uvedený autor v roku 1953 podal podrobnejšie informácie o geologickej stavbe a stratigrafických pomeroch tejto kotliny. Zlepenec ležiace v nadloží dolomitov zaradil Maheľ (1953) všeobecne do paleogénu. V zlepencoch vyskytujúcich sa medzi Hornými Motešicami a Neporadzou našiel neurčiteľné schránky pekténov.





Obr. 2 Lokalizácia stratigraficky významných vrtov na území Bánovskej kotliny (zostavil K. Fordinál, 2001).



Tab. 2 Stratigrafické pomery a litostratigrafia vrto v radu DB v Bánovskej kotline (zostavili K. Fordinál a L. Šimon, 1999).

Vrt	Lokalizácia	Hĺbka vrtu	Stratigrafia	Litostratigrafia	Literatúra
DB-1	Svinná	59 m	0.0 – 10.0 m kvartér 10.0 – 59.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1977 Brestenská et al., 1976 Seneš a Brestenská, 1963
DB-2	Dubodiel	100 m	0.0 – 6.0 m kvartér 6.0 – 100.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1977 Seneš a Brestenská, 1963
DB-3	Ruskovce	307.7 m	0.0 – 3.0 m kvartér 3.0 – 114.8 m str. sarmat 114.8 – 125.0 m vr. bádén 125.0 – 307.7 m sp. až str. bádén	ruskovské v. handlovské s. kamenské s.	Brestenská, 1977 Seneš a Brestenská, 1963
DB-4	Dubodiel	49 m	0.0 – 3.0 m kvartér 3.0 – 49.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1977 Seneš a Brestenská, 1963
DB-5	Dubodiel	42 m	0.0 – 1.4 m kvartér 1.4 – 3.0 m pliocén 3.0 – 9.25 m egenburg 9.25 – 42.0 m jura	volkovské s. čausianske s.	Seneš a Brestenská, 1963 Zlinská, 1999
DB-6	Ruskovce	543.6 m	0.0 – 4.0 m kvartér 4.0 – 45.0 m pliocén 45.0 – 111.0 m str. sarmat 111.0 – 117.0 m vr. bádén 117.6 – 450.0 m sp. až str. bádén 450.0 – 543.6 m sp. bádén	volkovské s. ruskovské v. handlovské s. kamenské s. svinianske s.	Brestenská, 1977 Planderová, 1991 Seneš a Brestenská, 1963
DB-7	Podlužany	150 m	0.0 – 8.5 m kvartér 8.5 – 150.0 m karpát	lakšárske s.	Brestenská, 1977 Seneš a Brestenská, 1963
DB-8	Podlužany	84 m	0.0 – 12.0 m kvartér 12.0 – 84.0 m egenburg	čausianske s.	Brestenská, 1977 Seneš a Brestenská, 1963
DB-9	Podlužany	65 m	0.0 – 2.0 m kvartér 2.0 – 41.0 m pliocén 41.0 – 65.0 m egenburg	volkovské s. čausianske s.	Brestenská, 1977 Lehotayová, 1977 Seneš a Brestenská, 1963
DB-10	Dežerice	177 m	0.0 – 5.0 m kvartér 5.0 – 112.5 m sp. bádén 112.5 – 177.0 m karpát	svinianske s. lakšárske s.	Brestenská, 1965 Brestenská, 1977 Planderová, 1965
DB-11	Svinná	263 m	0.0 – 7.6 m kvartér 7.6 – 263.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1965 Brestenská, 1977 Gabčo, 1971 Planderová, 1965
DB-12	Svinná	1199 m	0.0 – 5.1 m kvartér 5.1 – 1199.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1969 Brestenská, 1977 Brestenská et al., 1976 Gabčo, 1969 Planderová, 1969
DB-13	Trenčianske Jastrabie	115 m	0.0 – 1.2 m kvartér 1.2 – 115.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1971 Brestenská, 1977
DB-14	Patrovec	300 m	0.0 – 3.0 m kvartér 3.0 – 300.0 m sp. bádén	svinianske s.	Brestenská, 1971 Brestenská, 1977
DB-15	Hornány	1 138 m	0.0 – 2.5 m kvartér 2.5 – 438.35 m karpát 456.4 – 775.0 m otnang 775.0 – 979.0 m egenburg 979.0 – 979.4 m egenburg 979.4 – 1 138.0 m vrchný trias	lakšárske s. bánovské s. čausianske s. kľáčianske z.	Brestenská, 1975a, b Brestenská, 1977 Lehotayová, 1977 Marková, 1975, 1979 Kullmanová, 1975
DB-16	Bobot	100 m	0.0 – 100.0 m karpát	lakšárske s.	Brestenská, 1977 Brestenská et al., 1976
DB-17	Zemianske Mitice	201 m	0.0 – 201.0 m karpát	lakšárske s.	Brestenská, 1977 Ondrejčíková, 1975
DB-18	Timoradza	150 m	0.0 – 3.0 m kvartér 3.0 – 150.0 m otnang	bánovské s.	Brestenská, 1977 Brestenská et al., 1976
DB-19	Rožňová Neporadza	143 m	0.0 – 2.1 m kvartér 2.1 – 14.3 m karpát 14.3 – 53.2 m otnang 53.2 – 143.0 m egenburg	lakšárske s. bánovské s. čausianske s.	Brestenská, 1977 Brestenská et al., 1976 Žecová, 1999

Tab. 3 Stratigrafické pomery a litostratigrafia vybraných hydrogeologických vrtoz z Bánovskej kotliny (zostavil K. Fordinál, 2001).

Vrt	Lokalizácia	Hĺbka vrtu	Stratigrafia	Litostratigrafia	Informácie o vrte
BNB-1	Bánovce n. Bebravou	2 025,0 m	0,0 – 10,0 m kvartér 10,0 – 400,0 m dák 400,0 – 830,0 m miocén 830,0 – 1 877,0 m paleogén 1 877,0 – 2 025,0 m mezozoikum	volkovské s.	Čermák a Bondarenková, 1984
HN-1	Bošianska Neporadza	26,0 m	0,0 – 0,5 m kvartér 0,5 – 8,2 m egenburg 8,2 – 16,4 m egenburg 16,4 – 26,0 m mezozoikum	čausianske s. kľáčnianske z.	Mikuláš, 1967
HM-1	Dolné Motešice	35,5 m	0,0 – 35,5 m egenburg	kľáčnianske z.	Mikuláš, 1968
HHM-1	Horné Motešice	50,0 m	0,0 – 2,1 m kvartér 2,1 – 10,0 m egenburg 10,0 – 11,0 m egenburg 11,0 – 50,0 m egenburg	čausianske s. kľáčnianske z. čausianske s.	Jendraššák, 1970
V-1	Horné Motešice	98,0 m	0,0 – 2,5 m kvartér 2,5 – 7,0? m 7,0 – 25,0 m egenburg 25,0 – 67,0 m egenburg 67,0 – 81,0 m mezozoikum 81,0 – 86,0 m egenburg 86,0 – 98,0 m mezozoikum	čausianske s. kľáčnianske z. kľáčnianske z.	Kollárik, 1962
P-1	Podlužany	306,0 m	0,0 – 1,0 m kvartér 1,0 – 306,0 m ?egenburg	?čausianske s.	Pavlov, 1960

Z uvedených hornín uvádza aj nepravidelné výskyty organogénnych vápencov, v ktorých zistil prítomnosť bryozoi, litotamnií a foraminifer. Tieto sedimenty boli neskôr na základe výskytu mäkkýšov zaradené do egenburgu (Vaňová, 1955; Ondrejčíková, 1972, 1975, 1979).

Z východnej časti Bánovskej kotliny spomína Maheľ (1953) výskyty vápencov s numulitmi. Na základe analógie s podobným vývojom pri Bojniciach ich zaraďuje do stredného eocénu.

Sedimenty podobné flyšu vyskytujúce sa v nadloží zlepcov pri obciach Dolné Motešice, Rožnové Mítice, Trenčianske Jastrabie a Neporadza, ako aj íly a piesky v Bobote, medzi Horňanmi a Svinnou a v ceste medzi Podlužanmi a Dežericami zaraďuje do vrchného eocénu až spodného oligocénu. Brestenská in Brestenská et al. (1980) uvedené sedimenty a íly v Bobote zaraďuje do egenburgu a ostatné sedimenty do karpátu a vrchného bádenu až sarmatu.

Štrky s obliakmi kremeňa a andezitov, piesky a tufity vyskytujúce sa v doline Hradnianskeho potoka a Svinnice Maheľ (1953) začlenil do neogénu. Na základe analogického vývoja so stredoslovenskými neovulkanitmi ich zaradil do bádenu (tortónu). V nadloží uvedených sedimentov zistil Maheľ (l. c.) výskyt štrkov s prevahou kremenného materiálu a zaradil ich do pliocénu.

Geologickou stavbou Bánovskej kotliny sa zaoberal aj Gašparik (1953). Z terciérnych sedimentov opisuje paleogénne sedimenty nachádzajúce sa v severnej a východnej časti kotliny, z ktorých uvádza prítomnosť foraminifer. Opisuje aj výskyt neogénnych sedimentov a konštatuje, že uvedené sedimenty sú vyvinuté v sladkovodnom vývoji. Vyčleňuje miocénne sedimenty (bádenské), tvorené prevažne štrkami, zlepcami a tufitmi s polohami ílov, v kto-

rych zistil výskyt uhliá, a pliocénne sedimenty reprezentované štrkami, pieskami a piesčitými ílmi. Zostavil aj geologický náčrt južnej časti Bánovskej kotliny.

Terciérne sedimenty Bánovskej kotliny sa v r. 1953 mapovali v rámci štúdia terciéru stredného Ponitria (Brestenská, 1953). Po prvýkrát sa tu v okolí obce Dežerice na základe mikrofaunistického štúdia zistila prítomnosť karpatských (helvétskych) sedimentov a predpokladala prítomnosť morského egenburgu (burdigalu) v kotline.

V rokoch 1955 až 1957 sa na území Bánovskej kotliny uskutočnil vrtný prieskum. Realizovali sa vrty DB-1 až DB-9. Z vrtu DB-3 Krystek (1959) petrograficky študoval vulkanogénne sedimenty. Na základe štúdia ťažkých minerálov sa snažil skorelovať uvedené sedimenty so sedimentmi v Hornonitrianskej kotline. Konštatoval, že vulkanosedimenty vo vrchnej časti vrtu DB-3 sú pravdepodobne mladšie ako tzv. produktívne súvrstvie (handlovské súvrstvie) v Hornonitrianskej kotline.

Vulkanosedimenty študoval Krystek (1963) aj z egenburských sedimentov z vrtu\* pri Podlužanoch.

Vrty DB-1 až DB-9 sa neskôr využili aj na zhodnotenie Bánovskej kotliny z hľadiska jej uhl'onosnosti (Seneš a Brestenská, 1963). V rámci tejto štúdie sa vyhotovila aj prehľadná odkrytá geologická mapa severnej časti Bánovskej kotliny v mierke 1 : 50 000.

\* Je to pravdepodobne hydrogeologický vrt P-1 (obr. 2) v Podlužanoch (Pavlov, 1960), pretože v blízkosti uvedenej obce nie je známy iný taký hlboký vrt, z ktorého by mohli pochádzať študované vzorky. Informáciu o egenburskom (burdigalskom) veku študovaných sedimentov vrtu získal Krystek (l. c.) od E. Brestenskej.

V sprievodcovi XII. zjazdu Čs. spoločnosti pre mineralógiu a geológiu boli spracované lokality z Bánovskej kotliny, a to Krásna Ves a Bobot (Brestenská et al., 1961).

Geologickou stavbou a tektonickými pomermi okolia Svinnej s ohľadom na výskyt tehliarskych surovín sa zaoberal Švagrovský (1957). Z technologického hľadiska sa skúmali aj sedimenty z lokality Bobot (Ivan, 1963).

Prvá podrobná stratigrafia neogénnych sedimentov Bánovskej kotliny sa urobila v rámci zostavovania geologickej mapy 1 : 200 000, list Žilina (Mahel' et al., 1959, 1962). Po prvýkrát sa tu na základe biostratigrafického štúdia preukázala prítomnosť egenburských sedimentov v morskem vývoji (Čechovič a Brestenská, 1962). Boli tu vyčlenené aj sladkovodné sedimenty reprezentované sivými a zelenkastosivými ílmi a tufitové súvrstvie tvorené tufitmi a tufitickými zlepenkami. Obe súvrstvia boli zaradené do stredného až vrchného miocénu.

Bánovská kotlina sa v minulosti študovala z hľadiska možného výskytu uhlia. Uvedenou problematikou sa zaoberá článok Čechoviča (1962). Z oblasti Bánovskej kotliny sa uvádzajú aj výskyt uhlia, a to z Ruskoviec, Veľkej Hradnej a z Dubodiela (Gašparik et al., 1967).

V druhej polovici 60. rokov sa na území Bánovskej kotliny vyhlbili hlboké vrty DB-10, DB-11 (Brestenská, 1965), DB-12 (Brestenská, 1969a) a DB-15 (Brestenská, 1975a).

Koncom 60. a začiatkom 70. rokov prebiehalo mapovanie Bánovskej kotliny v mierke 1 : 25 000, list Svinná, ktoré sa skončilo začiatkom druhej polovice 70. rokov (Brestenská et al., 1976). V rámci neho s cieľom objasniť stratigrafické pomery a uhl'onosnosť územia sa vyhlbili vrty DB-13, DB-14 (Brestenská, 1971), DB-16, DB-18 a DB-19 (Brestenská et al., 1976). V ďalších rokoch sa zmapovala zvyšná časť Bánovskej kotliny a zostavila mapa v mierke 1 : 50 000 a vysvetlivky (Brestenská et al., 1980). Časť výsledkov sa použila pri zostavovaní geologickej mapy Strážovských vrchov 1 : 50 000 (Mahel', 1981), vo vysvetlivkách k uvedenej mape (Mahel', 1983) a neskôr v monografickej práci zaoberajúcej sa geologickou stavbou Strážovských vrchov (Mahel', 1985).

Litostratigrafia Bánovskej kotliny bola podrobne spracovaná v exkurznom sprievodcovi 18. európskeho mikropaleontologického kolokvia (Brestenská, 1983). V ňom boli aj z biostratigrafického hľadiska komplexne spracované lokality Krásna Ves (Brestenská a Lehotayová, 1983) a Dežerice (Brestenská et al., 1983).

Rekonštrukciou sedimentačného prostredia, v ktorom vznikli kľáčnianske zlepenky severného okraja Bánovskej kotliny, sa zaoberali Baráth a Kováč (1989).

Začiatkom 90. rokov bola z územia Bánovskej kotliny zostavená geologická mapa v mierke 1 : 25 000, list Bánovce nad Bebravou, s textovými vysvetlivkami (Kernáts et al., 1992).

Podrobným sedimentologickým výskumom vulkanoklastik nachádzajúcich sa na povrchu v okolí Ruskoviec sa zaoberali Kováč et al. (1993).

V rámci štúdia paleogeografie, paleobatymetrie a relatívnych zmien morskej hladiny v priebehu neogénu na území Dunajskej panvy bola spracovaná aj Bánovská kotlina (Kováč et al., 1999).

Mapovanie Bánovskej kotliny v mierke 1 : 25 000 pokračovalo koncom 90. rokov, a to v rámci zostavovania vysvetliviek a mapy regiónu Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina. Sčasti sa územie Bánovskej kotliny mapovalo v mierke 1 : 25 000 v rámci listov 35-421 Partizánske, 34-411 Prašice (časť), 35-412 Chynorany, 35-413 Bojná a 35-431 Preseľany (Pristaš et al., 1997, 2000a). Neskôr sa mapovalo priamo územie Bánovskej kotliny, a to v rámci mapových listov 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť) a (Uhrovec, časť); (Pristaš et al., 2000b). Následne bola vyhotovená mapa v mierke 1 : 50 000 regiónu Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina (Pristaš et al., 2000c) a boli zostavené textové vysvetlivky (Pristaš et al., 2000d).

Na základe nových poznatkov získaných pri zostavovaní vysvetliviek k mapám 1 : 25 000 z oblasti Bánovskej kotliny (Pristaš et al., 2000b) a regiónu Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny (Pristaš et al., 2000d) sa zhodnotili perspektívy výskytu uhlia v závislosti od geologického vývoja uvedeného územia (Fordinál et al., 2000).

### Biostratigrafické štúdiá

Z neogénnych sedimentov Bánovskej kotliny sa študovali rozličné fosilne skupiny. Uskutočnil sa výskum mäkkýšov (gastropód, bivalvií), foraminifer, ostrakód, vápnitého nanoplanktónu a sporomorf a diatomácei.

### Mäkkýše

Mäkkýše sa v Bánovskej kotline študovali z povrchových lokalít a vrtov. Prvé nálezy fauny mäkkýšov (materiál Mahel'a a Brestenskej) opísala Vaňová (1955) z kľáčnianskych zlepenkov z lokalít Dolné Motešice, Horné Motešice, z oblasti sv. od Bošianskej Neporadze a z Kostolných Mitíc. Boli určené druhy *Chlamys justiniana* (FONTANNES), *Ch. costai* (FONTANNES), *Chlamys brussoni* DE SERRES atď.

Mäkkýše študovala aj Ondrejčíková (1972, 1975, 1979). Spracovala nálezy z kľáčnianskych zlepenkov z lokalít Horné Motešice (lom), Horné Motešice (Ostrá hora), Kostolné Mitice, Krásna Ves a z pelitických sedimentov čausianskeho súvrstvia na lokalite Rožňová Neporadza.

V Horných Motešiciach (lom) sa zistila relatívne bohatá asociácia mäkkýšov s druhmi *Pecten (P.) hornensis* DEP. – ROM., *Pecten (P.) cf. hornensis* DEP. – ROM., *Pecten* sp., *Chlamys justiniana* (FONTANNES), *Ch. cf. scabrella* (LM.), *Chlamys costai* (FONTANNES), *Chlamys* sp., *Anomia ephippium* cf. *ephipium* L., *A. ephippium* cf. *costata* BROCC., *A. rugosa* SCHAFFER atď. V blízkosti kóty Ostrá hora sa našli druhy *Glycymeris* sp., *Pecten (P.) hornensis* DEP. – ROM., *Pecten* sp., *Anomia ephippium pergibbosa* SACCO, *Pitar schafferi* KAUTSKÝ, *Venus* sp. a *Balanus* sp.

V Kostolných Miticiach sa zistila chudobná fauna mäkkýšov obsahujúca druhy *Pecten (P.) cf. hornensis* DEP. – ROM., *?Pecten* sp., *Chlamys* cf. *justiniana* (FONTANNES) a *Chlamys* sp.

V Krásnej Vsi (v lome) sa našli mäkkýše *Chlamys* cf. *scabrella* (LM.), *Chlamys* sp. a *Anomia* sp.

V uvedených spoločenstvách mäkkýšov sa nachádzajú stratigraficky významné druhy *Pecten hoernensis* DEP. – ROM., *Chlamys justiniana* (FONT.), *Anomia ehippium costata* BROCC a *Pitar schafferi* KAUTSKY, poukazujúce na egenburský vek zlepcov (Vaňová, 1955; Ondrejčíková, 1979).

V pelitických sedimentoch čausianskeho súvrstvia na lokalite Rožňová Neporadza sa zistil výskyt bivalvií *Nucula nucleus* (L.), *N. comta* (GOLD.), *N. laevigata* SOW., *Yoldia nitida* (BROCCHI), *Anadara diluvii* (LM.), *A. darwini* (MAYER), *Musculus philippi* (WOLF), *Pinna pectinata brocchi* ORB., *Thracia eggenburgensis* SCHAFFER a *T. pubescens* (PULTNAY), gastropód *Calyptraea* (*C.*) *chinensis* (LINNÉ), *Murex inormatus procera* KAUTSKY a cefalopód druhu *Aturia aturi* BAST. atď. Na egenburský vek tohto spoločenstva poukazuje prítomnosť druhov *Thracia eggenburgensis* SCHAFFER a *Murex inormatus procera* KAUTSKY (Ondrejčíková, 1975, 1979).

Sladkovodné gastropóda *Hydrobia vitrella* STEFANESCU, *Hydrobia* sp. a *Planorbis* sp. sa našli vo vápniťoch íloch volkovského (?beladického) súvrstvia pri Ruskoviach (Gašparik, 1953).

Suchozemské a sladkovodné gastropóda boli opísané z hlavinských vrstiev z jv. časti Bánovskej kotliny z obce Malé Kršteňany (Fordinál, 1997; Töröková a Fordinál, 1999).

Mäkkýše sa našli aj v sedimentoch prevrátených hlbokými vrtmi. Zistili sa vo vrte DB-15 (Horňany) v pelitických sedimentoch čausianskeho súvrstvia (*Nucula peregrina* DESH., 966,8 – 966,9 m), bánovského súvrstvia [*Gyraulus trochiformis dealbatus* (BRAUN), *Ancylus moravicus* RZEHAK, *Mytilus* sp., *Congerina* sp.; 577,3 až 577,5 m] a lakšárskeho súvrstvia (*Pinna* sp.; 80,8 – 80,9 m; *Amussium* sp.; 75,4 – 75,5 m). Výskyt mäkkýšov sa zistil aj v sedimentoch lakšárskeho súvrstvia vo vrte DB-17 (Zemianske Mítice). Boli identifikované bivalvia rodu *Venus* (178,9 – 179,0 m), cefalopóda *Aturia aturi* BAST. (52,0 – 94,0 m; 113,25 – 154,0 m) a pteropóda *Clio bittneri* (KITTL), *C. pedemontanum* (MAYER) a ?*Vaginella* sp. (38,0 – 41,0 m); (Ondrejčíková, 1975).

### Foraminifery

Najstaršie informácie o výskyte foraminifer v neogénnych sedimentoch Bánovskej kotliny pochádzajú od Mahel'a (1953), Gašparika (1953) a Brestenskej (1953). Uvedení autori ich však vo veľkej miere považovali za paleogénne, okrem Brestenskej (l. c.), ktorá na ich základe po prvýkrát zistila v Bánovskej kotline prítomnosť sedimentov karpatského (helvétskeho) veku.

Na základe štúdia foraminifer boli pri zostavovaní mapy v mierke 1 : 200 000, list Žilina, po prvýkrát na území Bánovskej kotliny identifikované sedimenty egenburského (burdigalského) veku (Lehotayová in Mahel' et al., 1959; Čechovič a Brestenská, 1962).

Neskôr sa študovali bohaté spoločenstvá foraminifer z lakšárskeho súvrstvia a veľmi zriedkavé výskyty vo svinianskom súvrství z vrto DB-10 a DB-11 (Brestenská,

1965) a bohaté spoločenstvá zo súvrství (čausianskeho, bánovského a lakšárskeho) spodnomiocénneho veku z vrtu DB-15 (Brestenská, 1975b).

Po komplexnom spracovaní mikrofauny hlbokých vrto sa v sedimentoch jednotlivých stratigrafických stupňov vyčlenili charakteristické asociácie foraminifer a súborne sa zhodnotila mikrofauna Bánovskej kotliny (Brestenská, 1977).

Foraminifery sa spracovali aj zo sedimentov čausianskeho súvrstvia na lokalite Krásna Ves (Brestenská a Lehotayová, 1983) a lakšárskeho súvrstvia na lokalite Dežerice (Brestenská et al., 1983).

Na spresnenie a doplnenie stratigrafických údajov o neogénnych sedimentoch Bánovskej kotliny do vysvetliviek k mapám 1 : 25 000 z uvedeného územia (Pristaš et al., 2000a, b) sa študovali foraminifery z povrchových lokalít v okolí Dežeríc a Neporadze a z vrtu DB-5 (Dubodiel); (Zlinská, 1998, 1999).

Opísané boli aj foraminifery z predterciérneho podložia Bánovskej kotliny. Navrátil ho vrt DB-15 (Horňany). V organodetrinitických dolomitických vápencoch sa zistili foraminifery *Involutina tenuis* (KRISTAN), *I. tumida* (KRISTAN-TOLLMAN), *I. communis* (KRISTAN), *I. gaschei* (KOEHN – ZANINETTI – BRÖNNIMANN), *Agablammina austroalpina* KRISTAN-TOLLMAN, *Tetraxis* sp., *Duodemina* sp. a *Thulia* sp. Na ich základe sa uvedené horniny zaradili do vrchného triasu (núru); (Kullmanová, 1975).

### Ostrakóda

Po prvýkrát boli z Bánovskej kotliny opísané ostrakóda (*Candona* sp. III., *Herpetocypris* sp.) z vápniťoch ílov volkovského (?beladického) súvrstvia pri Ruskoviach (Gašparik, 1953).

Neskôr sa zistili vo svinianskom súvrství vo vrte DB-10 (Dežerice) a DB-11 (Svinná). Boli identifikované rody *Erpetocypris* a *Leptocythere* (Brestenská, 1965). Z uvedeného súvrstvia z vrtu DB-12 (Svinná) pochádzajú aj ostrakóda rodu *Candona*, *Ilyocypris* (Brestenská, 1969b), *Amnicocythere* sp. a *Mediocypris* sp. (Brestenská et al., 1980). Zistili sa aj v lakšárskom súvrství vo vrte DB-15 (Horňany), v ktorom sa našli rody *Cytheridea* a *Xestoleberis* (Brestenská, 1975b).

Ostrakóda sa našli aj v beladickom súvrství vo vrtoch J-2 (Libichava) a J-6 (Jacovce). Identifikované boli druhy *Candona* (*Candona*) sp., *Candona* (*Fabaeformiscandona*) sp., *Ilyocypris* ex gr. *gibba* (RAMDOHR), *Amnicocythere* sp., *Pseudocandona marchica* (HARTWIG) (J-2, 274 – 292 m) a *Cyprideis* sp. (J-6, 255 m). Vyskytli sa aj v pelitických sedimentoch čausianskeho súvrstvia na lokalite Krásna Ves, kde sa zistili druhy *Henryhowella asperrima* (REUSS) a *Costa* sp. (Brestenská a Lehotayová, 1983).

### Vápnitý nanoplanktón

Po prvýkrát sa vápnitý nanoplanktón z Bánovskej kotliny študoval zo sedimentov čausianskeho súvrstvia z vrtu DB-15 (Horňany) z hĺbky 815,1 – 819,2 m, z lakšárskeho súvrstvia toho istého vrtu z hĺbky 50,4 – 112,6 m,

z vrtu DB-7 (Podlužany) z hĺbky 103,0 – 148,6 m a z vrtu DB-10 (Dežerice) z hĺbky 161,0 – 162,0 m, ako aj z povrchového odkryvu v Dežericiach (Lehotayová, 1972, 1976). Neskôr pokračoval výskum nanoplanktónu v sedimentoch čausianskeho súvrstvia (Kostolné Mitice, Horné Motešice a Rožňová Neporadza) a lakšárskeho súvrstvia (Rožňové Mitice) (Lehotayová, 1977).

Vápnitý nanoplanktón bol spracovaný aj zo sedimentov čausianskeho súvrstvia na lokalite Krásna Ves (Brestenská a Lehotayová, 1983) a lakšárskeho súvrstvia na lokalite Dežerice (Brestenská et al., 1983).

Výsledky štúdia vápnitého nanoplanktónu neogénnych sedimentov Západných Karpát boli zhrnuté v článkoch Lehotayovej (1982, 1984). V ich rámci boli uvedené informácie aj o nanoplanktónových spoločenstvách spodnomiocénnych sedimentov Bánovskej kotliny.

Na spresnenie a doplnenie stratigrafických údajov o neogénnych sedimentoch Bánovskej kotliny do vysvetliviek k mapám 1 : 25 000 z uvedeného územia (Pristaš et al., 2000a, b) sa študoval vápnitý nanoplanktón z vrto DB-5 (Dubodiel), DB-19 (Rožňová Neporadza) a 1 povrchová lokalita z obce Neporadza (Žecová, 1999).

### Sporomorfy

Prvé údaje o výskyte sporomorf v neogénnych sedimentoch Bánovskej kotliny pochádzajú z DB-10 (Dežerice) a DB-11 (Svinná). Vo vrte DB-10 (62,8 až 107,15 m) sa zistili v svinianskom súvrství a lakšárskom súvrství (148,0 – 176,0 m) a v DB-11 (90,0 – 186,0 m) v lakšárskom súvrství (Planderová, 1965).

Neskôr sa študovali sporomorfy zo sedimentov svinianskeho súvrstvia z hĺbkového intervalu 104,7 – 973,0 m vrtu DB-12 (Svinná) (Planderová, 1969).

Palynomorfy lakšárskeho súvrstvia sa študovali aj z povrchového odkryvu v Dežericiach (Planderová, 1984; Planderová in Brestenská et al., 1983).

V 90. rokoch sa študovali sporomorfy z vrtu DB-6 (Ruskovce). Zistili sa v svinianskom súvrství (464,0 m a 554 m), v kamenskom súvrství (240 – 350 m) a v handlovskom súvrství (112 – 117 m) (Planderová, 1991).

### Diatomacea

Diatomacea sa v Bánovskej kotline zistili v sedimentoch lakšárskeho súvrstvia vo vrte DB-15 (388 – 400 m). V uvedenom súvrství sa nachádzali laminy diatomitov hrubé 1 mm. Zistili sa v nich druhy *Actinocyclus undatus* (CLEVE) RATRAY (prevládajúci druh), *Coscinodiscus gorbunovii* SHESH. var. *ethmodiscoides* MOISS, *C. pannonicus* f. *minima* HAJÓS, *C. variabilis* KRASSKE, *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ., *Melosira praeislandica* JOUSÉ, *M. praeislandica* JOUSÉ f. *curvata* JOUSÉ, *Stephanodiscus astrea* (EHR.) GRUN. var. *minutula* (KÜTZ.) GRUN., *Synedra rumpens* KÜTZ. var. *fragilarioides* GRUN a cysty *Chrysostomatacea*. Ide o zmiešanú asociáciu morských planktonických a sladkovodných foriem poukazujúcich na karpatský vek (Hajós in Brestenská et al., 1976).

### Petrografické štúdiá

Z neogénnych sedimentov Bánovskej kotliny sa študovali ťažké i ľahké minerály, uskutočnili sa zrnitostné, RTG a kvantitatívne spektrálne analýzy. Sledoval sa aj obsah  $\text{CaCO}_3$  a  $\text{MgCO}_3$  v sedimentoch.

Uvedenými metódami petrografického štúdia sa spracovali vzorky čausianskeho súvrstvia z vrtu DB-15 (Horňany), bánovského súvrstvia vo vrte DB-15, DB-18 (Timoradza) a DB-19 (Rožňová Neporadza), ako aj lakšárskeho súvrstvia vo vrte DB-15, DB-16 (Bobot) a DB-19 (Marková, 1975).

Podobne sa spracovali sedimenty svinianskeho súvrstvia vo vrte DB-12 (Svinná) (Gabčo, 1969), DB-11 (Svinná) (Gabčo, 1971), lakšárskeho súvrstvia vo vrte DB-17 (Zemianske Mitice) a povrchové vzorky z lokalít Bošianska Neporadza, Rožňová Neporadza, Timoradza, Rožňové Mitice, Kostolné Mitice a Ruskovce (Marková, 1977).

Na základe získaných poznatkov o petrografii a stratigrafii neogénnych sedimentov Bánovskej kotliny boli usadeniny jednotlivých stratigrafických stupňov sedimentárno-petrograficky charakterizované (Brestenská et al., 1977).

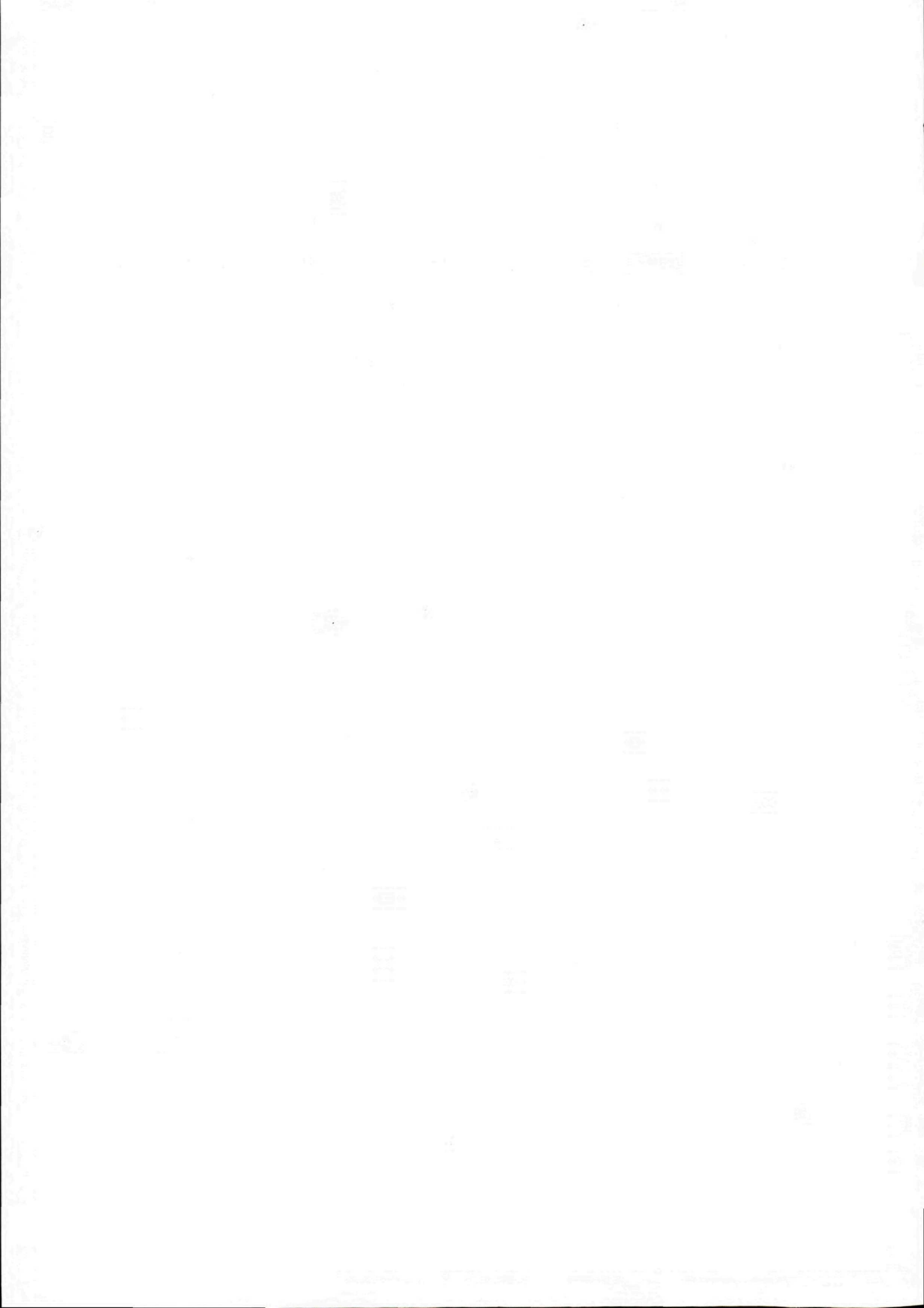
### Literatúra

- Andrusov, D., 1941: Zpráva Dr. D. Andrusova o geologických výskumoch v r. 1939 a 1940. Práce Št. geol. Úst., Soš. (Bratislava), 1, 16 – 25.
- Baráth, I. a Kováč, M., 1989: Podmienky sedimentácie a zdrojové oblasti egenburských klastík v západnej časti Západných Karpát. Miscellanea micropaleontologica IV, Knih. Zem. Plyn Nafta (Hodonín), 9, 55 – 86.
- Brestenská, E., 1953: Zpráva o geologii terciéru stredného Ponitria. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1965: Mikropaleontologické spracovanie vrtu DB-10, 11 z Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1969a: Záverečná správa o vrte DB-12 Svinná. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1969b: Záverečná správa o mikropaleontologickom spracovaní sedimentov vrtu DB-12 v Bánovskej kotline. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1971: Ročná správa v geologickom mapovaní v Bánovskej kotline. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1975a: Záverečná správa o vrte DB-15 Horňany v Bánovskej kotline. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1975b: Správa o mikrobiostratigrafickom hodnotení sedimentov vrtu DB-15 Horňany v Bánovskej kotline. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1977: Mikrobiostratigrafia miocénu Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., 1983: Litostratigraphy of the Lower Miocene of Bánovská Kotlina (depression). In: Samuel, O. a Gašpariková, V. (eds.): 18<sup>th</sup> European colloquy on micropaleontology. Excursion-guide. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 101 – 105.
- Brestenská, E., Buday, T., Ivan, L. a Senes, J., 1961: Sekcia C – Neogén. In: Sjazdový sprievodca. Čs. spoločnosť pre mineralogiu a geológiu. Bratislava, Geologický ústav Dionýza Štúra, 85 – 109.
- Brestenská, E., Havrila, M., Kullmanová, A., Lehotský, I., Remšík, A., Vaškovec, I., Gross, P. a Maheľ, M., 1980: Geologická mapa a vysvetlivky k regiónu Bánovskej kotliny (1 : 50 000). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E. a Lehotayová, R., 1983: Loc. 14 – Krásna Ves. In: Samuel, O. a Gašpariková, V. (eds.): 18<sup>th</sup> European colloquy on mi-

- cropaleontology. Excursion-guide. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 106 – 108.
- Brestenská, E., Lehotayová, R. a Marková, M., 1977: Sedimentárno-petrografické a stratigrafické zhodnotenie miocénu Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Brestenská, E., Lehotayová, R. a Planderová E., 1983: Loc. 15 – Dežerice. In: Samuel, O. a Gašpariková, V. (eds.): 18<sup>th</sup> European colloquy on micropaleontology. Excursion-guide. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 108 – 111.
- Brestenská, E., Remšík, A. a Lehotayová, R., 1976: Vysvetlivky neogénu geologickej mapy 1 : 25 000, list Svinná. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Čechovič, V., 1962: Perspektívy rozšírenia uhoľných a lignitových ložísk v treťohorách Západných Karpát. Geol. Práce, Zoš. (Bratislava), 63, 193 – 208.
- Čechovič, V. a Brestenská, E., 1962: Ponitrie. In: Maheľ, M., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V., Eliáš, K., Franko, O., Hanáček, J., Kamenický, L., Kullman, E., Kuthan, M., Matějka, A., Mazúr, M. a Salaj, J., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-34-XXV Žilina. Bratislava, Geofond – vyd., 272 s.
- Čermák, D. a Bondarenková, Z., 1984: Záverečná vrtno-geologická správa o ťažobnom vrte Bánovce nad Bebravou-I. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Fordinál, K., 1997: Biostratigrafické zaradenie sladkovodných vápencov z Malých Krštenian na základe fauny gastropodov (list Partizánske 35-421). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Fordinál, K., Elečko, M. a Šimon, L., 2000: Geologický vývoj Bánovskej kotliny v neogéne a perspektívy výskytu uhlia. In: Zlinská, A. a Hruščeký, I. (eds.): Zborník abstraktov z konferencie (Liptovský Ján, 8. – 9. november 2000), Vsevolod Čechovič (1900 – 1961). Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 42 – 43.
- Gabčo, R., 1969: Správa o sedimentárno-petrografickej charakteristike sedimentov vo vrte DB-12 (Svinná). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Gabčo, R., 1971: Správa o sedimentárno-petrografickom spracovaní sedimentov Bánovskej kotliny (vrt DB-11). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Gašparik, J., 1953: Geológia Bánovskej kotliny. Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 4, 1 – 2, 353 – 371.
- Gašparik, J., Hano, V. a Slávik, J., 1967: Tortónske uhoľné ložiská. Tortónske výskyt a výskyt neurčitého postavenia. In: Slávik, J. et al., 1967: Nerastné suroviny Slovenska. Bratislava, 402 – 405.
- Hauer, F. R., 1869: Geologische Uebersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie. Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien), 19, 485 – 566.
- Ivan, L., 1963: Základný výskum miocénu južného okraja stredoslovenských neovulkanitov. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Jendřešák, E., 1970: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HHM-1 v Horných Motešiciach. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Kernáts, G., Nagy, A., Gross, P., Modlitba, I., Remšík, A., Vozárová, A., Polák, M. a Káčer, Š., 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 35-234 (Bánovce nad Bebravou). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Kollárik, E., 1962: Hydrogeologický posudok na vrt. studňu pre 9 – 14 tr. školu v Motešiciach. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Kováč, M., Nagy, A. a Baráth, I., 1993: Ruskovské súvrstvie – sedimenty gravitačných tokov (sz. časť Bánovskej kotliny). Miner. slov. (Bratislava), 25, 2, 117 – 124.
- Kováč, M., Holcová, K. a Nagymarosy, A., 1999: Paleogeography, paleobatymetry and relative sea-level changes in the Danube Basin and adjacent areas. Geol. carpath. (Bratislava), 50, 4, 325 – 338.
- Krystek, I., 1959: Předběžná zpráva o výsledcích sedimentárně-petrografického výzkumu vrtby DB-3 – Ruskovce. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Krystek, I., 1963: Kyselá tuftity v burdigalu Bánovské kotliny. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava) 30, 161 – 166.
- Kullmanová, A., 1975: Litologické vyhodnotenie vrtu DB-15 Hornáň v Bánovskej kotlině. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Lehotayová, R., 1972: Vápenná nanoflóra eggenburgu a karpátu. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Lehotayová, R., 1976: Vápenná nanoflóra spodného miocénu niektorých lokalít z listu Svinná. In: Brestenská, E., Remšík, A. a Lehotayová, R., 1976: Vysvetlivky neogénu geologickej mapy 1 : 25 000, list Svinná. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Lehotayová, R., 1977: Vápenná nanoflóra miocénu Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Lehotayová, R., 1982: Miocene nannoplankton zones in West Carpathians. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 8, 91 – 110.
- Lehotayová, R., 1984: Lower Miocene calcareous nannoflora of the West Carpathians. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 9, 99 – 109.
- Maheľ, M., 1948: Tektonika územia medzi stredným tokom Váhu a Hornou Nitrou. Práce Št. geol. Úst., Soš. (Bratislava), 18, 1 – 79.
- Maheľ, M., 1953: K stratigrafii treťohôr Bánovskej tabule. Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 3, 3 – 4, 53 – 69.
- Maheľ, M., 1981: Geologická mapa Strážovských vrchov 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Maheľ, M., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Strážovských vrchov 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 89 s.
- Maheľ, M., 1985: Geologická stavba Strážovských vrchov. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 221.
- Maheľ, M., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V., Eliáš, K., Franko, O., Hanáček, J., Kamenický, L., Kullman, E., Kuthan, M., Matějka, A., Mazúr, M. a Salaj, J., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-34-XXV Žilina. Bratislava, Geofond – vyd., 272 s.
- Maheľ, M., Kamenický, L., Andrusov, D., Matějka, A., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V. a Kuthan, M., 1959: Vysvetlivky ku generálnej mape. List Žilina. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Marková, M., 1975: Mineralogicko-petrografické vyhodnotenie miocénneho súvrstvia vrtu DB-15 z Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Marková, M., 1977: Mineralogicko-petrografický výskum sedimentov vo vrte DB-17 a ich korelácia s vrtom DB-15 v Bánovskej kotlině. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Mikuláš, E., 1967: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HN-1 pre ZDŠ v Neparadzi. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Mikuláš, E., 1968: Vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HM-1 a HM-2 na lokalite Motešice. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Ondrejčková, A., 1972: Mäkkýše Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Ondrejčková, A., 1975: Mäkkýše z miocénnych sedimentov Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Ondrejčková, A., 1979: Eggenburgian Mollusc of Bánovská kotlina depression. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 4, 81 – 104.
- Pavlov, S., 1960: Hydrogeologický vrtný prieskum súpravou cf. a projekt vrtanej studne. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Petrbok, J., 1930: Mastodon angustidens Cuv. v andezitových tufech u Bánovců na Slovensku. Věda přir. (Praha), 11, 3 – 6.
- Planderová, E., 1965: Palynologické vyhodnotenie vrtov DB-10 a DB-11. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Planderová, E., 1969: Záverečná zpráva z palynologického výskumu vrtu DB-12. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Planderová, E., 1984: Sporomorphs and Plankton of the Carpathian from the locality Dežerice. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 9, 111 – 130.
- Planderová, E., 1991: Ekostratigrafický výskum terciéru Kremnických vrchov a príľahlých oblastí. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Pristaš, J., Elečko, M., Polák, M., Mello, J., Gross, P., Határ, J., Vozárová, A., Havrila, M., Fordinál, K., Fejdiová, O. a Žáková, E., 1997: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy 35-421 Partizánske, 34-411 Prašice (časť), 35-412 Chynorany, 35-413 Bojná a 35-431 Preseľany. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Pristaš, J., Elečko, M., Polák, M., Mello, J., Gross, P., Határ, J., Vozárová, A., Havrila, M., Fordinál, K., Fejdiová, O. a Žáková, E., 2000a: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy 35-421 Partizánske, 34-411 Prašice (časť), 35-412 Chynorany, 35-413 Bojná a 35-431 Preseľany. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 104, s. 26.



- Pristaš, J., Elečko, M., Fordinál, K., Šimon, L., Potfaj, M., Ivanička, J., Polák, M., Határ, J. a Vozár, J., 2000b: Vysvetlivky ku geologickým mapám Bánovskej kotliny 1 : 25 000, listy 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť) a (Uhrovec, časť). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Pristaš, J. (ed.), Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Mello, J. a Nagy, A., 2000c: Geologická mapa Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pristaš, J., Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Tkáčová, H., Tkáč, J., Liščák, P., Jánová, V., Švasta, J., Remšík, A., Žáková, E. a Töröková, I., 2000d: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, Vyd. D. Štúra, 250 s.
- Seneš, J. a Brestenská, E., 1963: Základný geologický výskum Bánovskej kotliny so zvláštnym zreteľom na jej uhľonosnosť. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Stache, G., 1865: Bericht über die geologischen Aufnahme im Gebiete des oberen Neutra-Flusses und der königlichen Bergstadt Kremnitz im Sommer 1864. Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien), 15, 297 – 319.
- Švagrovský, J., 1957: Zpráva o geologických pomeroch hliniska vo Svinnej so zvláštnym zreteľom na výskyt surovín vhodných pre použitie v tehelní. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Töröková, I. a Fordinál, K., 1999: Fresh-water limestones of the Hlavína Bed in the Rišňov furrow and Bánovce Depression. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 5, 3, 213 – 226.
- Vaňová, M., 1955: Burdigalská fauna z okolia Dolných Motešíc (Gaus-Krügerov listoklad M-34-109-C-b). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Krystek, I., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., Růžička, M. a Vaškovský, I., 1988: Vysvetlivky k mape Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR 1 : 500 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 65 s.
- Zbořil, L., Kurkín, M., Mikuška, J., Pospíšil, L., Puchnerová, M. a Stránska, M., 1983: Geofyzikálny prieskum Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Zlinská, A., 1998: Mikrofaunistické zhodnotenie vzoriek na úl. 300/08 (Nitrianska pahorkatina). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Zlinská, A., 1999: Mikrofaunistické zhodnotenie vzoriek z Bánovskej kotliny [DB-5 (Dubodiel) a lokalita Neporadza]. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Žecová, K., 1999: Vyhodnotenie vápňitého nanoplanktónu zo severnej časti regiónu Nitrianska pahorkatina (vrty DB-5, DB-19, lokalita Neporadza). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.



## Geologická stavba a vývoj Bánovskej kotliny, listy 1 : 25 000: 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť), 35-243 (Uhrovec, časť) a 35-234 (Bánovce nad Bebravou)

JÁN PRISTAŠ, MICHAL ELEČKO, KLEMENT FORDINÁL, LADISLAV ŠIMON, MILAN POLÁK, JÁN IVANIČKA, JOZEF VOZÁR, INGRID TÖRÖKOVÁ, KATARÍNA ŽECOVÁ, ADRIENA ZLINSKÁ, MARIANNA SLAMKOVÁ, DANIELA BOOROVÁ a JANA KERNÁTSOVÁ

Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04

### Úvod

Bánovská kotlina zaberá severnú časť Nitrianskej pahorkatiny a úzky lem okolitých pohorí: Považského Inovca, Strážovských vrchov a severozápadnej časti Tribeča. Podľa regionálneho geomorfologického členenia územia (Mazúr a Lukniš, 1980) je súčasťou Bánovskej pahorkatiny. Podľa regionálneho geologického členenia (Vass et al., 1988) patrí do celku Bánovská kotlina.

Povrchová tvárnosť územia je výsledkom dlhodobého geologického vývoja územia, najmä neotektonických pohybov, eróznej a akumuláčnej činnosti Bebravy a jej väčších prítokov – Machnáča, Svinnice, Hradnianskeho potoka, Inovca, Hliviny, Chotiny, Radiše a Nitrice.

Reliéf študovaného územia je zarovnaný, hladko modelovaný, s miernym znížením krýh (rozvodí) smerom do doliny Svinnice. Len okrajové časti pohorí majú ráz viac vyvýšenej, členitejšej hornatiny. Tektonicky výraznejší je západný okraj hrastovej štruktúry Považského Inovca s ojedinelými mezozoickými zvyškami „bradiel“ v jeho predpolí. Južná časť Strážovskej hornatiny má mäkké modelovaný reliéf hornatiny a vrchoviny sformovaný prevažne na mezozoických dolomitoch, čiastočne vápencoch. Východná a severovýchodná časť územia s výstupmi paleogénnych sedimentov predstavuje vyššiu zarovnanú pahorkatinu s rezíduami pliocénnych fluviofluvialných štrkov.

### Geologická stavba a vývoj územia

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú horniny kryštalinika, paleozoika, mezozoika, paleogénu, a najmä sedimenty neogénu a kvartéru.

Na západe na územie okrajovo zasahuje inovecké kryštalinikum reprezentujúce najspodnejší horizont tatrika, zastúpený komplexom metasedimentov a granitoidov s telesami amfibolitov. Metasedimenty tvoria kryštalické bridlice svorového až rulového charakteru, ktoré prevládajú nad granitoidmi a migmatitickými horninami. Relikty permského súvrstvia v pozícii obalu sú tvorené pieskovecami a bridlicami, v ktorých sa nachádzajú polohy hrubozrnných zlepcov. Vo východnej časti územia na báze hronika sporadicky vystupuje malužinské súvrstvie červených bridlic a bridličnatých pieskovecov s vložkami vulkanoklastického materiálu.

Mezozoikum v študovanom území zastupujú súvrstvia tatrika priliehajúce k inoveckej časti územia. Mezozoické

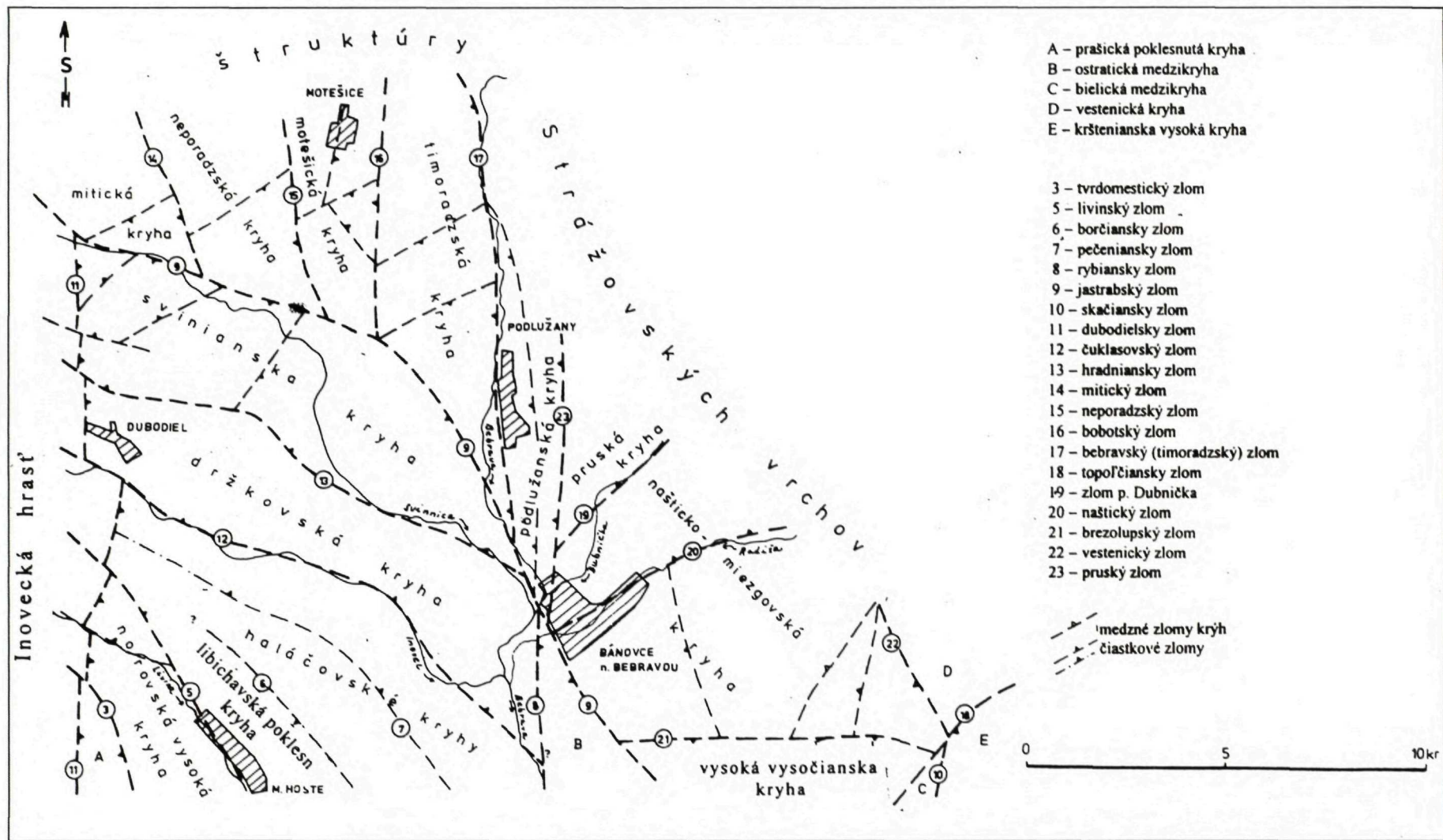
komplexy Strážovských vrchov sú budované predovšetkým karbonátovými sedimentmi hronika a chočského príkrovu.

Na predterciálnom podloží leží sedimentárna výplň Bánovskej kotliny (depresie). Paleogénne komplexy zastupuje bazálna litofácia brekcií, pieskovcovo-zlepcové súvrstvie marginálnej litofácie a zuberecké súvrstvie – flyšová litofácia. Výskyt paleogénnych sedimentov na západe je limitovaný bebravským zlomom. Najnovšie však v príľahlej časti Inovca sa zistili dolomitové brekcie podobné borovskému súvrstviu. Na západ od uvedeného zlomu súvrstvia paleogénu a staršieho neogénu sú ponorené a na povrch vystupujú najmä sedimenty mladšieho neogénu a kvartéru.

Neogénne súvrstvia sú tvorené miocénnymi až pliocénnymi sedimentmi. Spodnomiocénne egenburské sedimenty reprezentuje čausianske súvrstvie v morskom vývoji. Na jeho báze sa nachádzajú kľáčnianske zlepenice ležiace diskordantne a transgresívne na členitom mezozoickom podklade. V nadloží zlepcov sú ilovce a prachovce s polohami ryodacitových a ryolitových tufitov. Terminálnu časť sedimentov egenburského veku tvoria flyšoidné sedimenty. V ich nadloží sa nachádzajú flyšoidné a vápnité íly s polohami tufitov karpatského veku reprezentované lakšárskym súvrstviem.

Po orogenetických procesoch v spodnej časti bádenu sa vynorili a denudovali spodnomiocénne sedimenty, poklesla oblasť južne od jastrabského zlomu a nastala sedimentácia pelitov svinianskeho súvrstvia. V nadloží svinianskeho súvrstvia sa nachádzajú sedimenty kamenského súvrstvia, charakteristické výskytom epiklastických vulkanických ilovcov, pieskovecov, brekcií a konglomerátov, ktoré sú reliktom distálnej zóny štiavnického stratovulkánu. Po usadení kamenského súvrstvia vo vrchom bádene sedimentovali epiklastické ilovce a pieskovce so zuhoľnatým rastlinstvom. Po krátkom období erózie v strednom sarmate sa usadzovali sedimenty ruskovských vrstiev vtáčnickej formácie zastúpené redponovanými pyroklastikami, epiklastickými vulkanickými ilovcami, pieskovecami, brekciami a zlepcami.

V južnej časti Bánovskej kotliny sa nachádzajú sedimenty beladického súvrstvia vrchnopanónskeho až pontského veku s výskytom ílov a uhoľných ílov s polohami štrkov a pieskov. Povrchovú stavbu územia popri sedimentoch kvartéru tvoria sedimenty volkovského súvrstvia (štrky, piesky a íly).



Obr. 1 Štruktúrno-tektonická schéma Bánovskej kotliny.

Sedimenty neogénu a paleogénu, čiastočne aj predterciérne horniny, pokrývajú sedimenty kvartéru. Dominujúce postavenie na pahorkatine a v dolinách riek majú eolické a eolicko-deluviálne sedimenty, spráše a sprášové hliny. V okrajových častiach pahorkatiny, najmä na styku s pohoriami, je zachovaný viac-menej súvislý pás deluviálnych hlinito-kamenitých a hlinito-piesčitých sedimentov.

Geologický vývoj Bánovskej kotliny a príľahlých pohorí v kvartéri nadviazal na suchozemský vývoj vo vrchom pliocéne, keď sa ohraničili základné morfológické celky, ktoré sa v podstate zachovali počas obdobia kvartéru. Sedimentačné, pedogenetické a geologicko-morfológické procesy počas kvartéru prebiehali diferencovane pri všeobecnej tendencii etapovitého, postupného ochladzovania klímy, resp. cyklického striedania teplejších a periglaciálnych období. Tieto zmeny sa odohrávali na pozadí nerovnomerných tektonických pohybov, globálne celkového zdvíhu študovaného územia. Uvedené zmeny podmienili cyklické striedanie erózie a akumulácie Bebravy a jej prítokov.

Po výraznom zarovnaní reliéfu územia koncom pliocénu sa sformovala súvislá plošina poriečnej rovne. V dôsledku oživenia neotektonických pohybov počas valašskej fázy došlo k intenzívnemu zdvíhu hrastových štruktúr okolitých pohorí, ako aj k diferencovaným pohybom v rámci Bánovskej kotliny, k intenzívnejšiemu zdvíhu vysokých kryh a napokon k postupnému vytváraniu denivelizácie reliéfu.

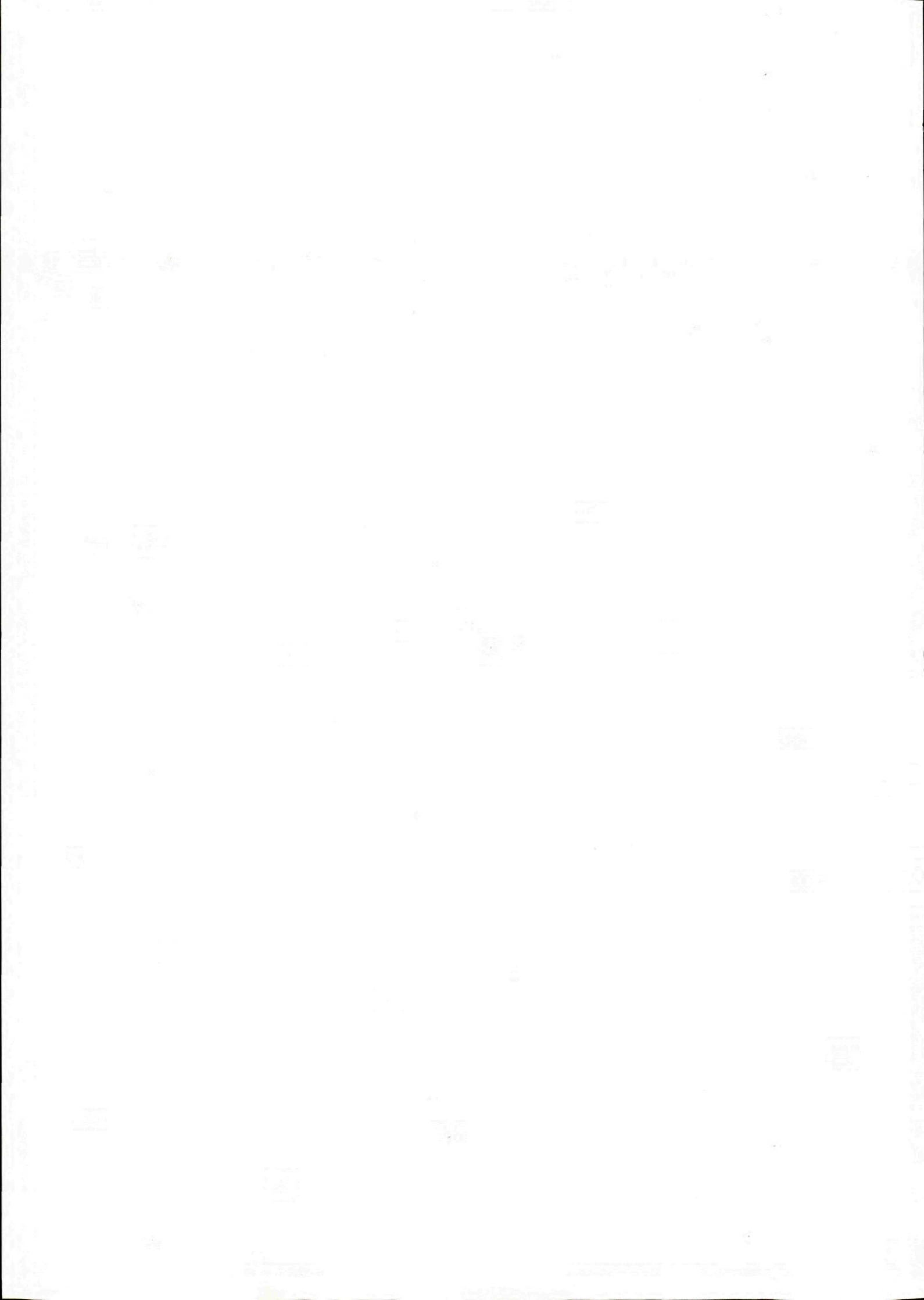
V dolinách Bebravy a jej väčších prítokov na poklesnutých kryhách v morfológickej postupnosti sa zachovali fluviaálne sedimenty terás a proluviaálne sedimenty terasovaných náplavových kužeľov od spodného po najmladší pleistocén. Dná dolín sú budované fluviaálnymi sedimentmi dnevej akumulácie nív a sú zakryté najmladšími hlinito-piesčítymi a ílovitými sedimentmi nív riek a potokov.

V tektonickej stavbe, vývoji a členení územia Bánovskej kotliny sa uplatňujú zlomy. Okrajové s.-j., sv.-jz. a sz.-sv. zlomy podmienili vznik depresie a limitujú rozsah najmä neogénnej výplne vo vzťahu k okolitým pohoriam.

V súčasnej morfoštruktúre územia dominujú oživené a čiastočne pohybovo preskupené zlomy aktívne v pliocéne, a najmä v kvartéri, a tvoria dva systémy. Zlomy smeru SV – JZ a S – J členia severnú okrajovú časť Bánovskej pahorkatiny a končia sa na jastrabskom a bebravskom zlome. Pravdepodobne vyjadrujú štruktúru predterciérneho podložja. Zlomy smeru SZ – JV s kolmým priebehom na os bánovskej depresie sú súčasťou kryhovej stavby južnej časti Bánovskej kotliny, ktorá nadväzuje na kryhovú stavbu severnej časti rišňovskej priehlbiny. Uvedené systémy zlomov predisponovali priebeh a vývoj reliéfu, fluviaálnej a proluviaálnej kvartérnej sedimentácie (obr. 1).

## Literatúra

- Andrusov, D. a Kuthan, M., 1944: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska. List Žilina (4361/2) v mierke 1 : 25 000. Práce Št. geol. Úst., Soš. (Bratislava), 10, 1 – 196.
- Baráth, I. a Kováč, M., 1989: Podmienky sedimentácie a zdrojové oblasti egenburských klastík v západnej časti Západných Karpát. *Miscellanea micropaleontologica IV*, Knih. Zem. Plyn Nafta (Hodonin), 9, 55 – 86.
- Brestenská, E., Havrila, M., Kullmanová, A., Lehotský, I., Remšík, A., Vaškovský, I., Gross, P. a Maheľ, M., 1980: Geologická mapa a vysvetlivky k regiónu Bánovskej kotliny (1 : 50 000). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Buday, T., Cambel, B., Maheľ, M., Brestenská, E., Kamenický, J., Kullmann, E., Matějka, A., Salaj, J. a Zaťko, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXXV, M-33-XXXVI. Wien – Bratislava. Bratislava, Geofond, 5 – 248.
- Buday, T. a Špička, V., 1967: Paleogeografie a tectogeneze sev. výbežku Podunajské pánve a její perspektivnost pro naftu a plyn. *Geol. Práce, Zpr. (Bratislava)*, 43, 59 – 79.
- Čechovič, V., 1959: Geológia tret'ohorných vrstiev severného okraja handlovskej uhoľnej panvy. *Geol. Práce, Zoš. (Bratislava)* 53, 5 – 58.
- Dzulynski, S. a Schmith, A. Y., 1964: Flisz jako facija. *Roczn. Pol. Tow. geol. (Kraków)*, 34, 1 – 2.
- Fusán, O., Ibrmajer, J., Plančár, J. a Slávik, J., 1971: Geologická stavba podložja zakrytých oblastí južnej časti Západných Karpát. *Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty, (Bratislava)*, 15, 173 s.
- Gašparik, J., 1953: Geológia Bánovskej kotliny. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied (Bratislava)*, 4, 1 – 2, 353 – 371.
- Gross, P., Franko, O. a Samuel, O., 1970: Geológia centrálne-karpatského paleogénu v okolí Bojnických kúpeľov. *Geol. Práce, Spr. (Bratislava)*, 52, 19 – 34.
- Kernáts, G., Nagy, A., Gross, P., Modlitba, I., Remšík, A., Vozárová, A., Polák, M. a Káčer, Š., 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 35-234 (Bánovce nad Bebravou). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Kováč, M., Nagy, A. a Baráth, I., 1993: Ruskovské súvrstvie – sedimenty gravitačných tokov (sz. časť Bánovskej kotliny). *Miner. slov. (Bratislava)*, 25, 2, 117 – 124.
- Maheľ, M., 1953: K stratigrafii tret'ohôr Bánovskej tabule. *Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied (Bratislava)*, 3, 3 – 4, 53 – 69.
- Maheľ, M., 1981: Geologická mapa Strážovských vrchov 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Maheľ, M., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Strážovských vrchov 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 89 s.
- Maheľ, M., 1985: Geologická stavba Strážovských vrchov. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 221.
- Maheľ, M., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V., Eliáš, K., Franko, O., Hanáček, J., Kamenický, L., Kullman, E., Kuthan, M., Matějka, A., Mazúr, M. a Salaj, J., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-34-XXV Žilina. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 272 s.
- Mazúr, E. a Lukniš, M., 1978: Regionálne geomorfologické členenie SSR. *Geogr. Čas. Slov. Akad. Vied (Bratislava)*, 30, 2, 101 – 122.
- Pristaš, J., Elečko, M., Polák, M., Mello, J., Gross, P., Határ, J., Vozárová, A., Havrila, M., Fordinál, K., Fejdiová, O. a Žáková, E., 1997: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy: 35-421 Partizánske, 34-411 Prašice (časť), 35-412 Chynorany, 35-413 Bojná a 35-431 Preseľany. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Pristaš, J., Elečko, M., Fordinál, K., Šimon, L., Potfaj, M., Ivanička, J. a Vozár, J., 1999: Vysvetlivky ku geologickým mapám Bánovskej kotliny 1 : 25 000, listy 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť) a 35-243 (Uhrovec, časť). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Seneš, J. a Brestenská, E., 1963: Základný geologický výskum Bánovskej kotliny so zvláštnym zreteľom na jej uhľonosnosť. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Šimon, L., Elečko, M., Lexa, J., Kohút, M., Halouzka, R., Gross, P., Pristaš, J., Konečný, V., Mello, J., Polák, M., Vozárová, A., Vozár, J., Havrila, M., Köhlerová, M., Stolár, M., Jánová, V., Marcin, D. a Szalaiová, V., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 281 s.
- Zlinská, A., 1998: Mikrofaunistické zhodnotenie vzoriek na úl. 300/08 (Nitrianska pahorkatina). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Zlinská, A., 1999: Mikrofaunistické zhodnotenie vzoriek z Bánovskej kotliny (DB-5 Dubodiel a lokalita Neporadza). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Žecová, K., 1999: Vyhodnotenie vápňitého nanoplanktónu zo severnej časti regiónu Nitrianska pahorkatina (vrty DB-5, DB-19, lokalita Neporadza). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.



## Geologická stavba a neotektonika Nitrianskej pahorkatiny

JÁN PRISTAŠ, MICHAL ELEČKO, JURAJ MAGLAY, KLEMENT FORDINÁL, LADISLAV ŠIMON, PAVEL GROSS, MILAN POLÁK, MILAN HAVRILA, JÁN IVANIČKA, JOZEF HATÁR, JOZEF VOZÁR a INGRID TÖRÖKOVÁ

Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

### Úvod

Nitrianska pahorkatina tvorí najrozsiahlejší, najsevernejší výbežok Podunajskej nížiny a patrí k plošne rozsiahlejším regiónom. Južnou časťou zasahuje do Podunajskej roviny, strednou a severnou časťou sa vo forme širokého zálivu vkladá medzi Považský Inovec, Tribeč a Strážovské vrchy. Od Hornonitrianskej kotliny ju oddeľuje Uherská brána. Pahorkatina je výrazne zlomovo ohraničená od Považského Inovca a Tribeča. Severne až severovýchodné ohraničenie od Strážovských vrchov je eróznou-denudačné a len čiastočne zlomové, miestami s výrazným vkladom pohoria.

Podľa regionálneho geomorfologického členenia (Mazúr a Lukniš, 1978) je územie súčasťou Podunajskej pahorkatiny, ktorá zahŕňa tri morfológicky odlišné časti: Zálužskú, Bojniansku a Bánovskú pahorkatinu. Z hľadiska regionálneho geologického členenia (Vass et al., 1988) je územie súčasťou Podunajskej panvy a prináleží k rišňovskej priehlbine a Bánovskej kotline, okrajovo k bojnianskemu bloku Považského Inovca, zoborskému a rázdielskemu bloku Tribeča a k južným okrajom Strážovských vrchov.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú horninové komplexy kryštalinika, mezozoika (krížňanský, chočský a strážovský príkrov) a paleogén podtatranskej skupiny. Nitriansku pahorkatinu budujú prevažne sedimenty neogénu, ktoré sú z väčšej časti zakryté sedimentmi kvartéru.

### Predterciérne podložie

Považský Inovec reprezentuje megaantiklinálnu hrast' oddelenú zlomami od blatnianskej priehlbiny, rišňovskej priehlbiny a Bánovskej kotliny. Charakteristickým znakom pohoria popri príkrovej stavbe je aj jeho výrazná bloková stavba, pozostávajúca zo severného – seľeckého, stredného – bojnianskeho – a južného – hlohovského – bloku.

Z geologického hľadiska pohorie Tribeč predstavuje najzápadnejší výbežok vnútorného pásma jadrových pohorí Západných Karpát obnažený spod terciérnych sedimentov Podunajskej panvy. Tvorí hrast' smeru SV – JZ, ktorá je skýcovským zlomovým systémom rozdelená na severnú, rázdielsku a južnú, zoborskú časť.

Na geologickej stavbe okrajov Považského Inovca a Tribeča sa podieľajú horniny kryštalinika, tatrika a jeho obalovej sekvencie a mezozoické komplexy krížňanského a chočského príkrovu s reliktnými strážovského príkrovu.

Mezozoické komplexy obklopujúce Nitriansku pahorkatinu sú súčasťou tektonických jednotiek tatrika, veporika a hronika.

Komplexy *tatrika* vystupujú v západnej časti územia, v Považskom Inovci, kde sú zastúpené litostratigrafickými jednotkami od spodného triasu do spodnej kriedy. Ich náplň je zhodná so šiprúnskou sekvenciou. Podobne na západnom okraji Tribeča vystupujú prevažne spodnotriasové litostratigrafické jednotky tribečskej sekvencie.

*Veporické* komplexy vystupujú na južnom okraji Strážovských vrchov, na severozápadnom okraji Tribeča a na východných okrajoch Považského Inovca. Zaráďujeme ich do veľkopriestorovej tektonickej jednotky druhého rádu – krížňanského príkrovu – so stratigrafickým rozsahom od stredného triasu po albské porubské súvrstvie.

Komplexy *hronika* budujú najmä severné okraje pahorkatiny (Strážovských vrchov vrátane chalmovského ostrova) a severozápadný okraj Tribeča. Zastupuje ich chočský príkrov s čiernovážskym, bielovážskym a prechodným bebravským vývinom. Najvyššiu časť hronika tvoria tektonické trosky strážovského príkrovu zastúpené wettersteinskými vápencami.

### Paleogén

Paleogénne sedimenty súvislejšie vystupujú len v severovýchodnej časti Nitrianskej pahorkatiny a torzovite vo východnej časti Považského Inovca v okolí Záhrady, Závady a najnovší výskyt bol zaznamenaný južne od Dubodiela. Zastupuje ich borovské, okrajové a zuberecké súvrstvie.

*Borovské* súvrstvie tvoria prevažne karbonátové brekcie, zlepenec, pieskovce a vyššie organodetritické vápence veku bartón až spodný priabón.

*Okrajové* súvrstvie (terchovské) je charakteristické striedaním brekcií a zlepenčov s pieskovecami, menej často s ílovcami, s výskytom ojedinelých lavíc organodetritických vápencov veku bartón – stredný priabón.

*Zuberecké* súvrstvie tvoria pieskovce striedajúce sa s ílovcami, miestami s obliakmi karbonátov a lavičkami karbonátových zlepenčov s lokálnym vývojom s vysokou prevahou ílovcov nad pieskovecami. Súvrstvie je zaradené do priabónu s možným zásahom do najnižšieho oligocénu. Na predneogénnom podloží transgresívne ležia prevládajúce sedimenty neogénu a kvartéru.

### Neogén

Neogén v tomto regióne reprezentujú miocénne až pliocénne sedimenty a strednomiocénne vulkanoklastiká.

Spodnomiocénne egenburské sedimenty reprezentuje *čausianske súvrstvie* v morskome vývoji. Na jeho báze sa nachádza kľačniansky zlepenec. V nadloží zlepenecov sú ílovce a prachovce s polohami ryodacitových a ryolito-vých tufitov. Nad nimi vystupujú flyšoidné sedimenty otnangu, reprezentované bánovským súvrstvom s veľmi chudobnou faunou poukazujúcou na brakické prostredie. V ich nadloží sa nachádzajú morské sedimenty (flyšoidné a vápnité íly) karpatského veku, reprezentované *lakšárskym súvrstvom* s polohami tufitov.

Po orogénnych procesoch sa v spodnej časti bádenu na území Bánovskej kotliny vynorili a denudovali spodnomiocénne sedimenty. Následne poklesla oblasť južne od jastrabského zlomu a nastala sedimentácia pelitov svinianskeho súvrstvia spodnobádenského veku v limnických sladkovodných podmienkach s nepravidelnými ingresiami mora. Do spodnej časti súvrstvia zasiahol extruzívny vulkanizmus granatických andezitov. V nadloží svinianskeho súvrstvia sú sedimenty kamenského súvrstvia (vrchná časť spodného bádenu až stredný bádenu), charakteristické výskytom epiklastických vulkanických ílovcov, pieskovcov, brekcií a konglomerátov ako relikty distálnej zóny štiavnického stratovulkánu.

V priebehu stredného a vrchného bádenu v južnejších oblastiach vplyvom poklesových zlomov sv.-jz. smeru sa otvárali rišňovská a komjatická priehlbina. V rišňovskej priehlbine sa usadzovali prevažne pelitické, v okrajovej časti hrubodetritické sedimenty špačinského a madunickeho súvrstvia a v západnej časti komjatickej priehlbiny sedimenty pozbianskeho súvrstvia, ktoré, navyše, obsahuje aj vulkanický materiál v podobe pyroxenických andezitových tufov a lávových prúdov.

Vo vrchnom bádene v Bánovskej kotline v podmienkach močiarného prostredia sa vytvorili predpoklady na vznik sedimentov obsahujúcich zuhoľnatené zvyšky rastlín ako ekvivalentov handlovského súvrstvia. Po krátkom období erózie sa v strednom sarmate vytvorili podmienky na vznik progradujúcich náplavových kužeľov, ktoré boli gravitačnými tokmi typu „grain flow“ a „debris flow“ transportované z územia dnešného Vtáčnika do močiarno-jazerného prostredia na území súčasnej Bánovskej kotliny (ruskovské vrstvy vtáčnickej formácie).

V severnej časti rišňovskej priehlbiny sa v priebehu sarmatu a spodného panónu usadzovali sladkovodné sedimenty ripnianskeho súvrstvia a v južnej časti rišňovskej priehlbiny a západnej časti komjatickej priehlbiny v brakickom prostredí sedimenty vrábeľského súvrstvia. V celej rišňovskej priehlbine a v západnej časti komjatickej priehlbiny počas panónu v brakickom prostredí sedimentovali piesčito-ílovité usadeniny ivanského súvrstvia.

Vo vrchnom panóne závadsko-bielická elevácia strátila funkciu bariéry a Bánovská kotlina sa stala súčasťou výbežku Podunajskej panvy. Na celom území regiónu sa už usadzovali sedimenty vrchného panónu a pontu – beladické súvrstvie – a sedimenty pliocénu (dáku) – volkovské súvrstvie. V južnej časti územia sa v záverečnej etape pliocénu usadzovali drobnopiesčité až siltovité štrky a piesky kolárovského súvrstvia (roman).

## Kvartér

Geologický vývoj Nitrianskej pahorkatiny a prilahlých pohorí v kvartéri nadviazal na vývoj vo vrchnom pliocéne. Kvartérne sedimenty majú na území dominujúce postavenie. Súvisle pokrývajú južnú časť, menej súvisle centrálnu a severnú časť územia. Napriek výraznému plošnému rozšíreniu hrúbka kvartéru len mierne prevyšuje 25 m (obr. 1). Kvartérny pokryv je prerušovaný len na vyšších kryhách, nárazových brehoch tokov silno exponovaných svahov. Hrúbka kvartérneho pokryvu sa globálne zväčšuje zo severu na juh a znižuje od centrálnych častí územia pahorkatiny k okolitým pohoriam.

Dominujúce postavenie v regióne majú eolické sedimenty – spraše a sprašové hliny – so stratigrafickým rozptátím od stredného pleistocénu po vrchný pleistocén. Sprašový pokryv sa smerom na sever a severovýchod postupne vytráca a typické eolické spraše sú v severnej časti územia postupne zastúpené sprašovými hlinami.

Druhým výraznejším genetickým typom na území sú fluvio-limnické a fluvialne sedimenty tvoriace výplň prepadlín a depresíí, budujúce terasový systém Nitry, Váhu, Bebravy a ich väčších prítokov. Ich stratigrafický rozsah je od spodného pleistocénu po holocén. V úpätnom pásme západnej časti Tribeča sú rozsiahlejšie vyvinuté prolúviálne sedimenty náplavových kužeľov tribečských potokov, ktoré vyplňajú ľavú časť pozdĺžnej prepadliny stredného toku Nitry. Vzájomný vzťah medzi fluvialnymi a prolúviálnymi sedimentmi je veľmi zložitý. Značný rozsah majú zvyšky eluviálnych sedimentov – rubifikovaných pôd spodného pleistocénu.

Styčné pásmo pahorkatiny s okolitými pohoriami je charakteristické prevládáním deluviálnych hlinito-kamenitých a hlinito-piesčitých blokových sedimentov a re-sedimentovaných starších kôr zvetrávania a ojedinelým výskytom mladých travertínov.

Na základe morfolologickej pozície, superpozície a vzťahov fluvialnych a prolúviálnych sedimentov so stratifikovateľným nadložným pokryvom spraši a sprašových hlin, ktoré obsahujú fosílné pôdy, malakofaunu, faunu a artefakty, kvartérne sedimenty Nitrianskej pahorkatiny začleňujeme do obdobia spodného, stredného a vrchného pleistocénu a holocénu.

*Spodnopleistocénne* fluvio-limnické a fluvialne sedimenty *lukáčovských vrstiev* reprezentujú najstaršie pleistocénne vrstvy tvorené limonitizovanými piesčito-hlinitými štrkami, rozšírenými najmä v ripnianskej neotektonickej depresii. Stratigraficky širší rozsah majú eluviálne sedimenty – silno rubifikované fosílné pôdy s podobnou morfolologicou pozíciou. V sútokových častiach doliny Nitry a prítokov sa torzovite, reziduálne zachovali zvyšky štrkov terás mladšej časti spodného pleistocénu.

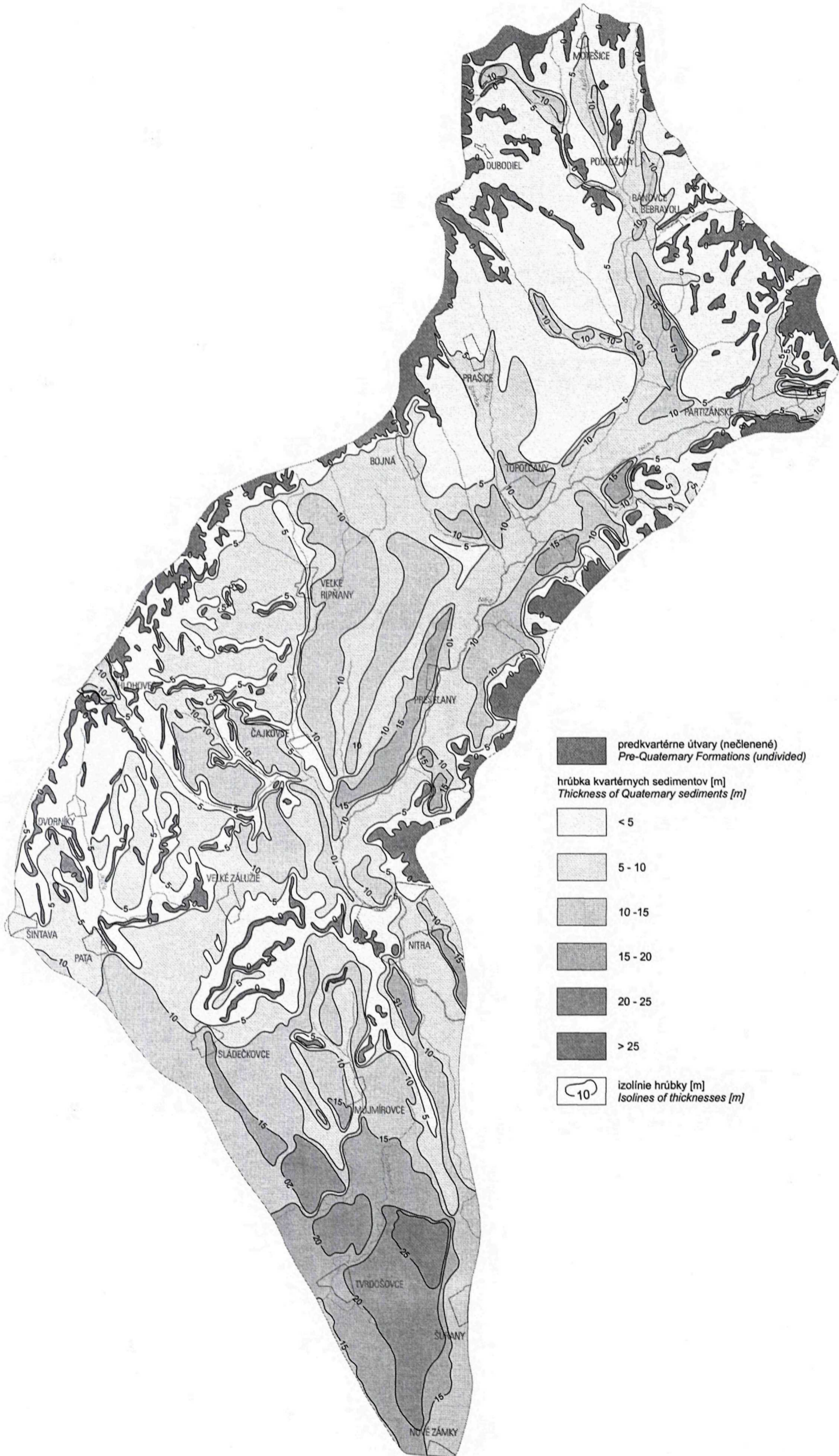
Výraznejšie sú zastúpené až sedimenty *stredného* pleistocénu tvorené prolúviálnymi sedimentmi náplavových kužeľov a fluvialnymi sedimentmi terás Bebravy, Nitry, Váhu a súveké sprašové pokryvy začlenené do staršieho a mladšieho obdobia stredného pleistocénu.

Sedimenty *vrchného* pleistocénu pokrývajú podstatnú časť študovaného územia, pričom ležia na predkvartérnom podloží a na starších pleistocénnych sedimentoch.



MAPA HRÚBKY KVARTÉRNÝCH SEDIMENTOV  
 MAP OF THICKNESSES OF QUATERNARY SEDIMENTS  
 (Zostavil: J. Pristaš, 2000)

4 km 2 0 5 10 km



predkvartérne útvary (nečlenené)  
 Pre-Quaternary Formations (undivided)

hrúbka kvartérnych sedimentov [m]  
 Thickness of Quaternary sediments [m]

< 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 25

> 25

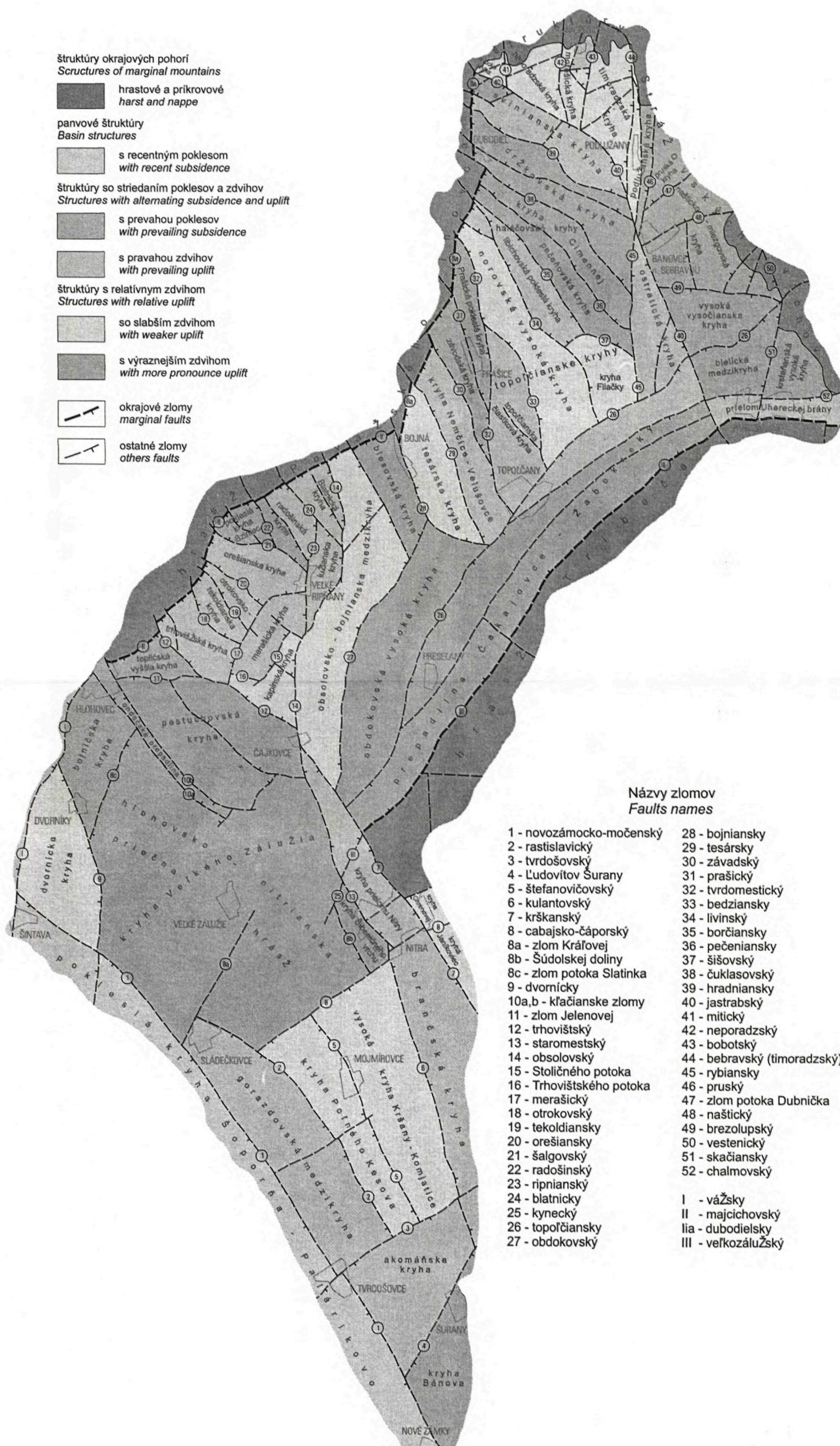
izolinie hrúbky [m]  
 Isolines of thicknesses [m]

10

# Obr. 2 ŠTRUKTÚRNA NEOTEKTONICKÁ MAPA STRUCTURAL NEOTECTONIC MAP

(Zostavili: J. Pristaš, M. Elečko, J. Maglay a K. Fordinál, 2000)

4 km 2 0 5 10 km



- štruktúry okrajových pohorí  
Structures of marginal mountains
- hrasťové a príkrovové  
harst and nappe
- panové štruktúry  
Basin structures
- s recentným poklesom  
with recent subsidence
- štruktúry so striedaním poklesov a zdvihov  
Structures with alternating subsidence and uplift
- s prevahou poklesov  
with prevailing subsidence
  - s prevahou zdvihov  
with prevailing uplift
- štruktúry s relatívnym zdvihom  
Structures with relative uplift
- so slabším zdvihom  
with weaker uplift
  - s výraznejším zdvihom  
with more pronounce uplift
- /— okrajové zlomy  
marginal faults
  - /— ostatné zlomy  
others faults

## Názvy zlomov Faults names

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1 - novozámocko-močenský    | 28 - bojníansky              |
| 2 - rastislavický           | 29 - tesársky                |
| 3 - tvrdošovský             | 30 - závadský                |
| 4 - Ľudovítov Šurany        | 31 - praďický                |
| 5 - Štefanovičovský         | 32 - tvrdomestický           |
| 6 - kulantovský             | 33 - bedziansky              |
| 7 - kršiansky               | 34 - livínsky                |
| 8 - cabajsko-čaporský       | 35 - borčiansky              |
| 8a - zlom Kráľovej          | 36 - pečeniansky             |
| 8b - Šúdolskej doliny       | 37 - šišovský                |
| 8c - zlom potoka Slatinka   | 38 - čuklasovský             |
| 9 - dvornický               | 39 - hradniansky             |
| 10a,b - kľačianske zlomy    | 40 - jastrabský              |
| 11 - trhovišteňský          | 41 - mitický                 |
| 12 - trhovišteňský          | 42 - neporadzský             |
| 13 - staromestský           | 43 - bobotský                |
| 14 - obsolovský             | 44 - bebravský (timoradzský) |
| 15 - Stoličného potoka      | 45 - rybiansky               |
| 16 - Trhovišteňského potoka | 46 - pruský                  |
| 17 - merašický              | 47 - zlom potoka Dubnička    |
| 18 - otrokovský             | 48 - naštický                |
| 19 - orešiánsky             | 49 - brezolupský             |
| 20 - tekliánsky             | 50 - vestenický              |
| 21 - šalgovský              | 51 - skačiansky              |
| 22 - radošínsky             | 52 - chalmovský              |
| 23 - ripniánsky             |                              |
| 24 - blatnícky              |                              |
| 25 - kynecký                | I - vážsky                   |
| 26 - topoľčiansky           | II - majcichovský            |
| 27 - obdokovský             | III - dubodielsky            |
|                             | III - veľkozálužský          |

Morfologicky a litofaciálne výraznejšie diferencované sú najmä akumulácie proluviálnych sedimentov, štrkov nízkej terasy a novej akumulácie nív Nitry, Váhu, Bebravy a ich väčších prítokov. Dominujúce postavenie majú pokrývy vrchnopleistocénnych spraší a sprašových hĺn.

Komplex prevažne deluviálnych (polygenetických) hĺn, hlinito-kamenitých, hlinito-štrkovitých, hlinito-piesčitých až ílovitých svahových sedimentov vystupujúcich na rozličných prvkoch reliéfu a predkvartérnych podložných horninách začleňujeme do obdobia *nečleneného* pleistocénu a *holocénu*.

Obdobie *holocénu* je záverečnou etapou vývoja kvartérnych sedimentov, v ktorej nastala rozsiahla laterálna erózia tokov. Počas nej postupne resedimentovali presypy naviatych pieskov. V staršom období holocénu prebiehala sedimentácia povodňových hĺn a ílov, prerušená v klimatickom optime tvorbou humózných pôd a slatín. Pre mladšie obdobie holocénu je charakteristická litofaciálne pestrejšia sedimentácia hlinitých a piesčitých sedimentov povodňového krytu nívnej fácie, ktorá je pri povrchovej časti komplikovaná výstupmi najmladších proluviálnych sedimentov.

V záverečnej fáze holocénu pri vyrovnávaní pozdĺžnych profilov väčších tokov došlo k ich výraznému meandrovaniu. V opustených meandroch sedimentovali najmladšie hnilokalové a organické slatinné sedimenty, no výstavbou protipovodňových hrádzí a melioráciou sa eliminovala rozsiahlejšia fluvialná sedimentácia.

## Tektonika

Východný a západný okraj regiónu Podunajská nížina – Nitrianska pahorkatina ohraničujú najstaršie tatrcké jednotky Tribeča a Považského Inovca, ktoré tvoria hrasti a od Nitrianskej pahorkatiny sú tektonicky oddelené veľkozálužským, majcichovským a dubodielskym zlomovým systémom ssv.-jjz. smeru.

Pre tektonicko-geologickú stavbu územia malo prvoradý význam alpínske tektonické prepracovanie. Nealpínsky, terciérny tektonický vývoj znamenal morfologickú, ale aj tektonickú individualizáciu Tribeča a Považského Inovca vo vzťahu k neogénnym priehlbínám Nitrianskej pahorkatiny.

Na stavbe predpolia okolitých jadrových pohorí sa podieľajú alpínske mezozoické tektonické jednotky v autochtónnej, resp. paraautochtónnej pozícii tatrika a superficiálne príkrovové jednotky veporika a hronika nasunuté na tatrcké sekvencie.

K tektonickej diferenciacii a presúvaní základných príkrovových jednotiek došlo v období mediteránnych fáz alpínskeho orogénu. Takto presúvané tektonické jednotky neskôr vytvorili zložito usporiadané podložie terciérnych a kvartérnych sedimentov Nitrianskej pahorkatiny.

V období paleogénu boli paleogénne sedimenty spolu so svojím starším podlozím tektonicky značne porušené a postihnuté germanotypnou zlomovou tektonikou. V dôsledku účinkov helvétskej fázy a mladších fáz alpínskeho orogénu sa územie rozlámalo na celý rad kryh s väčšou alebo menšou amplitúdou vertikálnych i horizontálnych pohybov, ktoré iniciovali neskorší vývoj neogénnej riš-

ňovskej priehlbiny, závadsko-bielickej elevácie a Bánovskej kotliny.

Bánovská kotlina a rišňovská priehlbina mali v neogéne autonómny vývoj.

Zavadsko-bielická elevácia deliaca obe priehlbiny stratila vo vrchnom miocéne svoju limitujúcu funkciu. Od vrchného panónu je Bánovská kotlina napojená na rišňovskú priehlbínu Podunajskej panvy.

Hlavná časť synriftovej fázy roztvárania Podunajskej panvy prebehla počas stredného miocénu (báden až sarmat). Postriftová fáza zakončila zapĺňanie panvy počas vrchného miocénu (panón – pont) a v pliocéne.

Po panóne, ponte, a najmä na rozhraní pliocénu a kvartéru v dôsledku extenzie ssv.-jjz. smeru nastala čiastočná reštrukturalizácia tektonického plánu južnej časti regiónu a úplná prestavba severnej časti rišňovskej priehlbiny a celej bánovskej depresie (kotliny). Pokračovali pohyby pozdĺž okrajových smerných zlomov a vznikli kryhy podmienené zlomami ssz. a s.-j. smeru. V dôsledku intenzívnejšieho zdvihu hrasti Považského Inovca, menej intenzívneho zdvihu hrasti Tribeča a výrazného poklesu Gabčíkovej panvy nastali významné paleogeografické zmeny, pričom sa vytvorili nové neotektonické štruktúry.

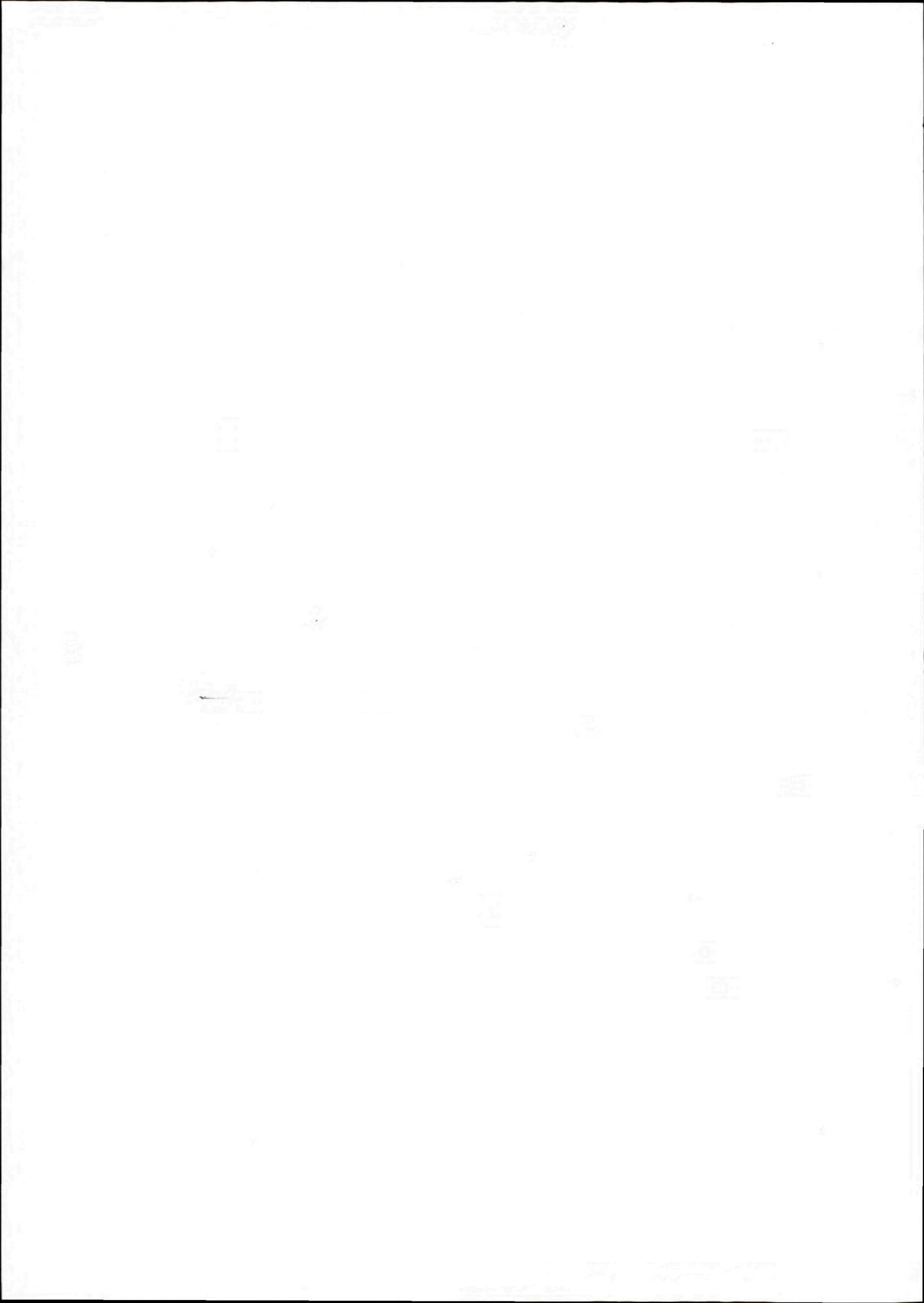
Na základe morfoštruktúrnej analýzy, deformácie volkovského súvrstvia, kvartérnych lukáčovských vrstiev a ich distribúcie vyčleňujeme v neotektonickom štruktúrnom pláne regiónu systém vysokých a poklesnutých kryh, ktoré formujú nové regionálne štruktúry (obr. 2). Okrem okrajových hrast'ových štruktúr Považského Inovca, Tribeča a Strážovských vrchov v rámci vlastnej Nitrianskej pahorkatiny rozlišujeme štruktúry okrajovej časti územia Gabčíkovej panvy a juhozápadného okraja komjatickej priehlbiny. V rámci rišňovskej priehlbiny rozlišujeme hlohovsko-nitriansku priečnu hrast', andačskú prepadlinu, rípniansku depresiu a prepadlinu stredného toku Nitry (Čakajovce – Žabokreky). Bánovská depresia (kotliny) je charakteristická sústavou kryh s celkovým trendom poklesov smerom k morfologickému rozhraniu Považského Inovca a Strážovských vrchov.

## Literatúra

- Adam, Z. a Dlabáč, M., 1961: Nové poznatky o tektonice Podunajskej nížiny. Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha), 36, 189 – 198.
- Adam, Z. a Dlabáč, M., 1969: Vysvětlivky k mapám mocností a litofaciálního vývoje Podunajskej nížiny. Západ. Karpaty (Bratislava), 11, 156 – 172.
- Baráth, I. a Kováč, M., 1989: Podmienky sedimentácie a zdrojové oblasti egenburských klastik v západnej časti Západných Karpát. Miscellanea micropaleontologica IV, Knih. Zem. Plyn. Nafta (Hodonin), 9, 55 – 86.
- Baráth, I. a Kováč, M., 1995: Sedimentologická a paleontologická charakteristika pliocénnej delty Hrona v komjatickej depresii dunajskej panvy. Miner. slov. (Bratislava), 17, 236 – 242.
- Bárta, J., 1960: Paleolitické nálezy v Nitre a na jej okolí. Archeol. rozhledy (Praha), 12.
- Bárta, J., 1963: Archeologické kritériá pre stratigrafiu slovenského kvartéru. Geol. práce., Zoš. (Bratislava), 64, 41 – 51.
- Bárta, J., 1965: Slovensko v staršej dobe kamennej. Nitra, Slov. Akad. Vied, 9 – 230.
- Bieda, F., 1957: Fauna veľkých foraminifer vrchného eocénu Slovenska. Geol. Sbor. (Bratislava), 8, 1, 28 – 72.
- Biela, A., 1978: Hlboké vrty v zakrytých oblastiach vnútorných Západných Karpát. Záhorská nížina, Podunajská nížina. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 10, 1 – 224.

- Biely, A., 1974: Geologická mapa Tribeča 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Bojko, A. K., Kamenický, L., Semenko, N. P., Cambel, B. a Ščerbak, N. P., 1974: Časť rezul'tatov opredelenija absolútneho v'ozrasta gorných porod kristaliničeskogo massiva Zapadnych Karpat i sovremennoje sostajaniej znanij. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 25, 1, 25 – 39.
- Bondarenková, Z., Michalič, J. a Fendek, M., 1990: Termálny vrt Bánovce nad Bebravou – hydrodynamická skúška. Manuskript – archív IGHP, š. p., Žilina, závod Bratislava.
- Brestenská, E., Havrila, M., Kullmanová, A., Lehotský, I., Remšík, A., Vaškovský, I., Gross, P. a Maheľ, M., 1980: Geologická mapa a vysvetlivky k regiónu Bánovskej kotliny (1 : 50 000). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Buday, T., Cambel, B., Maheľ, M., Brestenská, E., Kamenický, J., Kullmann, E., Matějka, A., Salaj, J. a Zaťko, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXXV, M-33-XXXVI, Wien – Bratislava. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 5 – 248.
- Buday, T., 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl II. Západní Karpaty, sv. 2. Praha, Ústř. Úst. geol., nakl. Čs. Akad. Věd, 5 – 651.
- Buday, T., Cicha, I., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Koráb, T., Kuthan, M., Nemček, J., Picha, F., Roth, Z., Seneš, J., Scheibner, E., Stráňnik, Z., Vaškovský, I. a Žebera, K., 1967: Regionální geologie ČSSR. II. Západní Karpaty, sv. 2. Praha, Ústř. Úst. geol., 651 s.
- Buday, T. a Špička, V., 1967: Paleogeografie a tectogeneze severních výběžků Podunajské pánve a její perspektivnost pro naftu a plyn. Geol. Práce. Zpr. (Bratislava), 43, 59 – 79.
- Cambel, B., Kamenický, J. a Krist, E., 1961: Poznámky ku geológii kryštalínika Malých Karpat. Považského Inovca, Tribča a západnej časti Vepora. XII. zjazd Čs. spoloč. pre miner. a geol. Zjazd. sprievodca, sekcia A – kryštalínikum. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 42.
- Czászár, G. (ed.), Pistotnik, J., Czászár, G., Scharek, P., Kaiser, M., Darida-Tichý, M., Nagy, E., Szurkas, G., Sikhegy, F., Budai, T., Margi, I., Gyalog, L., Ivancsics, I., Pristaš, J., Horniš, J., Halouzka, R., Elečko, M., Konečný, V., Lexa, J., Nagy, A., Vass, D. a Vozár, J., 1998: Danube Region Vienna – Bratislava – Budapest. Surface geological map 1 : 100 000. DANREG (Danube region Environmental Geology Programme). Magy. áll. földt. Intéz. (Budapest).
- Dlabač, M., 1960: Poznámky ke vztahu mezi tvarem povrchu a geologickou stavbou Malé dunajské nížiny. Geol. Práce, Zoš. (Bratislava), 59.
- Dzulynski, S. a Schmith, A. Y., 1964: Flisz jako facija. Roc. Pol. Tow. geol. (Kraków), 34, 1 – 2.
- Elečko, M. (ed.), Pistotnik, J., Dudko, A., Elečko, M., Vass, D., Hók, J., Šefara, J. a Nagy, A., 1988: Danube Region Vienna – Bratislava – Budapest. Tectonic map 1 : 200 000. DANREG (Danube region Environmental Geology Programme). Magy. áll. földt. Intéz. (Budapest).
- Fendek, M., Bodiš, D., Havrila, M. a Kohút, M., 1985: Geotermálna energia severovýchodnej časti topolčianskeho zálivu – prognózne zásoby. Čiastková záverečná správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Fendek, M., Bodiš, D., Franko, J., Havrila, M., Janč, J., Kohút, M., Král, M., Priečhodská, Z. a Vozárová, A., 1989: Výskumný geotermálny vrt FGTZ-1 Topolčany. Region. geol. Západ. Karpát (Bratislava), 24, 7 – 57.
- Fordinál, K., 1996: Terrestrial gastropods of the Upper Pannonian in the northern part of the Danube basin. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 1, 5 – 16.
- Gašparik, J., 1953: Geológia Bánovskej kotliny. Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 4, 1 – 2, 353 – 371.
- Gaža, B. a Beinbauerová, M., 1977: Tektonika neogénu jv. časti Podunajskej panvy. Miner. slov. (Bratislava), 9, 4, 259 – 274.
- Gross, P., 1980: Paleogén Bánovskej kotliny. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Gross, P., Köhler, E. a Samuel, O., 1984: Nové litostratigrafické členenie vnútrokarpatského paleogénu. Geol. Práce. Spr. (Bratislava), 81, 103 – 118.
- Halouzka, R. (ed.), Schäffer, G., Kaiser, P., Molnár, P., Scharek, P., Halouzka, R. a Pristaš, J., 1998: Danube Region Vienna – Bratislava – Budapest. Neotectonic map 1 : 200 000. DANREG (Danube region Environmental Geology Programme). Magy. áll. földt. Intéz. (Budapest).
- Harčár, J., Priečhodská, Z., Karolus, K., Karolusová, E., Remšík, A. a Šucha, P., 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti Podunajskej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 114 s.
- Horusitzky, H., 1902: Agrogeologische Verhältnisse der Umgebung von Nagy-Surany. Jber. ung. geol. Anst. für 1900 (Budapest).
- Ivanička, J., Hók, J., Polák, M., Határ, J., Greguš, J., Kováčik, M., Vozár, J., Vozárová, A., Nagy, A., Kernáts, G., Brlay, A., Vranovská, A. a Jánová, V., 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list Partizánske-3 (35-423). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Ivanička, J., Polák, M., Hók, J., Határ, J., Greguš, J., Vozár, J., Nagy, A., Fordinál, K., Pristaš, J., Konečný, V. a Šimon, L., 1998: Geologická mapa Tribeča 1 : 50 000. Bratislava. GS SR.
- Košťálik, J., 1974: Charakteristika a stratigrafia fosílnych pôd a spraší Nitrianskej pahorkatiny. Bratislava, Slov. Akad. Vied.
- Kováč, M., Nagy, A. a Baráth, I., 1993: Ruskovské súvrstvie – sedimenty gravitačných tokov (sz. časť Bánovskej kotliny). Miner. slov. (Bratislava), 25, 2, 117 – 124.
- Krupica, O., 1973: Pravek severného povodia rieky Nitra. Bratislava, Obzor, 9 – 94.
- Ložek, V., 1955: Měkkýši československého kvartéru. Rozpr. Ústř. Úst. geol. (Praha), 17, 530 s.
- Lukniš, M., 1961: Nížiny, kotliny a pohoria Slovenska. Bratislava, Osveta.
- Maglay, J., Pristaš, J., Nagy, A. a Kernátsová, J., 1997a: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy: 35-343 Dvorníky, 35-344 Alekšince, 35-433 Lužianky-Nitra (časť). Čiastk. záver. správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Maglay, J., Fordinál, K., Havrila, M., Fejdióvá, O. a Kernátsová, J., 1997b: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy: 35-342 Veké Ripňany, 35-324 Piešťany (časť). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Maheľ, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Bratislava – Wien. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Maheľ, M., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V., Eliáš, K., Franko, O., Hanáček, J., Kamenický, L., Kullman, E., Kuthan, M., Matějka, A., Mazúr, M. a Salaj, J., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-34-XXV Žilina. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 272 s.
- Maheľ, M., Kahan, Š., Gross, P., Vaškovský, I. a Salaj, J., 1982: Geologická mapa Strážovských vrchov 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Maheľ, M., 1985: Geologická stavba Strážovských vrchov. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 221.
- Mazúr, E. a Lukniš, M., 1980: Regionálne geomorfologické členenie. Mapa 1 : 500 000. Bratislava, Vyd. Slov. Akad. Vied.
- Priečhodská, Z., Harčár, J. (ed.), Karolus, K., Karolusová, E., Remšík, A. a Šucha, P., 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti Podunajskej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 114.
- Pristaš, J., Elečko, M., Polák, M., Mello, J., Gross, P., Határ, J., Vozárová, A., Havrila, M., Fordinál, K., Fejdióvá, O. a Žáková, E., 1997: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy: 35-421 Partizánske, 34-411 Prašice (časť), 35-412 Chynorany, 35-413 Bojná a 35-431 Preseľany. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Pristaš, J., Elečko, M., Fordinál, K., Šimon, L., Potfaj, M., Ivanička, J. a Vozár, J., 1999: Vysvetlivky ku geologickým mapám Bánovskej kotliny 1 : 25 000, listy 35-231 (Trenčianska Turná, časť), 35-232 (Motešice, časť), 35-233 (Dubodiel, časť) a 35-243 (Uhrovec, časť). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Seneš, J. a Brestenská, E., 1963: Základný geologický výskum Bánovskej kotliny so zvláštnym zreteľom na jej uhľonosnosť. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Scharek, P. (ed.), Hermann, P., Scharek, P., Kaiser, M., Pristaš, J. a Tkáčová, H., 1998: Danube Region Vienna – Bratislava – Budapest. Map of genetic types and thickness of Quaternary sediments 1 : 200 000. DANREG (Danuberegion Environmental Geology Programme). Magy. áll. földt. Intéz. évi Jelent. (Budapest).
- Törökóvá, I., 1999: Pliocene deposits of Rišovce Depression – Volkovce Formation. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 5, 4, 281 – 295.

- Vass, D., Vaškovský, I., Vaškovská, E. a Pristaš, J., 1980: Niektoré črty geologického vývoja Podunajskej panvy. Materiály z XXIII. celoštátnej geologickej konferencie Slov. geol. spoločnosti. Bratislava, 139 – 152.
- Vass, D., 1998: Neogene geodynamic development of the Carpathian arc and associated basin. In: Rakús, M. (ed.), 1998: Geodynamic development of the Western Carpathians. Bratislava, GS SR, Dionýz Štúr Publishers, 155 – 188.
- Vass, D., Hók, J., Kováč, P. a Elečko, M., 1993: Sled paleogénnych a neogénnych tektonických udalostí v juhoslovenských kotlinách vo svetle napätových analýz. Miner. slov. (Bratislava), 25, 79 – 92.
- Vass, D. a Pereszlényi, M., 1998: Assymmetric lithospheric stretching in Danube Basin. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 4, 61 – 74.
- Vaškovský, I., 1965: Kvartérno-geologický výskum na liste Bánovce n/ Bebravou, okolia Nitry – Komjatíc, údolia Váhu, Ružomberok – Kraľovany, list Gbelce. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Vaškovský, I., 1973: Quaternary of the West Carpathians Mts. Guide to Excursion G, X. Congress CBGA, Bratislava.
- Vaškovský, I., 1981: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000, listy 45-211 a 45-213. Čiastk. záver. správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Vaškovský, I. a Karolusová, E., 1969: Prvý nález vulkanického popola v sprašiach komjatickej tehelne. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 50.
- Vaškovský, I. a Vaškovská, E., 1974: Übersicht der Stratigraphie des Quartärs der Slowakei. KBGA, Proc. Xth Congr. KBGA 1973, III. sect., Bratislava.
- Vozár, J., 1976: Permské vulkanity chočskej jednotky v pohorí Tribeč. Západ. Karpaty. Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Lož. (Bratislava), 2.
- Vozárová, A. a Vozár J., 1988: Late Paleozoic in West Carpathians. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 314.
- Žecová, K., 1999: Vyhodnotenie vápnitého nanoplanktónu zo severnej časti regiónu Nitrianska pahorkatina (vrty DB-5, DB-19, lokalita Neoporadza). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.



## Nové poznatky o geologickej stavbe regiónu Spišskej Magury

JURAJ JANOČKO<sup>1</sup>, MILAN POLÁK<sup>2</sup>, STANISLAV JACKO<sup>1</sup>, PAVEL GROSS<sup>2</sup>, EDUARD KÖHLER<sup>3</sup>,  
EVA HALASOVÁ<sup>4</sup>, BOHUŠ HAMRŠMÍD<sup>5</sup>, ZUZANA SIRÁŇOVÁ<sup>2</sup>, ADRIENA ZLINSKÁ<sup>2</sup>, STANISLAV BUČEK<sup>2</sup>,  
STANISLAV KAROLI<sup>1</sup> a BRANISLAV ŽEC<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Štátny Geologický Ústav D. Štúra, Werferova 1, 040 11 Košice

<sup>2</sup> Štátny Geologický Ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

<sup>3</sup> Geofyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 817 04 Bratislava

<sup>4</sup> Prírodovedecká fakulta univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

<sup>5</sup> Moravské Naftové Doly, a. s., 695 30 Hodonín

**Abstract.** Spišská Magura region belongs to the northernmost part of the Central-Carpathian Paleogene Basin. It consists of prevailing Paleogene deposits assigned to the Subtatric Group, minor occurrence have Mesozoic rocks of the Ružbachy Mesozoic Island and adjacent part of the Belianske Tatry Mts. These rocks are locally covered by Quaternary deposits. Mesozoic deposits belongs to the Krížna Nappe and are composed of sedimentary succession stratigraphically ranging from the Triassic up to the Cretaceous.

The Paleogene deposits of the Subtatric Group represent Borové, Huty and Zuberec Formations. The basal Borové Formation consists of subaerial and shallow-marine breccias, conglomerates and sandstones stratigraphically assigned to the Middle and Late Eocene. The Huty Formation comprises four lithologic units – conglomerates, conglomerates and sandstones (Tokáreň conglomerates), sandstones and mudstones with minor occurrence of sandstones. Foraminiferas and nannoplankton yielded Late Eocene – Oligocene age. The Zuberec Formation of Late Eocene and Oligocene age is composed of three lithological units: conglomerates, alternating sandstones and conglomerates and thick sandstones with mudstone intercalations.

The Quaternary deposits mostly occur in river valleys and on foothills of mountains. Fluvial, glaci-fluvial and slope deposits prevail. Based on morphostratigraphy we divided Late, Middle, Early Pleistocene and Holocene sediments.

### Úvod

Koncom roku 2000 sa skončil projekt Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra *Geologická mapa a vysvetlivky k mape Spišskej Magury v mierke 1 : 50 000*. Jeho cieľom bola reambulácia a nové mapovanie jedného z posledných regiónov centrálnokarpatského paleogénneho bazénu. V priebehu takmer štyroch rokov sme získali nielen nové poznatky, ktoré sú zobrazené na mape a vo vysvetlivkách k mape regiónu (Janočko et al., 2000), ale aj mnoho nových údajov, ktoré sú databázou pre ďalší základný a aplikovaný výskum regiónu (napr. Janočko a Jacko, 1999; Janočko, 2000; Janočko a Karoli, 2000; Jacko a Janočko, 2001).

Na geologickej stavbe mapovanej oblasti regiónu Spišskej Magury sa podieľajú nasledujúce geologické celky:

1. Mezozoické sedimenty krížňanského príkrovu, ktoré budujú oblasť ružbašského mezozoického ostrova a priľahlú časť Belianskych Tatier. Ich stratigrafické roz-

pätie je od stredného triasu (gutensteinské vápence – anis) až do kriedy (vrchný hoteriv – spodný apt).

2. Horniny bradlového pásma, ktoré čiastočne ohraničujú územie regiónu zo severu. Dokumentácia geologickej stavby tejto oblasti bude predmetom ďalšej publikácie.

3. Sedimenty paleogénu podtatranskej skupiny, ktoré reprezentujú najväčšiu plochu mapovaného územia. Ich stratigrafické rozpätie je stredný eocén až neskorý oligocén.

4. Kvartérne, predovšetkým glaci-fluviálne a fluviálne sedimenty. Nachádzajú sa v predpolí Belianskych Tatier a v dolinách väčších riek a potokov regiónu Spišskej Magury. V mapovanom regióne sme identifikovali staropleistocénne až holocénne uloženiny.

### Mezozoické sedimenty

Krížňanský príkrov v študovanom území Belianskych Tatier a ružbašského mezozoika tvoria horniny triasu, jury a kriedy. V stratigrafickom poradí ich tvoria nasledujúce sedimenty (Polák in Janočko et al., 2000):

- Gutensteinské vápence – anis. Vystupujú v úzkom pruhu sv. od Podolínce a po oboch stranách Krížneho potoka v ružbašskom mezozoiku. Sú tmavosivé až čierne, prevažne lavicovité.
- Ramsauské dolomity – ladín. Sú masívne, hrubolavicovité, sivé a tmavosivé.
- Sivé dolomity s vložkami tmavých bridlic – karn. Boli zmapované len v oblasti ružbašského mezozoika.
- Karpatský keuper – norik. Súvrstvie tvoria pieskovce, zlepenec, bridlice a v oblasti Tatier aj dolomity. Vo Vysokých Tatrách predstavuje jedno z najcharakteristickejších litostratigrafických súvrství triasu. Medzi najkrajšie profily patrí zárez štátnej cesty južne od Ždiaru. Pekné odkryvy sú na južných svahoch Belianskych Tatier.
- Fatranské súvrstvie – rét. Tvoria ho tmavosivé organodetritické vápence, slienité vápence a bridlice. V oblasti ružbašského mezozoika vytvára len malé izolované šošovky.
- Kapienecké súvrstvie – hetanž, sinemúr. Toto súvrstvie väčšinou tvoria bridlice, piesčité krinoidové a organodetritické vápence.
- Algäuske vrstvy (fleckenmergel) – lotaring – álen. Tvoria ho sivé slienité škvornité vápence a bridlice.

- Ždiarske súvrstvie – álen – oxford. V prevažnej miere ho tvoria sivé a zelené rádioláriové vápence a rádiolarity.
- Osnické súvrstvie – titón – berias – valangin. Reprezentujú ho sivé slieňité kalpionelové vápence.
- Mráznické súvrstvie – berias – barém. Tvoria ho slieňité vápence a slieňovce.
- Čierne organodetritické vápence – apt. Sú zachované len v časti ružbašského mezozoického ostrova. Ich ekvivalentom v oblasti Tatier sú muránske vápence.

### Paleogénne sedimenty podtatranskej skupiny

Reprezentujú najväčšiu plochu mapovaného územia. Sedimenty tvoria časť výplne centrálnokarpatského paleogénneho bazénu, ktorého integrálnou súčasťou je podhalský bazén na poľskom území. Počas vývoja bazénu, ktorý má komplexnú kinematickú históriu a ktorý je zväčša definovaný ako predoblúkový (napr. Soták, Bebej a Biroň, 1996; Janočko a Jacko, 1999), v študovanej oblasti prevládal extenzný tektonický režim. Prejavy kompresnej tektoniky vidieť len v tesnej blízkosti bradlového pásma. Maximálna hrúbka paleogénnych sedimentov v regióne Spišskej Magury sa na základe interpretácie reflexnej seizmiky odhaduje na 1 600 m. Profilom z vrtu možno bezpečne doložiť hrúbku 1 200 m (vrt VR 7; Mlynarčík a Petrivaldský, 1990). Sedimenty podtatranskej skupiny na študovanom území reprezentuje bazálne borovské súvrstvie, ktoré sa zaraďuje do vrchného bartónu až priabónu, nadložné hutianske súvrstvie a zuberecké súvrstvie. Horné vekové ohraničenie paleogénnych sedimentov je vrchný oligocén (nanoplanktónová zóna NP 24). V sedimentárnom zázname sa nezachovali sedimenty bielopotockého súvrstvia známe z príľahlej časti Levočských vrchov, ktoré zrejme podľahli denudácii počas popaleogénneho výzdvihu Spišskej Magury.

Sedimenty podtatranskej skupiny v regióne Spišskej Magury prechádzajú na poľské územie, kde sú názvy jednotlivých súvrství a vrstiev odlišné. Poľská časť centrálnokarpatského paleogénneho bazénu sa nazýva podhalský bazén. Ekvivalentom borovského súvrstvia na poľskej strane územia sú sedimenty nazývané numulitový eocén. Ekvivalentom hutianskeho súvrstvia sú zakopanské vrstvy a ekvivalentom zubereckého súvrstvia sú chocholovské vrstvy, ktoré definoval Golab v roku 1952.

### Borovské súvrstvie

Borovské súvrstvie reprezentuje bazálne súvrstvie paleogénnych sedimentov podtatranskej skupiny v študovanej oblasti. Do tohto súvrstvia zaraďujeme terestrické a morské sedimenty, diskordantne pokrývajúce staršie, mezozoické sedimenty. Z dokumentácie hydrogeologických vrtov radu RV (Mlynarčík a Petrivaldský, 1990) vyplýva, že súvrstvie je pravdepodobne rozšírené v podloží mladších, paleogénnych sedimentov na území takmer celého regiónu. Vek sedimentov borovského súvrstvia, ktoré vystupujú na povrch v študovanom regióne, bol určený na základe analýzy veľkých foraminifer na vrchnú časť stredného eocénu (vrchný bartón, koniec zóny P14) až spodnú časť vrchného eocénu (spodný priabón, zóna P 15). Sedimenty borovského súvrstvia sme pri mapovaní rozčlenili na tri litologické skupiny.

**Brekcie a zlepenec stredného a vrchného eocénu** vystupujú na povrch v prerušovanom páse v.-z. smeru na severných svahoch Belianskych Tatier. Petrografické zloženie brekcií a zlepenčov je úzko späté s horninami podložia, ktoré predstavovali priamy zdroj pre túto litofáciu. Mení sa od prevahy úlomkov vápencov, slieňovcov, rádioláriových vápencov alebo fleckenmergelov krížňanského príkrovu v oblasti od Tristárskej doliny až po Javorinu po prevahu dolomitov pri obci Ždiar. Opracovanie úlomkov je rôzne, od angulárnych (brekcie) cez subangulárne až po suboválné (zlepenec). Ich veľkosť je veľmi premenlivá. Najčastejšie dosahuje niekoľko cm, nie je však zvláštnosťou prítomnosť bloku podložnej horniny s priemerom niekoľko metrov. Medzernú hmotu zvyčajne tvorí zle triedený vápnitý pieskovec. Vo vyšších častiach brekcií a zlepenčov možno pozorovať prímies drobných (priemer 0,5 – 1 cm), dobre opracovaných (suboválnych a oválnych) obliakov žilného kremeňa a bridlic (pravdepodobne mezozoického veku), ako aj schránky numulitov. Táto prímies nepresahuje 10 %.

Väčšina brekcií a zlepenčov má podpornú štruktúru úlomkov, ktoré sa navzájom dotýkajú, občasne sa však vyskytujú aj zlepenec s podpornou štruktúrou matrixu. Vzhľad brekcií je masívny a len ťažko je možné identifikovať jednotlivé vrstvy. V zlepencoch, ktoré sa zvyčajne nachádzajú v nadloží brekcií, prevládajú masívne zvrstvenia s často amalgamovanými vrstvami. Západne od Tokárne, ale aj západne od hotela Magura v Ždiari, vystupujú zlepenec tvorené subangulárnymi a miestami aj suboválnymi úlomkami tvoriacimi 10 – 30 cm hrubé vrstvy striedajúce sa s 20 – 50 cm hrubými vrstvami stredno- a hrubozrnných pieskovcov. Predpokladáme, že prevažujúcim mechanizmom sedimentácie boli gravitačné zrútenia pravdepodobne v čele zrázov členitého pobrežia s vysokým reliéfom. Zlepenec s lepšou internou organizáciou, ktorých jednotlivé vrstvy sú oddelené polohami pieskovcov s paralelnou a čerinovo-šikmou lamináciou, poukazujú na sedimentáciu trakčnými prúdmi vznikajúcimi zrejme vlnením v oblasti šelfu, kde dochádzalo k prepracovaniu pôvodných sedimentov.

**Numulitové vápence a pieskovce stredného a vrchného eocénu** vystupujú len na jednej lokalite medzi Ždiarom a Podspádmí. Najvyšší podiel v sedimentoch tvoria schránky numulitov, menej časté sú zvyšky rias, lastúrniky a ježovky. Výbrusy vápencov ukazujú, že ide o organodetritické (biomikritické až biospartické) vápence s organickou zložkou zastúpenou koralinými riasami a foraminiferami. Vápnité pieskovce sú klasifikované ako litické arenity. Obsahujú zvyšky fauny a úlomky hornín tvorené dolomitmi, kremeňom a metamorfitymi, ktoré netvoria bezprostredné podložie opisovaných sedimentov. Nálezy veľkých foraminifer poukazujú na ich stratigrafickú príslušnosť k vyššej časti stredného eocénu a k vrchnému eocénu.

**Pieskovce s úlomkami makrofauny** (?tomášovské vrstvy) sa nachádzajú v úzkom pruhu západne od Javoriny na severnom svahu Gombošovho vrchu. Jemno- a strednozrnné vápnité pieskovce sú masívne a majú nepravidelný vrstvovitý rozpad. Charakteristickým znakom je zvýšený podiel uhoľnej sečky až milimetrových lamín uhlia a výskyt úlomkov makrofauny (najmä lastúrnikov). Obsahom ma-



STRATIGRAFIA			V E P O R I K U M	
			KRÍŽŇANSKÝ PRÍKROV	
			RUŽBAŠSKÉ MEZOZOIKUM	VYSOKÉ TATRY
K R I E D A	S P O D N Á	ALB		
		APT	ČIERNE ORGANODETRITICKÉ VÁPENCE 10 m	MURÁNSKE VÁPENCE max. 250 m
		BARÉM	MRÁZNICKÉ SÚVRSTVIE slienité vápence, slieňovce max. 50 m	MRÁZNICKÉ SÚVRSTVIE slienité vápence, slieňovce max. 200 m
		HOTERIV		
		VALANGIN		
		BERIAS	OSNICKÉ SÚVRSTVIE	OSNICKÉ SÚVRSTVIE sivé slienité kalpionelové vápence max. 50 m
		TITÓN	sivé slienité kalpionelové vápence 10 m	
J U R A	M A L M	KIMERIDŽ	JASENINSKÉ SÚVRSTVIE 5 m	
		OXFORD	ŽDIARSKÉ SÚVRSTVIE	ŽDIARSKÉ SÚVRSTVIE sivé zelené rádioláriové vápence, rádiolarity 50 m
		D O G E R	KELOVEJ	
	BAT			
	BAJOK			
	L I A S	ÁLEN		
		TOARK	A L L G Ä U S K É V R S T V Y (FLECKENMERGEL) sivé slienité škvritné vápence, bridlice 80 m	
		DOMÉR		
		KARIX		
		LOTARING		
		SINEMÚR		K O P I E N E C K É S Ú V R S T V I E bridlice, piesčité krinoidové a organodetrinitické vápence 80 m
HETANŽ				
T R I A S	RÉT	F A T R A N S K É S Ú V R S T V I E 50 m		
	NORIK	KARPATSKÝ KEUPER pieskovce, zlepenca, bridlice 80 m	KARPATSKÝ KEUPER pestré bridlice, dolomity 80 m	
	KARN	sivé dolomity s vložkami tmavých bridlíc 80 m		
	LADIN	R A M S A U S K É D O L O M I T Y 100 m		
	ANIS	GUTENSTEINSKÉ VÁPENCE 30 m		
	SKÝT			

krofauny, uhoľnej sečky a habitom pripomínajú tomášovské vrstvy opísané v Hornádskej kotline (Filo a Siráňová, 1996), tvoriace najvyšší člen borovského súvrstvia.

#### Hutianske súvrstvie

Hutianske súvrstvie na študovanom území tvoria štyri litofaciálne jednotky – hrubozrné zlepenca a pieskovce (zlepenca Tokárne), masívne zlepenca, masívne hrubozrn-

né pieskovce a napokon kalovce s nepatrným zastúpením pieskocov a zlepenecov. Maximálna hrúbka súvrstvia, ktorá bola doložená vrtom VR-7 (Mlynarčík a Petriváldský, 1990), je 1 200 m. Podľa seizmického rezu 753/93 hrúbka súvrstvia južne od bradlového pásma je až 1 600 m. Vek sedimentov hutianskeho súvrstvia stanovený na základe nanoplanktónu, malých a veľkých foraminifer má široký diapazón, od najvrchnejšej časti stredného eocénu až po oligocén.

**Zlepence a pieskovce (zlepence Tokárne) vrchného eocénu** sa nachádzajú v oblasti vrchu Tokáreň, ktorý leží južne od obce Ždiar, a v jeho blízkosti. Hlavná masa hrubozrnných zlepencov a pieskovcov dosahujúca hrúbku až 200 m vyplňa kaňon zarezaný v sedimentoch podložného borovského súvrstvia a v podložných horninách mezozoika. Z mapovania vyplýva, že táto litofácia je zarezaná aj v kalovcoch hutianskeho súvrstvia, do ktorých prechádza aj vertikálne smerom nahor. Celkový trend litofácie je zjemňovanie smerom nahor, prejavujúce sa vo zvýšenom zastúpení pieskovcov. Podobne sa mení aj interná organizácia jednotlivých vrstiev, ktorá sa smerom nahor zlepšuje. Petrografické zloženie zlepencov je nestále a nie je zvláštnosťou nájsť vrstvy zlepencov tvorené takmer výlučne úlomkami karbonátov. Veľkosť úlomkov je rôzna, od 1 cm až po 1 m. Vrstvy sú hrubé 30 cm až 2 m, v spodnej časti sú často amalgamované, pričom tvoria niekoľko m hrubé polohy, navzájom oddelené tenkými polohami pieskovcov. Hrúbka a frekvencia vrstiev zlepencov sa znižuje smerom nahor. V spodnej časti sú prevažne masívne, v hornej časti profilu už majú lepšiu internú organizáciu a častá je normálna a inverzná gradácia. Báza vrstiev je ostrá a erózna. Na báze niektorých vrstiev sú vyvinuté prúdové stopy (flute casts) indikujúce paleotransport smerom na východ. Marschalko a Radomski (1970) našli indikátory paleotransportu v spodnej časti tejto litofácie poukazujúce na transport smerom na sever. Vrstvy zlepencov sú oddelené pieskovcami s občasnými väčšími úlomkami hornín (pebbly sandstone) a strednoaž hrubozrnnými pieskovcami. Pieskovce sú paralelne a šikmo laminované, občasne sú aj normálne gradované (fácie F4, 5, 6 v zmysle Muttiho, 1992). Časté sú štruktúry po úniku vody. Väčšie úlomky hornín sú v pieskovci alebo rozptýlené, alebo ležia na báze erózných výmŕľov. Hrúbka vrstiev pieskovcov dosahuje až 80 cm.

Opísované sedimenty sa interpretujú ako výplň podmorského kaňonu. Prevažne masívne zlepence v spodnej časti opisovanej sukcesie sa interpretujú ako sedimenty súdržných úlomkových prúdov (porovnaj Nemeč a Steel, 1984; Mutti, 1992; Nelson a Nilsen, 1997). Častá amalgamácia vrstiev a len občasný výskyt pieskovcových lavíc upozorňujú na veľkú eróznú schopnosť prúdu. Lepšia interná organizácia vrstiev v hornej časti sukcesie indikuje transformáciu úlomkových prúdov na vysoko nasýtené prúdy. Túto interpretáciu podporuje aj častý výskyt štruktúr po úniku vody, ktoré sú typické pre tento typ prúdov. Zlepence Tokárne uložené v kaňone prechádzajú do kalovcov hutianskeho súvrstvia. Celý vývoj tejto litofácie pripomína vývoj pucovských zlepencov na ich stratotypovej lokalite pri obci Pucov na Orave, ktoré opísali Gross et al. (1984, 1993). Pretože však v prípade zlepencov Tokárne nie je jasné, či tvorili bočný vstup do bazénu, alebo tvorili hlavný prívod sedimentov v určitej fáze vývoja centrálnokarpatského paleogénneho bazénu, nedefinujeme ich zatiaľ ako člen pucovské zlepence, ktorý Gross et al. (1984) definovali ako bočný vstup klastík do bazénu.

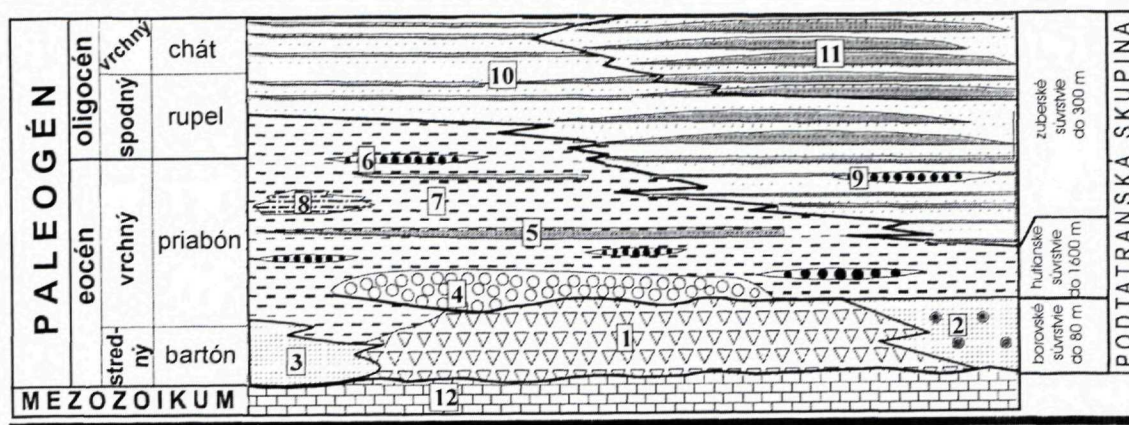
**Zlepence vrchného eocénu** vytvárajú šošovkovité telesá v kalovcoch hutianskeho súvrstvia a pravdepodobne vznikali podmorskými zosuvmi. Hrúbka polôh je niekoľko desiatok cm až 6 m. Maximálna šírka šošoviek sa

nezistila; odhadujeme ju na niekoľko desiatok metrov. Zlepence sú polymiktné, tvorené úlomkami karbonátov, kremeňa, kryštalických a mezozoických bridlic, ako aj materiálom paleogénu – útržkami pieskovcov a kalovcov. Petrografické zloženie a zastúpenie na jednotlivých miestach kolíše. V obci Ždiar, kde vystupuje väčšina týchto zlepencov, možno pozorovať šošovky budované prevažne karbonátovými úlomkami a horninami paleogénu v tesnej blízkosti iných šošoviek budovaných takmer výlučne úlomkami žilného kremeňa.

Zlepence majú ostrú bázu, prevláda podporná štruktúra klastov, ale možno pozorovať aj zlepence s podpornou štruktúrou matrixu. Interná organizácia, ako aj ostrá báza vrstiev zlepencov poukazuje na ich depozíciu súdržnými úlomkovými prúdmi (napr. Hampton, 1975). Občasne normálne gradované sedimenty indikujú riedenie úlomkových prúdov a tvorbu vysoko nasýtených prúdov (napr. Lowe, 1975; Nemeč a Steel, 1984; Mutti, 1992). Zlepence pravdepodobne vznikali svahovými poruchami na vonkajšom okraji šelfu, ktoré boli podmienené poklesom relatívnej hladiny mora. Strednozrnné pieskovce interpretujeme ako sedimenty vysokohustotných turbiditných prúdov. Aj vznik týchto prúdov je zrejme spätý so svahovými poruchami na vonkajšom okraji šelfu. Analýza veľkých foraminifer poukazuje na vrchnoeocénny vek opísovaných sedimentov (P 15).

**Masívne pieskovce vrchného eocénu** sú intraformačne uložené v kalovcoch hutianskeho súvrstvia v obci Ždiar, východne od tejto obce a vidieť ich až pri obci Lendak. Vytvárajú 4 – 6 m hrubú, morfológicky výraznú polohu, ktorú už v roku 1970 opísali Marschalko a Radomski (1970). Ďalší výskyt týchto pieskovcov je v doline potoka Šoltýska severne od obce Veľký Lipník. Pieskovce sú charakterizované ako strednozrnné sublittické arenity, ktoré sú masívne (fácia F5 v zmysle Muttiho, 1992) a v spodných častiach obsahujú kalovcové intraklasty vytrhnuté z podložia (rip-up clasts). Tvoria súbor 30 – 50 cm hrubých amalgamovaných vrstiev. Zriedkavo sú jednotlivé vrstvy oddelené 1 – 5 cm hrubými polohami kalovcov. Báza vrstiev je ostrá alebo s vývojom výmŕľov (scoured base). V rámci opisovanej litofácie sa hrúbka pieskovcových vrstiev smerom nahor znižuje.

**Kalovce s nepatrným zastúpením pieskovcov a zlepencov stredného eocénu a oligocénu** majú na študovanom území široké rozšírenie. Na povrchu prakticky lemujú študovaný región z jeho južnej, východnej a severovýchodnej strany. V úseku od Javoriny po Ždiar sú z juhu obmedzené úzkym pásom borovského súvrstvia. Okrem týchto výskytov táto litofácia vychádza na povrch v okolí Reľova a Spišskej Starej Vsi. Vystupuje buď v priamom nadloží borovského súvrstvia, alebo zriedkavejšie tektonicky priamo nad mezozoickým podloží. Analýza nanoplanktónu a bentických foraminifer indikuje strednoeocénny až vrchnooligocénny vek súvrstvia. Rovnako zastúpená ílová a prachová frakcia opodstatňuje termín „kalovec“, ktorý používame namiesto zaužívaného termínu „ilovec“ pre jemnozrnné sedimenty hutianskeho súvrstvia. Kalovce majú nízky obsah karbonátov, ktorý sa pohybuje okolo 7 %. Napriek ich často čiernej farbe analýza celkového organického uhlíka (TOC) ukazuje jeho



Obr. 2 Litostratigrafická kolónka sedimentov podtatranskej skupiny v regióne Spišskej Magury. 1 – brekcie a zlepenec, 2 – numulitové pieskovce a vápence, 3 – pieskovce s obsahom makrofauny, 4 – zlepenec Tokárne, 5 – masívne pieskovce, 6 – zlepenec, 7 – kalovce, 8 – menilitová fácia, 9 – zlepenec, 10 – striedajúce sa pieskovce a kalovce, 11 – prevaha pieskovcov nad kalovcami (kežmarské vrstvy).

priemerný obsah len okolo 1,1 %. Látkové zloženie organickej hmoty indikuje terestrický typ (III) kerogénu odvodený od vyšších kontinentálnych rastlín.

Kalovce sa striedajú s občasnými vrstvami pieskovcov. Pomer kalovce: pieskovce je premenlivý. Pieskovce sú väčšinou strednozrnné. Vo vyšších častiach litofácie sa už objavujú aj jemnozrnné pieskovce, ktoré sú masívne, paralelne a čerinovo šikmo zvrstvené [Boumave (1962) jednotky  $T_{abcd}$  a  $T_{cd}$ ; fácia F9 v zmysle Muttiho]. Vrstvy majú vždy ostrú bázu a sú hrubé 5 – 30 cm.

Masívne a nezreteľne paralelne laminované kalovce sa pravdepodobne ukládali vypadávaním zo suspenzie alebo zriedených turbiditných prúdov. Pieskovce sa ukládali z nízko hustotných turbiditných prúdov. Občasné polohy zlepencov sa pravdepodobne uložili úlomkovými prúdmi generovanými búrkami na šelfe. Znížená frekvencia vrstiev zlepencov a pieskovcov indikuje znižujúcu sa aktivitu deltových procesov na šelfe spojenú s pravdepodobnou retrogradáciou delt.

### Zuberecké súvrstvie

Zuberecké súvrstvie predstavuje najmladšie súvrstvie paleogénu v regióne Spišskej Magury. Jeho vek na základe výskytu nanoplanktónu a foraminifer, ako aj na základe superpozičných vzťahov určujeme na vrchný eocén až vrchný oligocén. Hranica medzi hutianskym a zubereckým súvrstvom je stanovená konvenčne v mieste, kde sa pomer kalovcových a pieskovcových vrstiev začína vyrovnávať. Odhadovaná dnešná hrúbka súvrstvia v Spišskej Magure je asi 300 m. Zuberecké súvrstvie v študovanom území tvoria tri litofácie:

**Zlepenec vrchného eocénu až vrchného oligocénu** tvoria tenké polohy v „typických“ sedimentoch zubereckého súvrstvia – striedajúcich sa pieskovcov a ílovcov. Veľmi ojedinele možno nájsť aj polohu hrubú do 30 m. Zloženie zlepencov je veľmi variabilné. Často obsahujú kryštalinické horniny, karbonáty, ale aj sedimenty paleogénu – zlepenec, pieskovce a ílovce. Ich chaotická štruktúra poukazuje na ich vznik v podmorských zosuvoch. Klasy

paleogénnych zlepencov niekedy obsahujú veľké numulity, ktoré sú vrchnoeocénneho až oligocénneho veku.

**Striedajúce sa kalovce a pieskovce oligocénu** sú najrozšírenejšia litofácia zubereckého súvrstvia na mapovanom území. Spôsob striedania vrstiev, ich hrúbka a pomer zastúpenia sa v rámci súvrstvia mení tak vo vertikálnom, ako aj v horizontálnom smere. Pomer kalovcov k pieskovcom je 4 : 1 až 1 : 3. Kalovce vytvárajú ostro ohraničené vrstvy hrubé 5 až 40 cm. Sú masívne a paralelne laminované, občasne sú nahradené prachovcami, ktoré sú zvyčajne čerinovo šikmo laminované. Ich paralelná laminácia je často viditeľná len pod mikroskopom. Charakteristika pieskovcov v rámci tejto litofácie sa mení. V oblastiach, kde je pomer kalovcov k pieskovcom väčší, sú pieskovce jemno- a strednozrnné, masívne, paralelne a čerinovo šikmo zvrstvené a zodpovedajú faciám F5 a F8 v zmysle Muttiho (1992). Hrúbka vrstiev, ktoré tvoria, zvyčajne nepresahuje 15 cm. Laterálne sú pomerne stále, vyklňujú sa len veľmi pomaly a môžu prechádzať do sedimentov s vyšším zastúpením pieskovcov v tom istom súvrství alebo do sedimentov hutianskeho súvrstvia. V opisovanej litofácii sú lokálne vyvinuté polohy zlepencov hrubé do 30 cm. Zlepenec sú zvyčajne tvorené karbonátmi, žilným kremeňom a kryštalinickými horninami. Opracovanosť úlomkov je rôzna, od angulárnych (zvyčajne karbonáty) až po oválne (zvyčajne žilný kremeň). Majú masívnu štruktúru, ich báza je stále ostrá.

Kalovcové vrstvy alternujúce s vrstvami pieskovcov sa interpretujú ako medzikanálové sedimenty vyvinuté v prostredí podmorského turbiditného depozičného systému. Smery paleotransportu smerom na juhovýchod a východ naznačujú axiálnu pozíciu tohto systému v rámci bazénu. Sedimenty s pomerom kalovcov k pieskovcom 4 : 1 a 3 : 1 a tenkými vrstvami pieskovcov pravdepodobne reprezentujú distálne medzikanálové sedimenty usadené turbiditnými prúdmi preliatými cez agradačné valy kanálov (porovnaj Imperato a Nilsen, 1990; Janočko et al., 1998; Janočko a Jacko, 1999). Sedimenty s viac-menej rovnakým pomerom kalovcových a pieskovcových vrstiev, ako aj s hrubšími pieskovcovými lavicami, syndimentárnymi vrásami

a „hladujúcimi“ čerinami indikujú sedimentáciu na svahu agradačného valu nachádzajúceho sa bližšie k distribučnému kanálu turbiditného systému.

Masívne zlepenca s ostrou bázou sa interpretujú ako sedimenty podmorských zosuvov alebo úlomkových prúdov vznikajúcich svahovými poruchami na šelfe. Prítomnosť extrabázového materiálu v zlepencoch (úlomky kryštalínika) naznačuje progradáciu delt, pravdepodobne spojenú s poklesom relatívnej výšky morskej hladiny.

**Kežmarské vrstvy** tvorené litofáciou striedajúcich sa hrubších vrstiev pieskovcov a kalovcov, ktoré sa zaraďujú do oligocénu, sa nachádzajú severne od obce Veľký Lipník a v oblasti Vojníanskej hory. Pieskovec je stredno- až hrubozrnný, masívny, niekedy normálne gradovaný, prechádzajúci z hrubozrnného do strednozrnného pieskovca. Sedimenty kežmarských vrstiev pravdepodobne vznikali v prostredí kanálov a agradačných valov turbiditných systémov (Janočko et al., l. c.). Napriek tomu, že sedimenty kežmarských vrstiev zvyčajne indikujú skončenie sedimentácie zubereckého súvrstvia a nástup sedimentov bielopotockého súvrstvia (Gross, 1998), zmapovaná pozícia kežmarských vrstiev poukazuje na pokračujúci vývoj zubereckého súvrstvia nad nimi.

#### Kvartérne sedimenty

**Kvartérne, predovšetkým glaciáluviálne a fluviálne sedimenty** sa nachádzajú v predpolí Belianskych Tatier a v dolinách väčších riek a potokov regiónu Spišskej Magury. Pred uložením kvartérnych sedimentov územie Spišskej Magury podľahlo značnej erózii súvisiacej s jeho výzdvihom. Podľa niektorých údajov bolo územie vyzdvižené o 2 – 7 km (Kotulová et al., 1998; Hurai, osobná komun., 1999; Biroň, osobná komun.). Sedimentácia počas kvartéru mala špecifický charakter daný prítomnosťou horského zaľadenia v Tatrách, podmieňujúceho okrem významných fluviálnych sedimentov aj vývoj glaciáluviálnych sedimentov. Postupné vrezávanie riek spôsobené zdvihom územia podmienilo vznik terasových stupňov. Zvláštnosťou územia je bohatý výskyt travertínov a penovcov, súvisiacich s tektonickou aktivitou územia aj počas kvartéru. Analýza kvartérnych sedimentov na študovanom území ukazuje na prerušovanú akumuláciu sedimentov už od obdobia starého pleistocénu.

#### Tektonické pomery v oblasti regiónu Spišskej Magury

Tektonickú stavbu územia do značnej miery ovplyvňuje prítomnosť viacerých jednotiek Západných Karpát. Centrálnu časť vnútrokarpatského paleogénneho bazénu tvoria sedimenty s generálnym miernym monoklinálnym úklonom vrstiev na SSV. Tie sú segmentované zlomovými štruktúrami prevažne sv.-jz. a sz.-jv. smeru. Na okraji bazénu vystupujú predterciérne jednotky, ktoré deformovali paleogénne sedimenty často do izoklinálnych vrás so strmým úklonom vrstiev. Tieto deformácie zväčša odrážajú individuálny tektonický vývoj na styku predterciérnych jednotiek a paleogénnych sedimentov.

Za azda najvýraznejšiu tektonickú štruktúru, ktorá najviac ovplyvnila stavbu študovaného územia, môžeme pokladať sv.-jz. podtatransko-ružbašský zlomový systém.

Tento zlomový systém prešiel viacetapovým vývojom. Na študovanom území má charakter normálneho zlomu so strmým úklonom na juh.

#### Literatúra

- Bouma, A. H., 1962: Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation. Amsterdam, Elsevier sci. publ. Company, 168 s.
- Filo, I. a Siráňová, Z., 1996: Tomášovské vrstvy – nová litostratigrafická jednotka podtatranskej skupiny. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 102, 41 – 50.
- Golab, J., 1952: Tektonika Podhala. Geol. Biul. Inf. Pánst. geol. (Warszawa), 1.
- Gross, P., 1998: Kežmarské vrstvy – nový člen paleogénu podtatranskej skupiny. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 103, 27 – 33.
- Gross, P., Köhler, E. a Samuel, O., 1984: Nové litostratigrafické členenie vnútrokarpatského paleogénu. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 81, 103 – 117.
- Gross, P., Köhler, E., Haško, J., Halouzka, R., Mello, J., Nagy, A. et al., 1993: Geológia južnej a východnej Oravy. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 319 s.
- Hampton, M. A., 1975: Competence of fine-grained debris flows. J. sed. Petrology (Tulsa), 45, 834 – 844.
- Imperato, D. P. a Nilsen, T. H., 1990: Deep-Sea-Fan Channel-Levee Complexes, Arbuckle Field, Sacramento Basin, California. In: Barwis, McPherson a Studlick (Eds.): Sandstone Petroleum Reservoirs. Casebooks in Earth Science, New York, Springer-Verlag, 535 – 555.
- Jacko, S. a Janočko, J., 2001: Kinematic evolution of the Spišská Magura Region. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), v tlači.
- Janočko, J., 2000: Canyon, slope and slope fan deposits; example from the Central-Carpathian Paleogene Basin, Slovakia. Abstracts. IAS Conference, Dublin, Ireland.
- Janočko, J., Hamršíd, B., Jacko, S. ml. a Siráňová, Z., 1998: Suprafan and channel-and-levee deposits at Tichý Potok section, Levoča Mts.: Central-Carpathian Paleogene Basin, Slovakia. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 4, 1, 3 – 15.
- Janočko, J. a Jacko, S., 1999: Marginal and deep sea deposits of Central Carpathian Paleogene Basin, Spišská Magura Region, Slovakia: Implication for basin history. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 4, 281 – 292.
- Janočko, J. a Karoli, S., 2000: Tertiary development of the Eastern Slovakia. Miner. slov. (Bratislava), v tlači.
- Janočko, J., Gross, P., Polák, M., Potfaj, M., Jacko, S., Rakús, M., Buček, S., Jetel, J., Köhler, E., Kubeš, P., Petro, L., Halasová, E., Hamršíd, B., Siráňová, Z., Zlinská, A., Karoli, S., Žec, B., Fejdiová, O., Boorová, D. a Žecová, K., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Spišskej Magury 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 174 s.
- Kotulová, J., Biroň, A. a Soták, J., 1998: Organic and illite-smectite diagenesis of the Central Carpathian Paleogene Basin: implications for thermal history. XVI<sup>th</sup> Congress of Carp.-Balcan Geological Association, Abstracts, 293 s.
- Lowe, D. R., 1975: Subaqueous liquefied and fluidized sediment flows and their deposits. Sedimentology (Amsterdam), 23, 285 – 308.
- Marschalko, E. a Radomski, A., 1970: Preliminary results of investigations of current directions in the flysch sbasin of the Central Carpathians. Ann. Soc. geol. Pol. (Krakow), XXX, 3, 259 – 272.
- Mlynarčík, M. a Petrivaldský, P., 1990: Vyšné Ružbachy – ochranné pásma. Záverečná správa z II. podetapy hydrogeologického prieskumu. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Mutti, E., 1992: Turbidite Sandstones. Spec. Publ. Agip (Milan), 275 s.
- Nelson, C. H. a Nilsen, T. H., 1997: Modern and ancient deep-sea fan sedimentation. Lecture Notes for SEPM Short Course No. 14. SEPM, Tulsa, Oklahoma.
- Nemec, W. a Steel, R. J., 1984: Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In: Koster, E. H. a Steel, R. J. (Eds.): Sedimentology of gravels and conglomerates. Canad. Soc. Petrol. Geol., Memoir 10, 1 – 31.
- Soták, J., Bebej, J. a Biroň, A., 1996: Detrital Analysis of the Paleogene flysch deposits of the Levoča Mts.: evidence for sources and paleogeography. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 3 – 4, 345 – 349.

## Tektonika a petrografia čiernobalockého komplexu kryštalinika veporika

JÁN MADARÁS<sup>1</sup> a MARIÁN PUTIŠ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava (e-mail: madaras@gssr.sk)

<sup>2</sup>Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava (e-mail: putis@fns.uniba.sk)

**Abstract.** The study of the Veporic Čierny Balog crystalline complex was aimed to renovation and completion of regional-geological maps from the northwestern part of Veporicum. Petrographical-microstructural investigation revealed new orthogneiss bodies of granitic to tonalitic composition concordantly placed in Grt-(Ky/Sil) gneisses and migmatites. Some amphibolites display layered structures (like in the Veľký Zelený potok area to NE) and macroscopically visible pale (Pl<sub>2</sub>) reaction rims around Grt porphyroblasts. Part of massive bodies with higher amount of Zo/Czo and Pl appear to be metagabbros. Northern margin of Vepor granitoid pluton shows steeply dipping, about 70°, magmatic foliations indicating transtensional environment during late-Variscan magmatic emplacement.

Most Variscan mesostructures are dipping to N-NW, while the Alpine planar fabrics are SE-dipping and NE-SW trending. Alpine recrystallization mineral assemblages comprise Ms/Phe, greenish Bt<sub>2</sub>, Kfs<sub>2</sub>, Ab, Chl, Ep-Czo, Act, Ttn<sub>2</sub>, Rt-Sag, Grs-Grt, ±Cal, Tur, indicating NE-SW trending lineations. Steeply dipping and in places fan-like mylonitic foliations reflect Cretaceous sinistral-transpression movements along Pohorelá thrust-fault dividing the granitoid and metamorphic complexes.

**Kľúčové slová:** Západné Karpaty, veporikum, kryštalinikum, tektonika, hercýnsky vývoj, alpínsky vývoj

### Úvod

Príspevok sumarizuje a interpretuje štruktúrno-tektonické údaje, ktoré sa získali terénnym geologickým výskumom a reambulacným geologickým mapovaním okolia obce Čierny Balog v rámci projektu regionálneho geologického výskumu Slovenska – V. etapy – v rokoch 1994 – 1998 a prípravy vydania vysvetliviek a geologickej mapy v mierke 1 : 50 000 regiónu Slovenské rudohorie – západná časť (Bezák et al., 1999a, b). Pri výskume sa použili aj originálne údaje z geologických máp v mierke 1 : 10 000 (Repčok, 1962), 1 : 25 000 (Hraško et al., 1987) – list 36-234 (Brezno-4), Klinec et al. (1987) – list 36-232 (Brezno-2), Klinec et al. (1989) – list Pohronská Polhora – a nepublikované rukopisné geologické mapy 1 : 25 000 E. Krista, M. Krivého, K. Siegla a M. Šimovej z roku 1966 z archívu Katedry mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty UK. Geologická mapa v niektorých bodoch vychádzala aj z publikovanej regionálnej geologickej mapy 1 : 50 000 Slovenské rudohorie-stred, Nízke Tatry-východ (Klinec, 1976) a schematickej geolo-

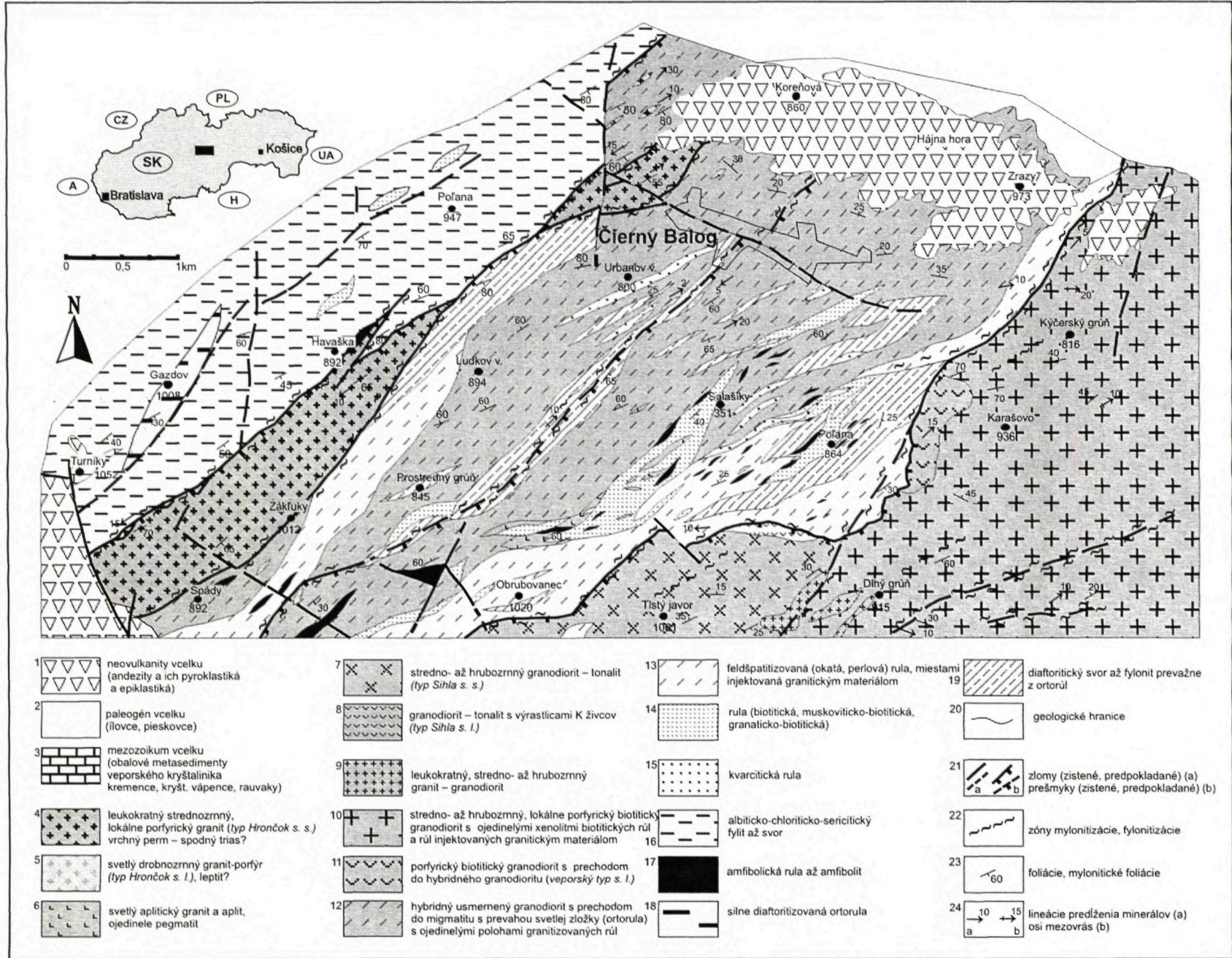
gickej mapy veporidného kryštalinika na liste Brezno (Krist a Siegl, 1971).

Ťažiskom predchádzajúcej aktivity v tomto regióne (Putiš, 1994a, b; Putiš a Madarás, 1995) súvisiacej s uvedeným projektom bola petrografická a štruktúrna charakteristika prevažne metamorfovaných hornín hronskeho a kráľovoohoľského komplexu (sensu Klinec, 1966, 1976), resp. čiernobalockého komplexu (čiernobalocká séria sensu Krist, 1976, 1977 a Krist et al., 1992) pozdĺž vybraných profilov.

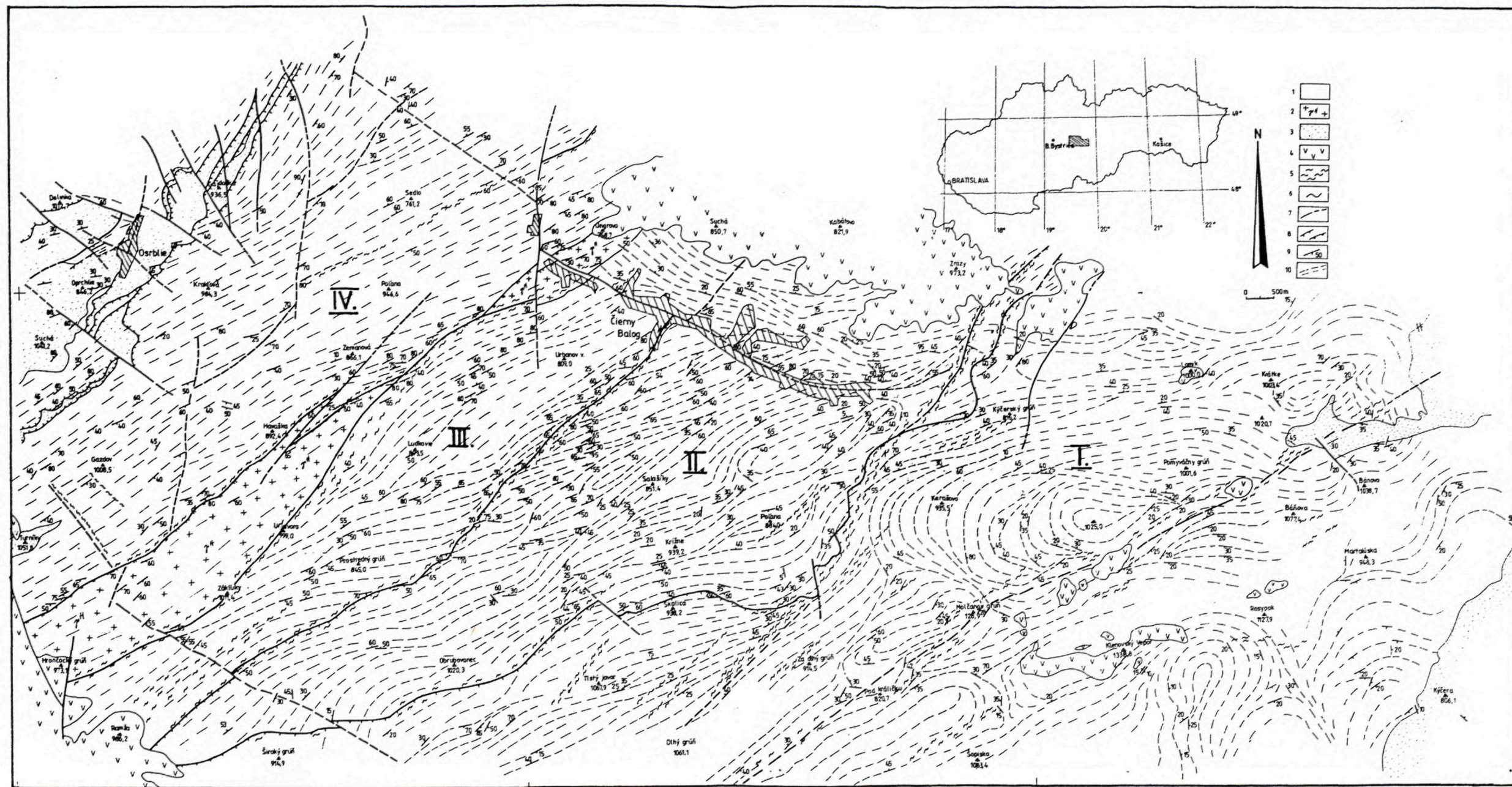
Cieľom terénneho štúdia v predchádzajúcich rokoch bolo skompletizovať a reambulovať terénne mapové podklady z oblasti čiernobalockého kryštalinika, zostaviť komplexné litologické profily naprieč hlavným pruhom hornín čiernobalockej série v širšej oblasti Čierneho Balogu a podať petrografickú a štruktúrnu charakteristiku najmä granitoidných hornín sz. okraja veporského plutónu pozdĺž kontaktu s čiernobalockým kryštalinikom. Petrografické štúdium bežných aj orientovaných výbrusov sa zameralo na definovanie mikrostavieb hlavných horninových typov a ich deformačno-rekryštalizačných štádií (DR). Získané údaje sa použili pri zostavovaní rukopisnej geologickej mapy študovanej oblasti v mierke 1 : 50 000 (Madarás, 1998).

### Petrografická a mezoštruktúrna charakteristika metamorfovaných hornín a granitoidov

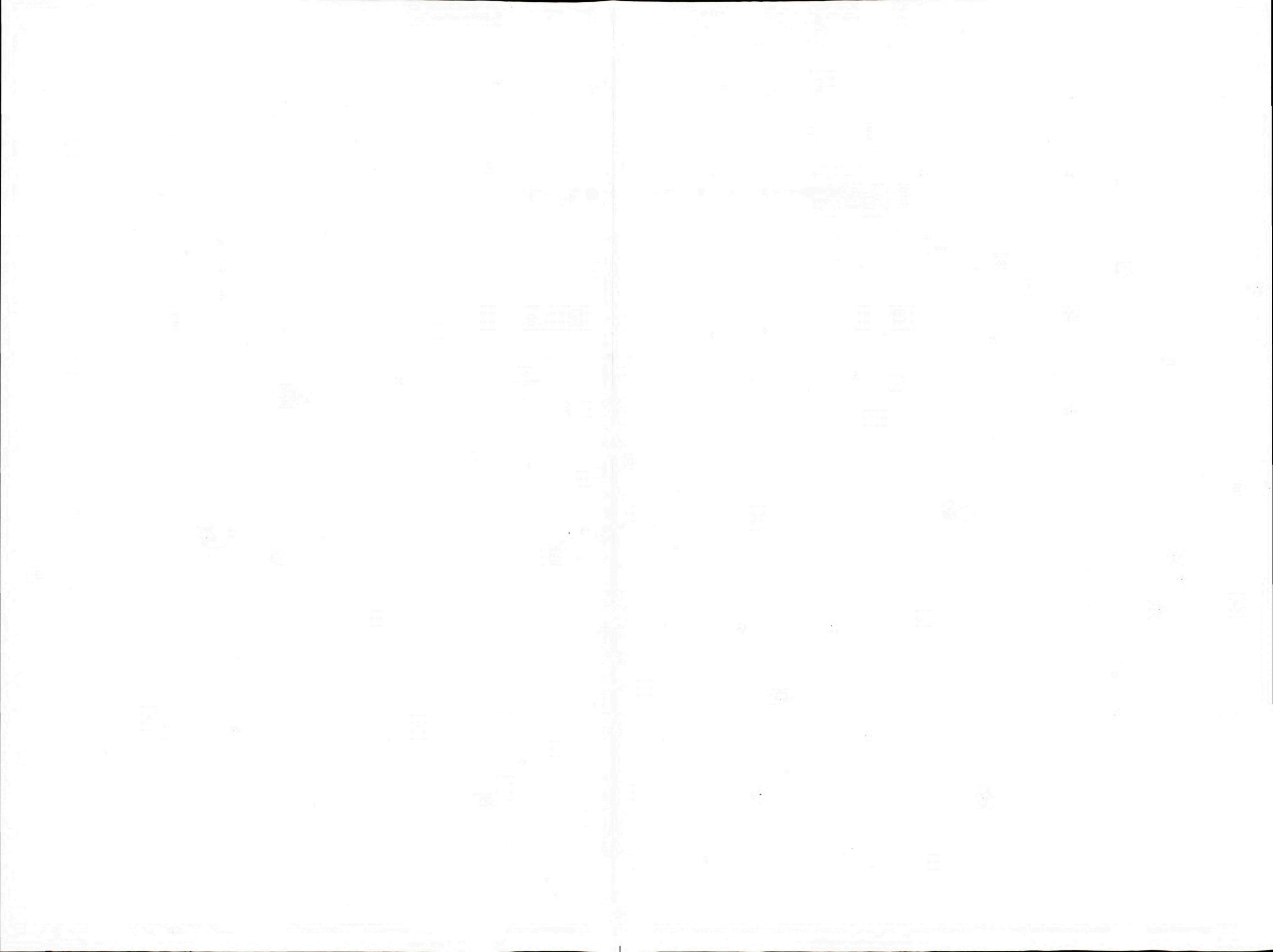
Oblasť medzi severozápadným úsekom pohorelskej línie a granitoidným veporským masívom v okolí Čierneho Balogu buduje horninovo pestrý čiernobalocký komplex (CBK) (obr. 1). Charakteristickými členmi sú ortobridlice – granitické (ojedinele leukotonalitické) ortoruly (Ms/Phe-Bt-Pl-Kfs, pásikavé, hrubozrnné, prípadne bridličnaté ortoruly a ich protomylonity a mylonity), ortobridlice – leptity (svetlé metaryolitové ortobridlice, metamorfované granitové porfýry, porfýroidy) a parabridlice (Ms-Bt-Gr pararuly, svorové ruly, perlové, resp. okaté ruly/migmatity, svorové diafortity). Typickým členom sukcesie CBK sú Grt amfibolity, často s páskovanou textúrou a svetlou reakčnou korónou Pl<sub>2</sub> okolo Grt. Hrubozrnné amfibolity masívnych stavieb s vyšším podielom prográdno-metamorfného Zo a Pl<sub>1</sub> predstavujú metagabrá (Putiš, 1994a, b; Putiš a Madarás, 1995). Osobitnú



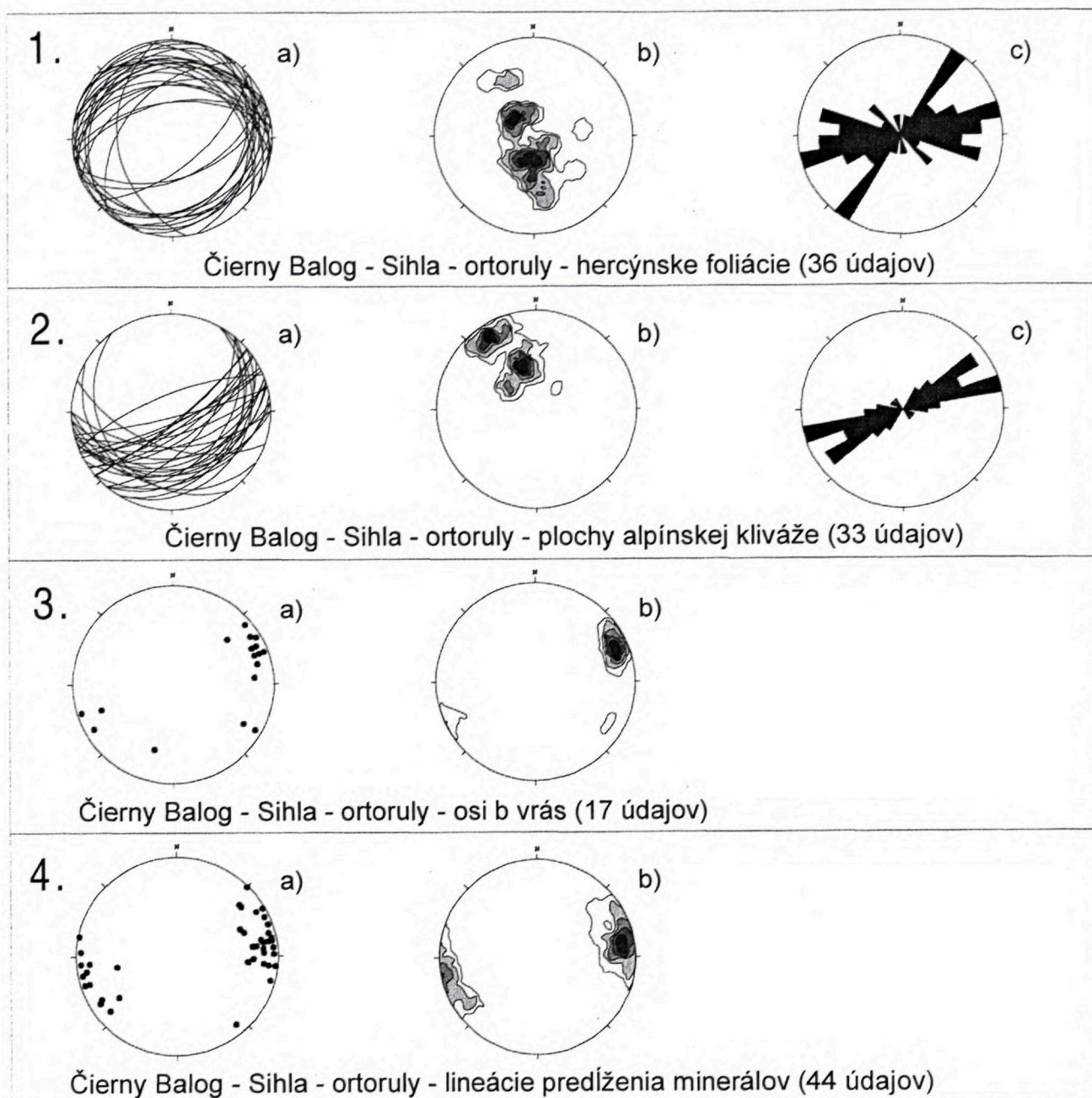
Obr. 1 Schematická geologická mapa okolia obce Čierny Balog (Veporské vrchy). Zostavil J. Madarás na základe vlastných mapových podkladov (Madarás, 1998) a regionálnej geologickej mapy Slovenského rudohoria – západná časť (Bezák et al., 1999).



Obr. 2 Štruktúrno-tektonická schéma severnej časti Veporských vrchov s vyznačením priebehu metamorfnej bridličnatosti. Zostavil: J. Madarás (1998). Číslice I – IV označujú bloky kryštalinika opísané v texte. Legenda: 1 – kryštalinikum vcelku (st. až ml. paleozoikum), 2 – granit hrončockého typu (ml. paleozoikum), 3 – sedimentárny obal veporika a vyššie príkrovy (ml. paleozoikum, mezozoikum), 4 – neovulkanity (neogén – báden, sarmat), 5 – zóny intenzívnej mylonitizácie, 6 – geologické hranice, 7 – zlomy – zistené, predpokladané, 8 – prešmyky, násuny, 9 – metamorfna foliácia (smer sklonu v stupňoch v mieste zámeru), 10 – trajektórie priebehu metamorfnej bridličnatosti.







Obr. 3.1 Tektonogramy štruktúrnych meraní oblasti Čierny Balog – Sihla: a) diagram veľkých oblúkov (lineácie – bodový diagram), b) kontúrové diagramy pólů plôch (lineácie – kontúrový diagram), c) ružicové diagramy.

skupinu hornín tvoria metagranitoidy veporského a hrončockého telesa. Mylonitizované metagranitoidy zahŕňajú nehomogénne granity až granodiority s enklávami rulovo-migmatitického plášťa, najrozšírenejší je rovnomerne zrnitý granodiorit, porfyrický biotitický granodiorit až granit (veporský typ s. s.). Hrončocký granit, ktorý je súčasťou CBK, tvorí malé šošovkovité telesá aj mimo hlavného výskytu, najmä v oblasti Krámu a Medveďova. V prostredí ortobridlíc spolu s leptitmi vystupujú aj mikroaplity, aplity až pegmatity. Vzťah hlavných telies granitoidov k CBK je po alpínskej orogenéze tektonický.

Mezoštruktúrne štúdium kryštalinika a obalových mezozoických sekvencií v širšej oblasti Čierneho Balogu

potvrdilo prítomnosť hercýnskeho, a najmä alpínskeho deformačného štádia. Skúmané územie (obr. 2) je možné rozdeliť na štyri bloky, ktoré oddeľujú tektonické línie smeru SV – JZ.

Prvý blok (východná časť študovaného územia) zahŕňa takmer výlučne granitoidy veporského plutónu. Reliktne zachovaná hercýnska magmatická foliácia (obr. 3.3 – 1) s prítomnosťou progresívne metamorfnej minerálnej asociácie má v okrajovej (severnej) časti veporského tonalito-granodioritovo-granitového telesa smer SV – JZ až VSV – ZJZ a strmý až stredný sklon na SZ až ZSZ. Je to charakteristický znak okraja granitoidného telesa aj ďalej na SV až po Heľpu (cf. Putiš, 1991a, b, 1994a, b; Madarás

et al., 1994a). Ďalej od okraja granitoidného telesa a jeho tektonického kontaktu s metamorfiami čiernobalockého kryštalinika majú foliačné plochy v granitoidoch menej strmý sklon a odrážajú zachovanie predalpínskych štruktúr. Subhorizontálne foliácie v granitoidoch (obr. 2) sú evidentné najmä v okolí kót Kerašovo (935,5 m) a Pomývačný grúň (1 001,6 m), kde zároveň v dolinách vystupujú najspodnejšie odkryté časti granitoidného telesa reprezentované hybridnými granitoidmi s polohami a xenolitmi migmatizovaných rúl. Subhorizontálny priebeh alpínskych mylonitických foliácií (obr. 3.3 – 2) južne od Klenovského Vepra (1 338,0 m) odráža plochú tektonickú pozíciu porfyrických granitov až granodioritov veporského typu. Zostrnenie foliácií a ich priebeh v smere SV – JZ je opäť evidentný v tektonickej zóne v oblasti kót Pod Králičku (820,7 m), Molčanov grúň (928,9 m) a v južnejšie situovanej tektonickej zóne paralelného smeru v oblasti Klenovského Vepra (1 338 m) a Rozsypku (1 128 m). Priebeh tektonických zón smeru SV – JZ je zvýraznený zachovaním subvulkanických telies a žíl miocénnych andezitov a obalového mezozoika na sv. okraji študovaného územia. Samotný násunový (resp. prešmykový) kontakt granitoidného masívu s vyššiestupňovými metamorfiami CBK je v dnešnom tektonickom obraze kombináciou niekoľkých tektonických rozhraní smeru SV – JZ, modifikovaných priečnymi mladšími zlomami smeru SZ – JV až S – J. Severovýchodno-juhozápadné rozhrania je možné zaradiť do systému rovnako orientovanej transpresno-transtenznej (Hók a Hraško, 1990; Madarás et al., 1994a) alpínskej pohorelskej zóny, ktorá prebieha v sz. časti územia.

Vo vertikálnom profile sa javí (vzhľadom na ich subhorizontálne uloženie) nasledujúca pozícia granitoidných hornín:

- najspodnejšie časti granitoidného telesa buduje hybridný nehomogénny granodiorit, stredno- až hrubozrnný, so zachovanými reliktnými magmatickými foliácií, xenolitmi a polohami granitizovaných rúl. Vystupuje najmä v spodných častiach dolín Šaling, Pomývač (medzi k. Kýčerský grúň a Lomík), ako aj v hornej časti Čiernej doliny (j. od k. Kerašovo – 935,5 m).

- hybridný granitoid pozvoľna prechádza do najrozšírenejšieho, rovnomerne zrnitého, neporfyrického, prípadne lokálne porfyrického granodioritu až granitu s charakteristickými bielymi K živcami, blízkeho typu Fabova hoľa (Dubík a Putiš in Dubík, 1991; Madarás et al., 1994a).

- spolu s granodioritom vystupuje v okolí obce Sihla a najvrchnejšej časti Kamenistej doliny granodiorit – tonalit typu Sihla. Aj v oblasti Sihly sa potvrdil tektonický kontakt tonalitu sihlanskeho typu s granodioritmi a vystupovanie tonalitov v podobe stredne až strmo zaklinenej(?) tektonickej dosky, známe ďalej na V (c. f. Putiš, 1989; Dubík, 1991; Madarás et al., 1994a), blízko severného okraja veporského plutónu. Túto možnosť podporuje skutočnosť, že na rozdiel od centrálnych častí granitoidného plutónu, kde sú evidentné prstovité a žilné prieniky sihlínskych tonalitov do granodioritov až granitov, v tejto oblasti je spomínaný kontakt ostrý a zvýraznený mylonitovými zónami. V nich sú pôvodne celistvé tonality s neusmernenou hrubozrnnou magmatickou stavbou zmenené na výrazne

bridličnaté jemnozrnné mylonity ortorulového až blastomyloniticko-svorového vzhľadu. Tieto zvyšky telesa tonalitov môžu predstavovať korene tonalitového príkrovu v oblasti Horehronského podolia a vo východnej časti Nízkych Tatier, spočívajúceho na metamorfitech hrónského komplexu a obalových metasedimentoch mladšieho paleozoika a mezozoika federatskej jednotky a jednotky Veľkého boku (Putiš, 1989 a uved. cit.).

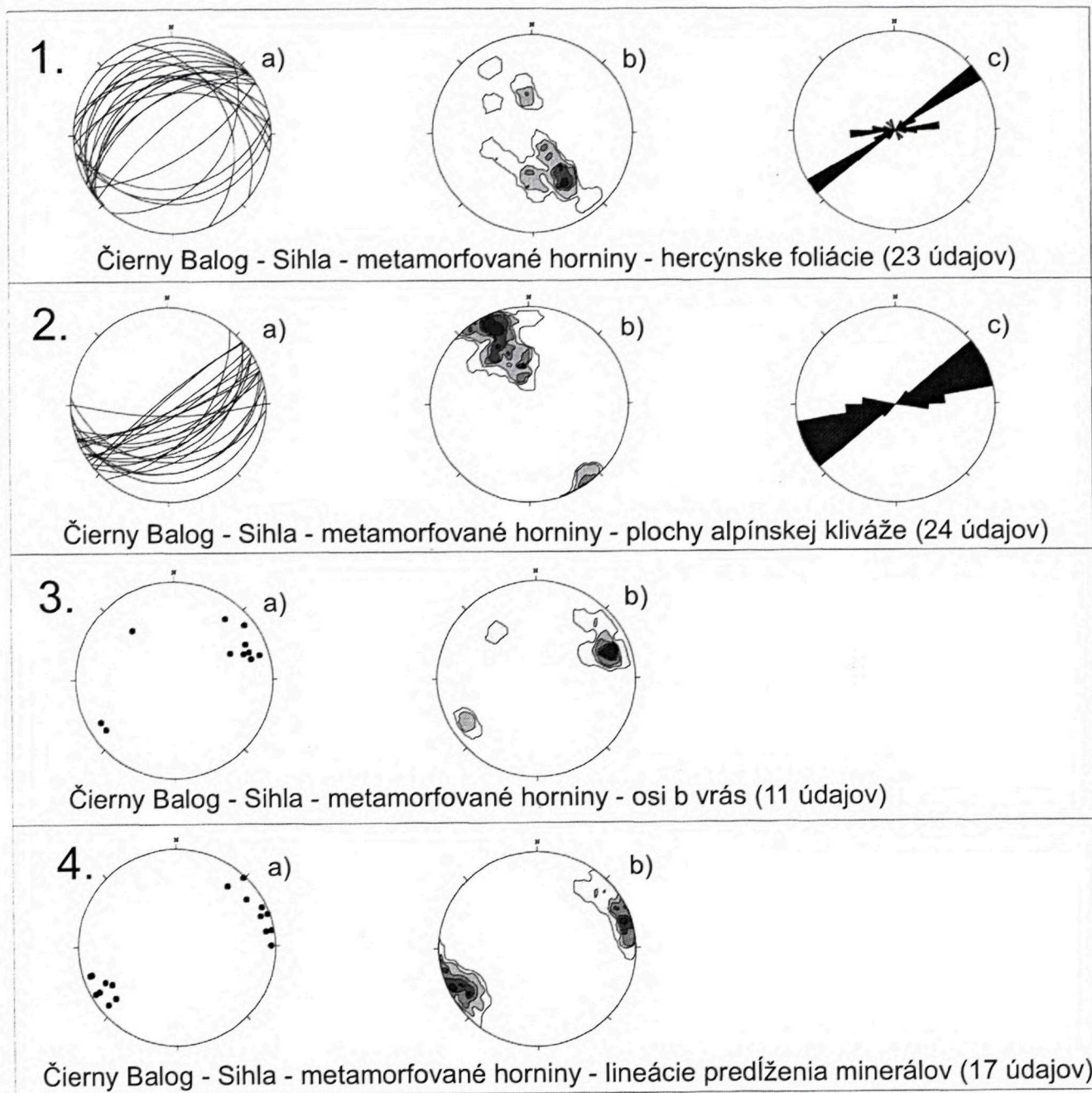
Napríklad teleso tonalitov v oblasti kóty Tlstý javor (1 067,9 m) s dĺžkou cca 10 km a maximálnou šírkou cca 2 km (obr. 1) nesie znaky intenzívnej mylonitizácie až fylonitizácie (blastomylonitizácie), čo je charakteristické pre zóny tektonického „odlepenia“ alebo „koreňové“ zóny príkrovov.

- v najvrchnejšej stavbe nachádzame hruboporfyrický veporský typ granodioritu. Lokálne telesá hruboporfyrických granitoidov vystupujú aj v spodnejšej stavbe v strednozrnnom granodiorite, s ktorým javia pozvoľné prechody, prípadne prenikali pozdĺž strmej metamorfnej foliácie, ako je to známe z okolia Klenovca – Čerešňový potok (Lexa, 1995; Lexa a Bezák, 1996). Hlavné teleso hruboporfyrických granitoidov však tvorí rozsiahle, plocho uložené „plató“ najmä v okolí Klenovského Vepra (1 338 m) a Veporskej doliny južne od neho. Tektonický vzťah k spodnejším granitoidným členom nie je úplne jasný, ale nemožno ho vylúčiť.

- zaujímavým fenoménom je vystupovanie telesa hrónčockého granitu na styku medzi metamorfovanými komplexmi – čiernobalockým a kraklovským, resp. kráľovohol'skou a kraklovskou zónou (Zoubek, 1957). Jeho ohraničenie alpínskymi tektonickými líniami, pretiahnutý tvar v smere SV – JZ, ako aj ďalšie výskyty v okolí Čierneho Balogu – Krámu – evokujú jeho umiestnenie v strižnej zóne horizontálneho posunu (c. f. Petřík et al., 1995). Uvedení autori umiestňujú granit v rámci neskorohercýnskej strižnej zóny obnovenej pri alpínskom horizontálnom posune v systéme pohorelského zlomového pásma. Synkinematická duktilná penetratívna deformácia granitu až silná blastomylonitizácia vznikla najmä počas alpínskej tektogenézy, lebo hrónčocký granit bol datovaný U/Pb metódou na zirkóne na  $238,6 \pm 1,4$  Ma (Putiš et al., 2000). Umístnenie a deformácia hrónčockého granitu v strižnej zóne smeru SV – JZ naznačuje aj možnosť uplatnenia ranoalpínskych (permsko-triasových) extenzných deformačných procesov v kryštaliniku veporika a alpínska tektonika využila staršie diskontinuity, pozdĺž ktorých sa rejuvenizovali aj tektonické línie smeru SV – JZ.

Nevyklúčujeme ani uplatnenie retrográdnej metamorfózy v extenzných podmienkach, na ktoré sa viaže vznik niektorých pegmatitových, a najmä aplitových žíl, ako naznačuje datovanie plagiogranitovej žily U-Pb metódou na zirkóne na  $233 \pm 4$  Ma v oblasti doliny Veľkého Zeleného potoka pri Beňuši (Putiš et al., 2001).

Druhou oblasťou vykazujúcou zachovanie predalpínskych štruktúrnych prvkov je časť CBK budovaná prevažne pararulami a amfibolitmi medzi vydrovskou líniou v doline Vydrovo a líniou násunu granitoidného telesa na kryštallické bridlice (južne od kóty Obrubovanec, Salašíky, Krížne, Poľana). Metamorfna foliácia sa smerom

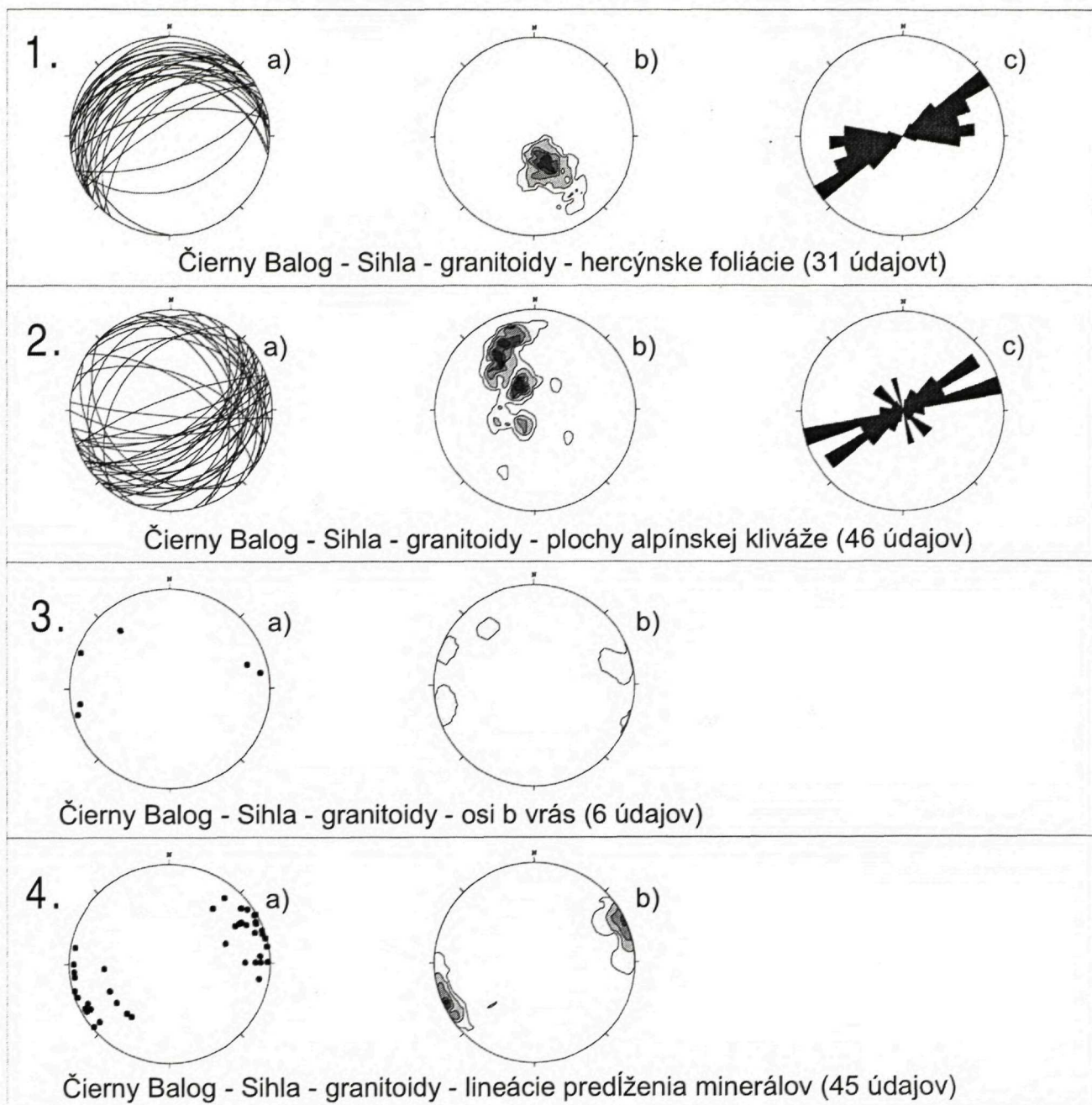


Obr. 3.2 Tektonogramy štruktúrnych meraní oblastí Čierny Balog – Sihla: a) diagram veľkých oblúkov (lineácie – bodový diagram), b) kontúrové diagramy pólů plôch (lineácie – kontúrový diagram), c) ružicové diagramy.

k násunovej línii granitoidov na metamorfity a k vydrovskej línii prispôsobuje prevládajúcemu trendu v smere SV – JZ (obr. 3.1 – 1, 2; obr. 3.2 – 1, 2). Blok severne od zlomu smeru SZ – JV v údolí Čierneho Hrona (obec Čierny Balog; obr. 2) má prevládajúce foliácie v smere ZSZ – VJV až V – Z s úklonom na S, resp. SV. Jedine v blízkosti tektonického rozhrania metamorfítov s granitoidmi sa foliácie stáčajú do smeru SV – JZ. Spomínaný blok, prekrytý zo severu miocénnymi andezitmi Hájnej hory (938 m n. m.), si zachováva hercýnske smery planárných prvkov. V susedstve blokov s prevládajúcim trendom foliácií v smere SV – JZ pôsobí tektonicky dost' cudzorodo a mohol by byť neoalpínsky rotovaný.

Tretí blok kryštalinika j. od Čierneho Balogu je z jv. strany ohraničený vydrovskou líniiou, zo sz. strany hrončockým granitom. Budujú ho ortoruly (deformované granitoidy) v prevahe nad pararulami a amfibolitmi. Trend metamorfných foliácií je ovplyvnený blízkosťou výrazných tektonických línii – vydrovskej a pohorelskej, medzi ktorými blok leží. Iné smery foliácií ako SV – JZ (obr. 3.1 – 1, 2) prakticky nie sú zachované.

Hlavné teleso hrončockého granitu, ako aj nové výskytý v časti Čierny Balog – Krám sú deformované v súlade s prevládajúcim trendom foliácií v blízkosti pohorelskej línii. Duktilne deformované (usmernené) porfyroblasty živcov indikujú sinistrálnu kinematiku, zhodnú s kinemati-



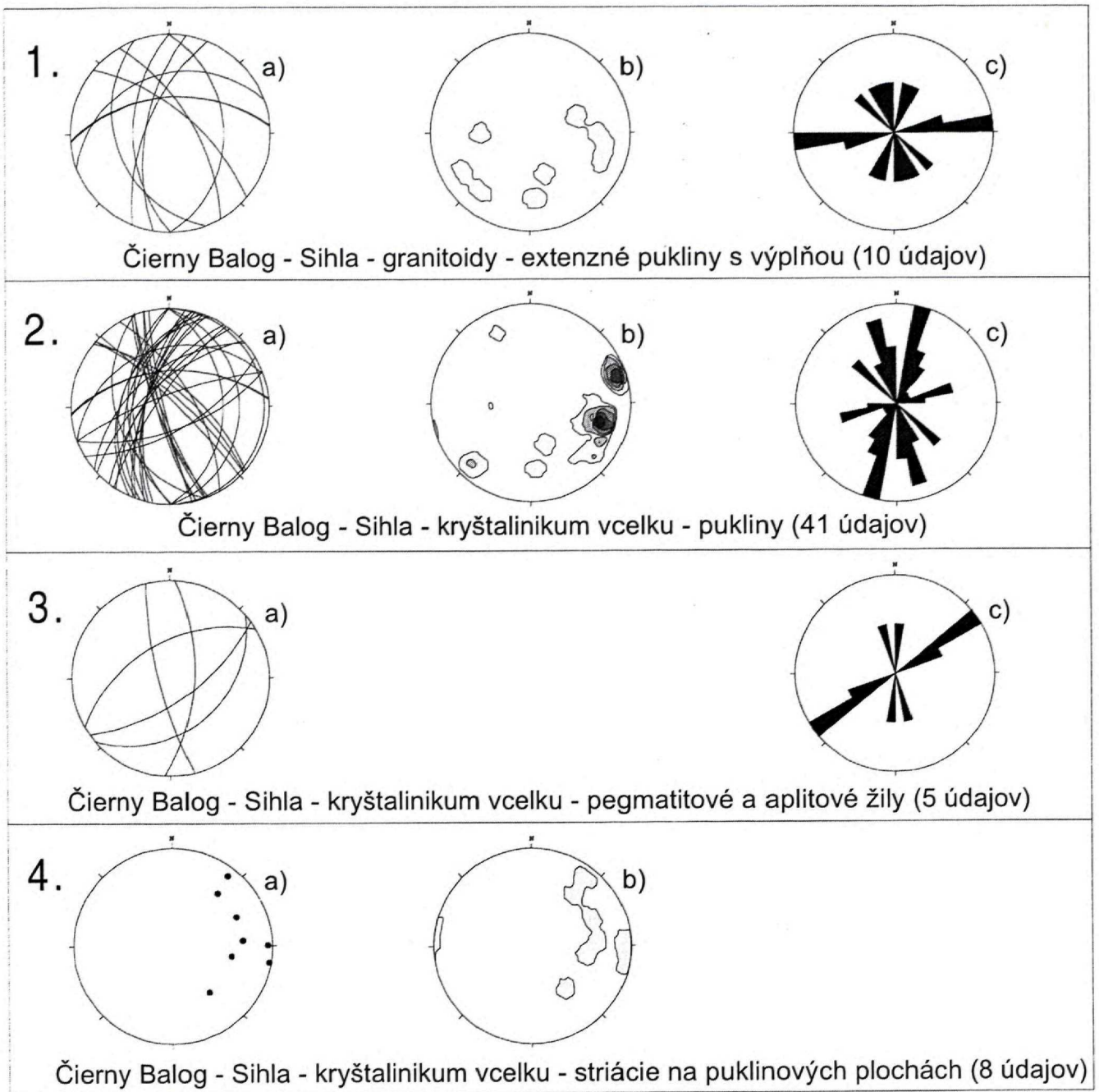
Obr. 3.3 Tektonogramy štruktúrnych meraní oblasti Čierny Balog – Sihla: a) diagram veľkých oblúkov (lineácie – bodový diagram), b) kontúrové diagramy pólů plôch (lineácie – kontúrový diagram), c) ružicové diagramy.

kou pohybov zistených na pohorelskej línii (Hók a Hraško, 1990; Madarás et al., 1994a).

Vo štvrtom bloku vystupujú metamorfity (fylity, svory) hronského komplexu (resp. kraklovskej formácie). Severozápadne od pohorelskej línie majú foliačné plochy v smere SV – JZ so sklonom prevažne na JV (obr. 3.2 – 1, 2). Zavrásnené spodnotriasové kvarcity a lokálne aj permské klastické sedimenty v okolí obce Osrblie dokumentujú výrazné zošupinovanie kryštalinika a alpínsku kompresnú tektoniku v smere SZ – JV.

Vo všetkých blokoch kryštalinika je alpínska mylonitická foliácia protiklonná k hercýnskej, má generálny smer SV – JZ a mierny až strmý sklon na JV (obr. 3.1 – 2,

3.2 – 2, 3.3 – 2). Mylonitická foliácia je definovaná rekrystalizačnou minerálnou asociáciou (Qtz, Ms<sub>2</sub>, Bt<sub>2</sub>, Ep-Czo, Chl, Rt-Sag, Ab, Cal, Grt-Grs), zreteľne naloženou na magmatickú (Qtz, Pl, Kfs, Ms, Bt). Lokálne až vejárovitá forma mylonitickej foliácie je odrazom naloženej kolízno-transpresnej, bočne posunovej (sinistrálnej) tektoniky strednokriedového veku (Dallmeyer et al., 1993, 1996). S ňou a následnou extenznou etapou súvisí aj formovanie lineácie predĺženia minerálov v hlavnom smere VSV – ZJZ (obr. 3.1 – 4, 3.2 – 4, 3.3 – 4). Osi B alpínskych mezovrás majú generálny smer VSV – ZJZ (obr. 3.1 – 3, 3.2 – 3, 3.3 – 3). Alpínska extenzná etapa (Madarás et al., 1994b, 1996) sa viaže aj na formovanie

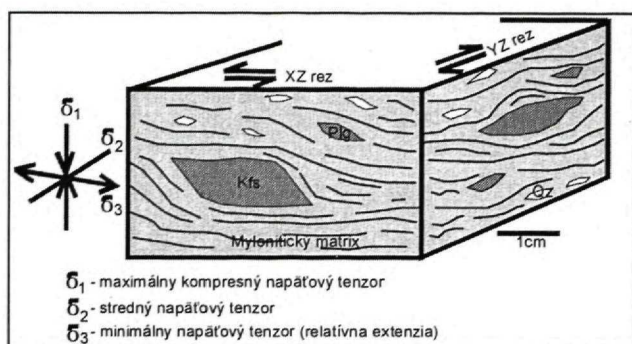


Obr. 3.4 Tektonogramy štruktúrnych meraní oblasti Čierny Balog – Sihla: a) diagram veľkých oblúkov (lineácie – bodový diagram), b) kontúrové diagramy pólů plôch (lineácie – kontúrový diagram), c) ružicové diagramy.

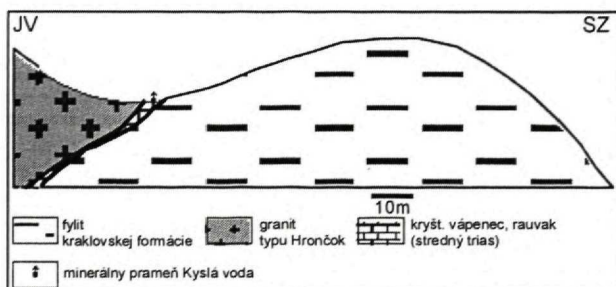
extenzných puklín, niekedy vyplnených kremeňom alebo tzv. alpskou paragenézou minerálov (Qz, Chl, Ep). Prevládajú tu dva dominantné smery (SSZ – JJV a SSV – JJZ) a strmý sklon na Z (obr. 3.4 – 1, 2, 3). Intersekčná lineácia, ktorá vzniká prienikom naložených mladších foliačných plôch (alpínskych) na staršie (hercýnske) a je paralelná s osami vrás, má generálne v.-z. smer a subhorizontálny sklon. Najmä granitoidné typy hornín odrážajú silné alpínske duktilné a krehko-duktilné deformačné pretvorenie. Nachádzame typy relatívne nedeformované, so zachovanou homogénnou magmatickou stavbou a blokovou odlučnosťou cez typické S-C mylonity (Lister

a Snoke, 1984) zvyrazňujúce foliačné ryby s extenzným kinematickým zmyslom pohybu, pričom v zónach intenzívnej mylonitizácie nadobúdajú granitoidy charakter Chl-Ser zelených bridlíc svorového vzhľadu. Bežné sú aj steblovité textúry, ceruzkovitý (prizmatický) rozpad, dôkladne segregované svetlé kremenné vrstvy od tmavších, bohatých na retrográdne fylosilikáty. Relatívne najmenej je deformovaný sihliansky typ homogénneho tonalitu až granodioritu, najviac hruboporphyrický veporský granit až granodiorit. Kinematické indikátory (S-C stavba, deformačia porfyroblastov živcov, minerálna lineácia) indikujú najmä sukcesívne posledný extenzný režim v poli spoloč-

ťovania generálne v smere V – Z (obr. 4). V Kamenistej doline pri horárni Klementka v odkryve mylonitizovaných granitoidov sihljanskeho typu, blízko tektonického kontaktu s CBK, je však možnosť dokumentovať aj alpínske kompresné štádium (duplexná stavba prevrášených mylonitov granitoidov so zmyslom pohybu – násunu granitoidov – na SZ). Klasickou lokalitou dokumentujúcou alpínske násunové štádium (c. f. Hók a Hraško, 1990) je aj lokalita Kyslá voda v odnoži Kamenistej doliny – doline Hrončok – so zavrásnenými spodnotriasovými kvarcitmi, silno rekrystalizovanými bielymi karbonátmi a žltkastými rauvakmi stredného až vrchného triasu medzi granitom typu Hrončok a fylitmi krakovskej formácie (obr. 5).



Obr. 4 Blokdiagram deformácie mylonitizovaných porfyrických granitoidov v poli splošťovania (flattening).



Obr. 5 Schematický profil zavrásnených triasových karbonátov v pohorelskej línii v oblasti Kamenistej doliny – doliny Hrončok – vo Veporských vrchoch.

**Záver**

Štruktúrno-tektonický výskum veporského kryštalinika v okolí Čierneho Balogu potvrdil prítomnosť dvoch tektonodeformačných štádií – hercýnskeho a alpínskeho. Hercýnske štruktúrne prvky sú reliktné zachované najmä v spodných častiach hybridného komplexu granitoidov a čiastočne v pararulových a ortorulových horninách čiernobalockého komplexu. Hercýnske štruktúry sú definované magmatickou foliáciou v granitoidoch, vyššieteplotnou metamorfnou bridličnatosťou (Qtz, Pl, Kfs, Ms, Bt ± Grt) v metamorfovaných horninách so sklonom foliačných plôch generálne na S až SZ. Ojedinele sú prítomné aj vrásky fixované granitoidným materiálom. Nevylučujeme ani uplatnenie hercýnskej retrográdnej metamorfózy v extenzných podmienkach, na ktoré sa viaže vznik niektorých pegmatitových, a najmä aplitových žíl. Rozhodujúci vplyv v študo-

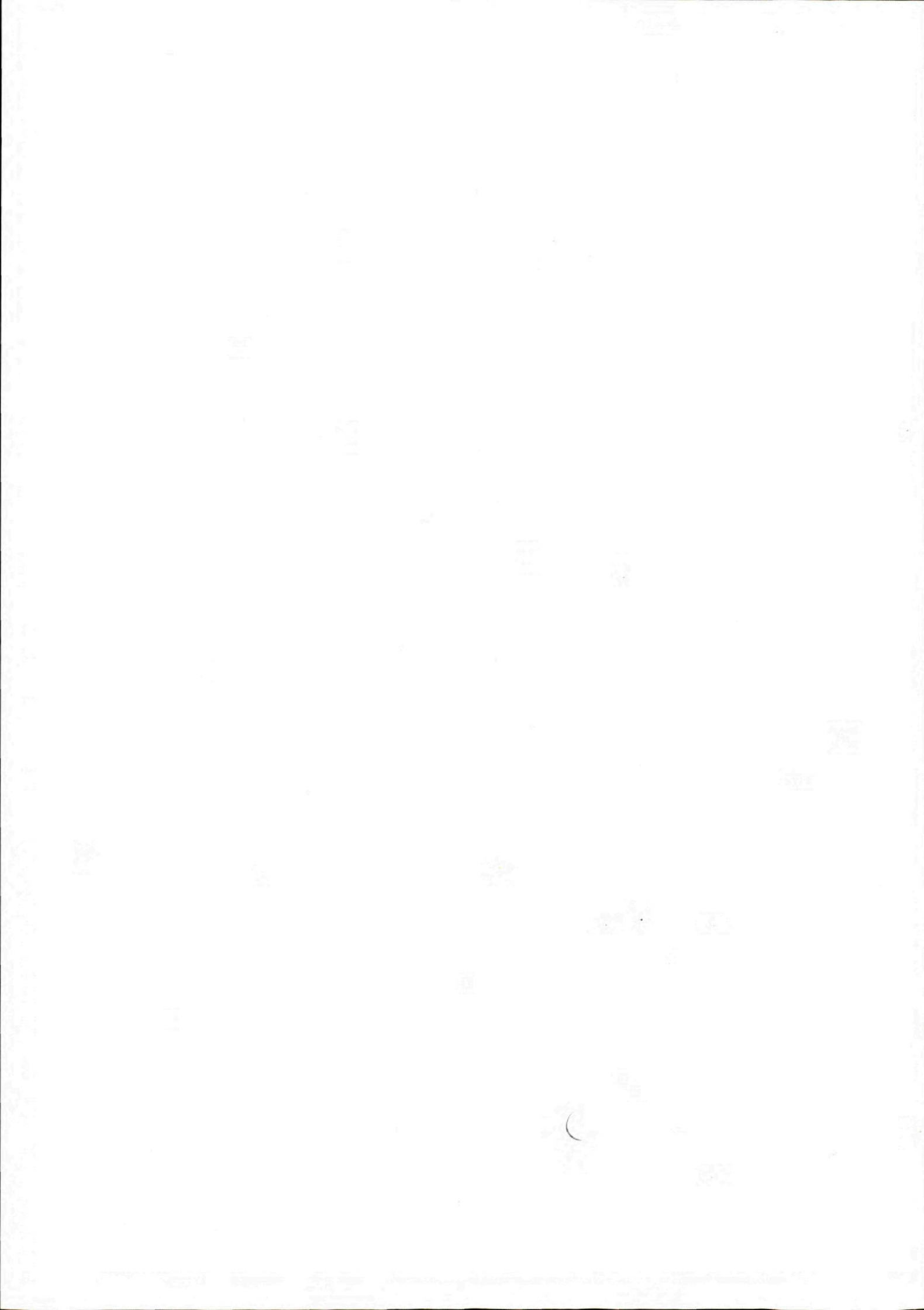
vanej oblasti mala alpínska kompresná tektonika, na ktorú sa viaže formovanie mylonitickej foliácie, definovanej rekrystalizačnou minerálnou asociáciou (Qtz, Ms<sub>2</sub>, Bt<sub>2</sub>, Ep-Czo, Chl, Rt-Sag, Ab, Cal, Tur, Grt-Gr<sub>s</sub>), zreteľne naloženou na magmatickú (Qtz, Pl, Kf, Ms, Bt). Lokálne až vejárovitá forma mylonitickej foliácie je odrazom naloženej kolízno-transpresnej, bočne posunovej (sinistrálnej) tektoniky strednokriedového veku. S ňou a následnou extenznou etapou súvisí aj formovanie lineácie predĺženia minerálov v hlavnom smere VSV – ZJZ, rovnako ako osí B alpínskych mezovrás. Najmä granitoidné typy hornín odrážajú silné alpínske duktilné a krehko-duktilné deformačné pretvorenie. Podľa zistených skutočností CBK ako celok môžeme zaradiť do transpresno-transtenznej alpínskej strižnej zóny západného úseku pohorelského tektonického systému, ktorý má mnoho spoločných alebo podobných znakov ako stredná časť tejto zóny v oblasti Beňuš – Heľpa (c. f. Putiš, 1989, 1994a, b; Madarás et al., 1994a).

*Použitie skratky minerálov (Kretz, 1983):* Ab – albit, Act – aktinolit, Bt – biotit, Cal – kalcit, Chl – chlorit, Czo – klinozoizit, Ep – epidot, Grs – grossulár, Grt – granát, Kfs – draselný živec, Ms – muskovit, Phe – fengit, Pl – plagioklas, Qtz – kremeň, Rt – rutil, Sag – sagenit, Ser – sericit, Tur – turmalín, Ttn – titanit, Zo – zoizit.

**Literatúra**

Bezák, V., Hraško, L., Kováčik, M., Madarás, J., Siman, P., Pristaš, J., Dublan, L., Konečný, V., Plašienka, D., Vozárová, A., Kubeš, P., Švasta, J., Slavkay, M. a Liščák, P., 1999a: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria – západná časť. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 178 s.  
 Bezák, V., Dublan, L., Hraško, L., Konečný, V., Kováčik, M., Madarás, J., Plašienka, D. a Pristaš, J., 1999b: Geologická mapa Slovenského rudohoria – západná časť. Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR, GS SR.  
 Dallmeyer, R. D., Neubauer, F. a Putiš, M., 1993: 40Ar/39Ar mineral age controls for the Pre-Alpine and Alpine tectonic evolution of nappe complexes in the Western Carpathians. In: Pitoňák, P. a Spišiak, J. (eds.): Pre-Alpine events in the Western Carpathians' Realm. PAEWCR Conference, Excursion guide, Stará Lesná, 11 – 20.  
 Dallmeyer, R. D., Neubauer, F., Handler, R., Fritz, H., Müller, W., Pana, D. a Putiš, M., 1996: Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: Evidence from <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar mineral and whole-rock data. Eclogae geol. Helv. (Basel), 89, 1, 203 – 227.  
 Dubík, B., 1991: Štruktúrne a petrologické pomery masívu Fabovej hole vo veporiku. Diplomová práca. Manuskript – archív Katedry mineralógie a petrológie PriF UK, Bratislava, 81 s.  
 Hók, J. a Hraško, L., 1990: Deformačná analýza západného úseku pohorelskej línii. Miner. slov. (Bratislava), 22, 69 – 80.  
 Hraško, L., Klinec, A., Miko, O., Beňuška, P., Dovina, V., Stankovič, J., Modlitba, I., Planderová, E., Šucha, P., Hók, J., Vozárová, A., Dublan, L., Konečný, V. a Lexa, J., 1987: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 36-234 (Brezno-4). Čiastk. záver. správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 93 s.  
 Klinec, A., 1966: K problémom stavby a vzniku veporského kryštalinika. Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), 6, 7 – 28.  
 Klinec, A., 1976: Geologická mapa Slovenského rudohoria-stred a Nizkých Tatier-východ. Regionálne geologické mapy Slovenska 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.  
 Klinec, A., Biely, A., Vozárová, A., Konečný, V., Lexa, J., Pulec, M., Halouzka, R., Stankovič, J., Modlitba, I., Šucha, P., Planderová, E., Miko, O., Kullman, E. a Dovina, V., 1987: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 36-232 (Brezno-2). Čiastk. záver. správa 1984 – 1986. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 134 s.

- Klíneč, A., Beňuška, P., Konečný, V., Lexa, J., Kohút, M., Miko, O., Stankovič, J., Šucha, P., Dovina, V., Lobík, M., Hók, J. a Hraško, L., 1989: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000 – Pohronská Polhora. Čiastk. záver. správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 85 s.
- Kotov, A. B., Miko, O., Putiš, M., Korikovsky, S. P., Salnikova, E. B., Kovach, V. P., Yakovleva, S., Bereznaya, N. G., Kráľ, J. a Krist, E., 1996: U/Pb dating of zircons of postorogenic acid metavolcanics and metasubvolcanic: A record of Permian-Triassic taphrogeny of the West-Carpathian basement. *Geol. carpath.* (Bratislava), 47, 2, 73 – 79.
- Kretz, R., 1983: Symbols for rock-forming minerals. *Amer. Mineralogist* (Washington), 68, 277 – 279.
- Krist, E. a Siegl, K., 1971: Geologicko-tektonické pomery JZ časti kraklovskeho a kráľovohofského kryštalinika veporid. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, Geol. (Bratislava), 21, 45 – 67.
- Krist, E., 1976: Occurrence of metamorphic tuffs and tuffites in the Veporide crystalline complex of the Central West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.* (Bratislava), 27, 1, 141 – 147.
- Krist, E., 1977: Leptite rocks in the crystalline complex of the Central West Carpathians. *Acta geol. geogr. Univ. Comen. Geol.* (Bratislava), 32, 45 – 55.
- Krist, E., Korikovsky, S. P., Putiš, M., Janák, M. a Faryad, S. W., 1992: Geology and petrology of metamorphic rocks of the Western Carpathian crystalline complexes. Bratislava, Univ. Comen. Press, 7 – 324.
- Lister, G. S. a Snoke, A. W., 1984: S-C mylonites. *J. struct. Geol.* (Bristol), 6, 6, 617 – 638.
- Lexa, O., 1995: Deformácie granitoidov a ich priestorové vzťahy v okolí Klenovca. Diplomová práca. Manuskript – archív PriF UK, Bratislava, 69 s.
- Lexa, O. a Bezák, V., 1996: Porphyric granitoids in the western part of the Slovenské rodohorie Mts.: Emplacement and deformation in shear zones. *Slovak Geol. Mag.* (Bratislava), D. Štúr Publishers, 3 – 4/96, 189 – 197.
- Madarás, J., 1998: Štruktúrno-tektonické pomery veporského kryštalinika v okolí Čierneho Balogu. Tematická správa výsk. úlohy 172/01/06 projektu Regionálny geologický výskum Slovenska – V. etapa. In: Bezák, V., Šiman, P., Hraško, L., Kováčik, M. a Madarás, J., 1998: Štruktúrno-petrologický výskum kryštalinika. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Madarás, J., Putiš, M. a Dubík, B., 1994a: Štruktúra charakteristika stredného úseku pohorelskej tektonickej zóny. *Miner. slov.* (Bratislava), 26, 177 – 191.
- Madarás, J., Bezák, V., Hók, J., Ledru, P., Plašienka, D. a Schulmann, K., 1994b: Alpine tectonic in the Veporicum unit. In: Bezák, V. a Lukáčik, E. (eds.): Hercynian development of the Western Carpathians and some other segments of European Hercynides. Abstracts. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 31.
- Madarás, J., Hók, J., Šiman, P., Bezák, V., Ledru, P. a Lexa, O., 1996: Extension tectonics and exhumation of crystalline basement of the Veporicum unit (Central Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag.* (Bratislava), D. Štúr Publishers, 3 – 4, 179 – 183.
- Petrík, I., Broska, I., Bezák, V. a Uher, P., 1995: Granit typu Hrončok – hercýnsky granit typu A v strižnej zóne. *Miner. slov.* (Bratislava), 27, 351 – 364.
- Putiš, M., 1989: Štruktúrny a metamorfny vývoj kryštalinika východnej časti Nízkyh Tatier. *Miner. slov.* (Bratislava), 21, 217 – 224.
- Putiš, M., 1991a: Tectonic styles and Late Variscan-Alpine evolution of the Tatric-Veporic crystalline basement in the Western Carpathians. *Zbl. Geol. Paläont.* (Stuttgart), T. I, H. 1, 181 – 204.
- Putiš, M., 1991b: Geology and prototectonics of some shear zones in the West Carpathian crystalline complexes. *Miner. slov.* (Bratislava), 23, 6, 459 – 473.
- Putiš, M., 1994a: South Tatric-Veporic basement geology: Variscan nappe structures; Alpine thick-skinned and extensional tectonics in the Western Carpathians (Eastern Low Tatra Mts., Northwestern Slovak Ore Mts.). *Mitt. Österr. geol. Gesell.* (Wien), 86, 83 – 99.
- Putiš, M., 1994b: Petrograficko-štruktúrne profily čiernobalockou sériou kryštalinika. (Správa k čiastkovej úlohe č. 171/1) Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Putiš, M. a Madarás, J., 1995: Styk granitoidov veporského plutónu s metamorfítmi čiernobalockého komplexu. (Správa k čiastkovej úlohe č. 171/1). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 1 – 19.
- Putiš, M., Madarás, J., Korikovsky, S. P., Kotov, A. B. a Filová, I., 1996: Ductile deformation and recrystallization of the Variscan magmatic complex in the hanging wall of Cretaceous thrust (Veporic unit, Central Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag.* (Bratislava), D. Štúr Publishers, 3 – 4, 221 – 237.
- Putiš, M., Kotov, A. B., Uher, P., Salnikova, E. a Korikovsky, S. P., 2000: Triassic age of the Hrončok pre-orogenic A-type granite related to continental rifting: a new result of U-Pb isotope dating (Western Carpathians). *Geol. carpath.* (Bratislava), 51, 1, 59 – 66.
- Putiš, M., Kotov, A. B., Korikovsky, S. P., Salnikova, E. B., Yakovleva, S. Z., Bereznaya, N. G., Kovach, V. P. a Plotkina, J. V., 2001: U-Pb zircon ages of dioritic and trondhjemitic rocks from a layered amphibolitic complex crosscut by granite vein (Veporic basement, Western Carpathians). *Geol. carpath.* (Bratislava), 52, 1.
- Repčok, I., 1962: Geologicko-petrografické pomery JV okolia Čierneho Balogu. Diplomová práca. Manuskript – archív Katedry petrografie a mineralógie PriF UK, Bratislava, 88 s.
- Zoubek, V., 1957: Hranice gemerid s veporidami. *Geol. Práce, Zoš.* (Bratislava), 46, 38 – 43.





## Generovanie oblúkovitého rozhrania gemerika s veporikom z pohľadu kinematiky alpínskeho extenzného odstrešovania

ZOLTÁN NÉMETH<sup>1</sup>, MARIÁN PUTIŠ<sup>2</sup> a PAVOL GRECULA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Košice, Werferova 1, 040 11 Košice; nemeth@dodo.sk

<sup>2</sup>Katedra mineralógie a petrológie PriF UK, Mlyská dolina G. 842 15 Bratislava; putis@fns.uniba.sk

### Úvod

Petrotektonický výskum východnej stykovej zóny gemerika s veporikom sa realizoval počas kreovania nových regionálnogeologických máp Spišsko-gemerského rudohoria v rámci úlohy Atlas geomáp SGR. Jeho cieľom bolo zistenie kinematiky a charakteru plastickej deformácie v obalových sekvenciách veporského pásma masívu Čiernej hory a susediacich hornín črmel'ského paleozoika gemerského pásma [sensu Vass (ed.), 1988].

Alpínsky vek príkrovového nasunutia gemerika na veporikum sa dokladá predovšetkým tektonickým a metamorfickým postihom mezozoika federatskej skupiny (napr. Dallmeyer et al., 1996; Plašienka et al., 1997; Korikovsky et al., 1997). Povrchovým priemetom nasunutia je pri recentnom erozívnom zreze lubenícko-margeciánska línia. Z dôvodu predpokladaných rozdielov v kinematike pokolíznej evolúcie zóny (napr. Plašienka et al., 1997) sa vžilo separátne označovanie jej západnej a východnej časti ako lubenícka zóna a margeciánska, resp. košicko-margeciánska (sensu Grecula et al., 1990) zóna.

Mezoštruktúrne a mikroštruktúrne dôkazy násunu gemerika na veporikum vo východnej, margeciánskej časti kontaktnej zóny oboch jednotiek, ktorou sa zaoberá tento príspevok, poskytli práce viacerých autorov (napr. Jacko, 1978; Gazdačko, 1994; Jacko et al., 1996; Jacko, 1998). Pokolízne odstrešovanie bolo známe len v západnej, lubeníckej časti kontaktnej zóny (napr. Plašienka, 1993; Hók et al., 1993; Kováčik et al., 1994; Putiš et al., 1999), pričom rádiometrické datovanie doložilo strednokriedový vek tohto odstrešovania (Maluski et al., 1993; Kováčik a Maluski, 1995; Dallmeyer et al., 1996). Tento príspevok prináša informáciu o prejavoch extenzného odstrešovania aj v margeciánskej zóne, čím sa stáva kolízna a pokolízna evolúcia zóny lubenícko-margeciánskej línie korelovateľnou v celom jej priebehu.

### Metodika

Charakter plastickej deformácie na tektonizovanom rozhraní obalu veporika Čiernej hory (lúžňanské súvrstvie) a črmel'skej skupiny gemerika sa študoval na orientovaných výbrusoch vyhotovených v rovine XZ deformačného elipsoidu s dôrazom na mikroštruktúrne indikátory zmyslu strihu a na priestorovú orientáciu osí c kremeňa a kalcitu. Výsledky získané na U-stolíku korešponovali so skôr získanými údajmi o kryštalografickej prednostnej orientácii minerálov v plastickej deformovaných kvarcitoch a karbo-

nátoch, ktoré sa získali textúrnou goniometriou (Putiš et al., 1999). Diferenciálne napätie, ktoré spôsobilo opisovanú plastickej deformáciu, bolo vyčíslené paleopiezometrickými metodikami početnosti dvojčatenia (twinning incidence) a hustoty dvojčatenia (twin density; Rowe and Rutter, 1990).

### Získané výsledky

Kremeňové zrná mylonitov kvarcítov vykazujú dynamickú rekryštalizáciu a výrazné sploštenie zrn s generovaním šikmej foliácie. Prítomné sporadické klasty živcov reprezentovali počas deformačného procesu krehkú fázu. Modely prednostnej orientácie kremeňových zrn v kvarcitoch dokladajú dislokačný tok na bazálnych a prizmatických plochách v smere osí <a>, čo poukazuje na strednostupňovú deformáciu (400 – 500 °C). Ojedinelé prejavy lokálne veľmi vysokej deformačnej rýchlosti, pravdepodobne počas mladších deformačných procesov, dokladá prítomnosť žily pseudotachylitu.

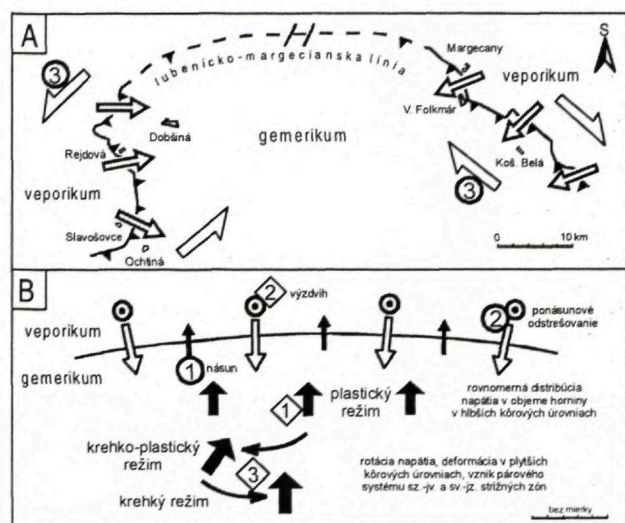
Kalcitické mramory v mikromierke vykazujú striedanie výrazne dynamicky rekryštalizovaných jemnozrnných kalcitových zón so zónami budovanými strednozrnnými sploštenými a zdvojčatenými kalcitovými jedincami. Deformačné lamely v sploštených kalcitových zrnách sa generovali predovšetkým pri tých zrnách, ktorých mriežková orientácia umožňovala vznik lamiel v smere syntetických a antitetických strihov. Textúrne modely odrzkadľujú kombináciu dislokačného toku a mechanického dvojčatenia počas plastickej deformácie.

Asymetrické štruktúry a pólové obrazce z kvarcítov a mramorov, rovnako ako indikátory zmyslu strihu z mylonitov kryštalínika Čiernej hory, resp. sedimentov črmel'skej skupiny dokladajú extenzné sklzávanie horninových sekvencií smerom na JZ s lokálnou diverzitou sklzávania na Z či J.

Paleopiezometria vykazuje diferenciálne napätia 221 až 276 MPa (metodika početnosti dvojčatenia) a 228 – 254 MPa (metodika hustoty dvojčatenia).

### Diskusia

Naše nové zistenia z korešpondujúcich litológií vo východnej stykovej zóne dokladajú rovnaký charakter odstrešovania, t. j. smerom od veporika na gemerikum. V porovnaní so západnou stykovou zónou sa ale zistila opačná vergencia pohybu, t. j. odstrešovanie smerom na juhozápad. Toto nové a prekvapujúce zistenie vnáša nový



Obr. 1 A) Prejavy protismerného extenzného odstrešovania (štruktúrne denudácie) v stykovej zóne gemerika a veporika a jej oblúkovitý priebeh. B) Schematické znázornenie procesu generovania oblúkovitého priebehu rozhrania gemerika s veporikom, ktorého dôsledkom je súčasná situácia v časti A). Číslo v kosoštvorcoch udávajú príčiny, čísla v krúžkoch dôsledky. Číslovanie udáva sukcesiu udalostí.

pohľad do alpskej evolúcie kolízneho orogénu. Zistením extenzného odstrešovania aj vo východnej stykovej zóne je nevyhnutné zavedenie nového modelu jednotného juhovýchodného odstrešovania na celom rozhraní gemerika a veporika, ktoré nasledovalo po predchádzajúcom, generálne severovýchodnom „líniovom“ kolíznom nakopovaní alpských príkrovov. Fenómén alpskeho prikrývového (t. j. kolízneho) transportu hornín na S – SSV spojeného s generovaním regionálne penetratívnych foliačných plôch s miernym úklonom na J – JJZ vo všetkých litologických celkoch pásma Čiernej hory mezo-štruktúrne zdokumentoval už Jacko (1978).

Súčasný obraz zdanlivo protichodnej kinematiky odstrešovania v západnej a východnej stykovej zóne je spôsobený ich mladším narotovaním v dôsledku horizontálnych posunov na párovom systéme strižných zón západokarpatského (sv.-jz.) a východokarpatského (sz.-jv.) smeru s krehko-plastickým až krehkým charakterom deformácie (napr. Grecula et al., 1990; Gazdačko, 1994; Németh et al., 1997).

## Záver

Výsledkom výskumu bolo mikrotektonické doloženie novej, doteraz neznámej extenznej alpskej tektonickej udalosti vo východnej stykovej zóne gemerika s veporikom. Tektonickým prejavom tejto udalosti je pokolízne odstrešovanie veporika Čiernej hory generálne smerom na JZ.

Charakter plastickej deformácie tejto udalosti korešponduje so zisteniami, ktoré sú známe ako dôsledok strednokriedového extenzného odstrešovania veporika v západnej stykovej zóne gemerika s veporikom.

Vysvetlením zdanlivo protismerného odstrešovania na východnej (smerom na JZ) a západnej (smerom na V až JV) časti stykovej zóny veporika s gemerikom sú mladšie horizontálne posuny na strižných zónach celokarpatského

významu. Tieto posuny sú aj príčinou vytvorenia oblúkovitého rozhrania gemerika s veporikom (tzv. lubenicko-margecianskej línie; a s. l. aj celých Západných Karpát), ktoré interpretujeme ako primárne lineárne, s jednotnou kinematikou v kolíznom a bezprostrednom pokolíznom období.

## Literatúra

- Dallmeyer, R. D., Neubauer, F., Handler, R., Fritz, H., Müller, W., Pana D. a Putiš, M., 1996: Tectonothermal evolution of the internal Alps and Carpathians: Evidence from  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  mineral and whole-rock data. *Eclogae geol. Helv. (Basel)*, 89/1, 203 – 227.
- Gazdačko, L., 1994: Polyfázový deformačný vývoj východnej časti stykovej zóny gemerika a veporika. *Miner. slov. (Bratislava)*, 26, 387 – 398.
- Grecula, P., Návesňák, D., Bartalský, B., Gazdačko, L., Németh, Z., Ištván, J. a Vrbatovič, P., 1990: Shear zones and arc structure of Gemicum, the Western Carpathians. *Miner. slov. (Bratislava)*, 22, 97 – 110.
- Hók, J., Kováč, P. a Madarás, J., 1993: Extenzná tektonika západného úseku styčnej zóny gemerika a veporika. *Miner. slov. (Bratislava)*, 23, 172 – 176.
- Jacko, S., 1978: Litologicko-štruktúrna charakteristika centrálnej časti pásma Čiernej hory. *Západ. Karpaty, Sér. Geol. (Bratislava)*, 3, 59 – 80.
- Jacko, S., Sasvári, T., Zacharov, M., Schmidt, R. a Vozár, J., 1996: Contrasting styles of Alpine deformation at the eastern part of the Veporicum and Gemicum units, Western Carpathians. *Slovak Geol. Mag. (Bratislava)*, 2, 151 – 164.
- Jacko, S., 1998: Tectonometamorphic evolution of the Branisko and Čierna hora Mts. (Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag. (Bratislava)*, 2, 137 – 142.
- Korikovsky, S. P., Putiš, M., Plašienka, D., Jacko, S. a Ďurovič, V., 1997: Cretaceous very low-grade metamorphism of the Infratatic and Supratatic domains: and indicator of thin-skinned tectonics in the central Western Carpathians. In: Grecula, P., Hovorka, D. a Putiš, M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Bratislava, *Miner. slov. – Monogr.*, 89 – 109.
- Kováč, M., Král, J., Márton, E., Plašienka, D. a Uher, P., 1994: Alpine uplift history of the central Western Carpathians: geochronological, paleomagnetic, sedimentary and structural data. *Geol. carpath. (Bratislava)*, 45, 83 – 96.
- Kováčik, M. a Maluski, H., 1995: Alpine reactivation of the Eastern Veporic basement metamorphites (Western Carpathians). *Terra Nova*, 7, Abstract suppl., 1, 45.
- Maluski, H., Rajlich, P. a Matte, P., 1993:  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  dating of the Inner Carpathians Variscan basement and Alpine mylonitic overprinting. *Tectonophysics (Amsterdam)*, 223, 313 – 337.
- Németh, Z., Gazdačko, L., Návesňák, D. a Kobulský, J., 1997: Polyphase tectonic evolution of the Gemicum (the Western Carpathians) outlined by review of structural and deformational data. In: Grecula, P., Hovorka, D. a Putiš, M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Bratislava, *Miner. slov. – Monogr.*, 215 – 224.
- Plašienka, D., 1993: Structural pattern and partitioning of deformation in the Veporic Foederata cover unit (Central Western Carpathians). In: Rakús, M. a Vozár, J. (eds.): Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. Bratislava, *Geol. Úst. D. Štúra*, 269 – 277.
- Plašienka, D., Putiš, M., Kováč, M., Šefara, J. a Hruščeký, I., 1997: Zones of Alpidic subduction and crustal underthrusting in the Western Carpathians. In: Grecula, P., Hovorka, D. a Putiš, M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Bratislava, *Miner. slov. – Monogr.*, 35 – 42.
- Putiš, M., Németh, Z., Unzog, W. a Wallbrecher, E., 1999: The quartz and calcite X-ray texture goniometer patterns from the Western Carpathians Cretaceous ductile shear zones used as kinematic indicators. *Geol. carpath. (Bratislava)*, 50, spec. issue, 165 – 169.
- Rowe, K. J. a Rutter, E. H., 1990: Palaeostress estimation using calcite twinning: experimental calibration and application in nature. *J. Struct. Geol.*, 12, 1 – 17.
- Vass, D. (ed.), 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR. Bratislava, *Geol. Úst. D. Štúra*.

## Litotektonické vzťahy na rozhraní gelnickej a rakoveckej skupiny v severogemerickéj zóne

ZOLTÁN NÉMETH<sup>1</sup>, PAVOL GREČULA<sup>1</sup> a MARIÁN PUTIŠ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Košice, Werferova 1, 040 11 Košice; nemeth@dodo.sk

<sup>2</sup>Katedra mineralógie a petrológie PriF UK, Mlyská dolina G. 842 15 Bratislava; putis@fns.uniba.sk

### Úvod

Staršie interpretácie litotektonických vzťahov staropaleozoických hornín gemerika kládli na rozhranie gelnickej a rakoveckej skupiny hiát (spišská fáza vrásnenia; Fusán et al., 1955), resp. bol doložený kontinuálny sedimentárno-vulkanický vývoj [Grečula, 1970 a následné práce; Bajanič a Vozárová (ed.), 1983]. Neskôr bola vyčlenená len jediná skupina – volovská – pre všetky staropaleozoické horniny gemerika, pričom v oblasti severného gemerika bol vyčlenený severovergentný varísky rakovecký príkrov (Grečula, 1982). Jednotlivé faciálne vývoje hornín volovskej skupiny odzrkadľovali riftogenézu na kontinentálnej kôre s prechodom do oceánskeho riftu (l. c.).

### Metodika

Nová interpretácia litotektonických vzťahov v severogemerickéj zóne je výsledkom regionálneho mapovania, litologických korelácií a mezoštruktúrneho výskumu v severnej a východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria v rámci úloh *Atlas geomáp SGR, Geologická mapa Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny 1 : 50 000* a *Tektogenéza sedimentárnych panví Západných Karpát*. Interpretácia zohľadňuje výsledky získané rovnakými metodikami aj z ďalších častí gemerika. Makroskopickou analýzou tektonizácie hornín a sledovaním deformačného gradientu hornín sa vyčlenila nová strižná zóna násunového charakteru s vergenciou generálne na juh. Jej povrchový priebeh v hrubých črtách korešponduje s rozhraním pôvodne vyčleneného smrečinského a sykavského súvrstvia rakoveckej skupiny (sensu Bajanič et al., 1984), resp. rakoveckého a kojšovského príkrovu (sensu Grečula, 1982). Terénne zistenia sa kontrolovali metodikami petrotektonického výskumu. Odber orientovaných vzoriek sa uskutočnil pozdĺž celého priebehu strižnej zóny, t. j. od južného zakončenia Rakoveckej doliny cez kótu Smrečinka (I 266), južné okolie Hnilca, Nálepko, kótu Bukovec (I 127), Lacemborskú dolinu, Krompašský vrch (I 025) a okolie Gelnice po Vyšný Klátov a obec Bukovec pri Košiciach. Na orientovaných výbrusoch paralelných s rovinou XY deformačného elipsoidu sa študoval charakter rekryštalizácie minerálov, asymetrické štruktúry a určoval sa zmysel tektonického transportu. Súčasne sa zohľadnili výsledky petrotektonických metodík a paleo-

piezometrie z iných častí gemerika, rovnako ako publikované tektonické a geotermobarometrické zistenia iných autorov.

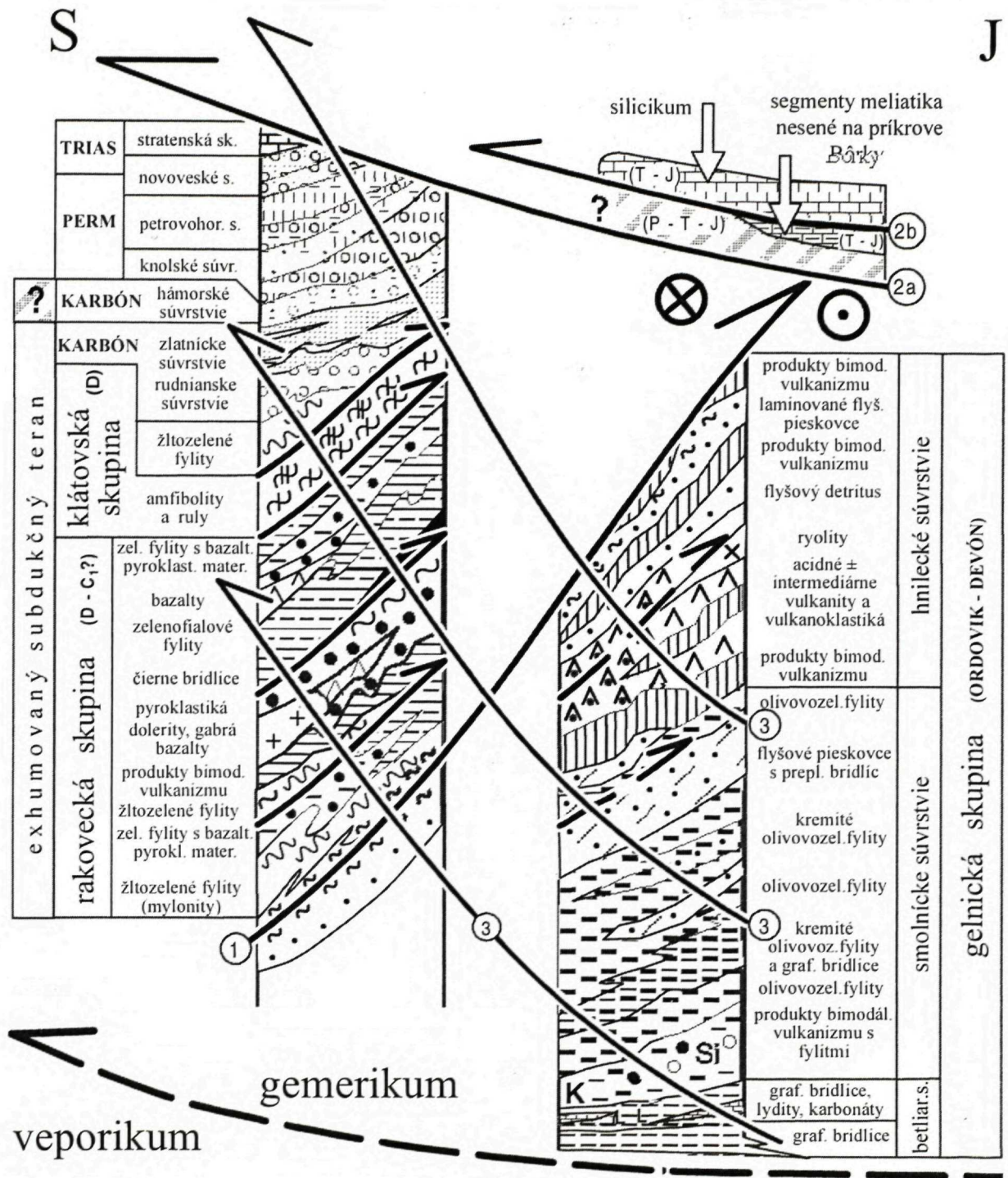
### Získané výsledky

Odkryvy v zóne kontaktu gelnickej a rakoveckej skupiny (v zmysle redefinície Németha, 1999: *gelnická skupina – betliarske, smolnícke a hnilcecké súvrstvie, rakovecká skupina – folkmárske a sykavské súvrstvie*) vykazujú mierny až stredný úklon foliácie smerom na S, SSZ, resp. SSV a generálne subhorizontálny priebeh lineácií v smere V – Z. Vo východnej časti gemerika, kde je priebeh litologických pruhov tektonicky natočený do smeru SZ – JV, opísané mezoštruktúry korešpondujú s týmto natočením, t. j. úklon foliácie je generálne na SV a lineácia má priebeh v smere SZ – JV.

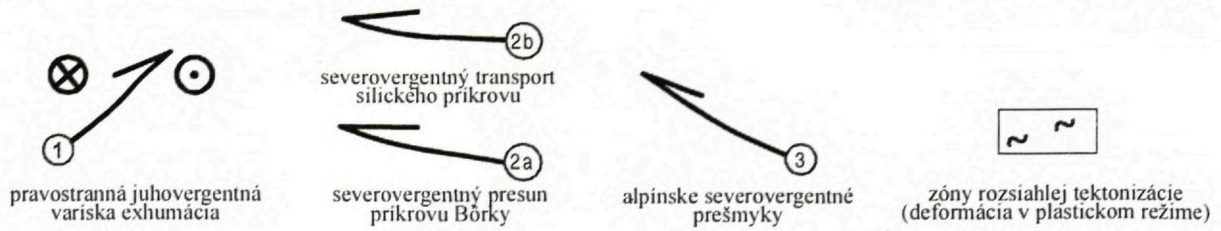
Študované dynamicky rekryštalizované laminované flyšoidné pieskovce vrchnej časti gelnickej skupiny [hnilcecké súvrstvie, redef. l. c.; v klasickom chápaní Bajaniča et al. (1981) ide o smrečinské súvrstvie rakoveckej skupiny] reprezentujú autochtónnu bázu strižnej zóny. Reologické odlišnosti medzi psamitickými a pelitickými laminami v pieskovcoch spôsobili ich rozdielnu aktivitu v jednotlivých štádiách deformačného procesu. Pôvodné klasty kremeňa v kremeňových laminách sa po diagenéze deformovali intragranulárnym dislokačným tokom spôsobujúcim migráciu hraníc zrn. Dôkazom kinematickej aktivity v pôvodných pelitických laminách je prítomnosť asymetrických, veľmi jemnozrnných agregátov kremeňa a svetlej sludy, ktoré reprezentujú rekryštalizované porfyroklasty zo skorších štádií mylonitizácie, rovnako ako prítomnosť lokálnych intrafoliačných vrás, opticky zvýraznených priebehom pruhov s organickou substanciou. Záver deformačného procesu sa prejavil masívnou statickou rekryštalizáciou, ktorá je zvlášť výrazná v prípade priebežných kremeňových lamin.

Podobne ako v prípade mylonitov flyšoidných pieskovcov, dynamická rekryštalizácia a generovanie syntetických a antitetických mikrostrihov boli charakteristické aj pre ďalšie študované protolity zo strižnej zóny a jej bezprostredného nadložja – acidné, intermediárne a báziké vulkanoklastiká, kremité chloritické bridlice či bazaltové pyroklastiká.

Asymetrické mikroštruktúry mylonitov, podobne ako výsledky meraní kryštalooptickej orientácie kremeňových



Vysvetlivky k tektonickým označeniam:



Obr. 1 Litotektonická kolónka severogemeridnej zóny.

zrn v kompaktných laminách pieskocov, vykazujú nízko-plotnú deformáciu spojenú s presunom nadložia strižnej zóny, ktorým sú horniny rakoveckej skupiny, generálne smerom na VJV a JV. Z pohľadu regionálnej tektonickej interpretácie takáto kinematika korešponduje s dextrálnou exhumáciou hornín rakoveckej skupiny na gelnickú skupinu.

## Diskusia

### *Možnosti zachovania varískej stavby v alpínskom príkrove gemerika*

Horninové sekvencie gemerika ako celok vystupujú v severovergentnom alpínskom príkrove na veporiku a sú charakteristické výraznou alpínskou prešmykovou a zlomovou stavbou. V tomto alpínskom príkrove gemerika nie sú známe spodnopaleozoické hrubodetritické sedimenty (zlepence a pod.), ktoré ako prvé sedimentovali v generujúcom sa spodnopaleozoickom bazéne na kontinentálnej kôre (kambrium?, ordovik?). Alpínske amputovanie bazálnych sekvencií spodnopaleozoického sedimentačného cyklu a ich zanechanie v pochovanom stave v panónskej? oblasti značne sťažuje rekonštrukciu litostratigrafie spodného paleozoika gemerika a spôsobuje jej súčasnú viacvariantnosť [cf. Bajanič a Vozárová (ed.), 1983; Grecula, 1982; Németh, 1999].

Problematickou sa stáva otázka reologicky vhodného horizontu na alpínske odlepenie niekoľkokilometrovej etáže hornín gemerika v kôrových podmienkach. V zmysle interpretácie Greculu (1982) ním bol horizont čiernych bridlíc betliarskeho súvrstvia. Sedimentácia plošne rozsiahleho horizontu čiernych bridlíc varirujúcej mocnosti, lokálne s lydítmi a karbonátmi, má z pohľadu sedimentačného cyklu svoje opodstatnenie. Sedimentácia horizontu čiernych bridlíc dokladá pokojné obdobie sedimentácie v primárnom, relatívne plytkom sedimentačnom bazéne, ktorý kolmatal pôvodné členité depresie s hrubodetritickou sedimentáciou. Je nevyhnutné zdôrazniť, že počas ďalšej evolúcie bazénu so spreadingom v jeho centrálnej časti sa oddialili oba okraje sedimentačnej oblasti. Preto betliarske súvrstvie južného okraja bazénu (z dnešného geografického pohľadu) je známe z gemerika, kde je lokálne povrchovo prítomné v niekoľkých alpínskych prešmykových zónach, kým severne ležiace sedimenty korelujúce s betliarskym súvrstvom sú pochované a metamorfované v dnešnom, pravdepodobne južnom veporiku. Ich geofyzikálna detekcia je predmetom výskumných aktivít, ktoré prebiehajú v súčasnosti.

Je všeobecne známe, že polymineralne horniny sú na tektonizáciu reologicky menej vhodné pre početné fázové rozhrania s rozdielnou povrchovou energiou, ktoré sťažujú rekryštalizačné procesy a plastickú deformáciu. Viac-menej kontinuálny a homogénny horizont čiernych bridlíc situovaný na litologicky a reologicky heterogénnom podloží (pestré hrubodetritické sedimenty, prípadne proterozoické? kryštalínium) z tohto pohľadu spĺňa kritérium litologickej predispozície na príkrovové odtrhnutie. Navyše, je potrebné zdôrazniť, že tento

horizont, na rozdiel od hornín z vyšších stratigrafických úrovní spodného paleozoika gemerika, pravdepodobne nebol postihnutý variskou vrásovo-disjunkčnou tektonikou. Jeho primárna „kolmatačná“ pozícia na podstatne rigidnejšom kryštalínium (s depresiami vyplnenými hrubším detritom) v porovnaní s „mäkkým“, plastickým a relatívne málo mocným súborom paleozoických sedimentov a vulkanitov v nadloží ho počas varískej tektonogenézy uchovávala v zóne s nižším diferenciálnym napätím. Preto je pravdepodobné, že sa vo forme tenkého a extrémne plochého tabuľovitého horizontu špecifických reologických vlastností zachoval do kriedového obdobia, keď bol využitý ako horizont odlepenia alpínskeho príkrovu gemerika.

### *Varíska sutúra v gemeriku*

Tektonické zistenia v mezo- a mikromierke podopreté podrobnými terénnymi pozorovaniami a geologickým mapovaním dokladajú dextrálne nasunutie hornín rakoveckej skupiny na gelnickú skupinu. Z geotektonického pohľadu túto kinematiku interpretujeme ako generálne juhovergentnú transpresnú exhumáciu horninovej melanže rakoveckej, ale aj nadložnej, klátovskej skupiny a časti karbónskych hornín (exhumovaný subdukčný teran; Németh, 1999; Németh et al., 2000) na gelnickú skupinu (pôvodné marginálne fácie spodnopaleozoického sedimentačného bazénu s neskorším vytváraním kôry aktívneho zaoblúkového? typu).

Uvedená interpretácia sa opiera aj o petrologické dôkazy existencie blokov vysokotlakových až ultravysokotlakových metamorfítov v rakoveckej skupine (Radvanec, 1999; Hovorka et al., 1988), ale aj o doloženie vysokotlakového postihu častí vestfálskych zlepencov (Radvanec, 1998).

Doložená strižná zóna teda s najväčšou pravdepodobnosťou reprezentuje relikv varískej tektonogenézy, ktorý sa zachoval napriek mladšej, veľmi intenzívnej a penetračnej severovergentnej alpínskej prešmykovej stavbe. Zachovanie pôvodného, na sever ukloneného rozhrania v severogemerickéj zóne je veľmi výpovedné aj na sérii seizmických profilov G1a/92, G1b/92 a G2/93 (Vozár et al., 1998). Celková predstava o subdukcii rakoveckého priestoru na sever pod horniny tatroveporického bloku korešponduje so staršími interpretáciami Vozárovej a Vozára (1987), resp. Putiša a Greculu in Plašienka et al. (1997).

## Záver

Terénna makroskopická analýza deformačného gradientu hornín na rozhraní gelnickej a rakoveckej skupiny s redefinovanou litostratografiou, mezoštruktúrne merania a výsledky petrotektonického výskumu dokladajú dextrálne nasunutie hornín rakoveckej skupiny na gelnickú skupinu. Nasunovú plochu reprezentuje strižná zóna generálne v.-z. priebehu s miernym až stredným úklonom generálne na S v zóne od obce Hnílec po Gelnicu, vo východnom úseku Gelnica – obec Bukovec sa stáčajúca do sz.-jv. smeru. Z geotektonického pohľadu kinematiku

na strižnej zóne interpretujeme ako generálne juhovergentnú transpresnú exhumáciu horninovej melanže rakoveckej, ale aj nadložnej, klátovskej skupiny a časti karbónskych hornín (varisky exhumovaný subdukčný teran) na gelnickú skupinu (reprezentujúcu pôvodné marginálne fácie spodnopaleozoického sedimentačného bazénu).

Následná alpínska tektonogenéza územia sa vyznačovala vygenerovaním pokolíznych sedimentačných bazénov na severe, a predovšetkým na juhu gemerika, kde vývoj pokračoval sedimentačnou a vulkanickou aktivitou meliatsko-hallstattského vývoja. Alpínska konvergencia a kolízia boli spojené s presunom alpínskych superficiálnych príkrovov, generovaním alpínskych regionálnych severovergentných prešmykov, ale predovšetkým príkrovovým nasunutím gemerika na veporikum.

## Literatúra

- Bajanik, Š., Vozárová, A. a Reichwalder, P., 1981: Litostratigrafická klasifikácia rakoveckej skupiny a mladšieho paleozoika v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol. Práce, Spr.* (Bratislava), 75, 27 – 56.
- Bajanik, Š. a Vozárová, A. (ed.), 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria – východná časť – 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 223.
- Bajanik, Š., Ivanička, J., Mello, J., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko, L., Vozár, J. a Vozárová, A., 1984: Geologická mapa Slovenského rudohoria – východná časť – 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Fusán, O., Máška, M. a Zoubek, V., 1955: Niektoré dnešné problémy stratigrafie Spišsko-gemerského paleozoika. *Geol. Práce, Zpr.* (Bratislava), 2, 3 – 15.
- Grecula, P., 1970: Gelnická séria ako jediný reprezentant staršieho paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. *Miner. slov.* (Bratislava), 2, 181 – 190.
- Grecula, P., 1982: Gemerikum – segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Miner. slov. – Monogr.* Bratislava, Alfa, 1 – 208.
- Hovorka, D., Ivan, P., Jilemnická, L. a Spišiak, J., 1988: Petrology and geochemistry of metabasalts from Rakovec (Paleozoic of Gemeric unit, inner Western Carpathians). *Geol. Zbor. Geol. carpath.* (Bratislava), 39, 395 – 425.
- Németh, Z., 1999: Vysvetlivky ku geologickým mapám v mierke 1 : 25 000, listy M-34-113-B-d, M-34-114-A-c, M-34-114-A-d, M-34-114-B-c, M-34-114-B-d. Etapová správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Németh, Z., Putiš, M. a Grecula, P., 2000: Tectonic evolution of Gemericum (the Western Carpathians) outlined by the results of petrotectonic research. *Miner. slov.* (Bratislava), 32, 169 – 172.
- Plašienka, D., Grecula, P., Putiš, M., Kováč, M. a Hovorka, D., 1997: Evolution and structure of the Western Carpathians: An overview. In: Grecula, P., Hovorka, D. a Putiš, M. (eds.): *Geological evolution of the Western Carpathians.* *Miner. slov. – Monogr.* Bratislava, 1 – 24i.
- Radvanec, M., 1998: Vysokotlaková metamorfóza vrchnokarbónskeho konglomerátu z lokality Rudňany – Svinský hrb na severe gemerika. *Miner. slov.* (Bratislava), 30, 95 – 108.
- Radvanec, M., 1999: Eklogitizované klinopyroxenické gabro s retrográdnou metamorfózou v pumpellyitovo-aktinolitovej fácií na vrchu Babiná a Ostrá (gemerikum). *Miner. slov.* (Bratislava), 31, 467 – 484.
- Vozár, J., Szalaiová, V. a Šantavý, J., 1998: Interpretation of the Western Carpathian deep structures on the basis of gravimetric and seismic sections. In: Rakús, M. (ed.): *Geodynamic development of the Western Carpathians.* Bratislava, GS SR, Dionýz Štúr Publishers, 241 – 257.
- Vozárová, A. a Vozár, J., 1987: West Carpathians Late Paleozoic and its paleotectonic development. In: Flügel, H. W., Sassi, F. P. and Grecula, P.: *Pre-Variscan and Variscan events in the Alpine-Mediterranean mountain belts.* *Miner. slov. – Monogr.* Bratislava, Alfa, 469 – 487.

## Biostratigrafická analýza vzoriek z odkryvov sz. od Ľubietovej

ADRIENA ZLINSKÁ<sup>1</sup>, AIDA ANDREJEVA-GRIGOROVICHOVÁ<sup>2</sup> a IVAN FILO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovenská republika, zlinska@gssr.sk, filo@gssr.sk

<sup>2</sup>Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta UK, 842 15 Bratislava, Slovenská republika, grigorovic@fns.uniba.sk

**Abstrakt.** Z odkryvov situovaných sz. a j. od obce Ľubietová (obr. 1) sa z hľadiska stratifikácie študovali 2 vzorky (L1 a L2; obr. 2). Prítomné foraminiferové a nanoplanktonové asociácie poukazujú na kišcel prislúchajúci k nanoplanktonovej zóne NP-23, resp. NP-24 (Martini, 1971) a foraminiferovej biozóny P 19-20 (Berggren et al., 1995) (obr. 3).

**Kľúčové slová:** vnútrokarpatský paleogén, stratigrafia, mikrofauna (foraminifery), nanoplanktón

### Úvod

Problém, ktorým sa v článku zaoberáme, vyplynul z odlišnosti biostratigrafických údajov pri mapovacích prácach na liste 36-23 Brezno (1 : 50 000). V oblasti Ľubietovej stratigrafická interpretácia sedimentov na základe rozličných organických zvyškov bola veľmi rôznorodá. Preto sme z potokov sz. a j. od obce odobrali 2 vzorky (L1 a L2; obr. 1), ktoré sme podrobili detailným analýzám ich mikrofaunistického a nanoplanktonového obsahu.

### Prehľad doterajších výskumov

Prvé údaje o nevrstvovitých sivých až modravosivých jemnopiesčitých vápnatých íloch z malého výkopu 400 m j. od v. konca Ľubietovej publikoval Cicha (1960; obr. 1, vz. C). Íly nachádzajúce sa v podloží andezitových pyroklastik obsahovali bohatú plytkoneritickú asociáciu dierkavcov (49 foriem, 26 rodov). Autor zaradil spoločenstvo do akvitánu, pričom sa opieral najmä o prítomnosť druhov *Almaena osnabrugensis* (MÜNSTER), *Planulina wuellerstorfi* (SCHW.), *Uvigerina* aff. *hantkeni* CUSHMAN et EDWARDS, *Bolivina* aff. *plicatella* CUSHMAN, *Elphidium hiltermanni* HAGN, *E.* aff. *crispum* (L.), *E. macellum* (FICHT. et MOLL) a *Rotalia beccarii* (L.).

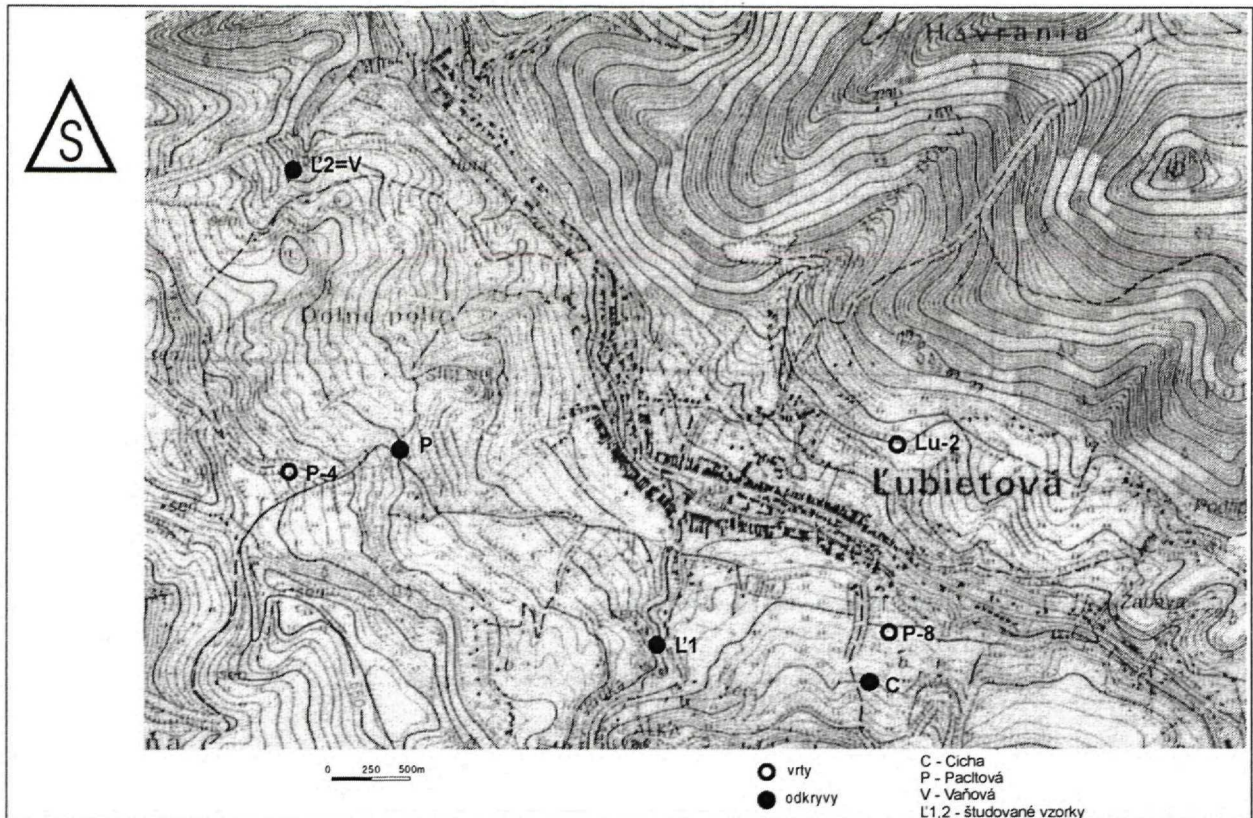
K podobnému záveru palynologickým rozborom vzorky zo zárezu cesty asi 500 m sz. od Ľubietovej dospela Pacltová (in Čepek et al., 1966; obr. 1, vz. P). Chudobné peľové spektrum (14 foriem, 11 rodov) zaradila do chatu – akvitánu.

K značne odlišným výsledkom došiel kolektív pod vedením Pulca (in Pulec et al., 1967), ktorý vyhodnotil materiál z technických prác a ojedinelých povrchových odkryvov z. a s. od Ľubietovej po litologickej, petrografickej a biostratigrafickej stránke. Vo vrtoch P-4 (1 km z. od Ľubietovej; obr. 1) a P-8 (200 m j. od v. okraja Ľubietovej;

obr. 1) vymedzil slienito-ílovcovú litofáciu tvorenú sivými až svetlosivými slieňovcami a vápnatými ílovcami s iba niekoľko cm hrubými nepravidelnými vložkami pieskovcov, zriedkavejšie piesčitých ílovcov a konglomerátov. Litofácia je podľa Pulca (l. c.) súčasťou ním definovaného horehronského vývoja (morský sedimentačný cyklus s terminálnymi brakickými a sladkovodnými sedimentmi stredného eocénu – stredného oligocénu).

Mimoriadne bohaté foraminiferové asociácie (viac ako 170 foriem, 52 rodov) z vrtu P-4 a P-8 (obr. 1) spracoval Samuel (in Pulec et al., 1963; Planderová et al., 1963; Pulec et al., 1967; Samuel, 1975). Z dôležitejších planktonických foriem uvádza *Globigerina* cf. *eocaena* GÜMBEL, *G.* ex gr. *eocaenica* TERQUEM (najhojnejšie v hlbších polohách vrtu, smerom do nadložia rýchlo ubúdajú), dosť bežná je *G. bulloides* ORBIGNY, sporadická *G.* cf. *venezuelana* HEDBERG, *G.* cf. *linaperta* FINLAY, *G.* sp. (= *G. inflata* ORBIGNY), ojedinelé sú stratigraficky významné druhy *Turborotalia (T.) centralis* (CUSHMAN et BERMUDEZ) a *T. (T.) cocoensis* (CUSHMAN). Vo vyššej časti vrtu P-4 (nad 50 m) k týmto druhom pristupujú *Globigerina officinalis* SUBBOTINA a *G.* ex gr. *ciperoensis* BOLLI. Bentickú zložku zastupujú *Lenticulina* div. sp., *Lagena (L.) hexagona* (WILLIAMSON), *L. isabella* (ORBIGNY), *Bulimina (B.)* cf. *kasselensis* BATJES, *B.* cf. *ovata* (ORBIGNY), *Uvigerina* sp., *Angulogerina* sp., *Bolivina antegressa* SUBBOTINA, *B. beyrichi* (REUSS), *Siphonina* sp., *Cibicides lobatulus* (WALKER et JACOB), *C. lopjanicus* MJATLIUK, *C. ungerianus* (ORBIGNY), *Almaena* sp., *Elphidium* sp. V hĺbke nad 30 m vo vrte P-4 sa už nevyskytujú *Turborotalia centralis* (CUSHMAN et BERMUDEZ), *T. (T.) cocoensis* (CUSHMAN) a *Globigerina* ex gr. *eocaenica* TERQUEM, dominantné postavenie nadobúdajú *Globigerina officinalis* SUBBOTINA a *G. bulloides* ORBIGNY. Podľa spomínaného autora asociácie zodpovedajú vrchnej časti karpatskej zóny *Globigerina officinalis*, ktorú dáva do vzťahu s vrchným priabónom (Samuel a Salaj, 1984; obr. 3).

V peľovom spektre vrtu P-4 (41 foriem, 25 rodov) podľa Planderovej (in Pulec et al., 1963; Planderová et al.; 1963, Pulec et al., 1967) prevažovali trikolpátne a trikolporátne typy, vysoké zastúpenie dosahovali aj zrná ihličnatých (*Pinus haploxyton*, *P. diploxyton*, *Tsuga canadensis*, *T. diversifolia*), dinoflageláty, hystrichosféry a triporátne sporomorfy. Hojne sa vyskytovali *Monocolpopollenites tran-*



Obr. 1 Mapa lokalizácie vzoriek.

*quillus* R. POT., *M. areolatus* R. POT., *Triatriopollenites myrikoides* KREMP, *Tetracolporopollenites microrhombus*, *Carya*, *Pterocarya*, priebežne hubovité formy *Phycopeltis eocenica* EDWARDS a *Phragmothirites eocenica* EDWARDS, ojedinele *Cicatricosisporites*, *Extratriporopollenites*, *Taxodiaceae* a *Cupressaceae*. Ako stratigraficky dôležitý označila autorka výskyt druhu *Ephedra notensis* COOKSON. Spoločenstvo poukazujúce na určité ochladenie klímy zaradila do vrchného eocénu až spodného oligocénu.

Vápnitý nanoplanktón z vrto P-4 a P-8 (obr. 1) vyhodnotila Bystrická (in Pulec et al., 1967). Spoločenstvo (25 foriem, 13 rodov) považuje prevažne za oligocénne, v spodných metroch vrtu P-8 (99 – 100 m) pravdepodobne z hranice eocén/oligocén.

Z odkryvu „bazálnej transgresívnej litofácie“ tvorenej pieskami striedajúcimi sa s ílovcami a zlepenkami (v záreze potoka sz. od Lubietovej, totožné s našou vzorkou L2; obr. 1) pochádzajú *Nummulites variolarius* (LAMARCK) a *N. incrassatus incrassatus* HARPE, určené Vaňovou (in Pulec et al., 1967). Jeden exemplár *Nummulites problematicus* TELLINI určila vo vrte P-4 (142 m). Podľa tejto autorky druhy z povrchového odkryvu (L2; obr. 1) sú priebežné, ich rozpätie je vrchný lutét až vrchný priabón. Druh z vrtu P-4 je vrchnopriabónsky.

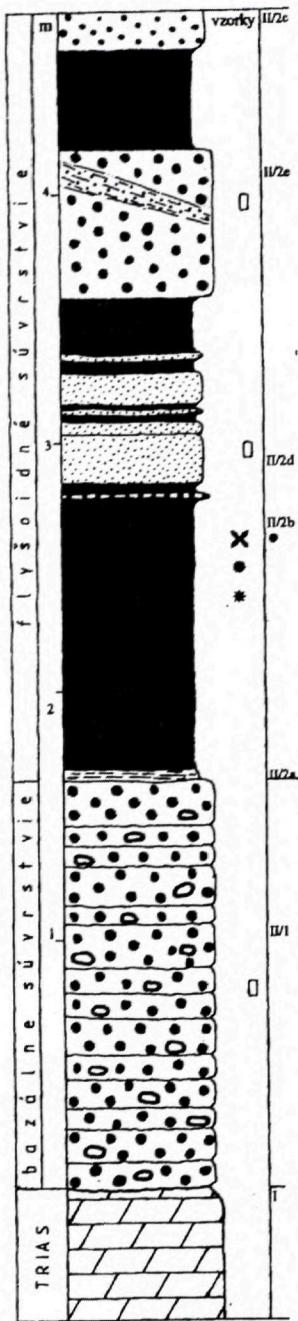
Ďalší súbor poznatkov o lubietovskom paleogéne sa získal v súvislosti s vrtným prieskumom Cu zrudnenia veporidného permu (Ilavský et al., 1978; Ilavský, Vozárová a Vozár, 1994). Vo vrte Lu-2 (sv. od Lubietovej; obr. 1; v hĺbke 98 – 311 m, v nadloží permu a v podloží pliocénu) stanovil Pulec (in Ilavský et al., 1978) nasledujúci vrstvosý sled:

- 98 – 170 m – ílovcová fácia (ílovce, laminované siltovce, niekoľko cm až dm polohy pieskovcov);
- 170 – 208 m – pieskovcovo-ílovcová fácia (sivé a sivomodré ílovce, piesčité ílovce, siltovce, málo početné polohy jemno- až hrubozrnných pieskovcov);
- 208 – 311 m – pieskovcovo-zlepenková fácia (zlepence a pieskovce s tenkými polohami a preplástkami piesčitých ílovcov a siltovcov).

Sedimenty vrtu Lu-2 (v hĺbke 118, 122 a 220 m) obsahovali spoločenstvá veľkých foraminifer (18 foriem, 4 rody) vrchnopriabónskeho (prípadne až vrchnopriabónsko-spodnooligocénneho) veku, ktoré Vaňová (in Ilavský et al., l. c.) považovala za redepozity.

Hojnú, ale zle zachovanú vápnitú nanoflóru vrtu Lu-2 (47 foriem, 20 rodov) z hĺbky 98 – 222 m spracovala Lehotayová (in Ilavský et al., l. c.). Podľa nej asociácie svedčiace o plytkovodnom okrajovom vývoji morského prostredia zodpovedajú strednému oligocénu (rupelu) a považuje ich za vekový ekvivalent nanoplanktónových zón NP-24 *Sphenolithus distenthus* a NP-25 *Sphenolithus ciperoensis* bez zastúpenia indexových druhov. Opierala sa najmä o hromadný výskyt druhu *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN et BRAARUD) v hĺbke 98 – 100 m, 133 m a 206 – 207 m a o prítomnosť *Pontosphaera multipora* (KAMPTNER) HAQ, *Discolithina latelliptica* BÁLDI, *D. pygmaea* LOCKER, *Reticulofenestra clathrata* MÜLLER, *R. abisecta* (MÜLLER) ROTH, *R. lockeri* MÜLLER





Obr. 2 Litologický profil odkryvu Ľ-2.

1 – dolomity, II/1 – bazálne súvrstvie: hrubozrné pieskovce až jemnozrné zlepenice, doskovité, mierne nerovnoploché, pórovité, s obliakmi do 40 mm (karbonáty, kremeň, opracovanie 2 – 3°), utopenými v nevápnitej základnej hmote. II/2 – flyšoidné súvrstvie: a) okrové prachovce, mäkké, b) sivé ílovce, bridličnaté, mäkké, mazľavé, slabo vápnité, kúskovité, miestami bochníkovito rozpadavé a výrazne páskované, c) sivé pieskovce, hrubozrné, slabo spevnené, d) sivé pieskovce, jemnozrné, e) hrubozrné pieskovce až jemnozrné zlepenice, vo vrchnej časti šošovka šikmo zvrstveného pieskovca.

### Bazálne súvrstvie (mladší priabón)

Bazálne súvrstvie vystupuje v dvoch bezmenných potokoch sz. od Ľubietovej (lok. Dolné pole; vz. Ľ-2; obr. 1) v nadloží dolomitov.

Tvoria ho doskovité oranžové a sivožlté hrubozrné pieskovce až jemnozrné zlepenice. V pórovitej nevápnitej základnej hmote sa nachádzajú utopené úlomky a obliaky karbonátov a kremeňa veľkosti do 30 – 40 mm (opracovanie 2 – 3°). Vrstvy dosahujú hrúbku 0,07 – 0,2 m, vrstvom plochy sú mierne nerovné (obr. 2).

Bazálne súvrstvie v opisovanom litologickom vývoji predstavuje pravdepodobne litorálnu (transgresívnu) litofáciu.

Na základe veľkých foraminifer *Nummulites problematicus* TELLINI z povrchového odkryvu (vz. Ľ-2; obr. 1) a *N. rotularius* DESHAYES, *N. variolarius* (LAMARCK), *N. incrassatus ramondiformis* HARPE, *N. cf. pulchellus* HARPE [prechodnej formy od druhu *N. fabianii* (PREVER) k druhu *N. fichteli fichteli* MICHELOTTI] a *Discocyclina pratti* (MICHELIN) z vrchnej časti pieskovcovo-zlepenicovej litofácie vrtu Lu-2 (220 m; obr. 1) zaraďuje Vaňová (in Pulec et al., 1967) bazálne súvrstvie do mladšieho priabónu.

### Flyšoidné súvrstvie (kišcel)

Flyšoidné súvrstvie vystupuje v bezmenných potokoch j. a sz. od Ľubietovej (lok. Vódka a Dolné Pole; vz. Ľ-1, Ľ-2; obr. 1).

Súvrstvie tvoria ílovce striedajúce sa s pieskvcami, pričom ílovce mierne až vysoko prevažujú (I : P = 1,5 – 18).

Ílovce sú bridličnaté, zelenosivé a sivé, prachovité, vápnité. Sú mäkké, mazľavé, nepravidelne kúskovito aj bochníkovito rozpadavé, na odlučných plochách s čiernymi a hnedými povlakmi. Prachovitá prímies niekedy spôsobuje páskovanie. Polohy ílovcov dosahujú hrúbku 0,02 – 1,1 m.

Mäkké doskovité okrové prachovce tvoria v súvrství zriedkavé tenké polohy hrúbky cca 0,05 m.

Pieskovce sú doskovité, sivé až tmavosivé, jemno-, stredno- aj hrubozrné. Obsahujú uhoľnú drvinu a biele tyčinkovité zrnká. Často sú pomerne mäkké, jednotlivé vrstvy dosahujú hrúbku 0,02 – 0,2 m. Lokálne sa v súvrství vyskytujú polohy lavicovitých (0,6 m) hrubozrných pieskovcov až jemnozrných zlepenicov s planárnym šikmým zvrstvením (obr. 2).

Ílovce (vz. Ľ-1, Ľ-2; obr.1) obsahujú kvantitatívne aj kvalitatívne veľmi bohatú asociáciu foraminifer kišcelu, ktorú spracovala Zlinská (1999; pozri fotoprílohu): *Almæna taurica* SAMOYLOVA (Ľ-1), *Ammodiscus* sp. (Ľ-1, 2), *Baggina dentata* HAGN (Ľ-1), *Bolivina aenariensisiformis* MJATLJUK (Ľ-1, 2), *B. beyrichi beyrichi* RSS. (Ľ-2), *B. sp.* (Ľ-1), *Cassidulina subglobosa* BRADY (Ľ-2), *Cibicoides pseudoungerianus* (CUSH.) (Ľ-1, 2), *Globigerina officinalis* SUBBOTINA (Ľ-1), *G. praebulloides* (ORB.) (Ľ-1), *Globulina gibba* ORB. (Ľ-1), *G. g. punctata* ORB. (Ľ-1), *Grigelis pyrula* (ORB.) (Ľ-1, 2), *Hansenisca girardana* (RSS.) (Ľ-1), *Heterolepa eocaena* (GUEMBEL) (Ľ-1), *Chiloguembelina gracillima* (ANDREA) (Ľ-1), *Chilostomella ovoidea* RSS. (Ľ-1), *Lagena sulcata* (W. – J.)

a *Helicosphaera bramlettei* MÜLLER. Autorka však (na základe prítomnosti *Discoaster aulakos*) pripúšťa možnosť, že môže íť aj o mladšie sedimenty a nevyklučuje prípadnú alochtónnosť zistených tanatocenóz.

### Litológia a biostratigrafické výsledky vzoriek

Paleogén v okolí Ľubietovej tvorí okolo 160 – 200 m hrubý komplex, plocho (15 – 22°) uklonený na JJV, J až JJZ.

Na základe mapovacích prác možno v ňom odlišiť 2 súvrstvia paleogénu:

1. zlepenicovo-pieskovcové bazálne súvrstvie,
2. pieskovcovo-prachovcovo-ílovcové flyšoidné súvrstvie.

STUPEN				Regionálna zonácia ZK Samuel a Salaj, 1984	Berggren et al., 1995 (foraminifery)	Martini, 1971 (nanoplanktón)
O L I G O C É N	vrchný	chat	eger	Globigerina angulissuturalis	P 22	NP 25
				Globigerina opima opima	P 21	NP 24
	spodný	rupel	kišcel	Globigerina ampliapertura	P 20	NP 23
				Globigerina postcretacea	P 19	NP 22
E O C É N	vrchný	priabón	vrch.	Globigerina officinalis	P 18	NP 21
					P 17	
			str.	P 16	NP 19/20	
			sp.	Globigerinatheka semiinvoluta	P 15	NP 18

Obr. 3 Korelačná tabuľka chronostratigrafických jednotiek, foraminiferových a nanoplanktónových biozón.

(L-1, 2), *Lenticulina arcuatostrata* (HANTK.) (L-1), *L. cultrata* MONTF. (L-1), *L. inornata* (ORB.) (L-1), *Lobatulula lobatula* (W. - J.) (L-2), *Nodosaria acuminata* HANTK. (L-1, 2), *N. sp.* (L-2), *Praeglobobulimina pyrula* (ORB.) (L-1), *Pullenia bulloides* (ORB.) (L-1), *Reussella oberburgensis* (FREYER) (L-1), *Saracenaria arcuata* (ORB.) (L-1), *Siphonina reticulata* (CZJZ.) (L-1) a *Uvigerina pygmaea* ORB. (L-1, 2).

Nanoplanktón, ktorý spracovala Grigorovičová (in Zlinská, 1999), je zastúpený formami: *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN. et BRAARUD) (L-1), *Coccolithus pelagicus* (WALL.) (L-1), *Coronocyclus nitescens* (KAMP.) (L-2), *Cyclicargolithus abisectus* (MÜLLER) (L-1), *C. cf. abisectus* (MÜLLER) (L-2), *C. floridanus* (ROTH et HAY) (L-1, 2), *Discoaster tani ornatus* BRAML. et WILC. (L-2), *Helicosphaera compacta* BRAML. et WILC. (L-1), *Pontosphaera distincta* (BRAML. et SULL.) (L-1), *P. cf. enormis* LOCKER (L-1, 2), *P. multipora* KAMP. (L-1, 2), *P. plana* (BRAML. et SULL.) (L-1), *P. cf. rothii* HAQ (L-2), *P. sp.* (L-1), *Reticulofenestra bisecta* (HAY et ALL.) (L-1, 2), *R. lockeri* MÜLLER (L-1, 2), *R. cf. ornata* MÜLLER (L-1, 2) a *Sphenolithus moriformis* BRONN. et STR. (L-2). Prislúcha nanoplanktónovej zóne NP-23 (L-1), resp. NP-23 - NP-24 (L-2) (Martini, 1971).

### Biostratigrafické a ekologické závery

Na základe foraminifer sedimenty patria do kišcelu. Podľa nanoplanktónu vzorka L1 patrí k štandardnej zóne NP-23 a L2 k zóne NP-23, prípadne 24 (obr. 3).

Vo vzorkách v asociácii foraminifer majú evidentnú prevahu bentické formy nad planktonickými. Vápnitý bentos je ekologicky viazaný na hlbokovodné prostredie (napr. rody *Lenticulina*, *Bolivina*, *Uvigerina*, *Praeglobobulimina*, *Pullenia*, *Hansenisca*).

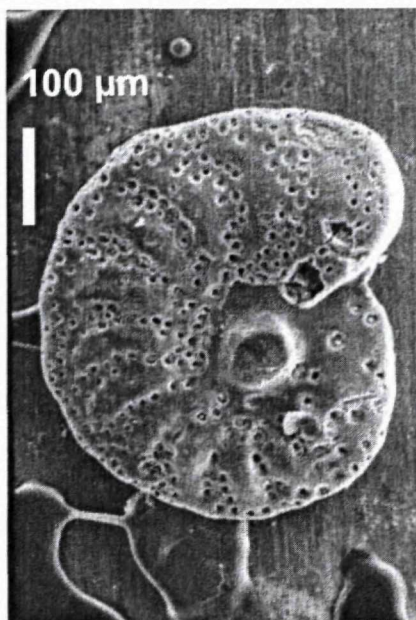
*Praeglobobulimina pyrula* (ORB.) je rozšírená v centrálnej Paratétys od eocénu po báden a charakterizuje hlbokovodné fácie. Podľa Poaga (1981) uvigeriny sa považujú za časté formy hlbšieho neritika a vrchného batyálu. V prípade druhu *Pullenia bulloides* (ORB.) udáva Phleger (1960) rozpätie hĺbky vody 100 - 3 000 m. Podľa

práce autorov Boltovskoy a Wright (1976) sú chilostomely typické pre batyálnu zónu.

*Hansenisca soldanii* (ORBIGNY) - Bandy (1953) udáva hlavné rozšírenie tohto druhu v hlbšom batyáli a abyáli. Cicha a Zapletalová (1967) viažu rozšírenie druhu v Západných Karpatoch s hlbším neritikom až batyálom.

### Literatúra

- Bandy, O. L., 1953: Ecology and Paleontology of some California Foraminifera. Part I + II. J. Paleont. (Tulsa), 27, 2, 161 - 182, 200 - 203, Abb. 1 - 4, 1 - 3, Tab. 21 - 25.
- Berggren, W. A., Kent, D.V., Swisher, C. C. a Aubry, M. P., 1995: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. Spec. Publ. (Soc. Sediment. Geol.), 54, 129.
- Boltovskoy, E. a Wright, R., 1976: Recent Foraminifera, III - XVII, Junk, Den Haag, 1 - 515.
- Cicha, I., 1960: Zpráva o nálezu spodního miocénu mořského vývoje u Lubietové, záp. od Banské Bystrice. Věst. Ústf. Úst. geol. (Praha), 35, 5, 361 - 363.
- Cicha, I. a Zapletalová, I., 1967: Die Foraminiferen der Karpatischen Serie. In: Cicha, I., Seneš, J. a Tejkal, J., 1967: Chronostratigraphie und Neostatotypen, bd. I, M3, Karpatien, Bratislava, 104 - 148.
- Čepek, P., Bystrický, J., Candra, J., Fajst, M., Jaroš, J., Láznicka, P., Losert, J., Pacltová, B., Smolíková, B. a Šilar, J., 1966: Vysvětlivky (1. část Mesozoikum - kvartér) k listu 1 : 50 000 Slovenská Lupča M-34-111-D. Závěrečná zpráva. Manuskript - archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Ilavský, J., Vozár, J., Vozárová, A., Stankovič, J., Pulec, M., Planderová, E., Papšová, J., Štubňa, V., Lehotayová, R. a Vaňová, M., 1978: Komplexné zhodnotenie vrstov Lu-1, Lu-2, Lu-3 - Lubietová. Manuskript - archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Ilavský, J., Vozárová, A. a Vozár, J., 1994: Lubietová - štruktúrno-vyhľadávacie vrty LU-1, LU-2 a LU-3. Region. Geol. Západ. Karpát (Bratislava), 29, 3 - 7.
- Martini, E., 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. Proc. 2<sup>nd</sup> Plankt. conf. Roma 1970, Roma, 739 - 785.
- Phleger, F. B., 1960: Ecology and Distribution of Recent Foraminifera, V - VII. Baltimore, J. Hopkins, 1 - 297.
- Planderová, E., Pulec, M., Samuel, O. a Vaňová, M., 1963: Poznámky k litologicko-stratigrafickým pomerom Banskobystrickej a Zvolenskej kotliny. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 30, 147 - 159.
- Poag, C. W., 1981: Ecologic Atlas of Benthic Foraminifera of the Gulf of Mexico. V - VIII. Marine Science International, Woods Hole/Mass., 1 - 175.
- Pulec, M., Bystrická, H., Franko, O., Gazda, S., Karolus, Karolusová, E., Kraus, I., Papšová, J., Planderová, E., Samuel, O., Sitár, V.,



*Cibicidoides pseudoungerianus* (Cush.)



*Lentculina arcuatostrata* (Hantk.)



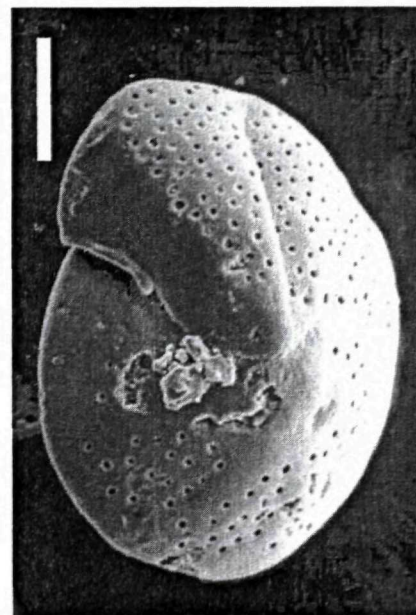
*Uvigerina pygmaea* Orb.



*Grigelis pyrula* (Orb.)



*Nodosaria acuminata* Hantk.



*Heterolepa eoceana* (Guembel)

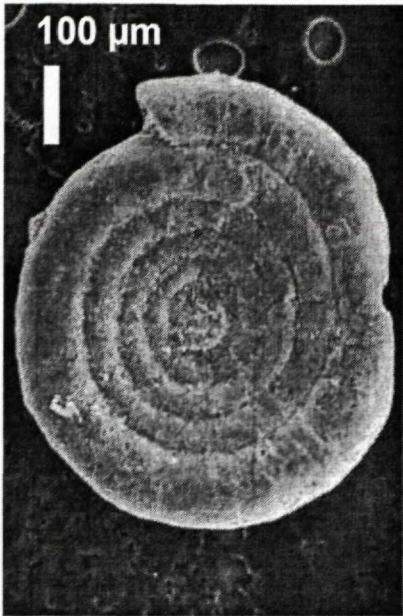
Snopková, P., Škvarka, L., Vaňová, M. a Vrána, S., 1967: Geologický výskum terciéru vnútorných kotlín centrálnych Západných Karpát. Záverečná zpráva. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.

Pulec, M., Seneš, J., Planderová, E., Samuel, O., Volfová, J., Kraus, I. a Vaňová, M., 1963: Ročná zpráva o základnom geologickom výskume Banskobystricko-Zvolenskej, Slatinskej, Breznianskej a Horehronskej kotliny (terciér). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.

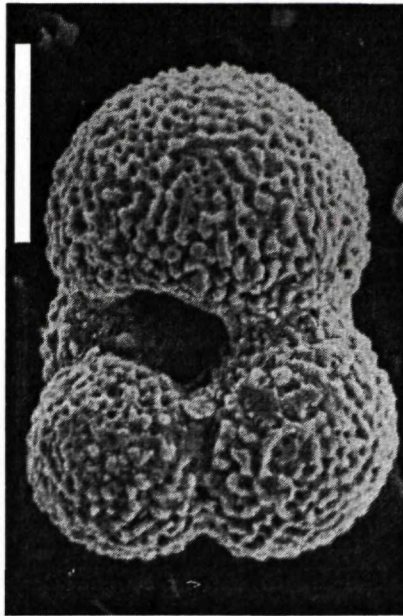
Samuel, O., 1975: Foraminifera of Upper Priabonian from Lubietová (Slovakia). *Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava)*, 1, 111 – 176.

Samuel, O. a Salaj, J., 1984: Microbiostratigraphical division of West Carpathians Mesozoic and Paleogene. *Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava)*, 9, 11 – 71.

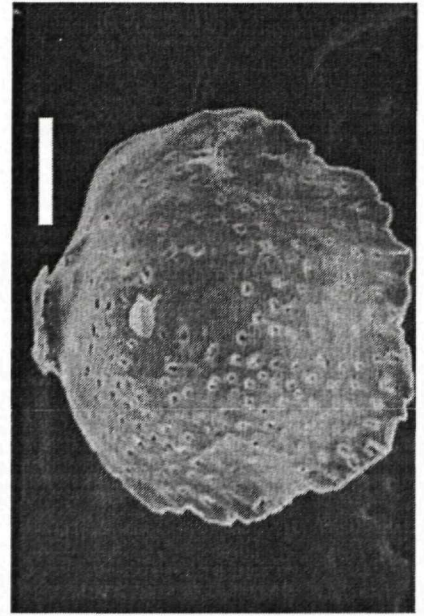
Zlinská, A., 1999: Mikrofaunistické zhodnotenie vzoriek z okolia Lubietovej. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.



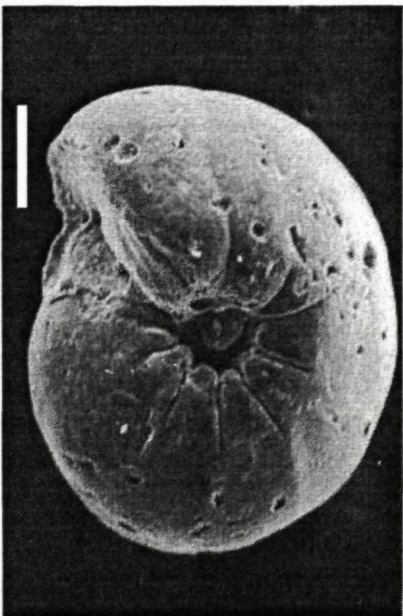
*Ammodiscus* sp.



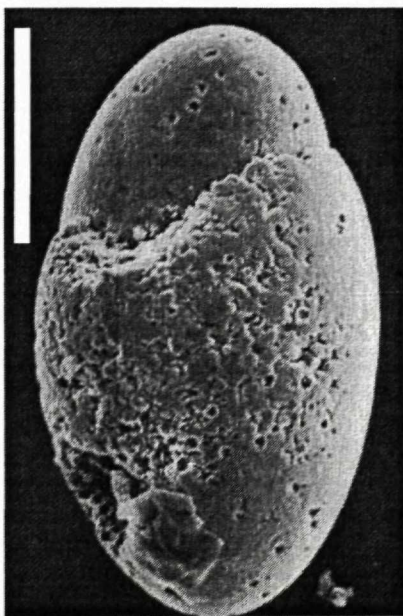
*Globigerina praebulloides* (Orb.)



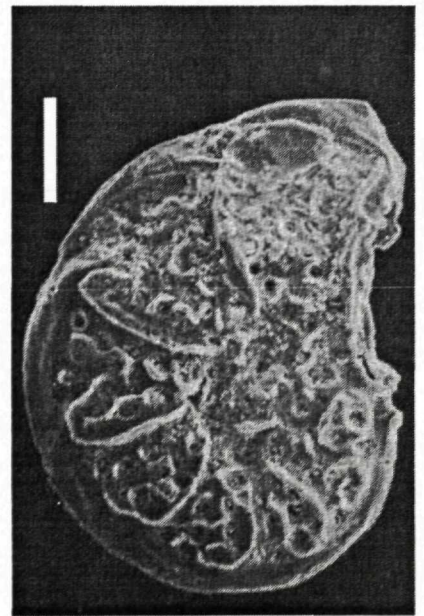
*Siphonina reticulata* (Czjz.)



*Hansenisca girardana* (Rss.)



*Chilostomella ovoidea* Rss.



*Almaena taurica* Samoylova

## Metamorfno-hydrotermálne zrudnenie na výskyte Ľubietová – Predsvätodušná

DANIEL OZDÍN

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, ozdín@gssr.sk

**Abstrakt.** On the locality Predsvätodušná next to Ľubietová were described metamorphic-hydrothermal mineralizations. Mineralized veins occur in Paleozoic to Proterozoic(?) gneisses, there are sometimes diaforized. Quartz veins are formed especially of albite, dravite, chamosite, less abundant are muscovite, pyrite and goethite and accessory are monazite-(Ce) and zircon. These minerals form a typical alpine paragenesis. We assume the origin by metamorphism in the greenschist facies condition. Crystallization temperature of chamosite crystals were  $361 \pm 15$  °C. This metamorphic-hydrothermal mineral assemblage belongs to the siderite mineralization on the basis of geological position and mineral association.

**Key words:** siderite mineralization, Ľubietová, mineralogy, chamosite, dravite

### Úvod

Stará banícka obec Ľubietová patrí k našim najvýznamnejším medeným ložiskám. Z historického hľadiska Turzovsko-fuggerovská spoločnosť, ktorá ťažila med' najmä zo Španej Doliny a z Ľubietovej, bola v 16. storočí najväčším producentom medi na svete. Dobývanie medi v tejto oblasti sa datuje už od predhistorických čias, keď najmä rýdza med' a oxidy medi (najmä kuprit) sa získavali z príporchových častí ložiska už v dobe bronzovej (Koděra et al., 1990). Ložisko Svätodušná leží v rulách s rôznymi typmi diaforitizácie, s polohami amfibolitov na tektonickej štruktúre smeru SV – JZ (Dublan et al., 1997; Koděra et al., 1990).

Prvá písomná zmienka o lokalite Predsvätodušná je v práci Hauerovej et al. (1989), kde sa opisuje pod širším pojmom lokality Čižina, resp. je bez názvu. Vzhľadom na to, že tento výskyt je oddelený od výskytu Čižina a nachádza sa cca 500 m sv. od neho a cca 550 m sz. od začiatku ložiska Svätodušná, nazvali sme ho Predsvätodušná (obr. 1). Zrudnenie podľa mapy Dublana et al. (1997) vystupuje vo fylitoch, svoroch, chloriticko-muskovitických bridliciach a diaforitoch Ľubietovského kryštalinika. Hauerová et al. (1989) opisuje z lokality Čižina úlomky kremennej žiloviny decimetrovej veľkosti, miestami s karbonátom, bez makroskopicky pozorovateľných sulfidov. Ďalšie zmienky o lokalite nie sú dosiaľ známe.

### Geológia a petrológia študovaného územia

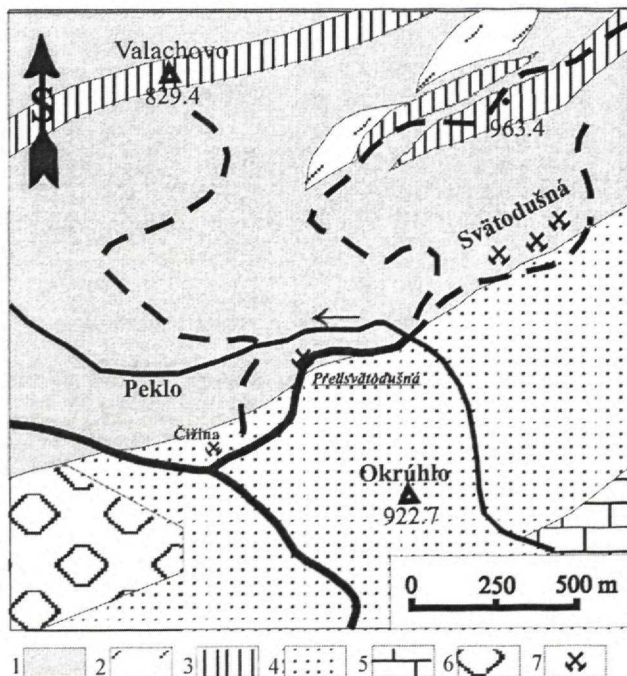
Lokalita Predsvätodušná je situovaná do metamorfovaných hornín Ľubietovskej zóny veporského pásma. Zrudnenie sa nachádza v jv. časti Ľubietovského kryš-

talínika. Toto územie proterozoického? až paleozoického veku tvoria prevažne fylity, svory, chloriticko-muskovitické bridlice a diafority, v ktorých sú polohy zachovaných rúl s amfibolitmi. Na časti územia sa uplatnila diaforéza, ktorá je viazaná najmä na strižné zóny sv.-jz. smeru, kde sa vo väčšej miere uplatnili aj hydrotermálne procesy. Na vek diaforézy sú rôzne názory, ale je pravdepodobné, že okrem alpskej sa prejavila aj hercýnska diaforéza (Dublan et al., 1997a). Podľa Kamenického (1982) hercýnska diaforéza mala len menšie rozšírenie a uplatnila sa iba v úzkych, tektonicky silno namáhaných zónach. V závislosti od intenzity diaforézy vznikli diaforitické svory (muskovitické a muskoviticko-chloritické, niekedy s granátom) alebo *fytonity*. Kamenický (1. c.) vyčleňuje niekoľko typov fytonitov, pričom okrem základných horninotvorných minerálov je takmer vo všetkých typoch prítomný skoryl diaforitického pôvodu. V najjužnejšom pásme Ľubietovského kryštalinika sa nachádzajú *fylyty*, ktoré sú petrograficky zhodné s fytonitmi, ale geochemické zloženie majú výrazne odlišné. Vznikli diaforézou rúl a amfibolitov (Kamenický, 1977, 1982). Vozár et al. (1982) spájajú vznik týchto hornín s procesmi progresívnej metamorfózy. Fylity mohli vzniknúť metamorfózou napr. ílovitých bridlic s vysokým obsahom Al (Vozár et al., 1982; Dublan et al., 1997a).

*Ruly* sú reprezentované prevažne drobnozrnnými biotitickými pararulami s lepidogranoblastickou štruktúrou, ktoré sú miestami migmatitizované. Ich minerálne zloženie je kremeň, albit, biotit ± muskovit (Dublan et al., 1997a). Z akcesorických minerálov je najhojnejší apatit, zirkón, magnetit ± granát ± turmalín. Všetky minerály biotitických pararúl okrem turmalínu sú regionálnometamorfného pôvodu. Turmalín vystupuje na intergranulách pararúl a má miestami porfyroblastický vývoj (Kamenický, 1982). Podľa mapy Dublana et al. (1997) medzi pásmom páskovaných ortorúl s pararulami a pásmom fylitov a svorov v oblasti ložísk Svätodušná a Kolba leží pásmo pararúl až svorových rúl s polohami ortorúl, v rôznom stupni diaforitizovaných s amfibolitmi.

*Amfibolity* tvoria telesá šošovkovitého tvaru väčšinou sv.-jz. smeru paralelné s bridličnatosťou metamorfítov. Vystupujú spolu s orto- aj pararulami. Ich štruktúra je granonematoblastická. Vyskytujú sa aj páskované typy amfibolitov a typy s granátom. Amfibolity miestami prechádzajú do amfibolických rúl. Minerálne zloženie tvoria amfibol, albit ( $An_{10} - An_{50}$ ), kremeň a biotit (Dublan et al., 1997a).

V tesnej blízkosti lokality v Ľubietovskom kryštaliniku vystupujú granitové porfýry, menej granodioritové porfýry s mikrogranitovou a mikroaplitovou základnou hmotou a výrastlicami kremeňa a žilcov, miestami zmenené na *porfýroidy* (Dublan et al., 1997a). Zoubek (1928) považuje tieto horniny za prívodné kanály permského vulkanizmu, ktorého produkty sa nachádzajú v Ľubietovskom perme. Kamenický (1968) začleňuje tieto porfýroidy do subsekventného až finálneho vulkanizmu viazaného na pohyby saalskej fázy. Ich vulkanický až subvulkanický charakter potvrdil aj Petrik (1996). Spodnopermský vek porfýroidov potvrdila aj Vozárová (1979), ktorá ich opísala z obliakov vo vrchnopermskom predajnianskom súvrství. Do týchto hornín na lokalite Predsvätodušná zrudnenie však nezasahuje.



Obr. 1. Geologická mapa okolia lokality Ľubietová - Predsvätodušná (podľa Poláka et al., 2000; upravené).

Vysvetlivky: 1 – pararuly, svorové ruly a produkty ich diaforézy. 2 – migmatizované ruly, páskované migmatity a produkty ich diaforézy. 3 – amfiboly, amfibolické ruly, diaforitizované amfibolity. 4 – granitové porfýry a porfýroidy. 5 – ramsauské dolomity (ladin). 6 – epiklastické vulkanické brekcie až konglomeráty (sp. sarmat). 7 – banské práce.

## Metodika

Vzorky sme odobrali z haldy nachádzajúcej sa pri ceste, resp. pod cestou vedúcou od odbočenia na časti Čížina do doliny Peklo smerom na ložisko Svätodušná. Zo vzoriek sa urobili nábrusy, výbrusy a orientačne aj 2 platničky hydrotermálneho kremeňa na kryotermometrický výskum. Preparáty sa študovali v polarizačnom mikroskope. Vybrané vzorky sa skúmali pomocou elektrónového mikroanalýzátora Jeol Superprobe 733. Na zistenie chemického zloženia sa vyhotovili štandardové EDS elektrónové mikroanalýzy (podmienky:  $U = 15$  kV,  $I = 0,900$  nA,  $\phi$  lúča 3–5  $\mu$ m). Pri zirkóne a monazite-(Ce)

sa použila na orientačnú identifikáciu len neštandardová EDS analýza. Fotografie sa vyhotovili na spomínanom elektrónovom mikroanalýzátore a na mikroskope Jenapol (Carl Zeiss Jena) s použitím videokamery JVC TK1280E.

## Výsledky

Mineralogickým výskumom sme na tejto hydrotermálnej žile zistili tieto minerály:

*Albit*  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ . – Na kremennej žile vystupuje pomerne často v podobe relatívne väčších (veľkosť do 2 mm) idiomorfných kryštálov alebo vo forme veľmi jemnozrnných alotriomorfných kryštálov (obr. 2). Drobnozrnný albit vznikol silnou kataklázou a drvením. Elektrónové mikroanalýzy zo vzorky PSD-3c sú v tab. 1 a ukazujú, že albit neobsahuje takmer žiadne izomorfné prímеси v katiónej časti.

Tab. 1 Elektrónové mikroanalýzy hydrotermálneho albitu z lokality Predsvätodušná (hodnoty sú v hm. %).

Anal. č.	1	2	3	4	5
$\text{Na}_2\text{O}$	11,61	11,37	11,65	11,67	11,53
$\text{Al}_2\text{O}_3$	18,94	18,79	18,92	18,87	19,05
$\text{SiO}_2$	69,07	69,08	68,98	69,56	69,37
$\text{K}_2\text{O}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\text{CaO}$	0,10	0,18	0,00	0,00	0,00
$\text{FeO}$	0,31	0,64	0,46	0,00	0,00
$\Sigma$	100,04	100,07	100,02	100,10	99,95

*Dravit*  $\text{NaMg}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$ . – Makroskopicky je tmavosivý až čierny. Opticky je často zonálny (obr. 3), pričom stredy kryštálov sú obyčajne sivozelené a okraje hnedé. Okrem toho, v polarizačnom mikroskope nadobúda veľké množstvo farieb. Tvorí prstovité, kríčkovité alebo drobnozrnné agregáty v bielom kremeň veľké až niekoľko cm (obr. 5, 6). Je silno kataklázovaný (obr. 4 a 6). Chemicky je homogénny a jeho zloženie sa od okraja k stredu kryštálu nemení (tab. 2; vzorka PSD-2d, obr. 10). Miestami je preniknutý druhou generáciou kremeňa. Niektoré kryštály dravitu obsahujú veľmi (na hranici merateľnosti) drobné, dvoj- a jednofázové fluidné inklúzie.

*Chamosit*  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_3\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$ . – Tvorí žilky a zhluky v kremeň. V blízkom okolí žiliek je drobnopinkovitý chamosit voľne rozptýlený. Často ho sprevádza muskovit (obr. 7). V prechádzajúcom svetle je tmavosivomodrozelený. Pri použití chloritového termometra (Cathelineau, 1988) teplota vzniku chamositu bola  $361 \pm 15$  °C.

*Kremeň*  $\text{SiO}_2$ . – Tvorí hlavnú výplň žily. Makroskopicky je biely, obsahuje žilky, menej hniezda chamositu, muskovitu, pyritu a goethitu. Albit a dravit v ňom tvoria zhluky. Kremeň tvorí 2 generácie. Kremeň I vyplnil hlavnú časť žily a kremeň II tvorí len tenké žilky prenikajúce do dravitu. Ide pravdepodobne len o remobilizovaný kremeň I. Kremeň je často veľmi silno kataklázovaný a rozdrvený (obr. 4.). Hydrotermálny kremeň zriedkavo obsahuje len veľmi drobné dvojfázové fluidné inklúzie, ktoré sú na hranici merateľnosti (obr. 8).

Tab. 2 Elektronové mikroanalýzy dravitu z lokality Predsvätodušná (hodnoty sú v hm. %).

Č. anal.	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	35.27	35.73	36.13	35.40
TiO <sub>2</sub>	0.66	0.34	0.65	0.64
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	10.48	10.54	10.42	10.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31.91	32.45	30.73	31.65
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.19	1.07	0.00
FeO	9.67	9.83	9.34	10.03
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	6.05	5.63	5.65	5.91
CaO	0.58	0.39	0.58	0.39
Na <sub>2</sub> O	2.04	1.88	1.92	2.08
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
H <sub>2</sub> O*	3.62	3.64	3.59	3.61
Σ	100.28	100.62	100.08	100.19
Si <sup>4+</sup>	5.847	5.89	6.027	5.875
Ti <sup>4+</sup>	0.082	0.042	0.082	0.080
B <sup>3+</sup>	3.000	3.000	3.000	3.000
Al <sup>3+</sup>	6.235	6.304	6.042	6.191
Cr <sup>3+</sup>	0.000	0.025	0.141	0.000
Fe <sup>2+</sup>	1.341	1.355	1.303	1.392
Mn <sup>2+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg <sup>2+</sup>	1.495	1.384	1.405	1.462
Ca <sup>2+</sup>	0.103	0.069	0.104	0.069
Na <sup>+</sup>	0.656	0.601	0.621	0.669
K <sup>+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000
Kat. spolu	18.759	18.670	18.725	18.739
OH <sup>-</sup>	4.000	4.000	4.000	4.000
O <sup>2-</sup>	30.978	30.966	31.115	30.954
Mg/(Fe+Mg)	52.72	50.53	51.88	51.23
**				

\* B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a H<sub>2</sub>O boli vypočítané zo stechiometrie.

\*\* Výpočet dravitovej molekuly. Hranica medzi skorylom a dravitom je 50 %.

Vzorce boli prepočítané na Si + Ti + Al + Cr + Fe + Mg = 15 katiónov. Analýzy č. 1 – okraj kryštálu; 2, 3 – z priestoru medzi okrajom a stredom kryštálu; 3 – stred kryštálu.

*Monazit-(Ce)* (Ce,La,Nd,Th)PO<sub>4</sub>. – Vyskytuje sa ojedinele v podobe alotriomorfných kryštálov na hydrotermálnej kremeňnej žile spolu s rutilom, albitom a zirkónom. EDS neštandardová analýza monazitu-(Ce) zo vzorky PSD-3c (obr. 11): SiO<sub>2</sub> 1,42; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 28,91; CaO 0,74; La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18,49; Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 38,56; Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9,57; ThO<sub>2</sub> 2,31; UO<sub>2</sub> 0,00; Σ 100 hm. %.

*Muskovit* KAl<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>. – Tvorí do 2 mm veľké šupinky nachádzajúce sa na puklinách hydrotermálneho bieleho kremeňa (obr. 6 a 10). Často vniká do kremeňa po obvodoch žiliek a zhlukov chamositu (obr. 7), ktorý niekedy obaľuje. Elektronové mikroanalýzy muskovitu sú v tab. 4.

*Pyrit* FeS<sub>2</sub>. – Je to jediný sulfid, ktorý vystupuje na žile. Tvorí kryštály veľké do 1 mm, ktoré vytvárajú tenké žilky. Zriedkavo je rozptýlený v kremeňi spolu s albitom a dravitom. Vo výbrusoch často pozorovať pentagonálne a hexagonálne prierezy. Väčšinou je silno, nezriedka úplne zatlačený hydroxidmi železa (obr. 9.) Podľa orientačnej chemickej analýzy neobsahuje žiadne výraznejšie prímеси.

Tab. 3 Elektronové mikroanalýzy chamositu z lokality Lubietová – Predsvätodušná (hodnoty sú v hm. %).

Anal. č.	1	2	3	4	5	6
MgO	8,61	9,04	8,86	8,80	8,42	8,81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,42	21,68	22,07	21,87	22,30	21,82
SiO <sub>2</sub>	24,69	24,55	24,12	24,86	25,14	24,26
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,20	0,24	0,18	0,00	0,00
MnO	0,30	0,00	0,22	0,29	0,32	0,33
FeO	32,78	32,59	32,42	31,88	31,85	32,49
Σ	87,80	88,05	87,94	87,87	88,04	87,71
Si <sup>IV</sup>	2,71	2,68	2,64	2,71	2,72	2,66
Al <sup>IV</sup>	1,29	1,32	1,36	1,29	1,28	1,34
T site	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Al <sup>VI</sup>	1,47	1,47	1,49	1,52	1,57	1,48
Fe <sup>2+</sup>	3,00	2,98	2,97	2,91	2,89	2,98
Mn <sup>2+</sup>	0,03	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03
Mg	1,41	1,47	1,45	1,43	1,36	1,44
O site	5,91	5,92	5,93	5,88	5,85	5,93
O	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
OH	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Tab. 4 Elektronové mikroanalýzy hydrotermálneho muskovitu z lokality Predsvätodušná (hodnoty sú v hm. %).

Anal. č.	1	2	3	4	5	6
Na <sub>2</sub> O	1,20	1,07	1,05	0,82	0,52	0,64
MgO	0,99	0,89	0,94	1,02	1,08	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,83	36,15	35,46	34,12	33,85	35,10
SiO <sub>2</sub>	45,53	46,19	46,81	48,67	49,40	49,14
K <sub>2</sub> O	9,38	9,39	9,16	9,35	9,26	9,09
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,17	0,15	0,15	0,00	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	1,31	1,11	1,08	1,26	1,24	1,23
Σ	94,45	94,98	94,66	95,38	95,36	96,14

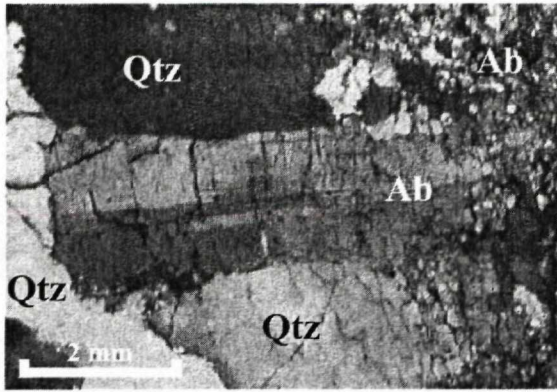
Tab. 5 Elektronové mikroanalýzy rutilu z lokality Predsvätodušná (hodnoty sú v hm. %).

Anal. č.	1	2	3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00
SiO <sub>2</sub>	0,35	0,00	0,00
TiO <sub>2</sub>	99,54	99,81	100,03
MnO	0,00	0,00	0,00
FeO	0,00	0,23	0,00
Σ	99,89	100,04	100,03

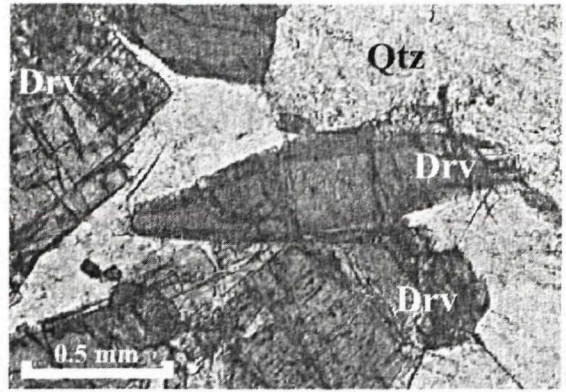
Anal. č. 1, 2 – alotriomorfný rutil, č. 3 idiomorfný rutil.

*Rutil* TiO<sub>2</sub>. – Zriedkavo sa vyskytuje na hydrotermálnej žile v asociácii s albitom, monazitom-(Ce), zirkónom a kremeňom (obr. 11). Tvorí idiomorfné alebo hypidiomorfné až alotriomorfné kryštály. Ich chemické zloženie je však rovnaké (tab. 5; vzorka PSD-3c). Je chemicky homogénny.

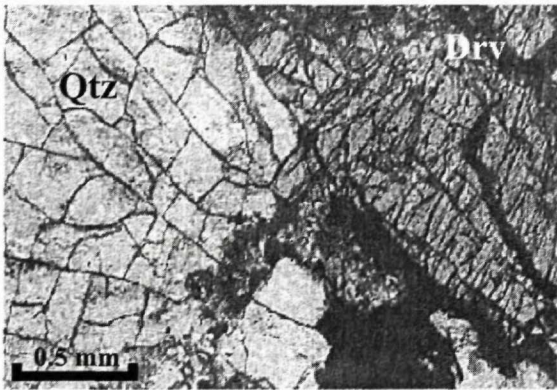
*Zirkón* ZrSiO<sub>4</sub>. – Vyskytuje sa len veľmi zriedkavo. Je hypidiomorfný a veľmi drobný. Vystupuje na žilkách



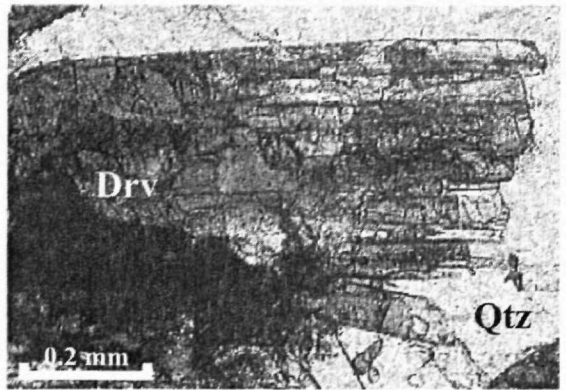
Obr. 2 Zachovaný kryštál albitu (X nikoly) so starším úplne kataklázovaným drobnozrným albitom.



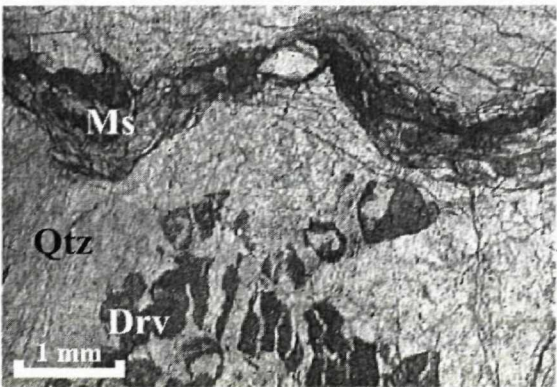
Obr. 3 Opticky zonálny dravit (X nikoly).



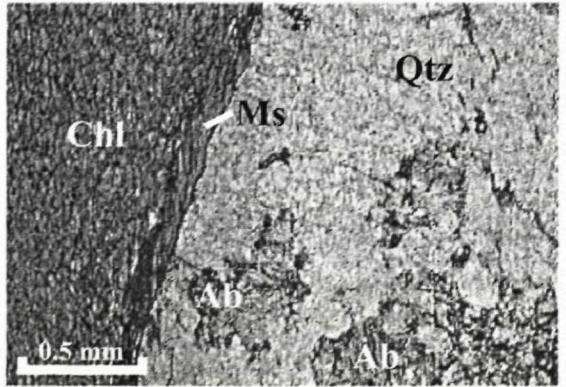
Obr. 4 Silno kataklázovaný kremeň a dravit (X nikoly).



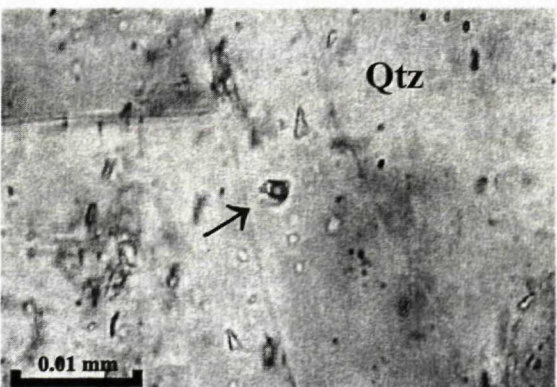
Obr. 5 Dlhoprizmatické idiomorfne kryštály dravitu zoskupené do prstovitých agregátov (X nikoly).



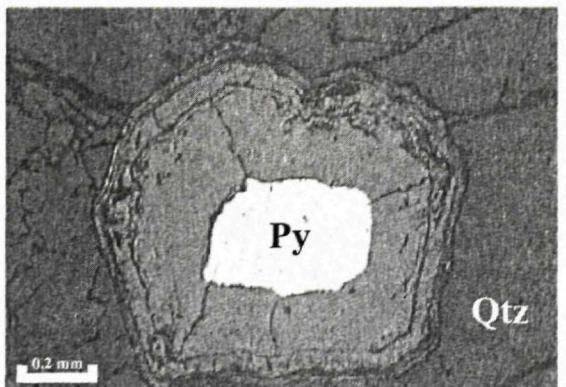
Obr. 6 Intenzívne kataklázovaný dravit v kremeňi so žilkou muskovitu (X nikoly).



Obr. 7 Drobnušupinkovitý chamosit (Chl) so žilkou muskovitu v kremeňi (X nikoly).

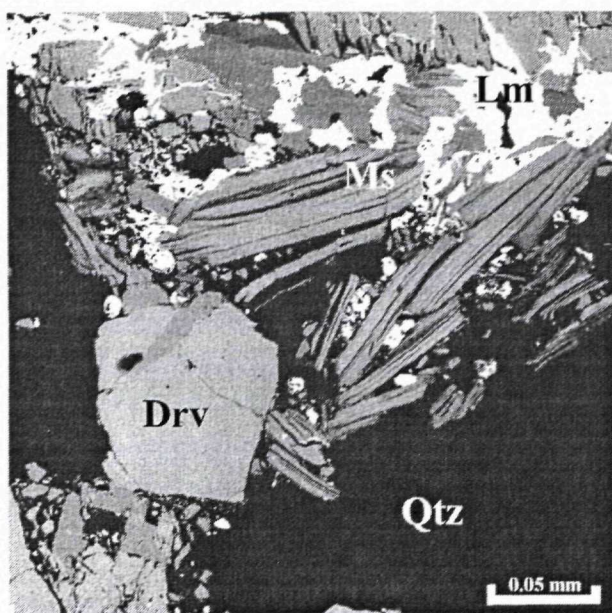


Obr. 8 Dvojfázové fluidné inklúzie v kremeňi.

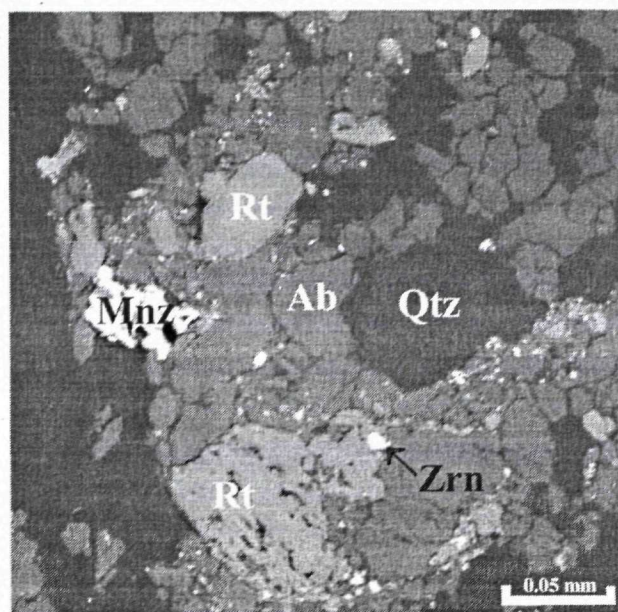


Obr. 9 Kryštál pyritu Intenzívne zatlačaný hydroxidmi Fe (// nikoly).





Obr. 10 Idiomorfný kryštál dravitu v kremeni s mladšou hydrotermálnou žilkou muskovitu a hydroxidmi železa (Lm).



Obr. 11 Monazit-(Ce), rutil a zirkón na albitovej žilke v kremeni.

v kremeni v asociácii s rutilom, monazitom-(Ce) a albitom (obr. 11). Orientačná neštandardová EDS analýza (vzorka: PSD-3c): SiO<sub>2</sub> 31,02; ZrO<sub>2</sub> 68,98; Σ 100,00 hm. %.

Na základe haldového materiálu predpokladáme, že zrudnenie Predsvätodušná tvorí kremeňová žila, resp. niekoľko prevažne kremeňových žíl. Maximálna hrúbka žily je pravdepodobne niekoľko prvých desiatok cm a je vyvinutá v mylonitizovaných rulách a migmatitoch. Po kremeni ďalšími najčastejšími minerálmi na žile sú dravit a albit. Ostatné minerály sú zriedkavejšie až akcesorické. Zo sulfidických minerálov na žile ojedinele vystupuje len pyrit. Výsledkom výskumu mineralizácie na žile Predsvätodušná je schéma postupnosti vylučovania minerálov (tab. 6).

Tab. 6 Schéma postupnosti vylučovania minerálov na lokalite Ľubietová – Predsvätodušná.

	Hydrotermálna mineralizácia Hyp. št.	
kremeň	—	—
pyrit	—	
dravit	—	
albit	—	
zirkón	—	
monazit-(Ce)	—	
rutil	—	
chamosit		—
muskovit		—
hydrooxydy Fe		—

### Diskusia a záver

Mineralizácia na lokalite Ľubietová – Predsvätodušná je typickou mineralizáciou Ľubietovského kryštalinika veporika. Je charakteristická paragenézou alpského typu, ktorú na študovanej lokalite reprezentujú najmä kremeň, albit, dravit a chamosit, menej muskovit, rutil, pyrit, monazit-(Ce), zirkón a goethit. Tento typ mineralizácie sa často vyskytuje na neďalekom ložisku Cu rúd Svätodušná. Na rozdiel od ložiska Svätodušná sa tu nenachá-

dajú žiadne sekundárne minerály medi ani primárne minerály obsahujúce meď.

Napriek absencii akýchkoľvek karbonátov a rudných minerálov zrudnenie možno zaradiť do sideritovej mineralizácie. Rozdiel medzi typickými sideritovými žilami v Západných Karpatoch a kremennou žilou na Predsvätodušnej je v tom, že na Predsvätodušnej vzhľadom na malú hrúbku žily sa prejavilo len štádium s alpskou paragenézou. Lokalita Predsvätodušná je súčasťou žilného ťahu Čížina – Predsvätodušná – Svätodušná – Kolba – (Žliebky?), ktorý má smer SV – JZ. Tento smer je typický pre sideritovú mineralizáciu v Západných Karpatoch. Postupnosť vylučovania minerálov na žile je zhodná s inými podobnými lokalitami, napr. s lokalitou Koleso v Nízkych Tatrách (Ozdín, 2000). Minerálne zloženie je veľmi podobné aj sideritovým žilám v Rožňave (Varček, 1954; Varček, 1960) a na lokalite Jedľové Kostolany – Brezov štál v Tribeči (Polák, 1957). Mineralizácia je metamorfo-hydrotermálneho pôvodu, na čo poukazuje napr. typická asociácia alpskej paragenézy, ako aj chemické zloženie albitu, ktorý prakticky neobsahuje prímеси. Takéto albity majú obyčajne hydrotermálny pôvod. Podobné albity sa nachádzajú aj v alterovaných zónach (Orvošová et al., 1998). Na metamorfo-hydrotermálny vznik poukazujú aj kataklázované žilky pyritu a arzenopyritu z ložiska Svätodušná (Hauerová et al., 1989). Metamorfo-hydrotermálny chamosit vznikol pri teplote  $361 \pm 15$  °C. Tieto údaje sú v dobrej zhode s teplotou vzniku chamositu zo sideritového zrudnenia v Nízkych Tatrách na lokalite Koleso. Tu bola vypočítaná teplota  $364 \pm 11$  °C (Ozdín, 2000a). Obidva údaje sa vypočítali pomocou chloritového termometra (Cathelineau, 1988). Tento termometer použili aj Orvošová et al. (1998) na vypočítanie teploty hydrotermálneho chamositu a klinochlóru z alterovaných zón na ložisku Dúbrava v Nízkych Tatrách. Vypočítaná teplota  $320 \pm 40$  °C je v dobrej zhode s druhým použitým termometrom (Jowett in De Caritat et al., 1993).

Za pôvodný zdroj fluíd možno považovať prípadne aj blízke granitové porfýry, resp. porfýroidy. Na takúto možnosť poukazuje aj rozmiestnenie hydrotermálnych ložísk a výskytov. Všetky ložiská a výskyt (Čížina – Predsvätodušná – Svätodušná – Kolba) ležia práve v blízkosti hranice fylonitov a granitových porfýrov, ale takmer výlučne vo fylonitoch a diaforitoch. Balvany žilného kremeňa sa hojne nachádzajú aj v staropaleozoických rulách a fylonitoch okolo vrchu Okružle (pozri mapu Bláhu a Hauerovej in Hauerová et al., 1989). Podľa týchto autorov (I. c) kremeňové balvany ležia aj v porfýroidoch. Hypotéza o parciálnom prínose fluíd z porfýroidov je potvrdená v práci Hauerovej et al. (1989), kde sa autori zaoberajú muskovitickými žilkami v ľubietovskom kryštaliniku. Tieto žilky prebiehajú priečne na foliaciu metamorfovaných hornín. Ich vznik je potektonický (nie diaforitický), v súvislosti s naloženou termickou metamorfózou. Tieto žilky muskovitu majú „regionálnejší“ charakter a vo všeobecnosti ich pribúda od styku ortorúl a pararúl cez fylonity ku granitovým porfýrom. Takýto metamorfne hydrotermálny muskovit sa nachádza aj na žile na lokalite Predsvätodušná.

*Pod'akovanie.* Ďakujem J. Lexovi a P. Šimanovi zo ŠGÚDŠ v Bratislave za poznámky, ktoré viedli k spresneniu a skvalitneniu textu. Ďakujem aj M. Petrovi zo ŠGÚDŠ v Banskej Bystrici za pomoc pri terénnom výskume a za cenné rady a A. Hruškovej za pomoc pri technických prácach. Výskum bol financovaný z úlohy č. 160 *Metalogenetické hodnotenie územia SR*.

## Literatúra

- De Caritat, P., Hutcheon, I. a Walshe, J., 1993: Chlorite geothermometry: A review. *Clays and Clay Miner.* (New York), 41, 2, 219 – 239.
- Cathelineau, M., 1988: Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. *Clay Miner.*, 23, 471 – 485.
- Dublan, L. (ed.), Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Hraško, L., Vozárová, A. a Vozár, J., 1997: Geologická mapa Poľany 1 : 50 000. Bratislava, GS SR.
- Dublan, L. (ed.), Bezák, V., Biely, A., Bujnovský, A., Halouzka, R., Hraško, L., Köhlerová, M., Marcin, D., Onačila, D., Scherer, S., Vozárová, A., Vozár, J. a Žáková, E., 1997a: Vysvetlivky ku geologickej mape Poľany 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 239 s.
- Hauerová, J., Bláha, M., Bartoň, B., Linkešová, M., Fodorová, V., Makuša, M., Pitoňák, P., Spišiak, J. et al., 1989: Záverečná správa z úlohy Ľubietová – Kolba, surovina: Cu (Sb, Ag, Ni, Co, Bi, W). Manuskript – archív Geofond, Bratislava.
- Kamenický, J., 1968: Záverečná správa o geologickom výskume kryštalinika na liste Slovenská Ľupča. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Kamenický, J., 1977: Der Geologische Bau der nordwestliche Teiles der Vepor-Etzgebirges. *Acta Geol. Geogr. Univ. Comen., Geol.* (Bratislava), 5 – 43.
- Kamenický, J., 1982: Petrografia ortorúl a pararúl synkinematických migmatitov a ich diaforitov v severozápadnej časti Veporského rudohoria. *Miner. slov.* (Bratislava), 14, 6, 481 – 516.
- Koděra, M., Andrusovová-Vlčeková, G., Belešová, O., Briatková, D., Dávidová, Š., Fejdiová, V., Hurai, V., Chovan, M., Nelišerová, E., a Ženiš, P., 1990: Topografická mineralógia Slovenska 2. Bratislava, Veda, 518 s.
- Ozdín, D., 2000: Hydrotermálne sideritové zrudnenie Koleso v Nízkych Tatrách. In: Uher, P., Broska, I., Jeleň, S. a Janák, M.: *Magurka 2000, program, abstrakty, exkurzný sprievodca*. Bratislava, 42 s.
- Ozdín, D., 2000a: Sideritová mineralizácia Koleso v Nízkych Tatrách. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Orvošová, M., Majzlan, J. a Chovan, M., 1998: Hydrothermal alteration of granitoid rocks and gneisses in the Dúbrava Sb-Au deposit, Western Carpathians. *Geol. carpath.* (Bratislava), 49, 5, 377 – 387.
- Petrik, I., 1996: Genetická interpretácia ortorúl, migmatitov a granitoidov ľubietovského pásma veporika. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Polák, M., Vozár, J., Bezák, V., Šiman, P., Vozárová, A., Filo, I., Elečko, M., Maglay, J., Šimon, L., Konečný, V., Kubeš, P., Zakovič, M., Liščák, P. a Žáková, E., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 50 000, list Brezno, etapa E-2. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Polák, S., 1957: Žilná fluórapatit-sideritová paragenéza z Jedľových Kostoliansk. *Zlaté Moravce. Geol. Práce, Zpr.* (Bratislava), 11, 76 – 88.
- Varček, C., 1954: Predbežná zpráva o štúdiu sideritovej formácie pri Rožňave. *Geol. Práce, Zpr.* (Bratislava), 1, 74 – 76.
- Varček, C., 1960: Paragenetické pomery žily Bernardi pri Rožňave. *Acta Geol. Geogr. Univ. Comen., Geol.* (Bratislava), 4, 107 – 155.
- Vozár, J., Biely, A., Vozárová, A., Míko, O., Vaškovec, I., Kullman, E., Lukáčik, E., Hanáček, J., Gargulák, M. a Šucha, P., 1982: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 36-231 (Nemecká). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 129 s.
- Vozárová, A., 1979: Litofaciálna charakteristika permu v severozápadnej časti veporika. *Západ. Karpaty. Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen.* (Bratislava), 6, 61 – 116.
- Zoubek, V., 1928: Geologické studie v pohorí Veporu na Slovensku. *Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ. (Praha)*, 4, 152 – 158.

## Niektoré nové výsledky výskumu východného úseku Západných Karpát vzťahujúce sa na uhľovodíkový potenciál tohto regiónu

IGOR HRUŠECKÝ<sup>1</sup>, STANISLAV JACKO<sup>2</sup>, VRATISLAV HURAI<sup>1</sup>, ADRIENA ZLINSKÁ<sup>1</sup>, JÚLIA KOTULOVÁ<sup>3</sup>, ADRIÁN BIRON<sup>3</sup>, JÁN KRÁL<sup>1</sup>, MIROSLAV PERESZLÉNYI<sup>4</sup>, JURAJ JANOČKO<sup>2</sup>, LUBOMIL POSPÍŠIL<sup>5</sup>, MICHAL NEMČOK<sup>6</sup>, AIDA ANDREJEVA-GRIGOROVIČOVÁ<sup>7</sup>, JÁN JETEL<sup>2</sup>, INGRID TÖRÖKOVÁ<sup>1</sup>, KATARÍNA ŽECOVÁ<sup>2</sup> a VLADIMÍR FEJDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

<sup>2</sup> Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Košice, Werferova 1, 040 11 Košice

<sup>3</sup> Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica

<sup>4</sup> SPP, š. p. – o. z., Výskum a vyhľadávanie nafty a plynu, Votrubova 11/a, 825 05 Bratislava

<sup>5</sup> Geofyzika, a. s., Ječná 29a, 621 00 Brno, Česká republika

<sup>6</sup> Energy and Geoscience Institute, University of Utah, 423 Wakara Way, Suite 300, Salt Lake City, UT 84 108, USA

<sup>7</sup> Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

**Abstrakt.** V tomto príspevku venujeme osobitnú pozornosť výsledkom terénneho výskumu a výsledkom analytických metód. Menšiu pozornosť venujeme výsledkom riešenia rôznych interpretačných a modelingových metód (tie budú predmetom iného príspevku). Pri nich uvádzame najmä spôsoby spracovania údajov, ich vzájomnú väzbu a začlenenie rôznych interpretačných a modelingových metód do celkového spôsobu riešenia problematiky uhľovodíkového potenciálu východného Slovenska.

Terénnym výskumom spojeným s odberom vzoriek sa komplexne spracovalo zatiaľ 142 povrchových lokalít a odobralo sa cca 200 vzoriek aj z jadier hlbokých vrtov. Z organicko-geochemických analýz vychodí, že obsah organického uhlíka (TOC) v horninách študovanej oblasti kolíše od 0,1 do 1,84 hm. %, pričom priemerný obsah TOC sa pohybuje okolo 0,7 hm. %. Najvyšší obsah TOC je v horninách vonkajšieho flyšového pásma, pričom v celej oblasti (obr. 1) prevláda terestrický typ organickej hmoty (typ III). Predbežné výsledky štúdia ukazujú, že najväčšie vertikálne pohyby v rámci tejto oblasti (obr. 1) prekonal duklianska jednotka. Diagenetická teplota tu dosiahla okolo 150 – 190 °C (výnimkou sú cervgovské vrstvy – len okolo 90 – 120 °C). Horniny magurskej jednotky vykazujú v porovnaní s duklianskou jednotkou nižšiu úroveň teplotnej premeny: 60 – 160 °C (priemerne cca 100 – 115 °C). Oproti očakávaniu (vzhľadom na diagenetickú teplotu) distribúcia uhľovodíkov zistená vo vonkajšom flyšovom pásme v drúzovom kmeni vychádza z mineralizovaných trhlín: v duklianskej jednotke prevládajú kvapalné uhľovodíky (ťažká ropa sprevádzaná kondenzátom a metánom), v magurskej jednotke prevláda metán bez stôp kvapalných uhľovodíkov. Veľké rozdiely sme zaznamenali aj v rámci CKP (centrálneokarpatského paleogénu). Tu však distribúcia uhľovodíkov v drúzovom kmeni korešponduje so zistenou diagenetickou teplotou. Od SZ na JV sa zistilo klesanie diagenetickej teploty: spišsko-magurská časť CKP – až cca 220 °C (v drúzovom kmeni prevláda metán nad kondenzátom a sporadicky sa vyskytuje aj ťažká ropa), ďalej na JV, v západnej časti šambronskej zóny, dosiahla alteračná teplota hodnoty 130 – 170 °C (v drúzovom kmeni sa nachádza kondenzát a ľahká ropa). Ešte viac na JV, v šarišskej a kapušiansko-humenskej časti CKP, dosiahla alteračná teplota menej než 100 °C (rozpätie 60 – 100 °C).

Zo zatiaľ nekompletných fission-trackových analýz sa zistilo, že všetky analyzované vzorky sú svojím chemickým zložením chlórapatity. Detritický apatit je pritom vekovo veľmi nehomogénny. Vekový rozptyl na zmeraných apatitoch je v roz-

medzí 11,9 mil. rokov (minimálny vek) – 288,3 mil. rokov (maximálny vek). Zaujímavé je, že minimálny vek v analyzovaných vzorkách sa sústreďuje do dvoch vekovo odlišných skupín – jedna skupina vzoriek varíruje v rámci hodnôt 12 – 16 mil. rokov, druhá v rozmedzí 19 – 27 mil. rokov.

Z pohľadu hlbínnej geologickej stavby oblasti púta pozornosť zistenie, že oblasť Levočských vrchov (obr. 1) je podľa seizmických rezov výrazne formovaná viacgeneračnými vrchno- a strednokôrovými detachmentovými zlomami spolu s antitetickými reakčnými zlomami. Vo vonkajšom flyšovom pásme po reprocesingu seizmických rezov možno konštatovať skvalitnenie záznamu severoeurópskej platformy, jej multifunkčného styku s jednotkami Západných Karpát, ale aj záznamu hraníc medzi tektonickými jednotkami a subjednotkami vonkajšieho flyšového pásma v hĺbke. Reprocesing vybraných seizmických rezov poskytol veľmi kvalitné údaje aj na ďalšie interpretácie, veľmi dôležité najmä vo vzťahu k balancovaným rezom, seizmostratigrafickej a sekvenčnej analýze, geohistorickej a bazénovej analýze a na riešenie hydrodynamiky a migrácie intrakrustálnych médií v oblasti.

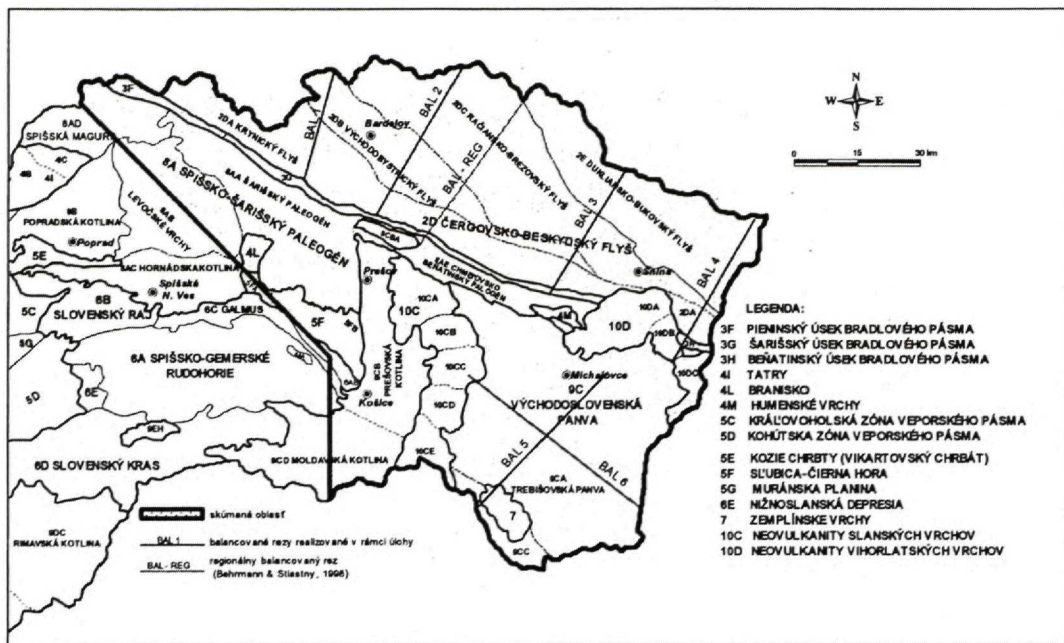
Súbor údajov, ktorý je už teraz k dispozícii, postupne zostruje obraz o hlavných výstupoch riešenej úlohy, ktorými sú vyhodnotenie uhľovodíkového potenciálu, play-konceptová prospektová klasifikácia a definovanie jednotlivých možných prospektov (nádejných súvrství a areálov) v celej študovanej oblasti a ich parametrická charakterizácia.

**Kľúčové slová:** východné Slovensko, Západné Karpaty, geológia, geofyzika, terénny výskum, analytické metódy, modelovanie, balancovanie, uhľovodíkový potenciál, predbežné výsledky

### Úvod a výsledky riešenia

Prezentované výsledky sú z veľkej časti predbežnými výsledkami riešenia úlohy *Uhľovodíkový potenciál východoslovenského neogénu a priľahlých častí flyšového pásma*. Študované územie (obr. 1) zaberá Východoslovenskú panvu, neovulkanity Slanských a Vihorlatských vrchov, severovýchodnú časť spišsko-šarišského paleogénu a východoslovenský úsek bradlového a flyšového pásma.

Výsledky uvedené v tomto príspevku boli sumarizované v etapovej ročnej správe za úlohu (Hrušecký et al., 2000).



Obr. 1 Regionálne geologické členenie východného úseku Západných Karpát (podľa Vassa et al., 1988) s vyznačením skúmaného územia a situácie balancovaných rezov.

Pretože ide zatiaľ o primárne výsledky jednotlivých metódik a metód interpretácie, ktorých výsledky nie sú v tejto fáze riešenia ešte navzájom kalibrované, treba tento výsledkový materiál chápať ako námetový na ďalšiu diskusiu.

V súčasnej etape riešenia úlohy sa sústreďuje najviac výsledkov. Ide síce väčšinou o čiastkové výsledky, pretože práce ešte pokračujú. Už teraz je však možné poukázať na niektoré výsledky a závislosti, ktoré spejú k finálnym interpretáciám a výstupom úlohy.

V rámci *odberov vzoriek a terénneho výskumu* sa zatiaľ komplexne spracovalo 142 povrchových lokalít (Hrušecký et al., 2000), pričom sa odobralo do 200 vzoriek aj z jadier hlbokých vrtov v študovanej oblasti (vrty Hanušovce, Smilno, Zboj, Zborov, Čičarovce, Zatin, Trebišov atď.). Významnou časťou terénneho výskumu spolu s odoberaním vzoriek a ich opisom bol *štruktúrno-geologický výskum*. Tento výskum bol zameraný na verifikáciu geológie v teréne pozdĺž balancovaných profilov (obr. 1) i medzi nimi. Na odkryvoch sa zistili tieto závislosti:

**Duklianska jednotka.** – Priebeh vrstvitosti v študovaných odkryvoch duklianskej jednotky sleduje viacero smerov, generálne však má sz.-jv. smer s úklonom vrstiev na SV a JZ a sv.-jz. smer s úklonom vrstiev na SZ. Výraznú vrásovú stavbu reprezentujú mierne otvorené vrásy s priebehom osi vrásy v sz.-jv. až s.-j. smere. Vznik týchto vrás môžeme spájať s násunom duklianskej jednotky, ale aj so smernými sz.-jv. posunmi, ktoré veľmi často nachádzame na študovaných odkryvoch. Zlomovú tektoniku v študovanom území reprezentuje viacero zlomových systémov. K najstarším zlomovým systémom patria prešmykové zlomy sz.-jv. smeru, ktoré sú výsledkom pôsobenia maximálneho kompresného napätia  $\sigma_1$  v smere SV – JZ. Ďalšiu skupinu zlomov tvoria smerné sz.-jv. zlomy, ktoré sledujú priebeh vrstvitosti. Ide o strmé zlomové štruktúry s úklonom 70 – 85° na SV a JZ. Sú to transpresné štruktúry, na

ktorých je založená aj duklianska sinusoida. Genéza tejto transpresie súvisí s pôsobením kompresného napätia  $\sigma_1$  v smere SV – JZ. Účinkom tejto kompresie sa generovali aj prešmyky v.-z. smeru. Maximálne extenzné napätie  $\sigma_3$  reprezentujú poklesy sv.-jz. smeru a prešmyky v.-z. smeru. Poslednou skupinou zlomov zaznamenaných na odkryvoch v duklianskej jednotke sú v.-z. translačné zlomy s dextrálnym zmyslom pohybu.

**Magurská jednotka.** – Študovali sme ju na viacerých odkryvoch, ktoré poukázali na sz.-jv. priebeh vrstvitosti s úklonom vrstiev na SV a JZ. Z kontúrového diagramu sa ukazuje vrásavá stavba s priebehom osi vrásy v smere SZ až JV. Zlomovú tektoniku v študovanom území zastupujú viaceré dislokačné štruktúry. Tu však treba dodať, že na rozdiel od duklianskej jednotky, kde takmer v každom odkryve sme zachytili spoločné štruktúry, v magurskej jednotke bola táto paleta podstatne širšia. Táto nehomogenita zrejme súvisí aj s podstatne väčšou rozlohou magurskej jednotky a vplyvom lokálnej tektoniky. Z generálnych štruktúr sme zachytili prešmykové štruktúry sz.-jv. smeru, ktoré zrejme súvisia s násunom magurskej jednotky na SV. Okrem toho je tu prítomná veľmi výrazná extenzná tektonika reprezentovaná poklesmi sv.-jz. smeru. Strižné štruktúry sú reprezentované priečnymi sinistralnými sv.-jz. zlomami.

**Paleogén podtatranskej skupiny (CKP).** – Na študovaných lokalitách bol smer vrstiev väčšinou ZSZ – VJV, s monoklinálnym, cca 45-stupňovým úklonom na VSV.

Z distribúcie pólov vrstvitosti sa ukazuje monoklinálny úklon vrstiev. Pozoruhodné sú aj anomálne hodnoty, ktoré poukazujú na v.-z. priebeh vrstiev. Tieto hodnoty sa namerali na lokalite Záhradné, kde do vnútrokarpatského paleogénu intrudovalo neovulkanické teleso.

Najrozsiahlejšia distribúcia zlomových štruktúr sa namerala na lokalite Demjata, kde sa prejavila blízkosť bradlového pásma. Najvýraznejšie sú tu zastúpené štruktúry

STUPEŇ				Regionálna zonácia ZK Samuel a Salaj, 1984	Berggren et al., 1995 (foraminifery)	Martini, 1971 (nanoplanktón)
O L I G O C Ě N	vrchný	chat	eger	Globigerina angulissuturalis	P 22	NP 25
				Globigerina opima opima	P 21	NP 24
	spodný	rupel	kiščel	Globigerina ampliapertura	P 20	NP 23
				Globigerina postcretacea	P 19	NP 22
E O C Ě N	vrchný	priabón	vrch.	Globigerina officinalis	P 18	NP 21
					P 17	
			str.		P 16	NP 19/20
					sp.	Globigerinatheka semiinvoluta

Obr. 2 Korelačná tabuľka chronostratigrafických jednotiek, foraminiferových a nanoplanktónových biozón paleogénu (Zlinská, 2001).

súvisiace s dextrálnou transpresiou príbradlovej oblasti. Paralelné (transpresné) zlomy s bradlovým pásmom majú sz.-jv. smer a vznikli v kompresnom poli  $\sigma_1$ , ktoré pôsobilo v smere SV – JZ. Extenzná zložka napätia  $\sigma_3$  pôsobila v smere SSZ – JJV. V tomto napäťovom poli boli generované aj poklesové štruktúry ssv.-jjz. smeru, ktoré sú často vyhojené vykryštalizovaným kalcitom do hrúbky až 3 cm. Najmladšie zlomové štruktúry sú zastúpené strižnými dextrálnymi s.-j. zlomami.

V rámci analytických a laboratórnych prác sa zapojili do riešenia úlohy viaceré rutinné, ale aj niektoré moderné metodiky.

Pri biostratigrafických mikropaleontologických analýzach išlo o spresnenie faunistických určení, a tým aj veku analyzovaných hornín (použila sa kombinovaná metodika – nanoplanktón a foraminifery). Predbežné výsledky výskumu umožnili zostaviť korelačnú škálu paleogénu (obr. 2). Tu treba zdôrazniť, že okrem autochtónnych asociácií boli v značnej miere vo vzorkách z jednotlivých lokalít prítomné aj redepozity (krieda), a to najmä v nanoplanktónových spoločenstvách.

V rámci výskumu organickej hmoty a jej vlastností sa realizovali analýzy obsahu organického uhlíka, odraznosti vitrinitu, pyrolýzy Rock-Eval, plynovej chromatografie atď., ale aj analýzy pórovitosti a permeability hornín.

Zber, príprava a analýzy vzoriek boli zamerané na požiadavky a ciele riešenej úlohy, ktoré sa sústreďujú do troch hlavných typov údajov:

1. údaje o postsedimentárnej teplotnej premene hornín,
2. údaje o uhl'ovodíkovom potenciáli skúmaných hornín,
3. údaje o pórovitosti a permeabilite hornín.

Výsledky štúdia ukazujú, že obsah organického uhlíka v horninách kolíše od 0,1 do 1,84 hm. %. Priemerný obsah TOC v doteraz analyzovaných vzorkách sa pohybuje okolo 0,7 hm. %. Najvyšší obsah TOC je v horninách vonkajšieho flyšového pásma (VF). Z litologického hľadiska je vyšší obsah TOC v ílovcoch, pieskovce sú zase bohatšie na migrované bitúmeny. Pieskovce bohaté na fyto-detrit majú aj vysoký obsah organického uhlíka. Takéto pieskovce sme často používali na určenie stupňa diagenézy, a to najmä v prípadoch, keď ílovce zo študovanej lokality obsahovali veľmi nízky podiel organického uhlíka a na ďalšie analy-

tické spracovanie boli nepoužiteľné. Zistili sme veľmi dobrú korelovateľnosť paleoteplotných údajov získaných z ílovcov a pieskovcov. Tak sme dosiahli aj zvýšenie počtu pozitívne analyzovaných vzoriek s hodnovernými a interpretovateľnými údajmi.

Na základe štúdia organickej hmoty pomocou pyrolýzy Rock-Eval, distribúcie n-alkánov a fluorescenčnej mikroskopie v sedimentárnych horninách študovanej oblasti (obr. 1) prevláda terestrický typ organickej hmoty (typ III). V pôvodných sedimentačných bazénoch vonkajšieho flyšového pásma, ako aj východoslovenského neogénu (VSN) prevažoval prínos a sedimentácia „vyšších“ rastlín nad „nižšími“ (najmä riasy). Tento typ organickej hmoty produkuje najmä plynné uhl'ovodíky. Treba si však uvedomiť vysokú teplotnú premenu organickej hmoty (OH), najmä v duklianskej jednotke, čo značne skresľuje parametre skúmajúce pôvodný typ OH (najmä vodíkový potenciál a CPI). Časté nálezy tuhých a kvapalných uhl'ovodíkov na puklinách hornín v oblasti duklianskej jednotky svedčia o možných zdrojoch uhl'ovodíkov v podložných sekvenciách. Túto úvahu podporuje najmä zistený fakt, že kvapalné uhl'ovodíky sa často nachádzajú v relatívne vysokoteplotne premenených horninách. Pôvod uhl'ovodíkov je predmetom podrobného organicko-geochemického výskumu, ktorý ešte prebieha.

V rámci štúdia teplotnej premeny hornín sme sa z výsledkov meraní odraznosti vitrinitu a analýz pyrolýzy Rock-Eval pokúsili odhadnúť hĺbku pochovania hornín v zemskej kôre a mieru erózie hornín v študovanej oblasti. V hlbokých vrtoch sme skúmali paleoteplotný gradient, ktorý je dôležitý pri výpočte hĺbky pochovania (prípadne erózie). Pretože ešte prebiehajú doplňujúce merania a analýzy, uvádzame len predbežné výpočty a úvahy:

- Predbežné kalkulácie pochovania a neskôr erózie svedčia o tom, že najväčšie vertikálne pohyby prekonala duklianska jednotka. Diagenetická teplota tu dosiahla okolo 170 – 190 °C. Ak uvažujeme o paleoteplotnom gradiente 30 – 50 °C/1 000 m, potom skúmané horniny museli byť pochované v hĺbke minimálne 6,3 – 3,4 km.
- Cergovské vrstvy v duklianskej jednotke dosiahli relatívne nízku teplotu alterácie – z doteraz vyhodnotených vzoriek vychodia teploty okolo 90 °C.

- Horniny magurskej jednotky vykazujú relatívne nízku úroveň teplotnej premeny – priemerne cca 100 – 115 °C, teda pochovanie a diagenéza týchto hornín mohla prebiehať v hĺbke okolo 2 – 4 km (údaj z doteraz vyhodnotených vzoriek).
- Spišsko-magurská časť CKP vykazuje vysoký stupeň teplotnej premeny hornín – až do cca 220 °C.
- Horniny v západnej časti šambronskej zóny dosiahli počas pochovania teplotu 130 – 170 °C.
- Teplotná premena hornín prešovského a čelovského súvrstvia dosiahla teplotu len okolo 50 – 60 °C ( $\pm 10$  °C).

Na predbežný výpočet teploty premeny organickej hmoty počas ich subsidencie do nižších častí zemskej kôry sa použili prepočty podľa Barkera a Pawlewitza (1986) a programu EASY% Ro (Sweeney a Burnham, 1990).

Štúdium pórovitosti hornín preukázalo, že v oblasti vonkajšieho flyšu sa pri migrácii a akumulácii uplatňuje najmä puklinový typ pórovitosti. Pri permeabilite hornín dosiaľ získané údaje značne kolíšu, a to v paleogéne podtatranskej skupiny (CKP) aj vo vonkajšom flyši. V CKP hodnoty permeability varujú v rozmedzí 4 až 729 nm<sup>2</sup>, vo vonkajšom flyši sa pohybujú v rozmedzí 2 až 478 nm<sup>2</sup>.

Výsledky RTG difrakčnej práškovej analýzy ílovcov a pieskovcov predstavujú súbor údajov zatiaľ z cca 90 študovaných lokalít. Pri stanovení stupňa diagenetickej premeny sedimentárnych sekvencií sme vychádzali predovšetkým zo štúdia ílovcov a ílosiltovcov. Pri odhade maximálnej paleoteploty pochovania sedimentov sa uplatnil tzv. illitovo-smektitový geotermometer, t. j. empirická korelácia poklesu obsahu smektitovej zložky v zmiešanovrstvovom illite/smektite s rastúcou teplotou (napr. Pollastro, 1993; Šrodoň, 1995).

V oblasti žarišskej a kapušiansko-humenskej časti CKP minerálne zloženie jemných frakcií paleogénnych ílovcov možno definovať ako monotónne, ale komplexné. Frakcie <2  $\mu$ m obsahujú najmä detritický illit a autigénny zmiešanovrstvovitý illit/smektit. Vo všetkých študovaných vzorkách sa ďalej zistili malé prímеси chloritu, kaolinitu a zmiešanovrstvovitého chloritu/smektitu (pravdepodobne vo forme corrensite). Zaujímavým zistením je prítomnosť relatívne veľkého množstva Na slúď (paragonit) v ílovcoch, ale aj v pieskovcoch viacerých lokalít. Keďže tento minerál je diagnostickým minerálom anchimetamorfných teplotných podmienok, je nepravdepodobné, že vznikol v paleogénnych sedimentoch, a preto ho považujeme za alochtónny. Jeho prítomnosť poukazuje na charakter zdrojového materiálu sedimentov – veľmi nízko, resp. nízko metamorfované sedimentárne horniny (gemerikum?). Z neilových minerálov sú vždy prítomné stopové množstvá kremeňa a plagioklasu (pravdepodobne albit). Zmiešanovrstvovitý illit/smektit je zastúpený neusporiadaným vývojovým štádiom R0, a to vo všetkých študovaných vzorkách (t. j. vo všetkých spracovaných súvrstviach). Vo vzorkách ílovcov z lokalít Križovany, Bertotovec, Ražňany-skládka, Chmeľov, Dúbrava – zárez cesty, Pavlovce a Jastrabie n. Topľou je možné pozorovať koexistenciu dvoch štruktúrnych typov illitu/smektitu – neusporiadaného typu R0 a usporiadaného typu R1. Ide pravdepodobne o prechodné typy illitu/smektitu medzi jednotlivými uvedenými vývojovými štádiami.

Hodnoty expandibility (= obsah smektitovej zložky) sa pohybujú v rozmedzí 40 až 90 % S.

V priestore vývoja prešovského a čelovského súvrstvia (lokality Prešovská tehelňa, Lada a Dúbrava-obec) ílovce, resp. pieskovce obsahujú zmiešanovrstvovitý illit/smektit s neusporiadanou štruktúrou R0 (85 – 95 % S). Ako vedľajšie minerály sa zistili illit, kaolinit, chlorit, v prípade lokality Lada aj chlorit/smektit.

V priestore magurskej jednotky a v rámci nej krynickej subjednotky (lokality v okolí Drienice, Livova a Majdanu) sú ílovce charakteristické výraznejšou variabilitou minerálneho zloženia jemných frakcií a pomerne vysokou postsedimentárnou premenou. Frakcie pod <2  $\mu$ m tvorí detritický illit a zmiešanovrstvovitý illit/smektit. Vždy je prítomný chlorit, ktorého množstvo značne kolíše. Vo vzorkách z lokalít Drienica a Majdan je však chlorit dominantným ílovým minerálom. Celkovo je množstvo chloritu výrazne vyššie než v ílovcoch CKP. Ďalšími zložkami jemných frakcií sú zmiešanovrstvovitý chlorit/smektit (corrensite?) a vo vzorke VSP-I-15A (Drienica) aj smektit. Kaolinit sa nezistil. Okrem týchto minerálov sú prítomné aj stopové prímеси kremeňa a plagioklasu. Zmiešanovrstvovitý illit/smektit je vo všetkých študovaných vzorkách reprezentovaný usporiadaným vývojovým štádiom R1, resp. R>1. Hodnoty expandibility sa pohybujú od ~25 po <15 % S.

Pomerne bohatý je vzorkový materiál odobraný z najvýchodnejšej časti duklianskej jednotky (pozdĺž hranice s Ukrajinou). Zahŕňa všetky vyčlenené súvrstvia, čo umožňuje porovnanie ich postsedimentárnej premeny a predbežné zhodnotenie procesu illitizácie smektitu v tejto jednotke. V porovnaní s magurskou jednotkou je zloženie ílovcov duklianskej jednotky (frakcie pod 2  $\mu$ m) omnoho monotónnejšie. Ílovce dominantne tvorí detritický illit a autigénny illit/smektit. Chlorit a kaolinit sme zaznamenali len v nepatrnom množstve a zmiešanovrstvovitý chlorit/smektit, resp. chlorit/vermikulit je prítomný len ojedinele, a to vždy len ako stopová prímесь. Kaolinit sa zistil aj vo forme žilnej mineralizácie v kalcitovo-kremenných žilkách z lokality VSP-VI-11 (južne od kóty Kýchera – Zbojský potok), kde jeho pseudohexagonálne, v rovine *ab* pretiahnuté kryštály husto „impregnújú“ kalcitové agregáty. Okrem fylosilikátov ílovce obsahujú premenlivé množstvo kalcitu, pyritu, plagioklasu a kremeňa. Kvantitatívne zastúpenie kremeňa je obzvlášť vysoké (aj v jemných zrnitostných frakciách) v ílovcoch cergovských vrstiev (tzv. ílovce menilitového typu) a menilitových vrstvách, čo pravdepodobne súvisí s ich značnou silicifikáciou.

Kým v ílovcoch cergovských vrstiev bol zaznamenaný čiastočne usporiadaný (R0/1) illit/smektit s vysokým obsahom smektitovej zložky (~40 % S), v podložných menilitových vrstvách priemerná expandibilita illitu/smektitu pomerne náhle klesá na hodnotu ~20 % S a typ štruktúrneho usporiadania sa mení na R1, resp. R>1. V starších súvrstviach (podmenilitové až lupkovské vrstvy) sa charakter illitu/smektitu už výraznejšie nemení (mierny pokles expandibility illitu/smektitu v ílovcoch čišníanskyh vrstiev nateraz neberieme do úvahy pre menší počet reprezentatívnych vzoriek). Interpretácia tohto vývojového trendu, t. j. poklesu expandibility a progresívneho vývoja štruktúry illitu/

smektitu s rastúcim vekom, a teda aj rastúcim pochovaním ílovcov, však nie je jednoznačná.

Hoci prechod od neusporiadaného R0 k usporiadanému R1 illitu/smektitu je obyčajne náhly a prebieha v úzkom teplotnom a hĺbkovom intervale (100 – 120 °C a hĺbka niekoľko 100 metrov – napr. Šucha et al., 1993), čomu by zodpovedala aj situácia zistená v duklianskej jednotke, je možná aj iná interpretácia. Nateraz nemôžeme vylúčiť ani možnosť náhleho, t. j. skokového rozhrania medzi cergovskými a staršími vrstvami.

Z uvedených charakteristík ílovcov duklianskej jednotky môžeme odhadnúť nasledujúce hodnoty diagenetickej teploty: cergovské vrstvy 100 – 120 °C, menilitové až lupkovské vrstvy 150 – 175 °C (vylúčiť nemožno ani vyššiu diagenetickú teplotu – až 200 °C).

Jedinou doteraz použiteľnou vzorkou v priestore bradlového pásma sú červené slieňovce lokality Jakubovany. Ich jemnú frakciu tvorí detritický illit, autigénny illit/smektit a chlorit (+ kremeň). Illit/smektit je reprezentovaný prechodným typom usporiadania R1/R>1 s expandibilitou ~ 20 až 23 % S.

V priestore Východoslovenskej panvy (VSP) o ílovcoch platí, že sú charakteristické prítomnosťou R0 I/S s vysokým obsahom smektitových vrstiev, ktorý sa pohybuje od 100 do 80 %.

Z uvedeného je možné vyvodit' predbežnú interpretáciu teplotných podmienok diagenézy hornín v študovanej oblasti (obr. 1) na základe RTG difrakčnej práškovej analýzy. Vychádzajúc z prác Šuchu et al. (1993) a Šrodoňa (1995) možno na základe typov štruktúrneho usporiadania illitu/smektitu prítomného v ílovcoch uvedených geologických jednotiek predpokladať alteračnú teplotu (t. j. teplotu pochovania):

- šarišská a kapušiansko-humenská časť CKP: menej než 100 °C (rozpätie 60 – 100 °C);
- prešovské a čelovské súvrstvie v plytkých častiach a na povrchu: pravdepodobne menej než 60 °C;
- bradlové pásmo: ~ 150 °C;
- magurská jednotka: krynická subjednotka: 140 až 160 °C,
- malcovské vrstvy: 110 – 120 °C,
- zlínske vrstvy: 60 – 70 °C;
- duklianska jednotka: cergovské vrstvy: 100 – 120 °C;
- menilitové až lupkovské vrstvy: 150 – 175 °C (vylúčiť nemožno ani vyššiu teplotu – až 200 °C).

Pri vzorkách odoberaných na *fission-trackové* analýzy sa ukázalo, že vo väčšine odobraných vzoriek je dostatočné množstvo apatitu, ktorý je použiteľný na FT datovania. V súčasnosti je pozitívnych a datovaných 31 vzoriek. Hlavným cieľom analýz bolo zistiť FT vek detritického apatitu zo sedimentov vonkajšieho flyšového pásma, CKP a neogénu VSP. FT vek apatitu je citlivým nástrojom na získanie informácií o termálnej záťaži, ktorá postihla vzorky pred ich depozíciou do sedimentačných bazénov, ale hlavne po nej. Vyhovovanie *spontánnych trekov* je závislé od teploty, pričom pri teplote nad 100 °C v krátkom časovom období sú vyhojené. Apatity, v ktorých nastalo úplné vyhojenie stôp, majú vek nižší ako sedimentačný vek hornín, v ktorých sú deponované, a majú malý rozptyl vekových údajov.

Ako sme zistili – a je to dôležité pre analýzu termálnej histórie – detritické apatity sú svojím chemickým zložením chlórapatity. Na základe leptania spontánnych stôp v leštených preparátoch sa zistili veľké nehomogenity v koncentrácii stôp na individuálnych zrnách (t. j. vekové, resp. koncentračné nehomogenity U) a (podľa veľkosti a tvaru vyleptaných stôp) ich rozdielne chemické zloženie. Na základe týchto údajov možno povedať, že ide o typický detrit z rôznych horninových zdrojov.

Po ožiarení vzoriek v reaktore bolo možné prikročiť k priamemu datovaniu individuálnych zrn. Získané údaje potvrdzujú, že detritický apatit je vekovo veľmi nehomogénny. Zistený vekový rozptyl na zmeraných apatitoch sa nachádza v rozmedzí 11,9 mil. rokov (minimálny vek) až 288,3 mil. rokov (maximálny vek). Existuje teda značný rozptyl vekových údajov. Pozoruhodné v tomto smere sú aj rozdiely v maximálnych vekových limitoch vzoriek, a hlavne v najnižších vekových údajoch. Maximálny vek možno interpretovať ako výsledok spôsobený rôznymi zdrojovými horninami z hľadiska veku a následnou naloženou termálnou históriou, ktorá bola rozdielna v rozdielnych vzorkách. Väčšina týchto vekových údajov spadá do mezozoika. Minimálny vek v analyzovaných vzorkách sa sústreďuje do dvoch vekovo odlišných skupín – jedna skupina vzoriek varíruje v rozmedzí hodnôt 12 – 16 mil. rokov, druhá medzi 19 – 27 mil. rokov. Keďže medzi minimálnym a maximálnym vekom v individuálnych vzorkách je veľký rozdiel, je nepochybné, že analyzované vzorky neprešli cez vysokú teplotu (nad 200 °C), ktorá by umožnila rýchle vyhojenie stôp v krátkom geologickom čase. Javy silného skrátenia dĺžky *spontánnych trekov* sme vo väčšine vzoriek nezistili. Iba v niektorých vzorkách z vonkajšieho flyšového pásma v blízkosti ukrajinskej hranice sme takéto výrazné skrátenia dĺžky zaregistrovali.

Cenné výsledky pre celú riešenú úlohu poskytuje analýza *fluidných inklúzií a izotopové štúdium C a O v karbonátoch*. Doteraz sa spracovalo vyše 100 vzoriek žilného kalcitu a horninového dolomitu a kalcitu na izotopy uhlíka a kyslíka. Na mikrotermometrické merania sa zhotovilo okolo 90 preparátov, pričom sa spracovali vzorky z povrchových odkryvov aj z hlbokých vrtov.

Mineralizované trhliny sa vyskytujú v sedimentoch paleogénu podtatranskej skupiny (CKP), ako aj v mezozoiku a paleogéne vonkajšieho flyšového pásma. Formovanie mineralizovaných trhlín v magurskej jednotke prebehlo v troch etapách. Trhliny sa začali otvárať v kompetentných horninách už počas synsedimentárneho vrásnenia – počas kompresného tektonického režimu, ktorý bol vyvolaný subdukciou. Následná etapa tvorby novej generácie trhlín a aktivizácie starších trhlín súvisí s transpresným tektonickým režimom spôsobeným rotáciou vonkajšieho flyšu. Posledná etapa zodpovedá extenznej tektonike počas regionálneho kolapsu a výzdvihu územia. V každej etape kryštalizovala špecifická minerálna asociácia. Minerálne roztoky prenikali do starších puklín, v ktorých možno pozorovať zložitú textúru minerálnej výplne. Ako prvý kryštalizoval kremeň v podobe diagenetických *prerastov* zrn klastického kremeňa, ktoré boli náhodne preseknuté otvárajúcou sa trhlinou. Druhá generáciu predstavuje vláknitý kalcit, ktorý dávame do súvisu s kompresným a transpresným režimom.

Najväčšia časť minerálnej výplne kryštalizovala počas poslednej etapy, keď sa tvoril stĺpcový a blokový kalcit. Poslednú generáciu reprezentuje drúzový kalcit a kremeň. Kremeň je vždy mladší ako drúzový kalcit, aj keď ich kryštalizačné intervaly sa čiastočne prekrývajú. Tento kremeň má bipyramidálny habitus a vznikol v otvorených priestoroch vyplnených fluidom.

*Fluidné inklúzie* boli identifikované vo všetkých generáciách minerálov. V najstaršom kremeň a vo všetkých naložených generáciách kalcitu s výnimkou poslednej sa vyskytujú iba vodné inklúzie, ktorých salinita sa pohybuje medzi 0 – 3,2 hm. % NaCl a homogenizačná teplota medzi 50 – 130 °C. Iba vo výnimočných prípadoch salinita inklúzií dosahuje 5,5 hm. % NaCl. V drúzovom kalcite sme výnimočne pozorovali inklúzie zmesi metán – voda, ako aj inklúzie kondenzátu, tvoreného zmesou metánu a vyšších plynných uhl'ovodíkov.

Drúzový kremeň obsahuje najbohatšiu paletu inklúzií rozličných typov. Boli rozlíšené inklúzie:

1. vodných roztokov,
2. metánu,
3. kondenzátu,
4. kvapalných uhl'ovodíkov.

Zistila sa zaujímavá regionálna distribúcia uhl'ovodíkov v drúzovom kremeň z mineralizovaných trhlín. V rámci CKP sa výrazne odlišuje región Levočských vrchov a Spišskej Magury. Pre Levočské vrchy je typická prítomnosť kondenzátu a ľahkej ropy, ktorá sa vyskytuje v okrajových častiach pohoria (vrty Lipany, Nová Lubovňa, Dravce). V Spišskej Magure, na severozápad od ružbaškého zlomu, prevláda metán nad kondenzátom a sporadicky sa tu vyskytuje ťažká ropa. V rámci vonkajšieho flyšu je pre magurskú jednotku typická prítomnosťou metánu, bez stôp kvapalných uhl'ovodíkov. Tie, naopak, prevládajú v duklianskej jednotke, kde ťažkú ropu sprevádza kondenzát a metán.

*Izotopový výskum* sa sústredil na karbonátovú mineralizáciu, kde boli stanovené izotopy C a O z horninového cementu a v karbonátoch z trhlín. Obidva druhy karbonátov majú veľmi podobné izotopové zloženie, ktoré je výsledkom miešania morskej a meteorickej vody. S tým korešponduje aj salinita fluidných inklúzií. Ľahšie hodnoty  $d^{13}C$  v karbonáte mohla spôsobiť prítomnosť metánu. Realizovali sa dve analýzy metánu inkludovaného roztoku z lokalít Veľký Lipník (CKP) a Dara (duklianska jednotka). V obidvoch prípadoch sa v inklúziách nachádza izotopicky ťažký metán, ktorý vzniká termálnym rozkladom ropy a kerogénu pri teplote nad 200 °C.

Termodynamické podmienky vzniku pre drúzový kremeň boli odvodené pomocou inklúzií, ktoré zachytili heterogénnu zmes metán – vodný roztok. Teplota roztokov cirkulujúcich v puklinách stúpala od 130 – 190 °C v CKP cez 155 – 200 °C v magurskej jednotke až po 190 – 210 °C v duklianskej jednotke. Podobne progresívne stúpal tlak od 0,5 kbar (50 MPa) v sedimentoch CKP až po ~4 kbar (400 MPa) v duklianskej jednotke. P-T údaje za CKP sa týkajú iba oblastí Spišskej Magury.

Pri interpretáciách tlakových údajov sme uvažovali model, ktorý predpokladá, že trhlina sa otvára v momente, keď pórový tlak dosiahne hodnotu blízku litostatickému tlaku. V tomto momente tlak v trhline klesne na hodnotu

hydrostatického tlaku, pričom súčasne nastane odplynenie roztoku a precipitácia minerálov v trhline. Po utesnení trhliny novovzniknutými minerálmi tlak fluidů znovu dosiahne litostatický tlak, trhlina sa znovu otvorí a proces sa zopakuje.

Ak predpokladáme, že tlak v mineralizovaných trhlínach kolísal medzi hodnotami hydrostatického a litostatického gradientu, potom hĺbka vzniku trhlín v CKP mohla dosiahnuť 5 – 6 km. Tento údaj sa týka hrúbky hornín stredného eocénu až spodného miocénu, pretože trhliny sú vyvinuté v horninách stredného eocénu. Podobne hrúbka nadložných hornín v magurskej jednotke dosahovala 7 – 8 km. Údaje za dukliansku jednotku sú menej konzistentné a dávajú hodnoty 11 – 15 km.

Vzťah tlaku fluidů a hĺbky sa študoval v drúzovom kremeň v spodnej časti profilu vrtu Zborov-1, ktorý prešiel cez magurskú jednotku a navráťal zbojské vrstvy v hĺbkovom intervale cca 3,5 – 5,2 km. V tomto intervale sa sledovali aj fluidné inklúzie. Ukázalo sa, že v celom intervale inklúzie uhl'ovodíkov tvorí metán so stopami CO<sub>2</sub>. Výnimkou je interval tesne pod násunovou plochou magurskej jednotky, kde v plynnej fáze prevláda CO<sub>2</sub> a dusík. Predpokladáme, že násunová plocha tvorila prístupovú cestu pre tieto plyny, ktoré majú pravdepodobne pôvod vo vrchnom plášti alebo v metamorfných reakciách prebiehajúcich v spodnej kôre. Naopak, metán v hlbšom profile vrtu pochádza zrejme priamo z okolitej horniny.

Ukázalo sa, že v zbojských vrstvách, v podloží magurskej jednotky (prikrovu), tlak fluidů nekorešponduje s hĺbkou vzniku. Najvyšší tlak, t. j. až 4 kbar (400 MPa), bol zaznamenaný tesne pod násunovou plochou magurskej jednotky, zatiaľ čo smerom do hĺbky sa tlak znižuje na 0,8 – 1 kbar (80 – 100 MPa). Na základe toho možno usudzovať, že v zbojských vrstvách vznikali miesta s vysokým fluidným pretlakom, ktorý mohol značne presahovať hodnotu litostatického gradientu. Tieto pretlakované horizonty (kompartmenty) dávame do súvisu s miestami, kde prebiehal tepelný rozklad ropy a uvoľňovanie metánu.

Doterajšie výsledky *mikroskopicko-petrologickej a planimetrickej analýzy* paleogénných pieskocov CKP a vonkajšieho flyšového pásma nadväzujú na ich multimetodický analytický výskum v rámci úlohy. Ukazuje sa, že ide v prevažnej miere o vzorky strednozrnných až drobnozrnných pieskocov s kolísajúcim obsahom základnej hmoty (10 až 25 %), vápnitej prímеси a kalcitového tmelu v jednotlivých vzorkách a taktiež autigénných minerálov a úlomkov hornín. Dominujúcim minerálom vo väčšine vzoriek je kremeň, ktorý sa vyznačuje piesčitou veľkosťou zrn (0,25 až 0,05 mm), undulóznym zhášaním a nízkym stupňom opracovania. Veľmi často sa vyskytuje v podobe monokryštalických a polykryštalických agregátov. Živce sú druhým najpočetnejším minerálom. Zastupujú ich najmä ortoklasy, plagioklasy a ojedinele aj mikroklin. Zrná živcov sú však vo väčšine vzoriek viac alebo menej postihnuté sekundárnym procesom počas diagenézy, a to kalcifikáciou. To predstavuje rozrušovanie štruktúry živcových minerálov roztokmi CaCO<sub>3</sub>, čím sa mení ich chemické zloženie na kalcitové. Roztoky môžu v tomto prípade pochádzať z okolitých hornín alebo z úlomkov karbonátov. Takto vznikajúci kalcitový tmel často nahrádza základnú hmotu. Proces



kalcifikácie a jeho pokročilosť svedčí o určitom stupni diagenetického procesu. Vo vzorkách sú najmenej zastúpené sludy, z ktorých zväčša dominuje biela sluda – muskovit. Šupiny majú rôznu veľkosť, ojedinele dosahujú aj 0,5 mm. Vyskytujú sa aj biotit hnedej, miestami hnedozelenej farby, ktorý je však taktiež postihnutý diagenetickými zmenami a často je chloritizovaný. Pieskovce obsahujú pomerne veľké množstvo (cca do 10 %) rozličných typov úlomkov hornín, z ktorých sú najviac zastúpené karbonáty, veľmi často aj s úlomkami fauny, rohovce, úlomky vulkanických hornín (napr. melafýry), kremence, úlomky granitov a metamorfovaných hornín. *Mikroskopická a petrologická analýza* doteraz analyzovaných vzoriek CKP a vonkajšieho flyšového pásma ukázala, že horniny sa všeobecne vyznačujú pokročilým stupňom zrelosti. Možno tak usudzovať podľa prítomnosti kalcitového tmelu, vznikajúceho rozkladáním živcov roztokmi  $\text{CaCO}_3$  a malého množstva matrixu, ktorý bol pravdepodobne vymytý. Zrelosť hornín potvrdzuje aj prítomnosť akcesorického minerálu zirkónu. Horniny vznikali v morskom prostredí, čo dokazuje prítomnosť zeleného minerálu glaukonitu.

V súlade so zámermi celej riešenej úlohy sa výsledky uvedených analytických metodík postupne inkorporujú do konceptu geologickej stavby a vývoja skúmaného územia, ktorý sa vytvára súborom interpretačných a modelingových metodík.

Z interesantných zistení dotýkajúcich sa geologickej stavby oblasti sú teraz ešte viaceré predmetom verifikácie (Hrušecký et al., 2000). Už teraz je však možné uviesť niektoré nespochybniteľné údaje a výsledky interpretácie, ktoré majú pre celkový koncept geologickej stavby oblasti zásadný význam. Ide napríklad o oblasť Levočských vrchov, kde na seizmických rezoch série 750 – 756/92, 93 vychádzajú výrazné vrchno- a strednokôrové *detachmentové* zlomy s antitetickými reakčnými zlomami. Zaujímavý je viacgeneračný vývoj týchto *detachmentových* zlomov a v prípade *detachmentu*, ktorý je pokračovaním podtatranského zlomu smerom na SV, aj obrovská amplitúda skoku – až 4 000 metrov na bázu terciéru (podľa reflexného seizmického rezu 753/93). Tieto údaje výrazným spôsobom modifikujú názory na spôsob extenzného a postextenzného vývoja tejto oblasti. Vo vonkajšom flyšovom pásme je možné pozorovať aj zaujímavé, po reprocesingu seizmických rezov viac zvýraznené javy. Impozantný je záznam severoeurópskej platformy a jej multifunkčného styku s jednotkami Západných Karpát, rovnako ako výrazné reflexné zóny tvoriace hranice medzi tektonickými jednotkami a subjednotkami vonkajšieho flyšového pásma v hĺbke. V tomto smere treba uviesť, že k detailizácii geologických pomerov v priestore akrečnej prizmy Západných Karpát v tomto priestore významne prispel reprocesing seizmických rezov, ktorý sa realizoval v rámci úlohy. Reprocesing vybraných seizmických rezov poskytol skvalitnené údaje nielen na základnú interpretáciu geologickej stavby, ale aj na ďalšie interpretácie, veľmi dôležité najmä vo vzťahu k balancovaným rezom a seizmostratigrafickej a sekvenčnej analýze terciérnej výplne Východoslovenskej panvy (VSP).

*Sekvenčná a čiastočne seizmostratigrafická analýza* výplne VSP je súčasťou hodnotenia geologickej stavby študovanej oblasti. V rámci nej sa skonštruovali mapy na

jednotlivé časové horizonty a realizovali sa aj niektoré paleogeografické analýzy a analýzy depozičného prostredia, oscilácií morskej hladiny a podobne. Okrem toho sa vyčlenila a analyzovala geometria piesčitých telies. V rámci neogénnej výplne VSP sa podarilo presnejšie seizmicky definovať jednotlivé súvrstvia, odlišiteľné od nadložných a podložných súvrství buď diskonformitou, alebo vnútornou charakteristikou reflexov. Seizmostratigrafická analýza ukázala, že aj v relatívne hlbokých častiach bazénu možno nájsť diskonformity medzi jednotlivými súvrstviami indukujúce podstatnú zmenu v akomodačnom priestore, zapríčinenú či už kolísaním morskej hladiny, tektonikou, alebo zmenou v objeme prisúvaných sedimentov do bazénu. Analýza seizmických rezov rovnako dobre vymedzuje potenciálne stratigrafické pasce, ktoré sú dobre rozoznateľné najmä v kolčovskom a stretavskom súvrství. Tvoria ich najmä sedimenty vyplňajúce erózne kanály alebo šošovkovité telesá príbrežných barov. Toto klasifikuje aj dva hlavné typy stratigrafických pascí – lineárne a plošné. Lineárne pasce sú výborne vyvinuté najmä v kolčovskom súvrství, kde najmä v západnej časti bazénu sú vyvinuté deltové laloky. Naopak, plošné, šošovkovité telesá sú vyvinuté najmä v plytkovodných sedimentoch stretavského súvrstvia. Analýza seizmických rezov bola okrem toho vhodne doplnená štúdiom karotážnych kriviek. Študovali sa nielen pozdĺž línií seizmických rezov, ale aj plošne. Štúdium karotážnych kriviek vrtovej umožňuje vytvoriť si lepšiu predstavu o litológii a pôvodnom sedimentačnom prostredí a v konečnom dôsledku aj o možnom vývoji geometrie sedimentárnych telies.

K celkovému metodickému aparátu úlohy treba zaradiť aj *geohistorickú a bazénovú analýzu*. Tieto dva druhy analýz prispievajú k riešeniu úlohy najmä pri definovaní zákonitostí vývoja geologickej stavby študovanej oblasti vo vzťahu ku geodynamickému vývoju, regionálnemu tektonickému prostrediu a tektonickej evolúcii širšieho regiónu. Metodiky geohistorickej analýzy a bazénovej analýzy sú veľmi úzko previazané. Geohistorická analýza je potrebná pri definovaní evolúcie výplne panvy, jej histórie subsidencie, termálnej histórie, generačných okien uhľovodíkov a ich závislosti v priestore a čase. Na ňu nadväzuje bazénová analýza, ktorá sa zaoberá platňovo-tektonickými prostrediami bazénu (oblasti), zaradeniami bazénov (oblastí) do klasifikačných schém sedimentačných bazénov, litosférickými mechanizmami a litosférickými modelmi formovania bazénov (oblastí), aplikáciami tepelného toku a reológie hornín do finálnych uhľovodíkových play-konceptových modelov, ale aj pravdepodobnými množstvami uhľovodíkov zachytených v pasciach, a tým aj pravdepodobnou veľkosťou neobjavených ložísk v nich, a nakoniec aj perspektívnym špecifickým rizikom pri vyhľadávaní ložísk uhľovodíkov. V skúmanej oblasti sa spracúvali jednotlivé krivky pochovávaní a tektonickej subsidencie na definovanie zrelostných modelov 1D a 2D v rôznych častiach tejto oblasti. V rámci geohistorickej analýzy a modelingu údajov sa postupne definujú jednoduché aj zložitejšie (planárne) expulzné modely uhľovodíkov. V rámci geohistorického modelovania sa spracúva aj povrch generačných zón ropy a plynu vo forme máp a profilov v študovanej oblasti.

Na uvedené analýzy geologickej stavby a vývoja vhodným spôsobom nadväzuje *konštrukcia balancovaných rezov*. Uplatnenie balancovania je jednou z hlavných častí celej úlohy. Celkovo je v rámci úlohy realizovaných 6 balancovaných rezov (obr. 1). Z toho 4 balancované rezy sú situované do východoslovenského flyšového pásma (kompresný balancing) a 2 balancované rezy vzájomne kolmé na seba vo VSP (extenzný balancing). Tým sa dosiahla vyvážená informácia v priestore riešenia úlohy.

Všetkých 6 transektov balancovania je lokalizovaných tak, aby boli paralelné s tektonickým transportom. Štruktúry pozdĺž profilov sa študovali v teréne. Merali sa a definovali základné údaje ako vrstvitosť, stratigrafická pozícia, sedimentačný transport (kde boli dostupné štruktúry) a štruktúrne údaje. Hlbinné rozhrania sa kalkulovali z dostupnej reflexnej seizmiky, gravimetrie, magnetoteluriky a vrto. Konštruované balancované rezy svojím princípom konštrukcie predstavujú podklad na následnú presnú kvantifikáciu rôznych parametrov: 1. erózie, 2. zrenia zdrojových hornín, 3. pascotvorných procesov – výzdvihu, rýchlosti premiestnenia, skrátene, 4. erózných procesov (rýchlosti erózie), 5. nasadenia a typov migrácie, 6. časovania migrácie verzus vývoj pascí, 7. objemu rezervoárov, 8. hrúbky a efektívnosti tesniacich horizontov, 9. objemu očakávaných zásob, 10. časovania pascových deštruktívnych procesov (mladé porušenie zlomami, erózne porušenie tesniacej horniny). Tieto kvantifikácie sú samozrejme uspokojivo riešiteľné pri kalibrácii balancovaných rezov geochemickými údajmi a údajmi vymedzujúcimi vertikálny výzdvih (fission-tracky, pseudo Ro, PT analýzy z fluidných inklúzií, analýzy pórovitosti, permeability atď.).

Neodmysliteľnou časťou metodických postupov, ktoré výrazne prispievajú k finálnemu definovaniu perspektívnych, utesnených uhl'ovodíkových areálov je riešenie *hydrodynamických podmienok a migrácie intrakrustálnych médií*. So zreteľom na predmet riešenia sa zber údajov a ich interpretácia v tomto smere sústredili predovšetkým na údaje z hlbokých, ale aj plytších vrto oblasti. Samozrejme, bolo potrebné uvažovať aj s využitím istej dávky extrapolácie a zovšeobecnenia zistených zákonitostí hlbokých zmien skúmaných parametrov z vrto aj vzhľadom na nerovnomernú distribúciu vrto, a teda aj použiteľných údajov v rámci celej študovanej oblasti (obr. 1). Pri riešení sme sa zamerali na chemické zloženie podzemných vôd, získanie celkového obrazu o priestorovej distribúcii geohydraulických parametrov horninového porstredia, ale aj na zhodnotenie a interpretáciu hydrogeochemických a hydrogeodynamických údajov na určenie hydrogeologických a hydrodynamických faktorov na finálne definovanie uhl'ovodíkového potenciálu študovanej oblasti. Pri zhodnotení sa použili metódy regionálneho hodnotenia hydraulických vlastností hornín a pri hodnotení hydrogeochemických pomerov sme sa opierali predovšetkým o sledovanie regionálnych paragenetických ukazovateľov (priebeh perspektívnych hydrogeochemických podzón a rozhraní litomorfnej a batymorfnej mineralizácie, hlbkový gradient celkovej mineralizácie a obsahu bromidov, distribúcia jednotlivých charakteristických hydrogeochemických koeficientov, koncentrácia bóru a bromidov) a priamych ukazovateľov (distribúcia jodidov, amónnych iónov a charakteristických

organických látok). Zhodnotenie hydrogeochemických aspektov problematiky sa sústredilo na priestorové rozloženie reprezentatívnych údajov o chemickom zložení podzemných vôd a definovanie základnej schémy vývoja vertikálnej hydrogeochemickej zonálnosti. V nadväznosti na to sa potom identifikovali odchýlky priestorového hydrogeochemického vývoja v jednotlivých častiach územia od regionálnej schémy. Tieto odchýlky sa interpretovali jednak z hľadiska rozdielov v relatívnej perspektivite jednotlivých častí územia z hľadiska hydrogeochemických a hydrodynamických ukazovateľov, jednak aj z hľadiska významu zistených hodnôt jednotlivých ukazovateľov pre zásadné posúdenie uhl'ovodíkového potenciálu celého skúmaného územia.

Výsledným hodnotením študovaného územia je charakteristika jednotlivých regiónov na základe komplexnej interpretácie hydrodynamických, geohydraulických a hydrogeochemických kritérií. Tie sa budú ďalej pri riešení úlohy konfrontovať s výsledkami riešenia ďalších čiastkových aspektov problematiky uhl'ovodíkového potenciálu východného Slovenska. Tak sa predloží syntetická interpretácia získaných výsledkov výskumu hydrodynamiky a migrácie intrakrustálnych médií v skúmanom priestore so súhrnným komplexným zhodnotením tohto priestoru z hľadiska hydrogeochemických a geohydrodynamických podmienok výskytu a zachovania uhl'ovodíkových akumulácií.

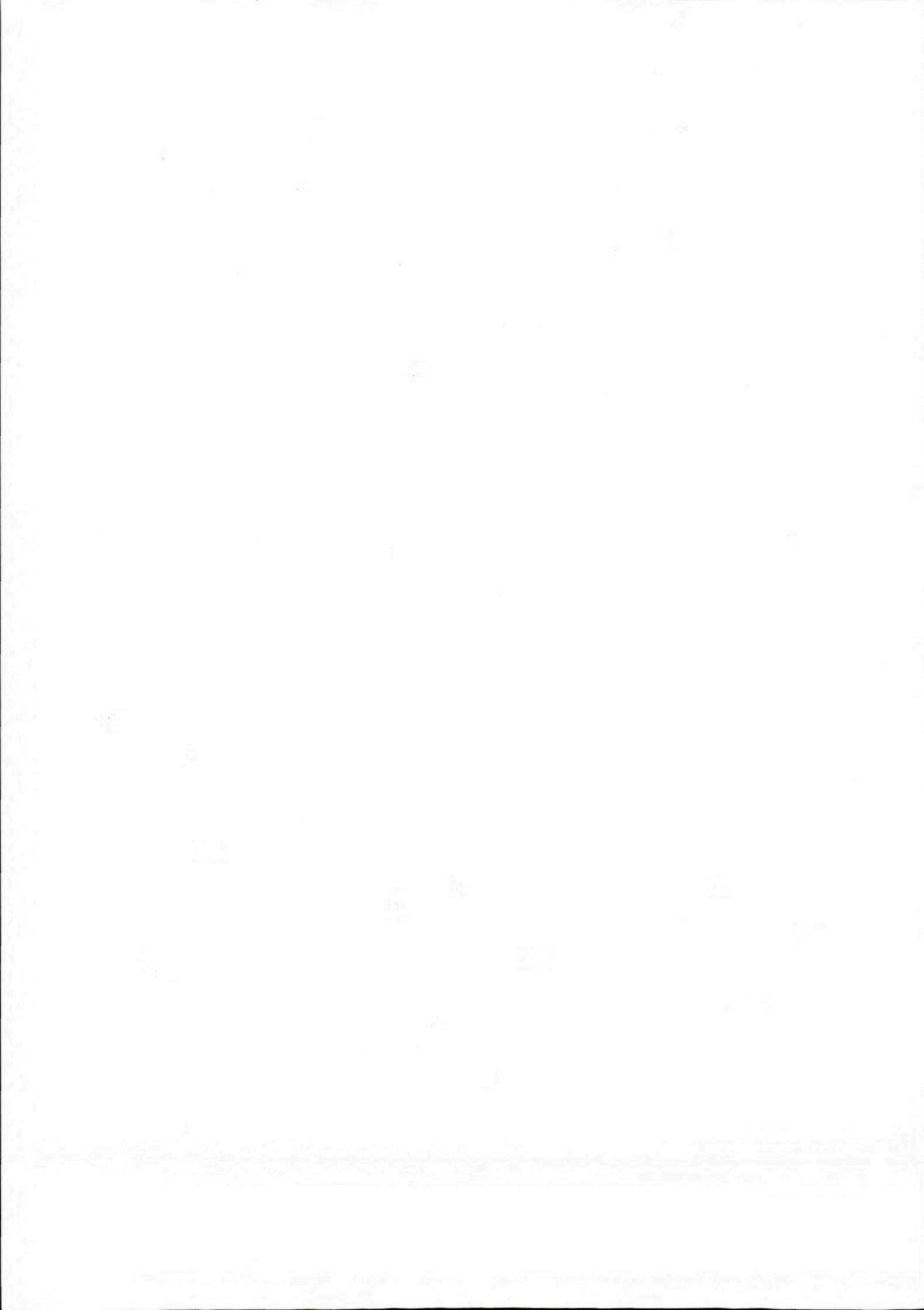
## Záver

Záverom tohto príspevku chceme zdôrazniť, že finálnym výstupom celej riešenej úlohy bude bilancované vyhodnotenie uhl'ovodíkového potenciálu, play-konceptová prospektová klasifikácia a definovanie jednotlivých možných prospektov (nádejných súvrství a areálov) v celej študovanej oblasti a ich parametrická charakterizácia s využitím výsledkov spomínaných analytických, interpretačných a modelingových prác. Na základe odvodenia týchto zákonitostí bude potom možné predikovať a lokalizovať nielen dosiaľ prieskumom neobjavený uhl'ovodíkový potenciál v študovanom regióne, ale pomôcť aj pri predikcii iných druhov surovín a zdrojov, ktoré sú sústredené v tejto oblasti. Neodmysliteľnou súčasťou výstupov úlohy bude aj údajová a grafická databáza multiodborného charakteru v GIS.

## Literatúra

- Barker, C. E. a Pawlewitz, M. J., 1986: The correlation of vitrinite reflectance with maximum temperature in humic organic matter. In: Buntebarth, G. a Stegena, L. (Eds.): *Paleogeothermics, Lecture Notes in Earth Sciences*, 5. Berlin, Springer-Verlag, 79 – 93.
- Behrmann, J. H. a Stiasny, S., 1998: Quantitative reconstruction of orogenic convergence in the north-east Carpathians. In: *Abstract book of the Conf.: Geological dynamics of Alpine type mountain belts ancient and modern*. University of Bern, Switzerland, Feb. 25 – 28, 1998. Terra Nova, Schriften der Alfred – Wegener – Stiftung 98/1, 88. Jahrestagung der Geol. Vereinigung e. V. Zusammenfas. der Tagungsbeitrag, 2.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III. a Aubry, M. P., 1995: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM (Soc. Sediment. Geol.)*, Spec. Publ., 54, 129.
- Hruščeký, I., Jacko, S., Hurai, V., Kotulová, J., Biron, A., Zlinská, A., Kráľ, J., Perezslényi, M., Janočko, J., Pospišil, M., Nemčok, M., Jetel, J., Töröková, I., Žecová, K. a Fejdi, V., 2000: Uhl'ovodíkový poten-

- ciál východoslovenského neogénu a príľahlých častí flyšového pásma. Etapová ročná správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 1 – 29.
- Martini, E., 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. Proc. 2<sup>nd</sup> Plankt. Conf., Roma 1970, 739 – 785.
- Pollastro, R. M., 1993: Consideration and application of the illite/ smectite geothermometer in hydrocarbon-bearing rocks of Miocene to Mississippian age. Clays and Clay Miner. (New York), 41, 119 – 133.
- Samuel, O. a Salaj, J., 1984: Microbiostratigraphical division of West Carpathians Mesozoic and Paleogene. Západ. Karpaty, Sér. Paleont. (Bratislava), 9, 11 – 71.
- Šrodoň, J., 1995: Reconstruction of maximum paleotemperatures at present erosional surface of the Upper Silesia Basin, based on the composition of illite/smectite in shales. Stud. geol. pol. (Krakow), 108, 9 – 20.
- Šucha, V., Kraus, I., Gerthofferová, H., Peteš, J. a Sereková, M., 1993: Smectite to illite conversion in bentonites and shales of the East Slovak Basin. Clay Miner., 28, 243 – 253.
- Sweeney, J. J. a Burnham, A. K., 1990: Evaluation of a simple model of vitrinite reflectance based on chemical kinetics. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. (Tulsa), 74, 1559 – 1570.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Krystek, I., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., Růžička, M. a Vaškovský, I., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR 1 : 500 000 (mapa a vysvetlivky). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 65.
- Zlinská, A., 2001: Mikrofaunistické zhodnotenie vzoriek na úl. 150: Starohorské vrchy, Čierťaž a s. časť Zvolenskej kotliny (listy 36-141 Staré Hory, 36-142 Lučatin a 36-143 Banská Bystrica). Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.



## Ekologické suroviny Slovenskej republiky a možnosti ich využitia

JÁN ZUBEREC<sup>1</sup> a JÁN KOZÁČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

<sup>2</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Košice, oddelenie aplikovanej technológie, Jesenského 8, 040 01 Košice

### Úvod

Ťažké kovy v odpade, v zeminách a vo vodách predstavujú vážne ohrozenie životného prostredia. Ich koncentrovanie spôsobuje najmä acidifikácia prostredia vplyvom kyslého odpadu.

Medzi bežne sa vyskytujúce kontaminanty patria aj rozličné produkty, ktoré sa zhŕňajú pod pojem staré záťaže. S ohľadom na prítomnosť ťažkých kovov ako olovo, kadmium, ortuť, chróm, meď, zinok, nikel, vanád, ale aj arzén a hliník k nim patria obaly, batérie, akumulátory, škvara, popol, troska, agrochemický odpad, odpad komunálnej chémie a iné. Ťažké kovy spolu s ďalšími látkami, ako sú kyseliny, lúhy a rozličné organické kontaminanty, v zmysle typizácie starých záťaží zaraďujeme k látkam nebezpečným pre životné prostredie, a tým aj pre zdravie človeka.

Výskum na prípravu ekologických materiálov, ktoré slúžia na elimináciu toxických látok, považujeme za prioritnú súčasť surovinovej politiky štátu. Práve ekologické suroviny a produkty z nich zohrávajú dôležitú úlohu pri tvorbe a uskutočňovaní programu trvalo udržateľného životného prostredia. Do popredia sa dávajú najmä sorbenty, ktoré z prírodného prostredia dokážu odstrániť a udržať vo svojej štruktúre toxické látky.

### Prostriedky na zneškodňovanie odpadu

Na zneškodňovanie nebezpečného odpadu obsahujúceho toxické kationy ťažkých kovov alebo na ich imobilizáciu sa v súčasnosti vo svete stále používajú solidifikačné technológie využívajúce kombináciu vápna s portlandským cementom. Cieľom je dostať kationy kovov do formy nerozpustnej vo vode, a tak zamedziť ich prienik do vodného prostredia a do pôdy, následne aj do celých ekosystémov, a nakoniec až do potravinového reťazca živočíchov, zvierat a človeka. Racionálne využívanie zneškodňovania môže pozitívne ovplyvňovať celý systém likvidácie odpadu. Základnou otázkou však pritom ostáva skutočnosť, do akej miery sa podarilo škodlivé zložky imobilizovať a ako sú vytvorené solidifikáty schopné vzdorovať agresívnemu prostrediu.

V Spojených štátoch amerických v nedávnom čase spoločnosť American Minerals Inc. začala dodávať na trh imobilizačný prostriedok pod obchodným názvom Enviroblend chemicals. Enviroblend predstavuje ekologický prostriedok, ktorý je zmesou vhodných chemikálií, a ich pôsobením sa škodlivé prvky ťažkých toxických kovov prevádzajú z foriem rozpustných vo vode na nerozpustné. Nerozpustné formy sú stabilné tak v kyslom, ako aj vo

veľmi zásaditom prostredí, na rozdiel od foriem vytváraných inými doteraz používanými prostriedkami (napríklad prostriedkami typu vápno/portlandský cement). Ďalšou výhodou chemikálií Enviroblend je ich celková malá spotreba na jednotku hmotnosti likvidovaného odpadu alebo kontaminovanej látky, a tým aj nižšie celkové náklady. Uvádza sa, že celkové náklady sú pri použití chemikálií Enviroblend zhruba o 75 % nižšie ako napríklad pri použití hydroxidu vápenatého ( $\text{Ca}/\text{OH}/_2$ ).

### Typy sorbentov na imobilizáciu znečistenia vyvinuté v Slovenskej republike

Pod surovinami, ktoré vnášajú do sorpčnej hmoty tzv. účinné látky, sa rozumejú také materiály, ktoré majú priamy vplyv na funkciu výsledného produktu. Z materiálov, ktoré obsahujú alebo poskytujú účinné zložky, sa sledovali predovšetkým tieto materiály: polovypálený dolomit (PVD) vyrábaný z dolomitu, vápenec, vápenný hydrát, magnezit, prírodné zeolity, oxidy Fe pripravované úpravou sideritu, bentonity a turmalínovce, ily a ílovcy s obsahom organickej hmoty.

Dolomit je jednou z najcharakteristickejších surovín na prípravu sorbentov, najmä bieleho dolomitu (PVD). Ako vhodné na tento účel sa ukázali najmä dolomity z Malých Krštenian, Hubinej, ale aj z Kláštora pod Znievom, Rakše, Trenčianskych Mitic, Veľkej Čiernej, Rajeckej Lesnej a Modrovej. Z nich sa pripravili produkty, ktoré obsahujú minimálne 85 % účinnej zložky  $\text{MgO}$ .  $\text{CaCO}_3$  vhodnej na filtračné, sorpčné a diacidifikačné účely. Jeden z najdôležitejších produktov dolomitu – PVD – je vhodný na odstránenie Mn, Pb, Cu, Zn, Cd a ďalších toxických látok. Okrem toho má dezoxidifikačné účinky a schopnosť odstraňovať fosfáty.

Široké uplatnenie ako sorbenty majú prírodné zeolity – zmiešaním suroviny so spojivom (cementom) na prípravu peletiek, ktoré sa nerozpadnú ani pri teplote 400 °C. Preto sú vhodné aj na sorpciu vodnej pary v prostredí relatívne vysokej vlhkosti. Zeolit v prírodnej forme alebo po úprave sa spolu s bentonitom používa na ochranu proti rádiocéziu a rádiostronciu a na výrobu výplňového materiálu tzv. bach fill na úložiskách RAO. Spolu s bentonitom je vhodným materiálom aj do pokryvných vrstiev na kryty bazénov s nízko rádioaktívnym odpadom, ako selektívny sorbent rádiocézia na cementáciu RAO a na zahusťovanie kalov exkrementov najmä v poľnohospodárstve.

Bentonity okrem spomínaného použitia v zmesi so zeolitom sú vhodné aj na iné účely. Po úprave (natrifikácia,

Tab. 1 Limitné úrovne znečistenia pôdy a vody kationmi ťažkých kovov.

Kontaminujúci prvok (ťažký kov)	Zemina (pôda) – úroveň B (mg.kg <sup>-1</sup> sušiny)	Zemina (pôda) – úroveň C (mg.kg <sup>-1</sup> sušiny)	Voda – úroveň B (mg.kg <sup>-1</sup> )	Voda – úroveň C (mg.kg <sup>-1</sup> )
ortuť (Hg)	2	10	0,0005	0,002
kadmium (Cd)	5	20	0,0025	0,010
arzén (As)	30	50	0,030	0,100
molybdén (Mo)	40	200	0,020	0,100
cin (Sn)	50	300	0,030	0,150
kobalt (Co)	50	300	0,050	0,200
nikel (Ni)	100	500	0,050	0,200
meď (Cu)	100	500	0,050	0,200
olovo (Pb)	150	600	0,050	0,200
vanád (V)	200	500	0,100	0,500
chróm celk. (Cr)	250	800	0,050	0,200
bárium (Ba)	400	2 000	0,100	0,500
zinok (Zn)	500	3 000	0,200	0,800

mletie) sú vhodné na prípravu geotextílií na ochranu skládok a ako sorbenty niektorých ťažkých kovov. Z tohto hľadiska sa hodnotili najmä bentonity z ložiska Kuzmice.

Ako sorbent sa odskúšal organický detrit z lokality Poltár a preukázal sa ako vhodný v prírodnom stave bez termickej úpravy. Tento detrit tvorí polohu v poltárskom súvrství. Obsah  $C_{org}$  v hornine sa pohybuje od 2,39 do 30,3 %. Pri extrémne vysokom obsahu  $C_{org}$  sa zaznamenal aj vyšší obsah uhlíka v huminových kyselinách, a to 8 až 12 %. Horniny majú veľmi dobré sorpčné vlastnosti, a to aj v prípade Hg a Cd, ktoré sú na zachytenie značne citlivé. Pri kontaminácii 5 a 10 mg/l je účinnosť sorpcii 97 až 99 %. Organický detrit sa preukázal aj ako materiál vhodný na prípravu ekologických hnojív.

Veľmi dobré výsledky sa dosiahli z horninových smektitových výplní niektorých maarských štruktúr. Nejde o íly typu alginitu z Pincinej. Ide o hnedočierne íly s obsahom  $C_{org}$  do 1,19 %, ale s obsahom smektitu okolo 30 %. Takéto zloženie ílu zabezpečuje vysokú účinnosť sorpcie Pb pri koncentrácii 5 a 10 mg, a to až 99 %. Ešte aj pri koncentrácii 50 mg/l dosahuje sorpcia účinnosť až 97 %, čo považujeme za veľmi priaznivý výsledok.

Dobré sorpčné vlastnosti preukázali aj menilitové bridlice najmä z lokality Hostovice, lunzké bridlice z Ráztoky a iné horniny. Niektoré sú vhodné aj na výrobu expanzivných peletiek.

Pri príprave kompozitných sorbentov sa na vytvorenie kostry skúmaných hmôt ako nosné komponenty ešte použili chloriticko-sericitické bridlice, mariánske bridlice, materiál z haldy odpadávajúci po úprave uhlia, diatomitický íl, alginit a železná ruda. Ako nosné suroviny sa môžu použiť aj ďalšie vhodné suroviny, napríklad tufy, pieskovce, ílovce, kaolíny, diatomity a pod.

Niektoré suroviny ako napríklad uhoľný detrit, lunzké bridlice a menilitové bridlice majú dvojitú funkciu, aspoň v prípade sorpcie určitých toxických látok. Môžu slúžiť ako nosná a zároveň aj účinná zložka.

Zo spevňovacích, t. j. tmeliacich materiálov použitých ako spojivo zmesí sa sledovalo využitie bentonitu, ktorý sa uplatňuje najmä pri termických procesoch prípravy hmôt. Pri netermických postupoch prípravy hmôt sa ako spojivo použil portlandský cement, konkrétne biely cement.

V spolupráci s firmou IPRES inžiniering, s. r. o., ŠGÚDŠ pripravil a odskúšal prostriedok s podobnými imobilizačnými účinkami na kationy ťažkých kovov, ako majú

opisované zahraničné výrobky. Tento imobilizačný prostriedok bol pripravený na báze tzv. polovypáleného dolomitu (PVD), lunzkých bridlic a bieloheho cementu (sorbent typu D). Pripravuje sa vo forme granúl alebo peletiek. Jeho hlavnou účinnou zložkou je termicky aktivovaný dolomit s obsahom aktívneho MgO a  $CaCO_3$ , čo je výhodou oproti spomínaným prostriedkom. Okrem kationov ťažkých kovov je schopný zachytávať aj fosforečnanové ióny. Môže sa použiť aj ako filtračný a sorpčný materiál do náplní lôžok filtrov. Jeho účinky sú založené na zmene pH, súčine rozpustnosti vytvorených nerozpustných zlúčenín pri danom pH a na sorpčných vlastnostiach povrchu schopného fixovať vytvorené hydroxysoli a hydroxidy kovov. V súčasnosti sa pracuje na vytvorení prostriedku s obdobnými vlastnosťami ako americký Enviroblend.

## Záver

Pomerne úzky okruh horninových typov, ktorý bol doteraz známy a sčasti sa aj využíval, sa najnovším výskumom rozširuje o ďalšie typy hornín. Z netradičných surovín na výrobu sorbentov a na iné ekologické použitie bol známy len alginit a horniny schopné expanzie zo Stupavy a Kanaša. Súčasným petrograficko-mineralogicko-chemicko-technologickým výskumom sa otvorili nové možnosti využívania netradičných hornín na prípravu sorbentov alebo na iné ekologické účely.

Použitie vhodných hornín veľkou mierou prispieje k riešeniu problematiky trvalo udržateľného životného prostredia, najmä pri čistení kontaminovaných vôd a sanácii pôd pri akomkoľvek zamorení toxickými látkami, najmä pri havarijných situáciách. Okrem použitia ako sorbenty niektoré horniny a z nich pripravené produkty sa využívajú aj na iné ekologické účely. Uplatnenie skúmaných surovín v poľnohospodárstve zabezpečí zvýšenie bonity pôdy, a tým aj zvýšenie produkcie ekologických potravinových produktov. Ekologické ľahké materiály budú najmä v budúcnosti dôležitými zložkami stavebných prvkov so zvýšenou tepelnou a zvukovou izoláciou. Surovinám, ktoré sú vhodné na ekologické využitie, je potrebné venovať ešte väčšiu pozornosť. Práve tieto suroviny sa budú veľkou mierou podieľať na zhodnocovaní surovinového potenciálu štátu.

## Literatúra

- Kozáč, J., Tuček, I. a Zuberec, J., 2000: Nové technologicko-ekonomické hodnotenie a trendy vo využívaní nerudných nerastných surovín. Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie: Aktuálne problémy baníctva a geológie. Repiská 2000.
- Zuberec, J., 1999: Zdrojové geologické útvary nerudných surovín. Eurosilikát 1999. Medzinárodná konferencia o využívaní nerudných surovín 2. ročník. SOBK Lučenec.
- Zuberec, J. a Kozáč, J., 1999: Sorbenty vhodné pre imobilizáciu ťažkých kovov. Eurosilikát 1999. Medzinárodná konferencia o využívaní nerudných surovín 2. ročník. SOBK Lučenec.
- Zuberec, J. a Kozáč, J., 1999: Najnovšie výsledky výskumu využitia nerudných nerastných surovín. Stavba, materiál, surovina. Vybrané prednášky odborných sprievodných programov, Lučenec 1999.
- Zuberec, J. a Fischerová, R., 2000: Nové poznatky vo výskume ekologických surovín Slovenska. Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie: Aktuálne problémy baníctva a geológie. Repiská 2000.

## Hydrogeologická mapa Východoslovenskej nížiny

JÁN JETEL<sup>1</sup>, A. SIHELNIKOVÁ<sup>2</sup> a EVA ŠOLTÉSOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum Košice, Werferova 1, 040 11 Košice.

<sup>2</sup>Geokonzult, a. s., Magnezitárska 7, 040 13 Košice

### Úvod

Pri riešení úlohy *TIBREG – prieskum prírodných zdrojov vo vzťahu k prírodnému prostrediu v styčnom regióne Slovensko – Maďarsko – Ukrajina* bola spracovaná hydrogeologická mapa Východoslovenskej nížiny v mierke 1 : 50 000. Koordináčnym pracoviskom celej úlohy je Geocomplex, a. s., Bratislava. Mapa zobrazuje územie geomorfologickej oblasti Východoslovenskej nížiny s priľahlými okrajmi Slanských a Vihorlatských vrchov. Súčasťou realizačného výstupu sú textové vysvetlivky (Jetel, Sihelniková a Šoltésová, 1998) s dokumentačnými tabuľkami a mapami a modelová mapa exploatačných parametrov potenciálneho využitia hlavného zvodnenca v zmysle zásad, ktoré navrhol Jetel (1999).

### Metodika

Podľa použitej metodiky (Malík a Jetel, 1994) hlavným predmetom zobrazenia bol prvý zvodnený kolektor pod povrchom so znázornením koeficientu prietochnosti a jeho variability. Stanovenie kvantitatívnych charakteristík geohydraulických parametrov vychádzalo z metodiky regionálneho hodnotenia hydraulických vlastností hornín (Jetel, 1995, 1998). Základom bolo stanovenie hodnôt štandardnej mernej výdatnosti z údajov archívnej dokumentácie hydrodynamických skúšok vo vrtoch, transformácia týchto hodnôt na index prietochnosti  $Y$  a index priepustnosti  $Z$  a konverzia štatistických charakteristík rozdelenia hodnôt  $Y$  a  $Z$  vo vymedzených súboroch na odhady stredných hodnôt koeficientu prietochnosti  $T$  a koeficientu filtrácie  $k$ .

### Hlavné poznatky

Hlavným kvartérnym zvodneným kolektorom sú fluválne piesčité štrky a piesky v nivách väčších tokov a výplne kvartérnych neotektonických depresí. Údaje z kvartérnych kolektorov boli podľa ich priestorového rozmiestnenia rozdelené na 28 súborov údajov fluvialných kolektorov, 4 súbory z proluviálnych kolektorov a 2 súbory z eolických kolektorov. Najvyššiu produktivitu vykazujú fluválne štrky michalovsko-sliepkovskej depresie s hrúbkou do 70 m. Výdatnosť vrtov tu dosahuje až  $73 \text{ l.s}^{-1}$  s mediánom  $14 \text{ l.s}^{-1}$  na vrt pri štandardnej mernej výdatnosti  $1 - 44 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$  a strednej mernej výdatnosti  $6,3 \text{ l.s}^{-1}$ .

$\text{m}^{-1}$ . Priemerná prietochnosť sa tu pohybuje okolo  $1.10^{-2}$  až  $5.10^{-2} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  pri priemernom koeficiente filtrácie štrkov  $8.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ . Vysokú prietochnosť majú aj štrky v nive Laborca medzi Humenným a Michalovcami a v náplavoch Uhu a Ondavy (výdatnosť v priemere okolo  $5 - 10 \text{ l.s}^{-1}$  na vrt, priemerná mernej výdatnosť  $1 - 5 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ , priemerná prietochnosť  $2.10^{-3} - 9.10^{-3} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ , priemerný koeficient filtrácie štrkov  $4.10^{-4} - 2.10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ ). Od S na J zhruba na spojnici ústia Ondavy a Uhu prechádzajú fluvialne štrky do pieskov. Na J od tejto čiary majú najvyššiu produktivitu piesky strážňansko-trakanskej depresie v Medzibodroží (priemerná výdatnosť okolo  $11 \text{ l.s}^{-1}$  na vrt, mernej výdatnosť  $0,2 - 10 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$  s mediánom  $3,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ , priemerný koeficient prietochnosti  $5.10^{-3} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ , priemerný koeficient filtrácie pieskov  $3.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ ).

Vo vrtoch do neogénnych sedimentov v malej hĺbke (do 150 m) najvyššiu mernej výdatnosť ( $0,02 - 15 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ ) vykazujú štrky a piesky čechevského súvrstvia (dák až ruman) na SV a stretavského a kochanovského súvrstvia (sarmat) na jz. okraji územia. Priemerná prietochnosť v malej hĺbke sa tu pohybuje okolo  $6.10^{-4} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ , priemerný koeficient filtrácie kolektorov okolo  $7.10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ . Maximálne využiteľná výdatnosť tu môže dosahovať až  $10 - 30 \text{ l.s}^{-1}$  na vrt. V ostatných súvrstviach neogénu maximálna mernej výdatnosť vrtov neprekračuje  $1 - 2 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ , priemerná prietochnosť v malej hĺbke dosahuje  $1.10^{-4}$  až  $3.10^{-4} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  a priemernú priepustnosť charakterizuje koeficient filtrácie najčastejšie okolo  $5.10^{-6} - 2.10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ . Využiteľná výdatnosť vrtov tu spravidla neprevyšuje  $1 - 3 \text{ l.s}^{-1}$ .

Celková mineralizácia podzemných vôd v kvartérnych kolektoroch dosahuje  $0,35 - 0,83 \text{ g.l}^{-1}$ . Najčastejšie sú prekročené medzné hodnoty Mn, často spolu s Fe a amónnymi iónmi. Naproti tomu, koncentrácia dusičnanov je v priemere prekvapivo nízka.

### Záver

Táto mapa poskytuje prvé komplexné zhodnotenie hydraulických parametrov hornín a ďalších hydrogeologických ukazovateľov skúmaného územia na modernej úrovni. Kartografické zobrazenie rozsahu a kvantitatívnych charakteristík produktivity jednotlivých zvodnenecov poskytuje podklad na podrobnejšie hydrogeologické prieskumy aj na prognózne ocenenie hydrogeologických charakteristík v regionálnej mierke. Nová vyvinutá koncepcia aplikovaných

hydrogeologických máp spolu s vypracovaním modelovej mapy exploatačných charakteristík hlavného zvodnenca môže slúžiť ako vzor na spracovanie aplikovaných máp s priamym praktickým použitím určených širšej vodohospodárskej verejnosti (Jetel, 1999).

### Literatúra

Jetel, J., 1995: Utilizing data on specific capacities of wells and water-injection rates in regional assessment of permeability and transmissivity. Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 1, 7 – 18.

Jetel, J., 1998: Regionálne hodnotenie hydraulických parametrov hornín a aplikácia v modelovom území neogénnych kolektorov. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 110 s.

Jetel, J., 1999: Practical relevance and customer responsiveness of hydrogeological maps: problems and suggestions. Proc. XXIX. Congr. Int. Assoc. of Hydrogeologists, Bratislava 1999, 65 – 66.

Jetel, J., Sihelníková, A. a Šoltésová, E., 1998: TIBREG – Vysvetlivky k hydrogeologickej mape Východoslovenskej nížiny 1 : 50 000. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 84 s.

Malík, P. a Jetel, J., 1994: Metodika zostavovania základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 50 000. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 37 s.



## Hydrogeologický prieskum neogénu východnej časti Košickej kotliny

JÁN JETEL

Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum Košice, Werferova 1, 040 11 Košice

### Úvod

Od roku 1996 na základe projektu (Jetel et al., 1996; Jetel, 1999) prebieha vyhladávací hydrogeologický prieskum neogénu východnej časti Košickej kotliny (úloha č. 512). V geomorfologickom členení prieskumné územie predstavuje východnú časť celku Košická kotlina – podcelok Toryská pahorkatina. Severný okraj územia zasahuje do celku Spišsko-šarišské medzihorie (podcelok Stráže) a do celku Beskydské predhorie (podcelok Záhradnianska brázda). Predmetom prieskumu sú podzemné vody neogénnych sedimentov na území hydrogeologického rajóna NQ 123 v rozlohe 560 km<sup>2</sup> (od Záhradného a Tulčika v severnom okolí Prešova po štátnu hranicu pri Trstenom pri Hornáde). Prieskum sa skončí v roku 2001.

Cieľom prieskumu je vyhládanie zdrojov podzemných vôd a ocenenie ich využiteľného množstva v kategórii C<sub>2</sub> s hodnotením kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov podzemnej vody, zistenie zdrojov znečistenia a stanovenie geologických podmienok na návrh kvantitatívnej a kvalitatívnej ochrany a vymedzenie perspektívnych oblastí. Vyhládanie a ocenenie zdrojov podzemných vôd je pritom zamerané na podzemné vody v hĺbke do 150 až 250 m.

### Metodika

Ťažiskom prieskumu je realizácia hydrogeologických vrtov s hydrodynamickými skúškami vo vybraných úsekoch stretavského súvrstvia (sarmat – vrty KVJ-1, KVJ-2, KVJ-6), teriakovského súvrstvia (báza karpátu – KVJ-4, KVJ-5, KVJ-5a) a vo varhaňovských štrkoch klčovského súvrstvia (báden – vrt KVJ-3). Súčasťou prieskumu je aj zostavovanie hydrogeologickej a hydrogeochemickej mapy v mierke 1 : 50 000 a režimové pozorovanie. Metodika regionálneho zhodnotenia hydraulických parametrov pri spracúvaní rozsiahlej archívnej dokumentácie starších prác vychádza z reinterpretácie týchto podkladov s využitím aproximatívnych logaritmických parametrov (Jetel, 1995, 1998).

### Hlavné poznatky

Najvyššia využiteľná výdatnosť sa zistila vrtom KVJ-1 v Košickej Polianke. Vrt situovaný na základe našich predpokladov a po spresnení optimálnej lokalizácie geofyzikálnymi prácami (Tkáč et al., 1997) zistil veľmi významné prítoky podzemných vôd z tektonicky predisponovanej puklinovej zóny smeru S–J v prevažne ílovco-

vom a prachovcovom stretavskom súvrství. Produktívna puklinová zóna sa viaže na zlomové pásmo ohraničujúce od Z eleváciu varhaňovského chrbta. Maximálna výdatnosť z vrtu KVJ-1 dosiahla 32 l.s<sup>-1</sup> a bola limitovaná iba technickými podmienkami. Poloprevádzková čerpacia skúška z vrtu po jeho definitívnom zabudovaní preukázala, že trvalý odber vody čerpaním s výdatnosťou 12 l.s<sup>-1</sup> z vrtu vyvolá pomerne malé zníženie hladiny vo vrte do hĺbky okolo 15 m. Vrt možno odporučiť na trvalý odber podzemnej vody v množstve minimálne 12 l.s<sup>-1</sup>. Z hľadiska kvality vody ako vody pitnej vyhovuje čerpaná voda požiadavkám STN s výnimkou zvýšeného obsahu amónnych iónov a mierne zvýšenej koncentrácie mangánu. Voda z hľadiska technologických úprav na pitnú vodu je zaradená do kategórie upraviteľnosti B.

Pri prieskume zameranom na perspektívu teriakovského súvrstvia (vrty KVJ-5 a KVJ-5a Ličartovce) sa zistila anomálna geologická stavba v časti kotliny priliehajúcej k západným okrajovým zlomom medzi Lemešanmi a Prešovom s priebehom doteraz neznámych tektonických elevácií vnútri kotliny medzi Ličartovcami a Drienovskou Novou Vsou, ktoré sa prejavujú iba rudimentárnym vývojom neogénu v tejto časti kotliny. Súčasne sa v tejto časti kotliny zistil značný plošný rozsah výskytov uhličitych minerálnych vôd typu Na–HCO<sub>3</sub>–Cl s celkovou mineralizáciou okolo 9 – 10 g/l a s vysokým obsahom bóru a minerálnych vôd typu Ca–Na–HCO<sub>3</sub>–SO<sub>4</sub> s celkovou mineralizáciou okolo 6 g/l. Výsledky prieskumu naznačili veľmi nízku perspektívu získania nových využiteľných zdrojov podzemnej vody v tejto časti kotliny z kvantitatívneho aj kvalitatívneho hľadiska.

Priaznivé výsledky sa získali vrtom KVJ-6 pri Bačkovíku v doline Olšavy vo v. časti skúmaného územia. V tektonicky porušenom stretavskom súvrství (prachovce a ílovce s polohami štrkov) vrt overil využiteľnú výdatnosť kvalitnej pitnej vody okolo 5 – 10 l/s s celkovou mineralizáciou iba 0,44 – 0,45 g/l. V porovnaní s poznatkami zo západnejšie položených častí kotliny je tu nápadný značný hĺbkový dosah vôd najvrchnejšej hydrogeochemickej podzóny s nízkou celkovou mineralizáciou. Je to zrejme dané oživením hlbšieho obehu podzemných vôd v blízkosti vysoko položenej napájacej oblasti (Slanských vrchov).

### Záver

Hlavným výsledkom prác je podstatné spresnenie predstáv o hydrogeologickej funkcii a hydrogeochemických pomeroch litostratigrafických členov neogénu

v skúmanej časti Košickej kotliny, spresnenie poznatkov o perspektivite územia z hľadiska zásobovania obyvateľstva pitnou vodou a kvantifikácia poznatkov o využitelnom množstve podzemných vôd. Z predpokladaných perspektívnych kolektorov sa ukázali ako najnádejnejšie niektoré partie stretavského súvrstvia, najmä v niektorých úsekoch mladých zlomov smeru S – J. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou od západných okrajov Slanských vrchov smerom na V (do kotliny) sa však znižuje hĺbkový dosah zóny kvalitných, málo mineralizovaných vôd. V doline Torusy možno preto zastihnúť vody s nepriaznivou celkovou mineralizáciou typu Na–Cl, miestami už v hĺbke okolo 50 m. To podstatne obmedzuje využitelnosť podzemných vôd napriek dostatočnej kvantitatívnej produktivite zvodnencov.

## Literatúra

- Jetel, J., 1995: Utilizing data on specific capacities of wells and water-injection rates in regional assessment of permeability and transmissivity. *Slovak Geol. Mag.* (Bratislava), 1/1, 7–18.
- Jetel, J., Karolí, S., Tkáč, J., Syčev, V. a Hodák, L., 1996: Projekt geologických prác Neogén východnej časti Košickej kotliny, hydrogeologický rajón NQ-123 – vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 59 s.
- Jetel, J., 1996: Projekt geologických prác – Zmena č. 1. Neogén východnej časti Košickej kotliny – hydrogeologický rajón NQ-123 – vyhľadávaci hydrogeologický prieskum. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 13 s.
- Jetel, J., 1998: Regionálne hodnotenie hydraulických parametrov hornín a jeho aplikácia v modelovom území neogénnych kolektorov. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 110 s.
- Tkáč, J., Syčev, V. a Medo, S., 1997: Neogén východnej časti Košickej kotliny – geofyzikálny prieskum. Záverečná správa. Manuskript – archív. Geocomplex Bratislava, 18 s.

## Základná hydrogeologická mapa Ľubovnianskej vrchoviny a Pienin

JÁN JETEL

Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum Košice, Werferova 1, 040 11 Košice

### Úvod

Na základe terénneho mapovania, ktoré prebiehalo v r. 1994 – 1998, s využitím dostupnej archívnej dokumentácie ako výsledok riešenia čiastkovej úlohy projektu č. 10/94 *Hydrogeologické mapy v mierke 1 : 50 000* bola zostavená základná hydrogeologická mapa Ľubovnianskej vrchoviny a Pienin. Podľa geomorfologického členenia mapované územie patrí prevažne k celkom Ľubovnianska vrchovina a Pieniny, južný okraj zasahuje do celku Spišsko-šarišské medzihorie (podcelky Ľubovnianska kotlina a Ľubotínska pahorkatina) a sčasti aj do celku Spišskej Magury. Územie je súčasťou hydrogeologického rajónu P 141. Buduje ho krynická jednotka magurského flyšu (medzi Mníškom nad Popradom, Legnavou a Orlovom), bradlové pásmo (od Červeného Kláštora po Plaveč a Orlov), haligovská jednotka (medzi Červeným Kláštrom a Veľkým Lipníkom) a severný okraj centrálnokarpatského paleogénu (od Lechnice po Chmeľnicu). Výsledky sú prezentované vo forme hydrogeologickej a hydrogeochemickej mapy v mierke 1 : 50 000 a textových vysvetliviek (Jetel, 1999a, b). Geologické podklady boli prevzaté z geologickej mapy Pienin, Čergova, Ľubovnianskej a Ondavskej vrchoviny v mierke 1 : 50 000, ktorú zostavil Nemčok (1990), a z textových vysvetliviek k tejto mape (Nemčok et al., 1990). Významným podkladom, ktorý poslužil pri zostavení predkladanej hydrogeologickej mapy, sú výsledky geofyzikálnych meraní (VES a SOP), vykonaných v rámci riešenia tejto úlohy (Tkáč, 1994). Digitalizáciu predkladaných máp pre tlač vykonali Marta Kočišová a RNDr. Augustín Gluch z regionálneho centra Štátneho geologického ústavu D. Štúra Spišská Nová Ves.

### Použitá metodika

Mapa zostavená podľa príslušnej metodiky (Malík a Jetel, 1994) rešpektuje priestorovú neuniformitu prietochov príporchov zóny (Jetel, 1990): pri priradení priemernej prietochovosti sa odlišili depresné časti územia s kategóriou dolinovej prietochovosti od svahových a elevačných častí s priradením hodnôt prietochovosti svahovej kategórie, ktoré sú zákonite nižšie.

Vzhľadom na viac-menej horský charakter územia pre väčšinu zobrazovaných jednotiek neboli k dispozícii priame údaje o hydraulických parametroch z vrtoch. Charakteristiky priemernej prietochovosti sa mohli preto odvo-

dzovať iba nepriamymi metódami, extrapoláciou charakteristík stanovených z hydrodynamických skúšok vo vrtoch v iných územiach alebo analógiou. Z nepriamych metód odhadu priemernej prietochovosti bolo možné použiť iba metódu interpretácie vzťahu medzi hydrochemickými a geomorfometrickými parametrami zostupných prameňov (Jetel, 1989, 1997). Vychádza zo štatistického spracovania regresnej závislosti medzi geomorfometrickým parametrom L/J a zvolenou hydrochemickou charakteristikou. Parameter L/J zostupného prameňa (s jednoduchým napájaním postupnou infiltráciou na svahu nad prameňom) predstavuje podiel priemernej dráhy filtrácie (polovičnej dĺžky svahu nad prameňom) L a priemernej sklonu svahu nad prameňom J. Z hodnoty regresného koeficientu sa potom určí priemerný koeficient filtrácie príporchov zóny, ktorou voda po infiltrácii priteká k prameňu.

### Hlavné poznatky

Územie má charakter hydrogeologického masívu. Hlavným hydrogeologickým kolektorom je preto príporchová zóna s exponenciálnym poklesom priemernej priepustnosti s hĺbkou a subvertikálne puklinové zóny. Okrem dvoch prameňov z karbonátov bradlového pásma a haligovskej jednotky s maximálnou výdatnosťou 16 až 30 l.s<sup>-1</sup> sa priemerná výdatnosť ostatných prameňov pohybuje iba v rozpätí 0,05 – 0,30 l.s<sup>-1</sup> pri maximálnej výdatnosti 0,5 – 3,0 l.s<sup>-1</sup>.

V predkvartérnych litostratigrafických členoch bola najvyššia dolinová prietochovosť s rozpätím koeficientu prietochovosti  $T = 3 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  priradená strihovskému a čergovskému súvrstviu krynickej jednotky magurského flyšu. Na vyjadrenie priemernej svahovej prietochovosti bol pre strihovské súvrstvie prijatý interval  $T = 1 \cdot 10^{-4}$  až  $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  a pre čergovské súvrstvie  $T = 3 \cdot 10^{-5}$  až  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . V bradlovom pásme a haligovskej jednotke sa najvyššie priemerné hodnoty  $T = 1 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  priradili dolinovej prietochovosti pročsko-jarmutského súvrstvia, zlepcov Axamitka haligovskej jednotky a jursko-spodnokriedových vápencov. Priemerná prietochovosť  $T = 3 \cdot 10^{-5}$  až  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  sa priradila malcovskému súvrstviu, kriedovým slieňom, dolinovej kategórii v kremnianskom vývoji bradlového paleogénu a svahovej kategórii v pročsko-jarmutskom súvrstvi. Prognózne využiteľné množstvo podzemnej vody v mapovanom území (245 km<sup>2</sup>) bolo odhadnuté na 133 l.s<sup>-1</sup>.

## Záver

Spracovanie hydrogeologickej mapy Lubovnianskej vrchoviny a Pienin prinieslo prvý podrobný kartografický obraz hydrogeologických pomerov skúmaného územia, opierajúci sa o výsledky moderných metód kvantitatívneho regionálneho hodnotenia hydraulických charakteristík hornín na základe priamych údajov z hydrogeologických vrtov (prevažne v kvartérnych kolektoroch) a s významným využitím nepriamych metód v členitých územiach paleogénu a mezozoika bez dostatočného počtu informácií z hydrogeologických vrtov. Popri význame pre regionálne poznanie hydrogeologických pomerov zostavenie mapy malo význam aj z hľadiska metodologickej inovácie spracúvania hydrogeologických máp horských regiónov Slovenska s obdobným charakterom hydrogeologických pomerov a preskúmanosti.

## Literatúra

Jetel, J., 1989: Relationship between hydrogeochemical characteristics of near-surface zone of rock massif and hydrodynamic

conditions. Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol. (Bratislava), 8, 67 – 104.

Jetel, J., 1990: Praktické dôsledky priestorovej neuniformity prietoknosti príjvchovnej zóny v hydrogeologickom masíve. Geol. Průzk. (Praha), 32, 2, 42 – 46.

Jetel, J., 1997: Metodické postupy hodnotenia priemernej prietoknosti a priepustnosti v horských oblastiach nepriamymi metódami. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 85 s.

Jetel, J., 1999a: Základná hydrogeologická mapa Lubovnianskej vrchoviny a Pienin v mierke 1 : 50 000. Bratislava, GS SR.

Jetel, J., 1999b: Hydrogeologická mapa Lubovnianskej vrchoviny a Pienin – textové vysvetlivky. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 104 s.

Malík, P. a Jetel, J., 1994: Metodika zostavovania základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 50 000. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 37 s.

Nemčok, J., 1990: Geologická mapa Pienin, Čergova, Lubovnianskej a Ondavskej vrchoviny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.

Nemčok, J., Zakovič, M., Gašpariková, V., Ďurkovič, T., Snopková, P., Vrana, K. a Hanzel, V., 1990: Vysvetlivky ku geologickej mape Pienin, Čergova, Lubovnianskej a Ondavskej vrchoviny v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 131 s.

Tkáč, J., 1994: Lubovnianska vrchovina – Hydrogeofyzika – Záverečná správa. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 9 s.

## Hydrogeochemická mapa Ľubovnianskej vrchoviny a Pienin

JÁN JETEL

Geologická služba Slovenskej republiky, regionálne centrum Košice, Werferova 1, 040 11 Košice

### Úvod

Pri riešení projektu č. 10/94 *Hydrogeologické mapy v mierke 1 : 50 000* bola v rokoch 1994 – 1998 popri základnej hydrogeologickej mape zostavená hydrogeochemická mapa Ľubovnianskej vrchoviny a Pienin (Jetel, 1999a). V geomorfologickom členení je mapované územie prevažne súčasťou celkov Ľubovnianska vrchovina a Pieniny, z menšej časti celku Spišsko-šarišské medzihorie (podcelky Ľubovnianska kotlina a Ľubotínska pahorkatina). Územie v rozlohe 245 km<sup>2</sup> buduje krynická jednotka magurského flyšu, bradlové pásmo, haligovská jednotka a severný okraj centrálnokarpatského paleogénu. Textové vysvetlivky (Jetel, 1999b) sú spoločné so základnou hydrogeologickou mapou. Na zostavenie mapy a zhodnotenie hydrogeochemických pomerov územia sa popri výsledkoch rozborov vzoriek odobraných pri mapovaní využili aj výsledky analýz podzemných vôd z Geochemického atlasu Slovenska (Rapant et al., 1995).

### Metodika

Metodika zostavenia mapy vychádzala v zásade z návrhu, ktorý bol prijatý v projekte úlohy (Rapant a Bodiš, 1994), s uplatnením niektorých inovácií. Na získanie mnohostranného pohľadu na chemické zloženie vôd a na ich priestorovú diferenciaciu sa pri klasifikácii chemizmu vôd použili súčasne viaceré systémy založené na odlišných princípoch a zvyrazňujúce rozdiely medzi vodami podľa odlišných aspektov. Popri Alekinovej a Gazdovej klasifikácii sa chemické zloženie vôd posudzovalo aj v zmysle molárnej klasifikácie prírodných vôd (Jetel a Pačes, 1979). Na vyjadrenie stupňa typologickej vyhranenosti vôd sa použili hodnoty vnútornej relatívnej informačnej entropie (Jetel, 1975, 1987). Základná hydrogeochemická mapa bola doplnená mapkami rozdelenia celkovej mineralizácie a indexu znečistenia vôd prvej zvodne. Pri konštrukcii mapiek sa kontinuálna interpolácia realizovala oddelene pre jednotlivé hydrogeologicky vymedzené segmenty územia.

### Hlavné poznatky

Chemické zloženie podzemných vôd územia je pomerne monotónne. Pri rozhodujúcej prevahe Gazdovho výrazného základného typu Ca–HCO<sub>3</sub> a Ca–Mg–HCO<sub>3</sub> sa priemerné hodnoty A<sub>2</sub> v jednotlivých súvrstviach pohybujú prevažne v rozpätí 72 – 87 ekv. %. Výnimkou sú vody

malcovského a šambronského súvrstvia, kde prevažuje nevýrazný typ Ca–(Mg)–HCO<sub>3</sub> a priemerné hodnoty A<sub>2</sub> dosahujú 64 – 70 ekv. %. V Alekinovej klasifikácii výrazne prevažujú typy C<sup>Ca</sup><sub>II</sub> a C<sup>Ca</sup><sub>IIIa</sub>, v molárnej klasifikácii subfácia C–Ca–Mg pri málo početných výskytoch subfácií C–Ca–S a C–Ca–Na. Celková mineralizácia obyčajných vôd prameňov a plytkých vrtov má rozpätie 0,07 až 0,93 g.l<sup>-1</sup>, priemerné hodnoty celkovej mineralizácie v jednotlivých súvrstviach ležia v intervale 0,31 – 0,56 g.l<sup>-1</sup>. Najvyššiu priemernú mineralizáciu dosahujú vody kvartérnych náplavov a malcovského súvrstvia, najnižšiu priemernú mineralizáciu vykazujú čergovské a strihovské súvrstvie. Najvyšší stupeň vyhranenosti chemického zloženia, charakterizovaný minimálnymi hodnotami relatívnej informačnej entropie, sa zistil v karbonátogénných vodách zlepcov Axamitka haligovskej jednotky a v kriedových slieňoch bradlového pásma.

Znečistenie podzemných vôd vyjadrené priemerom hodnôt indexu znečistenia C<sub>d</sub> (Backman et al., 1998) je nízke (C<sub>d</sub> pod 1) vo vodách prameňov magurského flyšu a bradlového pásma a stredné (C<sub>d</sub> = 1 – 3) v skúmanej časti centrálnokarpatského paleogénu.

V mapovanom území sa vyskytujú uhličitá a sírne minerálne vody. S výnimkou využitia stredne mineralizovanej hydrogénuhličitanovej sodno-horečnatej uhličitej vody Sulínka na plnenie do fliaš je stupeň využitia minerálnych vôd v mapovanom území celkom nedostatočný, aj keď sa tu v minulosti minerálne vody využívali napr. v kúpeľoch Smerdžonka.

Podzemné vody prvej zvodne patria v prevažnej väčšine územia do najvyššej kvalitatívnej triedy. V územiach s intenzívnejšou poľnohospodárskou činnosťou (nižšie položené časti územia s menšou sklonitosťou) sa často vyskytujú vody so zvýšeným obsahom organických látok. Pomerne často je zvýšený aj obsah Al a amónnych iónov. Zvýšený obsah amónnych iónov tu má geogénny pôvod súvisiaci s redukčným prostredím horninového prostredia. V území sa nezistili významnejšie prejavy znečistenia priemyselnou činnosťou.

### Záver

Spracovanie hydrogeochemickej mapy skúmaného územia poskytlo prvú podrobnú kartograficky vyjadrenú predstavu o priestorovej distribúcii chemického zloženia podzemných vôd prvej zvodne v skúmanom území, o kvalite týchto vôd z hľadiska ich využitia ako vôd pitných a o rozčlenení územia z hľadiska stupňa cel-

kového znečistenia podzemných vôd prvej zvodne. Použitá metodika spracovania mapy a hodnotenia chemického zloženia podzemných vôd priniesla niektoré inovácie, pričom súčasne overila vhodnosť optimalizácie a alternatívnych prístupov k doteraz používaným postupom takéhoto spracovania.

#### Literatúra

- Backman, B., Bodiš, D., Lahermo, P., Rapant, S. a Tarvainen, T., 1998: Application of a groundwater contamination index in Finland and Slovakia. *Environmental Geol.*, 36, 1 – 2, 55 – 64.
- Jetel, J., 1975: Application of information entropy in hydrogeochemistry and in hydrogeochemical maps. *Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, 50, 1, 33 – 36.
- Jetel, J., 1987: Relativná informačná entropia v hydrogeochémii a hydrogeochemických mapách. *Symp. Hornická Příbram ve vědě a technice, Sb. sekce Matematické metody v geologii, M<sub>1</sub>, Příbram*, 354 – 356.
- Jetel, J., 1999a: Hydrogeochemická mapa Lubovnianskej vrchoviny a Pienin v mierke 1 : 50 000. Bratislava, GS SR.
- Jetel, J., 1999b: Hydrogeologická mapa Lubovnianskej vrchoviny a Pienin – textové vysvetlivky. Manuskript – archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 104 s.
- Jetel, J. a Pačes, T., 1979: A simple chemical classification of natural waters based on molar concentrations. *Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, 54, 4, 233 – 235.
- Rapant, S. a Bodiš, D., 1994: Metodika zostavovania hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000. Manuskript – archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Rapant, S., Vrana, K. a Bodiš, D., 1995: Geochemický atlas Slovenskej republiky – I. Podzemné vody. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 58 s.

## Vývoj trojrozmerného modelu geologickej bariéry

PETER PAUDITŠ<sup>1</sup>, MATEJ GEDEON<sup>1</sup>, JAROSLAV HOFIERKA<sup>2</sup>, IGOR SLANINKA<sup>1</sup>, JOZEF HÓK<sup>1</sup>,  
JAROMÍR ŠVASTA<sup>1</sup>, JOZEF KORDÍK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

<sup>2</sup>GeoModel, s. r. o., Bratislava

### Úvod

Etapa *Trojrozmerné modelovanie geologickej bariéry (PVI-01-98)* bola súčasťou úlohy *Pole vzdialených interakcií* v rámci projektu vývoja hlbinného úložiska (HÚ) vyhoreného jadrového paliva (ďalej VJP) a vysoko aktívneho rádioaktívneho odpadu (ďalej RAO) v podmienkach Slovenskej republiky na obdobie r. 1998 – 2000. Ako vyplynulo z technického zadania projektu, cieľom etapy bolo overiť metodiku tvorby a vývoja trojrozmerného (3D) modelu geologického prostredia a procesov prebiehajúcich v tomto prostredí vo vybranom modelovom území – centrálnej časti pohoria Tribeč.

Pole vzdialených interakcií predstavuje prírodnú geologickú bariéru, izolujúcu úložný systém od biosféry a životného prostredia s jeho jednotlivými zložkami. Okrem izolácie a obmedzenia migrácie kontaminantov z uloženého VJP a RAO ďalšími funkciami podľa vzdialených interakcií (Laciok et al., 1997) sú:

- odvod tepla z úložného systému tak, aby sa nezhoršili vlastnosti inžinierskych bariér a hostiteľského horninového prostredia,
- zabezpečenie mechanickej stability úložného systému a jeho okolia,
- zaistenie chemickej stability systému,
- obmedzenie úmyselnej a neúmyselnej intrúzie do priestorov úložiska v čo najväčšej možnej miere,
- minimalizácia pravdepodobnosti priamej expozície VJP a RAO v dôsledku prírodných udalostí.

Vzhľadom na primárnu funkciu geologickej bariéry koncepčný model podľa vzdialených interakcií opisuje najmä charakter geologického prostredia, mechanizmus transportu a procesy prebiehajúce počas transportu v hostiteľskom horninovom prostredí.

### Metodický postup riešenia etapy

Modelovanie procesov prebiehajúcich v poli vzdialených interakcií je komplexný problém pozostávajúci z viacerých čiastkových úloh, ktorých výsledky vzájomne spolu súvisia a nadväzujú na seba. Podstatnou časťou riešenia problému je hydrodynamický model prúdenia podzemnej vody ako hlavného nositeľa potenciálnych kontaminantov z miesta úložiska do okolitého prostredia.

Vychádzajúc z technického zadania bola práca na etape rozčlenená takto:

- prehľad modelovania geologickej bariéry v zahraničí,
- výber vhodného softvéru pre jednotlivé okruhy riešenia,
- vypracovanie detailnej štruktúry databázy priestorovo lokalizovaných geologických údajov,
- tvorba trojrozmerného litologicko-štruktúrneho modelu geologickej stavby modelového územia,
- vývoj hydrodynamického modelu prúdenia podzemnej vody a potenciálneho transportu kontaminantov v modelovom území,
- vypracovanie metodiky modelovania hydrogeochemických interakcií v okolí HÚ RAO a VJP,
- vývoj nových analytických nástrojov na objemové modelovanie, geometrickú analýzu a spracovanie údajov v 3D rastrovom (voxelovom) formáte a overenie ich funkčnosti na príklade distribúcie puklinovitosti horninového masívu,
- spôsob vymedzenia prijateľných a kritických zón z hľadiska potenciálneho šírenia kontaminácie na základe dosiahnutých výsledkov.
- Metodika riešenia úloh v rámci jednotlivých okruhov bola vypracovaná tak, aby po doplnení potrebných údajov z prieskumných a archívnych zdrojov získaných počas riešenia súvisiacich geologických úloh bolo možné v požadovanej presnosti a kvalite zostrojiť detailný model podľa vzdialených interakcií a procesov prebiehajúcich v ňom.

### Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov

Predpokladom na úspešné riešenie etapy bolo vypracovanie podrobnej rešerše modelovania geologickej bariéry v zahraničí, ako aj trojrozmerného modelovania a analýzy údajov v 3D priestore vôbec. Využili sme skúsenosti s riešením podobných úloh vo Švajčiarsku (NAGRA), v Anglicku (Sellafield), vo Fínsku (TVO) a i. (Norris et al., 1997; Thury et al., 1994). V metodike analýzy 3D údajov, objemovej interpolácie a geometrickej analýzy sme využili najmä bohaté skúsenosti USA CERL, Champaign v USA, v prostredí otvoreného geoinformačného systému GRASS (Mitášová a Hofierka, 1993).

Pri hodnotení a výbere softvéru sme postupovali zvlášť pre jednotlivé čiastkové okruhy. Brali sme do úvahy aj pomer prístupnosti (ceny) a možnosti (výkonu), pričom z tohto hľadiska boli určitým spôsobom zvý-

hodnené voľne distribuované programy v rámci licencie GPL, ktoré svojimi možnosťami dostatočne spĺňali kritériá nevyhnutné na riešenie úloh, ba neraz (na základe rešeršných údajov aj vlastných skúseností) ich možnosti prevyšovali možnosti komerčného softvéru. Pre potreby analytických výpočtov, dynamickej vizualizácie a prezentácie výsledkov úlohy sa zakúpila a využila grafická pracovná stanica Silicon Graphics IRIS Indy RS 4600SC.

Vytvorenie hodnoverného modelu je závislé od dostatočného množstva údajov o geologickom prostredí v okolí potenciálneho budúceho úložiska, o jeho litologickom zložení, štruktúrnych a tektonických pomeroch, fyzikálnych a mechanických vlastnostiach hornín a horninového masívu, ako aj o ich hydrogeologických charakteristikách a pod. V prostredí subregionálneho modelu v horninovom prostredí pozostávajúcom prevažne z granitoidov je dôležité najmä poznať priebeh tektonických línií a zlomových pásiem ako zón oslabujúcich a zhoršujúcich vlastnosti horninového masívu a zároveň zón s vysokou priepustnosťou – preferenčných ciest prúdenia podzemnej vody.

Najvhodnejšou formou ukladania údajov o geologickom prostredí je relačná informačná databáza priestorových údajov, kde sa všetky údaje vzťahujú na prevažne bodové prvky lokalizované v 3D priestore. Jednou z úloh v rámci riešenia etapy bolo navrhnutie detailnej štruktúry relačnej databázy priestorovo lokalizovaných geologických údajov, ktorá by umožňovala univerzálnu selekciu a čo najflexibilnejšiu manipuláciu s týmito údajmi. Údaje bude možné do databázy priebežne dopĺňať v súčinnosti s riešením súvisiacich úloh v rámci projektu. Štruktúra databázy sa nevzťahuje na žiadnu konkrétnu lokalitu ani územie a je možné použiť ju pre ľubovoľné perspektívne územie vybrané na budovanie HÚ.

Modelové územie – blízke okolie centrálnej časti pohoria Tribeč – vybral kolektív riešiteľov na základe priebežných výsledkov etáp VYL-01-98 a VYL-02-98 (Kováčik et al., 1999a, b) riešených pred touto etapou a počas nej. Granitoidný masív v centrálnej časti Tribeča sa ukazuje ako jedno z území s najpriaznivejšími geologickými pomermi na možnú lokalizáciu budúceho hlbinného úložiska RAO (Kováčik et al., l. c.). Napriek nedostatku priamych prieskumných prác (najmä vrtov) vybrané modelové územie je možné považovať za dobre preskúmané (terénny výskum a mapovanie, geofyzikálne práce), s dostatočnými znalosťami o litologických, štruktúrno-geologických, tektonických a hydrogeologických pomeroch, ktoré boli nevyhnutne potrebné na overenie metodiky a vývoj modelov v subregionálnom štádiu.

Na základe dostupných údajov z archívnych zdrojov, ako aj na základe terénneho a geofyzikálneho prieskumu bolo možné zostrojiť dostatočne hodnoverný litologicko-štruktúrny trojrozmerný model geologického prostredia v subregionálnej mierke tak, aby obsahoval základné prvky litologickej stavby – rozhrania medzi jednotlivými litologickými typmi a priebeh hlavných tektonických štruktúr v oblasti. Bola zostrojená séria geologických vertikálnych rezov v kolmom priebehu na hlavné tektonické štruktúry v území. Rezy slúžili ako vstupný podklad na zostrojenie blokdiagramu geologickej a tektonickej stavby územia.

Práce na vývoji modelu prúdenia podzemnej vody (hydrodynamického modelu) sú zamerané v prvom rade na koncepčný model prúdenia podzemných vôd. Prostredie granitoidného masívu sme schematizovali podľa litologicko-štruktúrneho modelu. Na jeho základe sme jednotlivé prvky a štruktúry preskupili do hydrogeologických celkov podľa hydrogeologických vlastností a bola zvolená geometria modelu. Na riešenie úlohy sa vytvoril 3D model prúdenia podzemných vôd s tromi vertikálnymi vrstvami.

Pre absenciu vrtných prác sa údaje do modelu vkladali na základe informácií získaných z archívnych údajov o modelovom území, ako aj z hydrogeologického mapovania. Tieto údaje odzrkadľujú celkovú úroveň vedomostí o hydrogeologických pomeroch pohoria Tribeč a iných lokalít s podobnou horninovou stavbou. V tejto etape preto išlo najmä o poskytnutie metodického návrhu riešenia pre regionálny model prúdenia podzemných vôd, ktorý bude možné použiť so spresnenými údajmi vo vyšších štádiách riešenia.

Kalibrácia a verifikácia modelu sa vzťahuje na našu predstavu o hydrogeologických pomeroch a režime podzemných vôd. Keďže v súčasnom stave riešenia nie je možné použiť namerané hodnoty, výsledky modelovania sa opierajú o hydrogeologickú predstavu riešiteľov.

Pre model prúdenia podzemných vôd bol zvolený program MODFLOW, ktorý na riešenie diferenciálnej rovnice prúdenia používa metódu konečných rozdielov (McDonald a Harbaugh, 1988). Keďže v štádiu riešenia neboli k dispozícii namerané údaje o dynamike prúdenia podzemných vôd, zvolili sme modelovanie ustáleného stavu prúdenia podzemných vôd. Výsledkom bol model prúdenia, ktorý je možné považovať za metodický príklad zostavenia modelu prúdenia do budúcnosti, keď bude k dispozícii dostatok údajov na zostavenie exaktnejšieho modelu prúdenia podzemných vôd.

V modelovom území sme navrhli aj metodiku modelovania hydrogeochemických reakcií a potenciálnych zmien v chemizme podzemných vôd počas ich prúdenia v okolí úložiska. Použili sme dostupný softvér PHREEQ-C verzie 2.2 (Parkhurst, 1995). Trajektórie prúdenia podzemnej vody cez rôzne materiálové prostredia pre jednorozmerný hydrogeochemický model sa určili na základe výsledku hydrodynamického modelovania. Potrebné geochemické charakteristiky horninového prostredia sa do modelu vložili na základe archívnych údajov, ako aj doplnujúcich výsledkov terénneho a laboratórneho výskumu realizovaného v rámci súvisiacich úloh projektu vývoja HÚ RAO.

Osobitnou kapitolou riešenia projektu bolo vypracovanie metodiky objemového modelovania, interpolácie údajov v reálnom 3D priestore a geometrickej objemovej analýzy 3D gridov, ako aj programové zabezpečenie riešenia konkrétnych problémov pomocou vypracovanej metodiky. Riešenie úloh vyžadovalo nové, špecifické prístupy, ktoré sa doteraz v podmienkach SR bežne nepoužívali (Hofierka a Zlocha, 1993; Hofierka a Paudiš, 1999). S týmto cieľom v rámci subdodávky firma GeoModel, s. r. o., vypracovala teoretický základ objemovej analýzy a modelovania aj jeho softvérovú imple-



mentáciu do prostredia GIS GRASS (3D Extension). Funkčnosť a možnosti využitia metodiky objemovej analýzy a modelovania sa overili na príklade analýzy priestorovej distribúcie kategórií puklinovitosti v horninovom masíve v modelovom území, kde sme priestorovou interpoláciou získali predpokladané hodnoty hustoty puklín klasifikované do 5-stupňovej škály. Objemovou analýzou sme získali orientačné hodnoty veľkosti a smeru gradientu puklinovitosti v jednotlivých bunkách 3D gridu, vertikálny a horizontálny uhol smeru vektora gradientu, krivosť vektora gradientu (analýza oslabených zón so zvýšeným napätím v horninovom masíve), ako aj hodnotu objemovej hustoty gradientových línií (prispievajúci a disperzný objem). Analýzou javov v 3D priestore v budúcich presnejších štádiách riešenia úlohy pri dostatočnom množstve údajov bude možné odhadnúť relevantné charakteristiky horninového prostredia v okolí HÚ RAO (termické charakteristiky, fyzikálne vlastnosti hornín, chemické zloženie hornín atď.), ako aj možnosti správania horninového masívu v 3D priestore a čase.

Na základe dosiahnutých výsledkov v jednotlivých čiastkových okruhoch riešenia etapy sme načrtli spôsob vymedzenia kvázi homogénneho bloku (KHB) v centrálnej časti granitoidného masívu Tribeča. Okrem kritérií vyplývajúcich z legislatívy a medzinárodných odporúčaní a dohôd (odporúčaná hĺbka uloženia pod povrchom) sme brali do úvahy najmä výsledky hydrodynamického modelovania, dĺžky potenciálnych dráh čiastočiek pri šírení kontaminantov z úložného systému, ako aj výsledky objemového modelovania distribúcie kategórií puklinovitosti v granitoidnom masíve. Na ich základe sme vymedzili dve potenciálne vhodné zóny v modelovom území na situovanie hlbinného úložiska VJP a RAO – v masíve pod kótami Veľký Tribeč a Medvedí vrch, v priestore medzi dvoma výraznými zlomovými líniami.

### Záver a odporúčania pre nadväzujúce etapy

Ako vyplýva z uvedeného, išlo o úvodnú fázu riešenia problematiky, ktorá bola zameraná najmä na návrh a overenie metodiky. Detailný model geologickej bariéry v okolí hlbinného úložiska v perspektívnom území na základe predkladanej metodiky bude možné vytvoriť až po doplnení nevyhnutnými údajmi. Ich získavanie je podmienené riešením súvisiacich geologických projektov, v rámci ktorých sa realizujú geologickoprieskumné práce (vrty, podrobný geofyzikálny, seizmický a gravimetrický prieskum a podrobné geologické mapovanie). Vývoj modelu geologickej bariéry v budúcnosti, po doplnení potrebnými údajmi, sa zakončí detailným súhrnom geologických údajov a priestorových informácií začlenených v relačnej databáze, ktorý

umožní detailné modelovanie procesov prebiehajúcich v geologickom okolí hlbinného úložiska VRAO a VJP.

Dosiahnuté výsledky odzrkadľujú súčasný stav poznania a dostupnosti prostriedkov a metodík používaných na riešenie obdobnej problematiky vo svete. Výsledky odrážajú aj dostupnosť a kvalitu vstupných údajov o vybranom modelovom území v subregionálnej mierke riešenia.

Na vývoj spoľahlivého modelového nástroja na prúdenie podzemných vôd, ktorý by bol dostatočne hodnoverný, pokiaľ ide o bezpečnostné analýzy, presné situovanie úložiska či prácu s verejnosťou, je potrebné vykonať podrobný prieskum vybranej lokality. Tento prieskum musí byť orientovaný najmä do hĺbky, pretože práve v tejto oblasti existujú medzery v stave poznania situácie v modelovom území. Územie, ktoré bude v budúcnosti predmetom záujmu, sa musí pozorovať (hladiny a prietoky povrchových tokov, zrážky, hladiny podzemných vôd atď.) dostatočne dlhé obdobie, aby bolo možné dokázať platnosť zostrojeného modelu. Parametre modelu prúdenia musia poskytnúť hlboké vrtné práce, prípadne pokusy v podzemnom laboratóriu.

### Literatúra

- Hofierka, J., a Zlocha, M., 1993: Application of Surface and Volume Geometry Analysis in Geosciences. *Geol. carpath.* (Bratislava), 44, p. 94.
- Hofierka, J. a Pauditš, P., 1999: Do GISov prichádza tretí rozmer. *GEOinfo*, 5/99, 20 – 22.
- Kováčik, M., Hók, J., Madarás, J. a Nagy, A., 1999a: Výber študijných lokalít. Záver. spr. etapy VYL-01-99. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, 113 s.
- Kováčik, M., Madarás, J., Fendek, M., Rapant, S., Lexa, J. et al., 1999b: Hodnotenie vybraných území – II. časť (VYL-01-98). Záver. spr. Manuskript – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- Laciok, A., Vokál, A., Buňatová, V. a Kazda, I., 1997: Modelování vzdálených interakcí – I. část, HÚ/ZBV/VD/06-97. ÚJV Řež, a. s.
- McDonald, M. G. a Harbaugh, A. W., 1988: A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model. Reston, Virginia, United States Geological Survey.
- Mitášová, H. a Hofierka, J., 1993: Interpolation by Regularized Spline with Tension: II. Application to Terrain Modeling and Surface Geometry Analysis. *Mathematical Geology*, 25, 657 – 671.
- Norris, S., Bailey, L. E. F., Askarieh, M. M. a Hickford, G. E., 1997: An Assessment of the Post-closure Performance of a Deep Waste Repository at Sellafield. Overview. United Kingdom Nirex Limited, Great Britain.
- Parkhurst, D. L., 1995: User's Guide to PHREEQC – A Computer Program for Speciation, Reaction-Path, Advective-Transport, and Inverse Geochemical Calculations. *Water-Resources Investigations Report*, 95 – 4 227.
- Thury, M., Gautschi, A., Mazurek, M., Müller, W. H., Naef, H., Pearson, F. J., Vomvoris, S. a Wilson, W., 1994: Geology and Hydrogeology of the Crystalline Basement of Northern Switzerland. Synthesis of Regional Investigations 1981 – 1993 within the Nagra Radioactive Waste Disposal Programme. National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (NAGRA), Wettingen, Switzerland.



## CAMECA SX 100 – najmodernejšia generácia elektrónoptických mikroanalytických prístrojov na území Slovenskej republiky bude realitou

PAVOL SIMAN

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Vážení kolegovia, vážená odborná verejnosť,

ako ste sa už iste dozvedeli, približne od letných mesiacov roku 2001 pribudne v Slovenskej republike najmodernejší a v oblasti výskumu neživej prírody nenahraditeľný prístroj, elektrónový mikroanalýzátor novej generácie – **CAMECA SX 100**.

Elektrónový mikroanalýzátor (EPMA, EMA) predstavuje moderný prístroj na nedeštruktívnu lokálnu mikroanalýzu tuhých látok, pomocou ktorej možno charakterizovať homogénne a heterogénne materiály, ich zloženie a povrchové vlastnosti.

Základným prostriedkom na získanie potrebných informácií je zväzok urýchľovaných elektrónov; pri ich stretnutí s atómami skúmaného objektu nastáva emisia charakteristického rtg žiarenia, ktorého energia a relatívne množstvo závisí od zloženia objektu.

**Energiovo-disperzná (EDS) metóda** – charakteristické rtg žiarenie detegované a separované elektronicky na základe charakteristických energií prvkov.

**Vlnovo-disperzná (WDS) metóda** – rozlišovanie rtg žiarenia difrakčným kryštálom a detekcia rtg detektormi na základe plnenia podmienok Braggovej rovnice.

Francúzska firma CAMECA, S. A., so sídlom v Paríži sa už od roku 1958, keď bol vyrobený prvý mikroanalýzátor na svete, tzv. mikrosonda, zameriava na výrobu a vývoj elektrónových (EPMA) a v súčasnosti aj iónových mikroanalýzátorov (SIMS). Ich najnovší model SX 100 sa vyrába približne 3 roky a hardvérovo vychádza z komerčne najúspešnejšieho modelu, mikroanalýzátoru typu SX 50. Má však mnoho jedinečných a patentovo chránených vylepšení, ktoré uspokojujú požiadavky zákazníkov v oblasti metalurgie, keramikého a sklárskeho priemyslu a v neposlednom rade aj v oblasti geologických vied. V tejto oblasti dosahuje výrazné úspechy na trhoch v USA, EÚ aj v Japonsku. Zámerom firmy je prispôbiť sa potrebám a požiadavkám zákazníkov a z toho plynúce kontinuálne zdokonaľovanie prístrojov. Jednou z inovácií je prispôbenie elektrónového mikroanalýzátoru na meranie extrémne nízkej koncentrácie tzv. stopových prvkov v materiáloch, napr. Pb, Th, U a REE v mineráloch na umožnenie datovania hornín. Nová je aj možnosť využitia javu katódoluminiscencie na sledovanie stavby a štruktúry materiálov atď.

### Súhrn technických predností CAMECA SX 100:

- iónová pumpa dosahujúca vysoké vákuum,  $1.10^{-5}$  Pa v oblasti katódy, zaručuje stabilitu a životnosť vlákna,
- dve rotačné pumpy s absorberom olejových pár pre vyššie predvákuum,
- grafitová trubička s vysokou absorpciou rozptýlených elektrónov,
- rýchly detektor odrazených elektrónov (BEI),
- autofokus pre optický aj elektrónový systém,
- citlivá CCD farebná kamera nahrádzajúca optický mikroskop so zoomom,
- sledovanie výbrusov aj v polarizovanom svetle cez obrazovku monitora,
- frame grabber pracujúci v reálnom čase na snímanie obrazu,
- dokonalý systém spätných väzieb na stabilizáciu elektrónového lúča vrátane astigmatizmu a horizontálnych posunov,
- existencia a jednoduchá integrácia katódoluminiscenčného detektora,
- osadenie spektrometrov veľkoplošnými kryštálmi s ultravysokou rozlišovacou schopnosťou a citlivosťou na analýzu stopových prvkov, 0,01 – 0,001 hm. %,
- veľmi rýchly a presný pohyb stolika a spektrometrov s chybou  $\pm 0,3$  mm, sledovaný optoelektronikou,
- univerzálny držiak na niekoľko vzoriek,
- rýchla výmena vzoriek,
- ovládanie a kontrola funkcií prístroja cez grafické rozhranie,
- stabilná PC SUN báza s operačným systémom Unix,
- on-line obraz na monitoroch a jeho okamžité uchovávanie v pamäti PC,
- zabudovaný ovládací systém na báze PC,
- integrácia EDS detektora na rýchle EDS analýzy,
- meranie na EDS aj pri vysokých prúdoch zabezpečené tromi vymeniteľnými clonami,
- možnosť použiť ako zdroj elektrónov vlákno LaB<sub>6</sub> s vysokou stabilitou a niekoľkonásobnou životnosťou oproti W vláknu,
- Wehneltov valec s vláknom, ktoré nevyžaduje obťažné vizuálne predcentrovanie,
- tzv. stand-by mód, keď sa automaticky nastaví mimoprevádzkové parametre (v noci a pod.),



- automatické zladenie optických a elektrických osí,
- automatické doladovanie optimálnych parametrov pre proporcionálne čítače (bias a gain).

Prístroj pre Slovenskú republiku bude vybavený jedným EDS a tromi vertikálnymi WDS spektrometrami s väčším rozsahom Rowlandovej kružnice (160 mm), a tým aj širším meracím rozsahom. Vnútoraná konštrukcia WDS spektrometra sa výrazne odlišuje od systému používaného v súčasnosti. Nahradením už zastaraného systému pružín a oceľových pásov sústavou robustných pohyblivých segmentov sa dosiahla extrémna presnosť v nastavení pozícií analyzujúcich kryštálov a detektorov. Pohyb mechanických častí kontrolujú optoelektronické senzory. Spektrometre budú osadené veľkoplošnými kryštálmi s vysokou rozlišovacou schopnosťou a citlivosťou. Na naše účely budú spektrometre osadené kryštálmi s obchodným označením LLIF, LPET, LiF, PET, TAP, PC2 a LPC0. Táto konfigurácia zodpovedá možnosti merania koncentrácie prvkov od B po U, a to metódou WDS.

Prístroj bude vybavený aj detektorom na katódoluminiscenciu, čím sa môže značne rozšíriť okruh užívateľov aj z oblasti sedimentológie a výskumu mezozoika.

Riešenie a zostavenie elektrónového mikroanalyzátora spĺňa naše, a predovšetkým vaše požiadavky na široký materiálový, mineralogický a petrologický výskum na pôde Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Vo

všeobecnosti dáva záruku opäť kvalitatívne zvýšiť úroveň výsledkov slovenskej geologickej vedy. Z celospoločenského hľadiska umožňuje hlbšie preniknúť do oblasti ochrany a tvorby životného prostredia.

Veľmi dôležitou vlastnosťou nového prístroja je možnosť použitia nášho overeného ED analytického systému, a predovšetkým využitia súčasného softvérového vybavenia. To bude v praxi znamenať aplikáciu dvoch hardvérov aj softvérov úplne nezávislých analytických postupov na jednom prístroji. Túto možnosť využitia a návratu už investovaných financií nám ponúkla firma CAMECA, ktorá sa podujala aj garantovať funkčnosť tohto analytického komplexu.

Zároveň sa staneme referenčným a predvádzacím laboratóriom firmy CAMECA pre celú strednú a východnú Európu. Pokladáme to za významné ocenenie našej práce v rámci slovenskej geológie.

Záverom si už len želáme, aby bola slovenská geológia na ďalšie obdobie zabezpečená modernou analytickou technikou, ktorú elektrónoptický prístroj s kombináciou EDS, WDS a detektorom na katódoluminiscenciu určite predstavuje.

#### Referencie:

Propagačný a učebný materiál firmy CAMECA, Francúzsko. Osobné konzultácie so zástupcami firmy spolu s RNDr. P. Konečným a RNDr. I. Holickým.



## **GEOLOGICKÉ PRÁCE, SPRÁVY 105**

---

Vydal Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava 2001.

Vedúca redaktorka: Gabriela Šipošová  
Jazyková redaktorka: Ing. Janka Hrtusová  
Technické spracovanie: Gabriela Šipošová  
Príprava textov na počítači: Mária Cabadajová

Náklad 350 kusov. Tlač a knižárske spracovanie: DuAd-print, Bratislava.