

Mineralia slov.
15 (1983), 2, 117—128

Geologický výklad seizmického výskumu v Liptovskej kotline so zreteľom na výskyt ropy

BARTOLOMEJ LEŠKO*, IVAN IBRMAJER**

* Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

** Geofyzika, n. p., Ječná 29a, 621 00 Brno

(5 obr. v texte)

Doručené 10. 8. 1982

Геологическое изложение сейсмических результатов Липтовской впадины с точки зрения месторождений нефти

Сейсмическое волновое изображение на территории южнее Высоких Татер позволили взглянуть на геологические условия подповерхностного и глубинного строения земной коры. Анализом генезиса Западных Карпат и актуального сейсмического изображения авторы предполагают, что горы Высоких Татер на глубине приблизительно 6000 метров и ниже возможно установить палеозойские и более древние части северо-европейской платформы, которые могут быть перспективными для месторождений газа.

Geological explanation to seismic investigations in the Liptovská kotlina basin with regard to crude oil occurrences

The seismic wave pattern in the area southwards from the High Tatra Mts. allowed to examine both surface-near and deep crustal structures. According to the actual seismic picture and analyzing the West Carpathian development, the authors presume that there is possibility to discover Paleozoic or else older units of the North European platform present in depths about 6,000 m within the horst structure of the High Tatra Mts. These units may be highly prospective for natural occurrences of hydrocarbons.

Charakteristickou črtou alpsko-karpatskej sústavy je príkrovová stavba. Tá je v západokarpatskom segmente veľmi zreteľná najmä v jeho vonkajších pásmach,

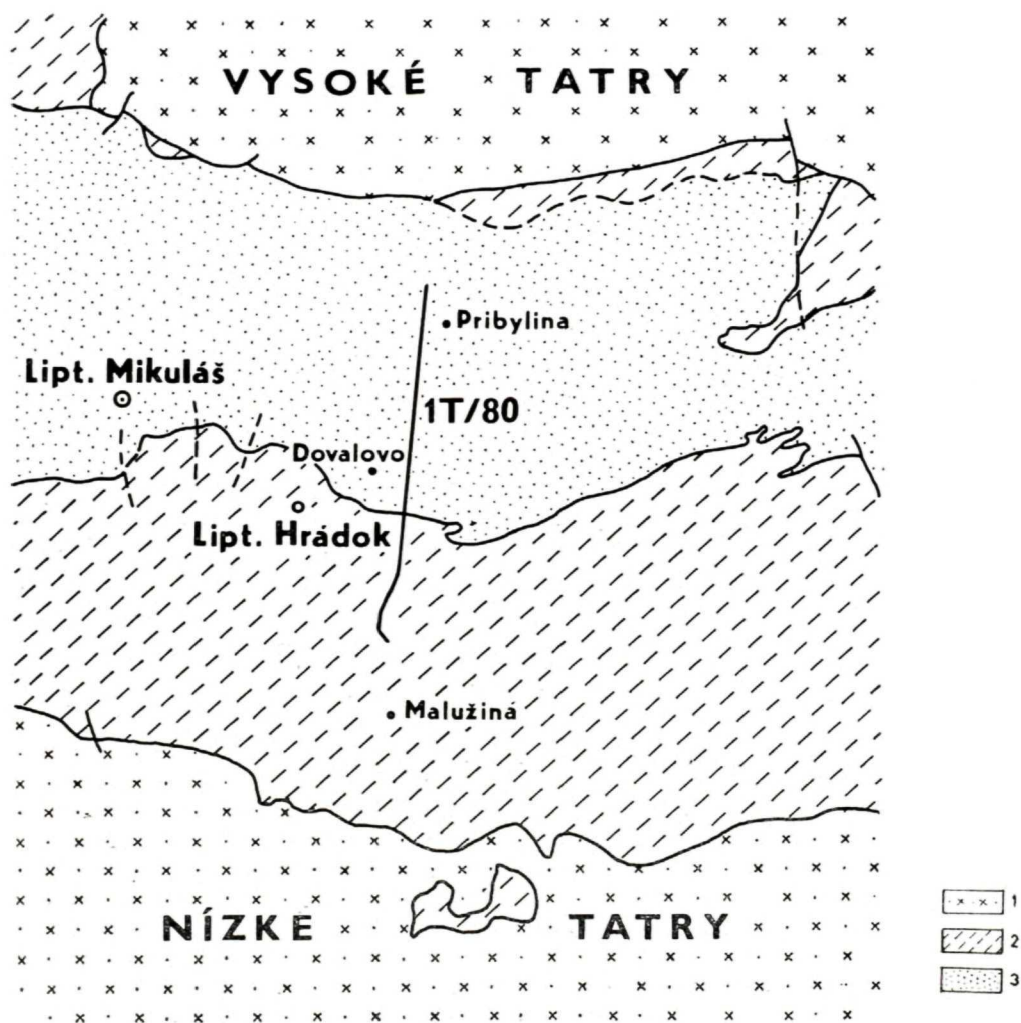
ale vo vnútornej a južnej časti je menej jasná, lebo ju zastierajú mladšie pokryvné útvary a výplň mladých terciérnych panví. V rámci ocenenia jej ropného a plynového

potenciálu sme po ukončení seizmického merania na transkarpatských profiloch série K (Beránek — Leško, 1974) vykonali reflexnoseizmické sondovanie na profile 1T/80 v Liptovskej kotline a na južných svahoch Nízkych Tatier (obr. 1). Práce boli zamerané najmä na sledovanie mocnosti paleogénnych sedimentov, postavenie a

mocnosť prikrývových jednotiek vnútorných Karpát, ako aj na hlbšiu stavbu kôry.

Seizmický vlnový obraz

V seizmickom obraze pod Liptovskou kotlinou a sčasti aj na severnom úbočí



Obr. 1. Geologická situácia seizmického profilu 1T/80. 1 — kryštalinikum, 2 — mezozoikum, 3 — paleogén

Fig. 1. Geological situation along the seismic profile 1T/80. 1 — crystalline, 2 — Mesozoic, 3 — Paleogene

Nízkych Tatier (obr. 2) možno z hľadiska korelovateľnosti a dynamického prejavu v časových rezoch rozlíšiť niekoľko výrazných zoskupení reflexov. V najvrchnejšom možno na čase od 0 do 4 s, od 0,5 do 0,75 s sledovať dynamicky najvýraznejší a takmer neprerývaný korelovateľný horizont. Nižšie, asi do 4 s, sa vlnový obraz vyznačuje chaotickým priebehom reflexov s krátkymi osami synfáznosti a značným sklonom.

Na čase od 4,0 do 5,4 s možno vyčleniť ďalší komplex reflexov, vyznačujúci sa úplne odlišným prejavom vlnového obrazu a výskytom približne paralelne orientovaných a pomerne na veľkú vzdialenosť korelovateľných osí synfáznosti. Dynamicky najvýraznejší reflex tohto zoskupenia sa dá sledovať na čase 4,2 až 4,5 s (obr. 3 a 4). Od 4 km je jeho pokračovanie ďalej prerývané korelovateľné smerom na J. Od 3,1 km v tom istom smere je tento komplex reflexov narušený výskytom anomálne uklonených reflexov (obr. 3), ktoré azda môžu zodpovedať bočným odrazom alebo príkro upadajúcim rozhraniám spôsobeným tektonickou komplikáciou rozdielnych litologických celkov. Ale celkový charakter reflexov pripomína vrstvomité a sedimentárne prostredie. Najhlbšie uložený komplex reflexov (od 5,4 do 10,0 s; obr. 4) je charakteristický značným výskytom odrazových elementov s veľkým sklonom smerom na profil. Do času 7,8 s možno pozorovať krátke, takmer horizontálne útržky reflexov. Zmena charakteru na čase 7,8 s je osobitne viditeľná na migrovanej verzii časového rezu. Od toho času nastáva úbytok horizontálnych a subhorizontálnych reflexov a naopak prevládajú uklonené reflexy, ktoré sa pri migrácii prejavujú ako nereálne bočné odrazy alebo ako poruchové vlny.

Na čase od 10,0 s a nižšie sa objavujú dynamicky výrazné osi synfáznosti, ktoré svojimi frekvenciami a pozíciou v časo-

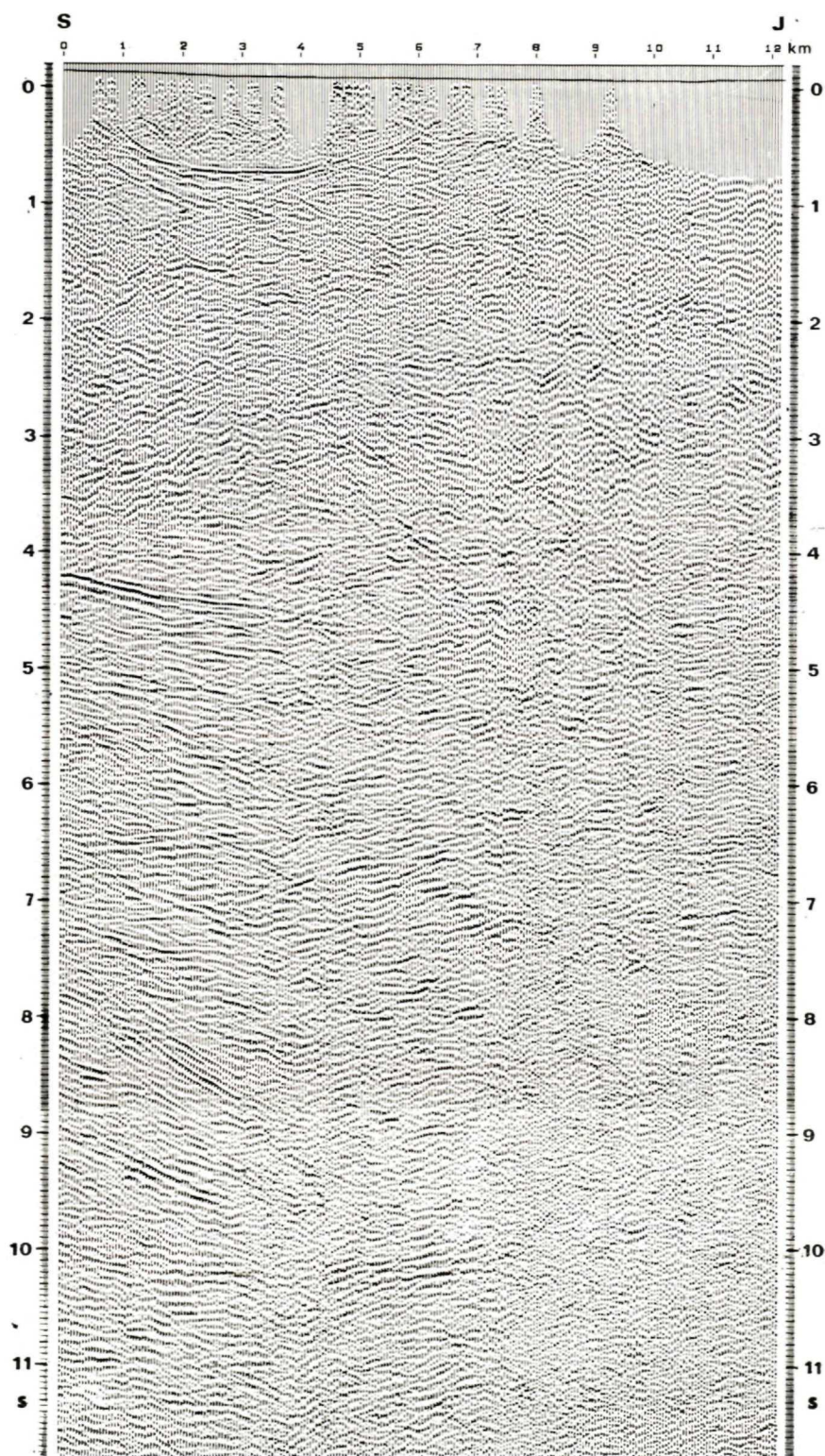
vom meradle už pravdepodobne zodpovedajú rozhraniu v predchodovej zóne medzi kôrou a vrchnou časťou plášťa. Pokladáme ich za prejav diskontinuity Moho.

Geologická aplikácia nameraných dát

Pri geologickej interpretácii nameraných seizmických dát vychádzame z predpokladu, že litologicko-tektonické zoskupenie či geologická situácia geologických jednotiek pod povrchom je v podstatnej miere analogická alebo približne zhodná s geologickým rozložením jednotiek známym na zemskom povrchu. Ďalej predpokladáme, že vlnový seizmický obraz reprezentuje rôznorodé fyzikálne vlastnosti a osobitosti litologického obsahu geologických jednotiek.

Prvý výrazný podpovrchový reflex na čase 0,5–0,7 s (obr. 2) nesporne reprezentuje bazálnu vrstvu paleogénnej sedimentácie, lebo jej fyzikálne vlastnosti a osobitosti litologického obsahu sú ostro odlišné, pretože paleogénnu bazálnu časť vytvára zlepenec s dolomiticko-vápencovými klastmi a organogénny vápenec. Reflexná hranica na báze paleogénu vystupuje na povrch miskovitým tvarom pri južnom okraji profilu medzi 7. a 8. km. Jej severné ukončenie je prerušené už v hĺbke 700 m pod úrovňou reliéfu. Pretože je tento reflex zdvojený, mohol by súčasne predstavovať aj dolomiticko-vápencové komplexy triasu najvyššieho príkrovu, lebo na južnom konci profilu, kde tieto vrstvy vystupujú na zemský povrch, sa takáto geologická situácia vytvára.

Nižšie, na čase 1,0 až 1,8 s, teda v hĺbkovom intervale od 1200 do 3600 m, niektoré výraznejšie reflexy by mohli upozorňovať na vápencovo-dolomitické vrstvy patriace do chočského a krížňanského príkrovu, príp. reflexy na čase 1,6–1,8 s by mohli reprezentovať už mezozoické, resp. vrchné pa-



leozoické sedimenty tatrika — spodného austroalpínskeho príkrovu (Leško — Varga, 1980). Vnútri spomenutého vrchného komplexu reflexov, ktorý pravdepodobne zodpovedá trom uvedeným mezozoickým jednotkám, sa navyše prejavujú ešte dve podrobné seizmické rozhrania. Vrchné z nich by teoreticky mohlo zodpovedať báze chočského príkrovu (1,2 s) a spodné báze križňanského príkrovu (1,8 s).

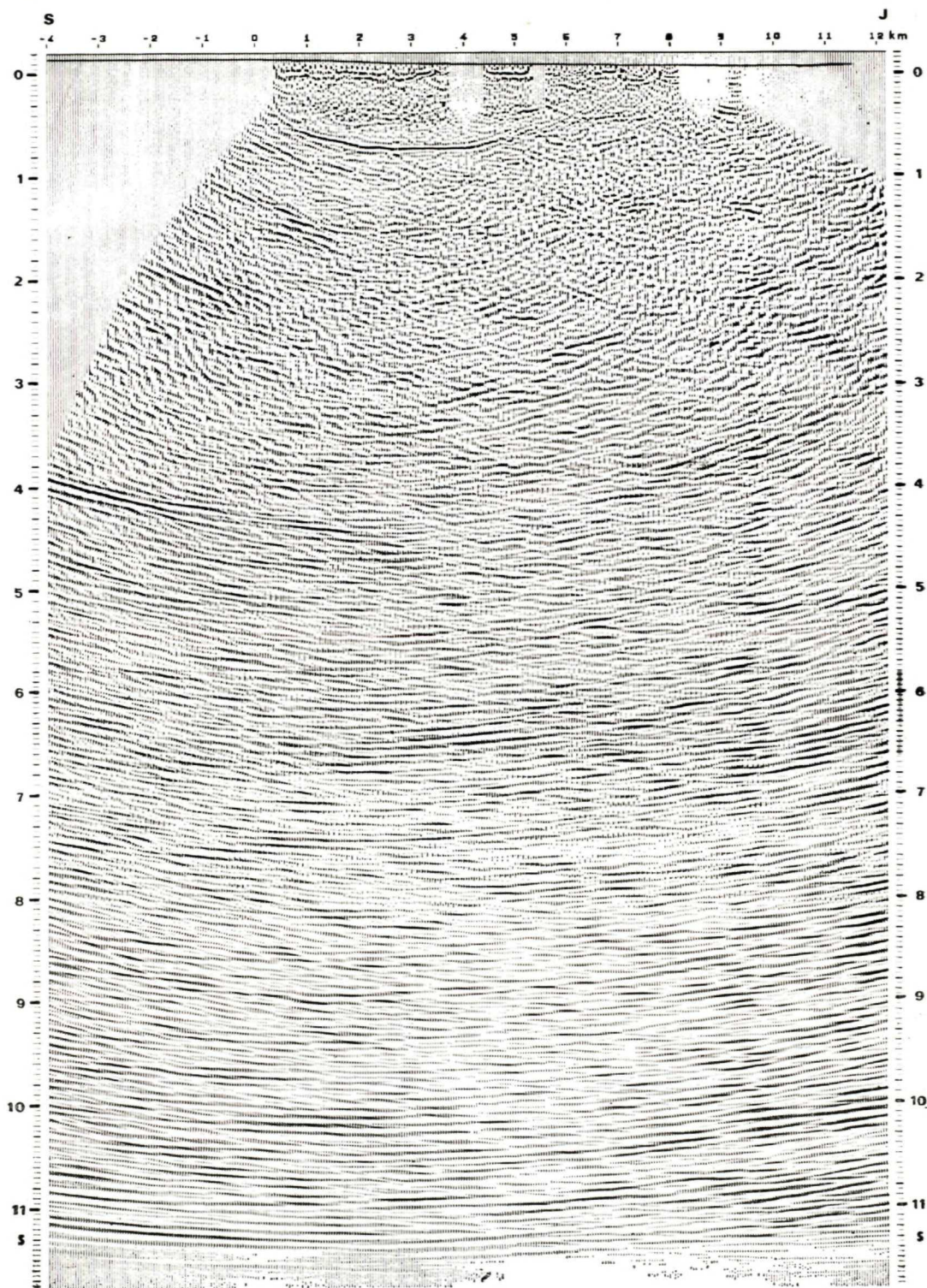
Hĺbkový interval asi od 3600 do 9000 m je na odrazové prvky chudobnejší a od povrchovej časti profilu odlišný. Jeho vlnový obraz je vyvolaný tektonicky rozbitým prostredím a vysokým úklonom čiastkových litologických krýh alebo fyzikálnym, viac-menej homogénnym litologickým prostredím, v našom prípade granitoidmi a kryštalicými bridlicami. Je pravdepodobné, že príčinou získaného vlnového obrazu sú obidva činitele. V tomto hĺbkovom intervale možno relatívne zvýšený výskyt reflexov pozorovať okolo 6000 m a od tejto úrovne sa do 3600 m nachádza minimum seizmického prejavu alebo nevýrazné („chaotické“) usporiadanie reflexov.

Získaný vlnový obraz z hĺbkového intervalu 3600—9000 m ponúka niekoľko alternatívnych geologických riešení. Napr. ak sa vychádza z predpokladu, že sa granitoidové a kryštalinické komplexy spodného austroalpínskeho príkrovu (tatrika) mohli za paleogénnych a spodnomiocénnych orogénov ako výsledok gravitačných pohybov extrémne nahromadiť v okrajovej pozícii karpatského oblúka, potom možno reflexy na čase 3,8—3,9 v hĺbke 8500—9000 m pripísať báze kryštalicých bridlíc. Ale také enormné mechanické nahromadenie paleozoických a starších útvarov (5000—6000 m) v spodnom príkrove práve v dôsledku ex-

ternej pozície v karpatskom oblúku je málo pravdepodobné. Lebo práve v dôsledku ďalekého transportu spodného príkrovu (austroalpinika — tatrika) do externej pozície karpatského oblúka možno uvažovať, že bazálne vrstvy pôvodných horninových komplexov tohto príkrovu sú tektonicky redukované. Za túto interpretáciu sa prihovára aj jeho tektonické vyznievanie smerom na V od doliny Popradu, kde sa ani vo vlnovom seizmickom obraze viacej neprejavuje. V zmysle tejto alternatívy a za opísaných podmienok vývoja by sa mohli reflexy na čase 2,2—2,3 s, teda hĺbky 5600—6000 m, pokladať za seizmický prejav už bazálnej časti tatrika. Pod touto hranicou by nevýrazné zoskupenie reflexov až do úrovne času 3,8—3,9 s, teda do hĺbky asi 9 tisíc m, mohlo zodpovedať sedimentom už oligomiocénnej molasy, paleogénnym až kriedovým vrstvám pieninského bradlového pásma a flyšovým komplexom magurského až krosniansko-sliezskeho príkrovu.

Ďalší komplex časového rezu zodpovedá hĺbkovému intervalu 9,5—14,0 km, kde sa zaznamenal mimoriadne výrazný reflexný horizont na čase 4,2—4,5 s (obr. 3, 4), ktorý intenzitou pripomína vlnový obraz z podložia paleogénu a z povrchu vrchných mezozoických príkrovov. Ak sa prihliada na časové a priestorové rozloženie Západných Karpát a na fakt, že reflexy podobnej intenzity v tej istej hĺbke sú rozšírené regionálne a zistené ďalej na V od Vysokých Tatier vo flyšovom pásme a bradlovom pásme, ako aj v podloží vnútrokarpatského paleogénu v Levočských vrchoch a v Šarišskej vrchovine, môžu tieto reflexy reprezentovať litologicky výrazné sedimenty, pravdepodobne karbonátového alebo psamitického zloženia. Na

Obr. 2. Časový rez seizmického profilu 1T/80
Fig. 2. Time section of the seismic profile 1T/80



geologickú identickosť tohto seizmického prejavu doteraz niet spoľahlivej odpovede, ale ak extrapolujeme geologické pomery z reflexného profilu NR 4-VIII-79 Cieszyn-Żywiec, smerujúceho z poľského územia na masív Babia hora a Pilsko, reflexná rovina tohto druhu tam reprezentuje metamorfované sedimenty prekambria severoeurópskej platformy zistené vo vrte Lodygowice-1 a Bystra IG-1. Avšak je možné aj to, že tieto reflexy v hraste Vysokých Tatier a v Liptovskej kotline sú odrazom karbonátových a psamitických sedimentov mezozoika alebo paleozoika platformy.

Kôrová vrstva v rozpätí 14–22 km by podľa reflexného obrazu mohla patriť granitoidovej vrstve, kým hĺbkový interval 22–23 km podľa charakteru vlnového obrazu by reprezentoval bazaltovú vrstvu kôry. Výrazné odrazové prvky od času 10,5 s spájame už s prejavom diskontinuity Moho. Ako o tom svedčia transkarpatské seizmické profily série K a medzinárodné profily IV–VI (Beránek et al., 1978), táto „plocha“ sa vyznačuje zdvojením reflexov a tektonickou komplikovanosťou azda v dôsledku posledných alpsko-karpatských orogénov.

Sledovaná oblasť z tektonického hľadiska predstavuje zaklesnutú priekopu, ktorá na povrchu vytvára Liptovskú kotlinu. Vznik priekopy možno datovať do vrchného bádenu s optimom v pliocéne a v štvrtohorách, o čom svedčí hrúbka sedimentov na J a S Slovenska. V strednom a vrchnom eocéne bola oblasť Vysokých Tatier stredom panvy a najpravdepodobnejšie po spodnom miocéne sa začala vertikálne členiť (Marschalko — Radomski, 1960).

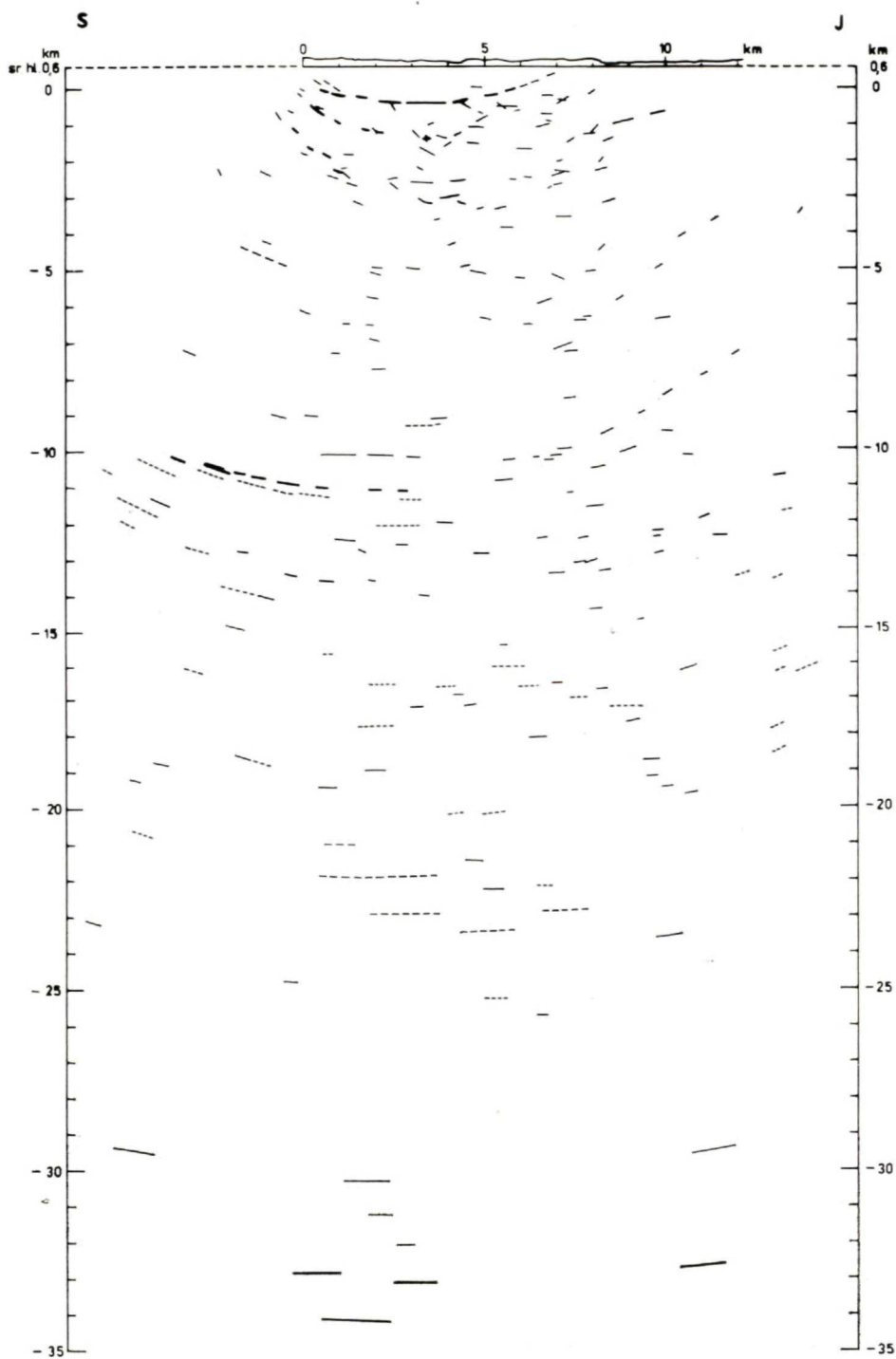
Pri severnom okraji priekopy vznikol v tom čase zlomový systém oblúkovitého

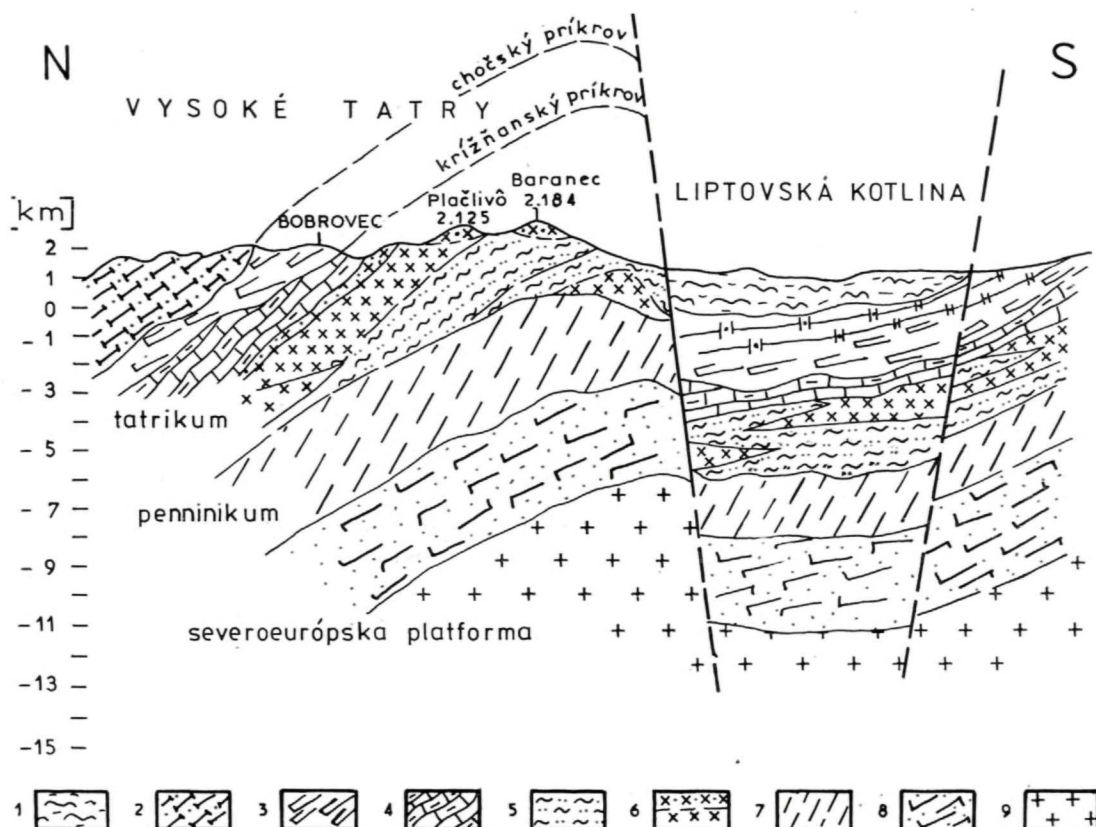
tvaru v smere V–Z (Gross, 1978), pozdĺž ktorého sa uskutočnil vertikálny pohyb geologických jednotiek a ich litologických obsahov s amplitúdou 5–6 km. Ak berieme do úvahy, že na príľahlom hraste masívu Vysokých Tatier ležali pôvodne odspodu nahor mladopaleozoické a mezozoické horninové komplexy tatrika (v hrúbke asi 800–900 m), pričom na povrchu v hraste v ich podloží vystupujú dnes granitoidy a kryštalické bridlice v rozpätí 1300–1600 m nad úrovňou reliéfu (600–700 m), ďalej krížňanský (800–900 m) a vrchné mezozoické príkrovy mocné asi 1200–2000 m, ako aj paleogénna flyšová prikrývka (1500–2600 m), je vertikálny (zdvih) vzostup hrastu Vysokých Tatier voči Liptovskej kotline obrovský.

Perspektíva roponosnosti a plynosnosti územia

Aj keď naše úvahy o litologickom obsahu a geologickej identite jednotlivých reflexných javov, najmä od hĺbky 3600 m nižšie, sa pohybujú v sfére hypotéz, predsa len získané poznatky o vrchnej časti kôry z reflexného vlnového obrazu a extrapolácie geologických pomerov regionálneho meradla umožňujú ohodnotiť územie so zreteľom na výskyt prírodných uhľovodíkov. Možno konštatovať, že napr. do hĺbky 3600 m skupina reflexov reprezentuje karbonátové litologické prostredie mezozoických príkrovov, ktoré v južnej časti masívu Vysokých Tatier chýbajú. Ďalej reflexy na čase 4,1–4,4 s v Liptovskej kotline v hĺbke 9500–12 000 m svojím prejavom upozorňujú na sedimentárne litologické prostredie. Ale aj seizmický vlnový obraz nad touto hĺbkou asi do úrovne 6000 m

Obr. 3. Časový rez seizmického profilu 1T/80 po migrácii
Fig. 3. Time section, after migration, of the seismic profile 1T/80





Obr. 5. Geologický profil západnej časti Vysokých Tatier a Liptovskej kotliny zhotovený na základe seizmického obrazu na profile 1T/80 a z podkladov A. Goreka. 1 — sedimenty vnútrokarpatského paleogénu, 2 — chočský príkrov, 3 — križňanský príkrov, 4 — mezozoické a paleozoické sedimenty, 5 — kryštalické bridlice (ruly, pegmatity, syntektonické granitoidy), 6 — pegmatity, aplitoidné granitoidy okrajových pásiem; granity a granitoidy s prejavom autometamorfózy, 4—6 — spodný austroalpínsky príkrov (tatrikum), 7 — sedimenty (oligocén — mezozoikum) bradlového a magurského flyšového pásma, mezozoicko-paleozoické komplexy — ekvivalenty iňačovskej jednotky (penninikum), 8 — sedimenty spodného miocénu až prekambria, 9 — granity, 8—9 útvary okraja severoeurópskej platformy

Fig. 5. Geological profile of the western part of the High Tatra Mts. and of the Liptovská kotlina basin compiled from the seismic pattern along the 1T/80 profile from data of A. Gorek. 1 — sediments of the Central Carpathian Paleogene, 2 — the Choć nappe, 3 — the Križna nappe, 4 — sediments of Mesozoic and Paleozoic age, 5 — crystalline rocks (gneiss, migmatite, pegmatite, synkinematic granitoids), 6 — pegmatite, aplite, and granitoids of marginal zones granite and granitoids with autometamorphic alternations, 4—6 — the lower Austroalpine nappe (Tatric), 7 — sediments (Oligocene to Mesozoic) of the Pieniny Klippen Belt and of the Magura flysch belt, Mesozoic to Paleozoic complexes roughly comparable with the Iňačovce unit (Penninic), 8 — sediments of Lower Miocene to Precambrian age, 9 — granite, 8—9 — units of the North European platform margin

Obr. 4. Hĺbkový rez seizmického profilu 1T/80
Fig. Depth section of the seismic profile 1T/80

prípadne sedimentárne litologické prostredie, ktoré z vlnového obrazu sotva možno pokladať za metamorfované. Navyše hrasť Vysokých Tatier prechováva od vrchného bádenu vzostupnú tendenciu pohybu, najmä v južnej časti, kde boli obnažené granitoidy a kryštalické bridlice staršieho paleozoika až (?) kambria. Takéto geologické pomery a časový činiteľ vzniku hrastu s dostatočným krycím horninovým komplexom predurčuje vysokú možnosť akumulácie a uchovania ropy a zemného plynu takmer vo všetkých sedimentoch podložia pod násunovou plochou spodného prikrovu austroalpinika — tatrika (obr. 5). Uviedli sme, že vzostupný pohyb hrastu masívu Vysokých Tatier proti Liptovskej kotline umožňuje overiť geologické roponosné pomery aj spodného reflexného systému a Liptovskej kotliny na čase (4,1—4,4 s) v hĺbke 5000—6000 m. Pritom treba dodať, že celá pribradlová zóna Západných Karpát a k nej priliehajúca časť vnútro paleogénnych panví má do hĺbky priaznivý geotermálny rast na uchovanie ropy a plynu (Lipany-1, 4000 m, 108 °C, Hanušovce-1 6000 m, 185—190 °C). To sú vhodné podmienky na akumuláciu a perzistenciu plyných a tekutých palív v sedimentárnom litologickom prostredí aj v podloží spodného prikrovu — tatrika.

Recenzoval P. Gross

LITERATÚRA

Beránek, B. 1978: Výskum stavby zemské kúry na území ČSSR metodami explozivní seismologie a transformovaných tíhových polí. [Doktorská dizertačná práca.] *Manuskript — Geofyzika Brno*.

- Beránek, B. — Leško, B. — Mayerová, M. 1980: Interpretation of seismic measurements along the Trans Carpathian profile K-III. *Geodynamic Investigation in Czechoslovakia*. Bratislava, Veda, vyd. SAV.
- Clearbout, J. F. — Doherty, S. M. 1972: Downward continuation of movement corrected seismograms, *Geophysics*, 37, No 5.
- Fejfar, M. — Ibrmajer, I. — Zbořil, A. — Brada, Z. 1981: Zpráva o reflexně seismickém měření v oblasti Vysokých a Nízkých Tater (prof. 1/T/80 — Liptovská kotlina). *Manuskript — Geofyzika Brno*.
- Filková, V. — Pernica, J. 1978: Seismokartážní měření a vertikálně seismické profilování na hlubinném vrtu FGL-1, Pavčina Lehota. *Manuskript — Geofyzika Brno*.
- Głębokosciowy przekrój seismiczny NR 4-VIII-79 k, Cieszyn-Zywiec (1978). *Przegl. geofyz. gór. naft. (Kraków)*.
- Gorek, A. 1959: Přehľad geologických a petrografických pomerov kryštalinika Vysokých Tatier. *Geol. zbor. Slov. akad. vied*, 10, s. 13—76.
- Gross, P. 1973: O charaktere chočsko-podtatranského zlomu. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 61, s. 315—319.
- Gross, P. et al. 1980: Geológia Liptovskej kotliny. *Bratislava, GÚDŠ*.
- Leško, B. — Beránek, B. 1974: Regionálny seizmický výskum Západných Karpát. *Manuskript — GÚDŠ Bratislava*.
- Leško, B. — Beránek, B. — Varga, I. 1980: Cisaillements horizontaux profonds sous les Karpates occidentales à la lumière des connaissances géophysiques. *Rev. Géogr. phys. géol. dynam. (Paris)*, 22, pp. 255—266.
- Leško, B. — Varga, I. 1980: Alpine elements in the West Carpathian structure and their significance. *Mineralia slov.*, 12, pp. 97—130.
- Maheľ, M. et al. 1964: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, M-34-XXVI, Banská Bystrica. *Bratislava, GÚDŠ*. 270 s.
- Marschalko, R. — Radomski, A. 1960: Preliminary results of investigations of current directions in the flysch basin of the Central Carpathians. *Roczn. Pol. Tow. geol.* 30, pp. 259—272.
- Mořkovský, M. et al. 1980: Zpráva o reflexně seismickém měření v centrálně karpatském paleogénu východního Slovenska v r. 1979. *Manuskript — Geofyzika Brno*.
- Remšík, A. et al. 1979: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGL-1 v Pavčinej Lehotě. *Manuskript GÚDŠ Bratislava*.

Geological explanation to seismic investigations in the Liptovská kotlina basin with regard to crude oil occurrences

BARTOLOMEJ LEŠKO, IVAN IBRMAJER

The seismic wave pattern beneath the Liptovská kotlina basin (Northern Slovakia) and on northern slopes of the Low Tatra Mts. offers an opportunity to get insight into the geological structure of surface-near and also deeper crustal parts and deduce so its perspectives for the discovery of natural hydrocarbons.

From the viewpoint of dynamic appearance, several well expressed reflexion groupings were detected within the crust. In the uppermost grouping of reflexions, the base of Paleogene beds appears in times of 0.5 to 0.75 s due to sharp differences between the lithology of basal conglomerate containing dolomite-limestone clasts and organogenous limestone layers, towards the higher flysch beds. Probably, the reflex represents also dolomite to limestone complexes in the uppermost "Austroalpine" nappe unit. Depthwards, in time interval of 1.0–1.8 s i. e. in depths between 1,200–3,600 m, some more distinct reflexes may indicate limestone-dolomite beds composing the Choč and Krížna nappes. In the frame of this upper reflexion grouping, other two partial seismic boundaries appear quite well. The upper one (1.2 s) could represent, theoretically, the base of the Choč nappe whereas the lower one (1.8 s) probably the base of the lower Krížna nappe. Downwards, roughly as from the 4 s time i. e. into a 9,000 m depth, the wave pattern reveals chaotic arrangement of reflexes with short axes of synphases and with considerable dip values. Such wave pattern offers several alternative geological solutions. For one of these, one may rely on far-reaching transport of both crystalline and sedimentary masses of the Lower Austroalpine, Tatric nappe into external positions within the Carpathian arch. Consequently, the original content of this nappe may have been considerably reduced by tectonic processes. In this case, reflexions in the 2.2–2.3 s time interval i. e. between 5,600 and 6,000 m depths, may be considered to represent physical differences in the basal portions of this, Tatric, nappe.

The noncharacteristic reflexion grouping beneath the interval down to a 3.8–3.9 s level (i. e. 9,000 m depth), may be assumed to represent sedimentary environment of flysch and flyschoid sequences of the Pieniny Klippen Belt.

Another well expressed grouping yields reflexions on the 4.0–4.5 s time interval corresponding roughly to 9,500–14,000 m depths, from which the dynamically most pronounced one may be followed along the 4.2–4.5 s time interval. This reflexion reminds the wave pattern along the base of Paleogene and the surface of Mesozoic nappes. We presume therefore that it may be the seismic reflection of Paleozoic to Precambrian carbonates of the North European platform.

The deepest grouping of reflexions between 5.4–10.0 s time reveals the presence of reflexion elements with high angle dip attitude towards the profile. The change in the character of reflexions on the 7.8 s time, specially remarkable in the time-migrated section, may be related to the base of granitic layer of the crust (22 km) whereas the depth interval of 22–23 km may reflect, according to the nature of the wave pattern, the basalt layer of the crust. Pronounced reflections below the 10.5 s time may be ascribed already to the Moho. The discontinuity reveals doubling probably due to latest Alpine-Carpathian orogenic events.

The original area of the present-day Liptovská kotlina basin and of the High Tatra Mts. has been, during Middle to Upper Eocene times, the site of basin centre and vertical segmentation occurred but after horizontal mass movements of Miocene age. A fault system of E–W arched shape originated along the northern margin of the Liptovská kotlina basin where vertical movements, attaining 5–6 km, occurred. The uplift of the High Tatra Mts. horst structure in relation to the Liptovská kotlina basin allows to reach even the reflexion grouping on 4.1–4.4 s time, which appears highly prospective for natural hydrocarbons, from the Lip-

tovska kotlina basin. The favourable temperature gradient in this part of the Carpathians (185—190 °C in 6,000 m depth) offers appropriate conditions for the accumulation

and preservation of natural gas in such depths.

Preložil I. Varga

RECENZIA

T. Pačes: **Voda a Země**. 1. vyd. Praha, Academia, NČSAV 1982. 174 s., 55 obr., 17 tab.

Z pera nášho popredného hydrogeochemika Tomáša Pačesa vyšla v minulom roku populárno-vedecká publikácia, ktorá aspoň sčasti vyplňa medzeru v edícii kníh o vode s rýdzo prírodovedným, a hlavne geologickým zameraním (treba upozorniť, že roku 1982 vyšla v bratislavskom vydavateľstve Obzor publikácia J. Tölgyessyho a M. Piatríka Voda nad zlato, ktorá podáva súhrnné prírodovedné aj technické poučenie o vode na Zemi).

T. Pačes je v geochémii prírodných vôd uznávaným odborníkom nielen doma, lež aj v zahraničí. Preto je potešujúce, že sa odhodlal odovzdať svoje vedomosti a skúsenosti aj širšiemu okruhu čitateľov, ako sú odborné kruhy. A to je ako je známe, nie práve ľahká úloha. Aj keď (obrazne povedané) kniha je o niečo viac „vedecká“ ako „populárna“, aj tak treba konštatovať, že sa autor zhostil náročnej úlohy dobre. Geochémia prírodných vôd je totiž interdisciplinárnu vednú oblasť, ktorá vychádza zo širokého spektra vedeckých poznatkov syntetizovaných nezriedka pomocou matematického a fyzikálno-chemického aparátu, čo pri populárno-vedeckom spracúvaní spôsobuje veľké starosti.

Publikácia Voda a Země sa člení na 11 častí. Po načrtnutí problematiky v úvodnej kapitole sa hovorí o štruktúre vody, jej vzniku a rozmiestnení na Zemi a o hydrologickom a geologickom obehú vody v prírode. Čitateľovi sa predkladá riešenie takých teoretických ťažkých problémov, ako je napr. vznik oceánov a vývoj chemického zloženia jeho vody v priebehu geologických dôb. Pútavá a moderne je spracovaná nasledujúca kapitola o geologickej činnosti vody, v ktorej sa hodnotí aj úloha vody pri magmatickej a sopeč-

nej činnosti, pri vzniku rúd a metamorfovaných hornín. Ako „rýdzo hydrogeologické“ možno označiť časti o nádržiach podzemnej vody, druhoch prameňov a vyhľadávaní zdrojov vody. Ďalšie dve kapitoly sa zaoberajú vznikom chemického zloženia prírodnej vody (sú tu aj s nevyhnutnou dávkou teórie opísané základné mineralizačné procesy vody) a chemickými vlastnosťami kontinentálnych vôd, vrátane ropných, termálnych a minerálnych. Azda iba nedorozumením nebola posledná časť (o využití, pôvode a získavaní vody v oblastiach geotermálnych systémov) umiestnená hneď za touto kapitolou, ako to vyžadovala logická následnosť. Tak sa stalo, že sa vnútri hydrogeologických a hydrogeochemických častí ocitla kapitola (10), v ktorej sa opisuje voda v ekosystéme (aj keď z hľadiska kvality vody ako miery znečistenia životného prostredia a ochrany vody) a v ktorej autor uzatvára myšlienkovú niť počínajúcu vznikom a vývojom prírodnej vody a končiacou opisom vzťahov v systéme organizmy (t. j. aj človek) — voda, a to so zdôraznením tých vplyvov, ktoré porušujú ekologickú rovnováhu v systéme. Vzhľadom na to, že sa autor už vo viacerých prácach prezentoval ako dobrý znalec problematiky ochrany životného prostredia, možno túto časť pokladať za veľmi stručnú.

Záverom možno knihu T. Pačesa Voda a Země odporúčať všetkým, ktorí sa chcú v zhustenej forme oboznámiť s problematikou vody na našej planéte. Práca je napísaná dobrou populárno-vedeckou formou, možno povedať „jedným dychom“ a je predpoklad, že zaujme široký okruh čitateľov. O to viac treba ľutovať, že úrovni textovej časti nedodzodpovedá kvalita reprodukováných fotografií, ale to už ide na vrub vydavateľstva.

Kamil Vrana