

Vertikálna distribúcia neogénnych sedimentov v transkarpatskej depresii

RUDOLF RUDINEC

Nafta Gbely, Prieskumný závod, 071 01 Michalovce

(Doručené 1. 12. 1989, revidovaná verzia doručená 14. 3. 1990)

Vertical distribution of Neogene sediments in the Transcarpathian depression

In the NW part of the Transcarpathian depression where Egerian, Eggenburgian and Karpatian sediments prevail, total thicknesses of Neogene sediments attain 8–9 km. To the contrary, only 2.5–2.7 km thick sediments of Neogene age are found in the SE part of the depression what is shown on a set of geological profiles. From the viewpoint of hydrocarbon geology, the wedging-out portions (non-structural traps) of sedimentary complexes are similarly hopeful as the intrabasinal structures.

Úvod

Transkarpatská depresia zaberá územie na pomedzí Západných a Východných Karpát (neogénna výplň) jv. časti ČSFR a jz. časti ZSSR. V ČSFR jej súčasťou je východoslovenská neogénna panva, na území ZSSR zakarpatský vnútorný priehyb (obr. 1). Neovulkanické pohoria (Slanské a Gutinské vrchy) ju u nás člení na Košickú kotlinu a Východoslovenskú nížinu, v ZSSR na čopsko-mukačevskú a solotvinskú depresiu.

Výrazné rozdiely v hrúbke neogénnej výplne dokumentuje štruktúrna mapa bázy (obr. 1) a geologických rezov (jedného pozdĺžneho a dvoch priečných). Profily poskytujú podrobnejšiu predstavu o vertikálnej distribúcii neogénnych súvrství, a tým aj o charaktere jednotlivých bazénov. Vzhľadom na dĺžku transkarpatskej depresie (220 km) a aby sme vytvorili ilustratívnejšiu predstavu o zastúpení jednotlivých neogénnych súvrství je hĺbková mierka oproti dĺžkovej podstatne zväčšená.

Z obr. 1, 2 a 3 vidno podstatný rozdiel vo výplni východoslovenského neogénu a v zakarpatskom vnútornom priehybe (rádovo ide o dvoj- až trojnásobok). V predkladanej interpretácii maximálna hĺbka neogénnej výplne na východnom Slovensku je okolo 8 km, najnovšie seizmické profily však ukazujú, že môže byť ešte väčšia (až 9 km; Čverčko, ústna informácia).

Podľa paleogeografických rekonštrukcií (Rudinec, 1976–1989) neogénny bazén sa tu postupne rozvíjal od SZ na JV pozdĺž synsedimentárne zaklesávajúcich zlomov, ktorých intenzita a rozsah rástli tiež v tomto smere. Dnešnú podobu nadobudla transkarpatská depresia zväčša po kulminácii štajerských pohybov vo vrchnom bádene až sarmate. Doformovala sa čiastočne v panóne (ukončená sopečná činnosť) a v pliocéne.

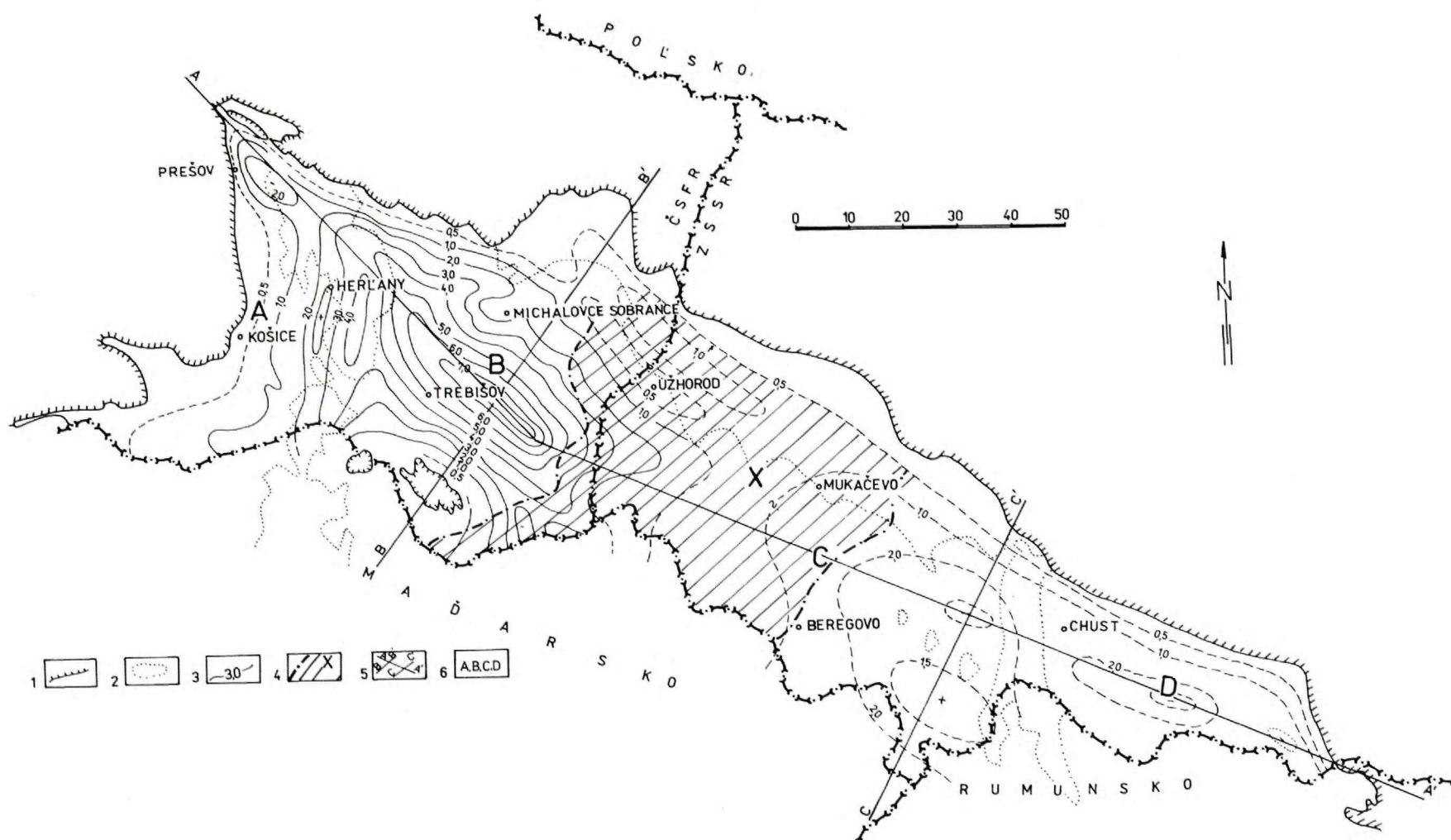
Počas horizontálneho a vertikálneho formovania jednotlivých bazénov významnú rolu hrali niektoré dnes prekryté morfoštruktúrne elevácie: drienovsko-hanušovský, seredniansky a chutský hrast (obr. 2). ďalej zem-

plínsky ostrov, humensko-užhorodský a ptrukšiansko-beregovský hrast ako súčasť serednianského hrastu, ktorý bol do stredného bádenu vynorený (obr. 3).

Vertikálna distribúcia výplne

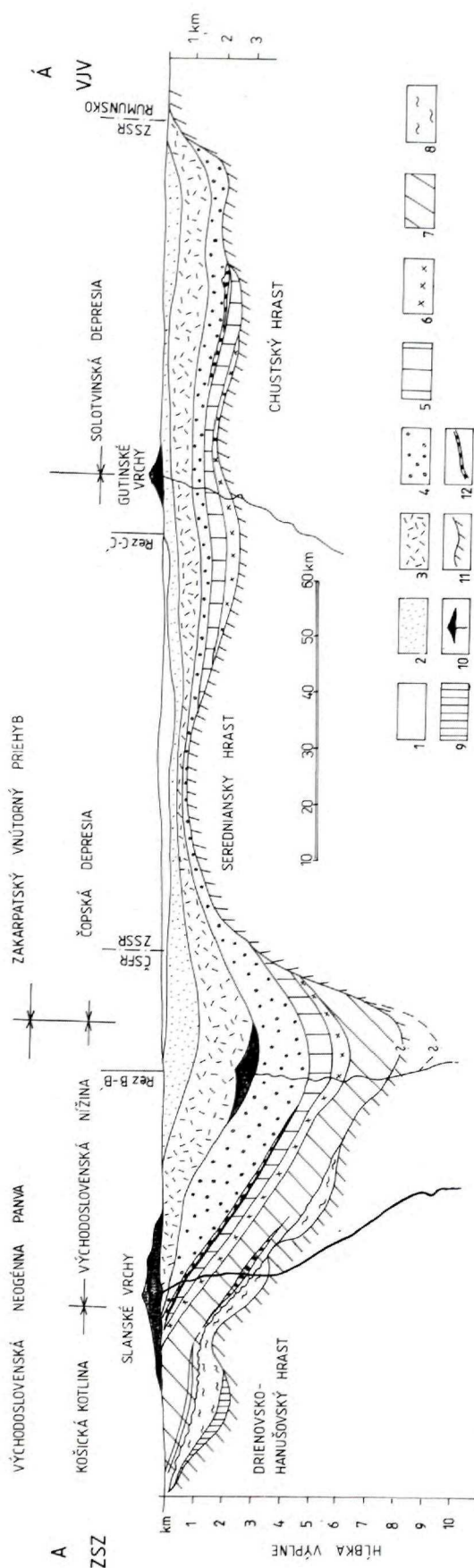
Podrobný litofaciálny vývoj jednotlivých neogénnych súvrství, ako aj zdrojové oblasti, smer transportu materiálu atď. podáva práca Rudince (1989). V ďalšej časti stručne poukážeme iba na vertikálnu distribúciu výplne s prihliadnutím na geologické rezy (obr. 2, 3).

Najspodnejším súvrstvím v transkarpatskej depresii je eger (500 m), rozšírený iba v jej sz. časti (prešovská depresia, rez A–A'). Vyššie súvrstvie egenburgu, prešovské súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985; 1 000 m), je zastúpené v sv. časti panvy a iba v malej mocnosti (80 m), burkalo-ovské súvrstvie (Petraškevič in Gluško et al., 1971) sa nachádza pri sv. okraji solotvinskej depresie (rez B–B'). Po hliate počas otnangu zaberajú takmer celú sz. časť panvy súvrstvia karpátu – teriakovské, soľnobanské a kladzianske súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985; 1 700 m) s veľmi intenzívnou subsidenciou, vyklíňujúc na severných a sv. svahoch zemplínskeho ostrova a sz. svahoch serednianského hrastu. Iba v reliktach je toto súvrstvie zastúpené pri severnom okraji solotvinskej depresie – terešulský konglomerát (Petraškevič in Gluško et al., 1971). Spodnobádenské nižnohrabovské súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985) má u nás 500 m, v solotvinskej depresii až 700 m. Novosilecké (tiež spodnobádenské) súvrstvie (Petraškevič in Gluško et al., 1971) je rozšírené na celom území okrem serednianského hrastu. Stredný bádén prezentuje vranovské a zbudzianske súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985). Spolu so soľnosným súvrstvím s celkovou hrúbkou 750–900 m prekrýva viac seredniansky hrast, naopak na severných a sv. svahoch zemplínskeho ostrova vyklíňuje (rez B–B'). V zakarpatskom vnútornom priehybe ide o tereblianske a časť solotvinského súvrstvia (Petraškevič in Gluško et al., 1979). Sopečnú



Obr. 1. Štruktúrna mapa predneogénneho podložia zakarpatskej depresie (Rudinec, 1989) zostavená podľa Rudinca (1978–1989) a Sviridenka (1976). 1 – okraj predneogénnych súvrství, 2 – kontúry neovulkanitov, 3 – štruktúrne línie bázy neogénu v km, 4 – seredniansky hrast, 5 – geologické rezy, 6 – rozdelenie transkarpatskej depresie: A – Košická kotlina, B – Východoslovenská nížina, C – čopsko-mukačevská depresia, D – solotvinská depresia.

Fig. 1. Structural map of the Transcarpathian depression basement (Rudinec, 1989) compiled from data by Rudinec (1978–89) and Sviridenko (1976). 1 – limit of Pre-Neogene unit, 2 – contour of Neogene volcanite, 3 – structural line of the Neogene basement in km, 4 – Sereďne horst, 5 – geological profile, 6 – partial depression: A – Košice basin, B – East Slovakian lowland, C – Chop – Mukachevo depression, D – Solotvino depression.



Obr. 2. Schematický pozdĺžny geologický rez neogénou výplňou transkarpatskej depresie (Rudinec, 1989). 1 – pliocén, 2 – panón a pont, 3 – sarmat, 4 – vrchný bádne, 5 – stredný bádne, 6 – spodný bádne, 7 – karpát, 8 – egeňburg, 9 – eger, 10 – neovulkanity, 11 – predneogénne podložie veľku, 12 – sol.

Fig. 2. Schematic longitudinal profile of the Neogene basin filling in the Transcarpathian Depression (Rudinec, 1989). 1 – Pliocene, 2 – Pannonian to Pontian, 3 – Sarmatian, 4 – Upper Badenian, 5 – Middle Badenian, 6 – Lower Badenian, 7 – Karpatian, 8 – Egeňburgian, 9 – Egerian, 10 – volcanite of neogene age, 11 – Pre-Neogene basement, 12 – salt.

činnosť v celom tomto období reprezentuje hlavne kyslý vulkanizmus.

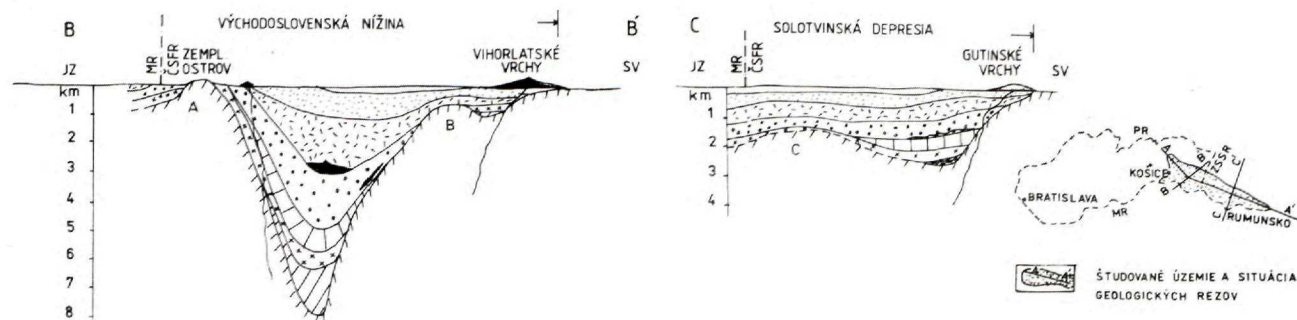
Mohutná subsidencia vo vrchnom bádne (lastomírske a kolčovské súvrstvie; 2 000 m), predovšetkým v sz. časti transkarpatskej depresie, spôsobuje, že postupne je zaplavená aj väčšia časť serednianskeho hrastu, vynorená ostáva iba jeho sv. časť (humensko-užhorodský hrast, rez B – B'). Pomerne výrazne je zastúpené toto súvrstvie aj v solotvinskej depresii (900 m), kde ho predstavuje teresvianske, baschevské a časť dobratovského súvrstvia (Petraškevič in Gluško et al., 1971). Podobne aj sarmatské stretavské a ptruksianske súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985) v sz. časti dosahuje až 2 000 m hrúbku v jv. časti, kde zaberá časť dobratovského, lukavského a almašského súvrstvia (Petraškevič in Gluško et al., 1971) má až 1 200 m hrúbku. Sarmatská transgresia zaplavuje postupne celý serednianský hrast. Na toto obdobie sa viaže hlavne intermediárny vulkanizmus – andezity (Slanské vrchy, Vihorlatsko-gutinské vrchy, pochované zemplínsko-beregovské pohorie atď.). V sarmate, tak isto aj v panóne a ponte sa sedimentačný priestor posúva viac na JV, s maximálnou subsidenciou v jv. časti Východoslovenskej nížiny (1 000 m) – sečovské a senianske súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985). V solotvinskej depresii majú sedimenty 500 m hrúbku – izovské, koševské, gutinské a bužovské súvrstvie (Petraškevič in Gluško et al., 1971). Zánik neogénneho bazénu predstavuje sedimenty pliocénneho vysladzujúceho sa jazera v tzv. čopskej depresii s maximálnou hrúbkou 500 m – čopské súvrstvie (Petraškevič in Gluško et al., 1971), na našom území sú to iba relikt (200 m) – čečehovské súvrstvie (Vass a Čverčko, 1985).

Poznámky k výskytu uhľovodíkov vo vzťahu k vertikálnej distribúcii uhľovodíkov

Uhľovodíky, hlavne plyné, s hospodárskym významom sa v sz. časti transkarpatskej depresie (východoslovenský neogén) zistili v súvrstviach vrchného bádne, spodného sarmatu (Rudinec, 1976) a tiež vyššieho sarmatu (Čverčko et al., 1984), v zakarpatskom vnútornom priehybe v strednom bádne a spodnom sarmate (Gluško et al., 1971) a tiež panóne (Magyar, ústna informácia). Väčšie prejavy plynu boli pozorované tiež v strednom a spodnom bádne (málokapacitné ložiská, Rudinec, 1976; Magyar, 1988).

Z predložených profilov možno dedukovať, že pre ropnú prospekciu môžu byť okrem vnútropannových štruktúr nádejné (deformácie viazané na zlomy) aj okrajové – vyklíňujúce časti takmer všetkých súvrstvi od egeru až po sarmat, event. to môže byť panón (plynové ložisko pri Vinogradove).

Najvhodnejším objektom v tomto smere sa ukazuje byť serednianský hrast, ktorého svahy sú pomerne mierne (podvihorlatská a beregovsko-mukačevská oblasť). Táto situácia je priaznivá pre existenciu neštruktúrnych typov pascí, na našej strane od vrchného bádne po sar-



Obr. 3. Priečné schematické geologické rezy Východoslovenskou nížinou a solotvinskou depresiou (Rudinec, 1989). A – zemplínsky ostrov, B – humensko-uzhorodský hrast, C – púškovo-beregovský hrast. Vysvetlivky ako pri obr. 2.

Fig. 3. Transversal schematic geological profiles of the East Slovakian lowland and Solotvino depression (Rudinec, 1989). A – Zemplín Inselberg, B – Humenné – Uzhgorod horst, C – Púška – Beregovo horst. Explanations as in Fig. 2.

mat, snáď aj panón (Čierna n. Tisou), v zakarpatskom vnútornom priehybe od spodného bádenu po panón.

Geochemické štúdie organickej hmoty vo východoslovenskom neogéne (Francú, 1986; Francú et al., 1986) ukázali, že hlavná fáza tvorby uhľovodíkov v jeho centrálnej a južnej časti je v hĺbke 2–3,5 km, kde sa dajú očakávať aj najväčšie akumulácie. Tieto štúdie tiež ukázali, že na vrte Prešov-1, ktorý sa nachádza v sz. časti skúmaného územia, neogénne (hĺbka 2 390 m), ale ani paleogénne sedimenty (2 810 m) neprešli ešte hlavnou fázou tvorby uhľovodíkov. Z toho vychádza, že približne od spojnice Sečovce – Michalovce na sever sa hĺbková hranica generovania uhľovodíkov, a tým aj ich uchovanie, posúva hlbšie (3–5? km).

Pri modelových predstavách o premene organickej hmoty na uhľovodíky pri meniacich sa termobarických podmienkach v priestore a čase pri vertikálnom zaklesávaní neogénnych sedimentov spolu s podloží (paleogén, mezozoikum aj paleozoikum) môžeme uvažovať, že tu prebehlo viacero cyklov, resp. etáp „hlavnej fázy tvorby uhľovodíkov“ (HFTU).

Toto územie bolo pôvodne súčasťou panónskeho masívu (sv. výbežok). Paleogénne sedimenty, ktoré sa uložili na jeho sv. okraji, rozhodne neboli pred formovaním neogénneho bazénu vystavené kritickým teplotno-tlakovým podmienkam. Niektoré mezozoické súvrstvia, prináležiace k viacerým tektonickým jednotkám, rovnako aj paleozoické súvrstvia, ktoré boli obnažené už pred neogénom, event. pred paleogénom a dodávali materiál do centrálnej časti bazénu, keď sa ako hrasty vynorili (zemplínsky ostrov, humensko-uzhorodský hrast?), mohli byť čiastočne vystavené týmto podmienkam.

Aj keď proces tvorby uhľovodíkov je viac-menej nepretržitý a plynulý, vzhľadom na celkovú hrúbku neogénnej sedimentárnej výplne uvažujeme tu o troch významnejších etapách tvorby uhľovodíkov.

V bazéne, ktorý sa stále prehľboval, sa časť neogénnych, ale aj podložných súvrství dostala v určitom období (prvá etapa) do vhodných teplotno-tlakových podmienok tvorby uhľovodíkov. Takýmto obdobím pre naj-

spodnejšie neogénne sedimenty (egenburg, karpat), ale aj pre paleogén a mezozoikum mohlo byť obdobie spodného bádenu. Druhou etapou pri stálom zaklesávaní bazénu mohlo byť obdobie vrchného bádenu, keď súvrstvia časti karpátu a hlavne spodného a stredného bádenu prekonávali hlavnú fázu tvorby uhľovodíkov. Poslednou, treťou etapou, je súčasný stav, kde hlavná fáza tvorby uhľovodíkov zahŕňa predovšetkým vrchný bádén a sarmat.

Prirodzene stále hlbšie sa ponárajúce spodnejšie súvrstvia, pokiaľ „nevyprodukovali“ všetky uhľovodíky (voľné aj viazané) už predtým, mohli ešte „doprodukovať“ uhľovodíky, ktoré sa v nich mohli uchovať, pokiaľ nedošlo k otvoreniu pascí v dôsledku mladších deštruktívnych pochodov (tektonika, vulkanizmus).

V spodnejších súvrstviach neogénu, ale aj v jeho podloží predpokladáme tiež ložiská predovšetkým plyných uhľovodíkov s vyšším podielom hlavne CH_4 , event. CO_2 a N_2 . Vo východoslovenskom neogéne sú známe výskyty ropy aj vo väčších hĺbkach (vrt Lastomír-1 v hĺbke 2 800 m – 154 °C, vrt Albinov-4 v hĺbke 3 100 m – 168 °C; Rudinec, 1989) v podmienkach, ktoré nie úplne koincidujú s modelmi organického pôvodu uhľovodíkov a HFTU.

V každom prípade pri zaklesávaní neogénnych sedimentov mohlo tiež dochádzať k obojstrannej bočnej migrácii, hlavne z neogénnych sedimentov, predovšetkým do navetralých a rozpukaných častí predneogénnych morfológických elevácií. Nemožno však vylúčiť čiastočnú migráciu z predneogénnych súvrství do neogénu. Preto aj pomerne hlboko zaklesnuté štruktúry (4–6 km) východoslovenskej neogénnej panve, zvlášť jej sz. časti, nemusia byť bez perspektív.

Literatúra

- Čverčko, J. et al. 1984: Výročná geologická správa závodu za r. 1983. Manuscript – archív MND Michalovce.
Francú, J. 1986: Katagenéza organických látok a ílových minerálov a hlavné zóny tvorby uhľovodíkov vo východoslovenskej neogénnej

- panve. [Kand. dizertačná práca.] Manuskript – Geol. ústav SAV Bratislava.
- Francu, J., Rudinec, R. a Šimánek, V. 1989: Hydrocarbon generation zone in the East Slovakian neogene basin; Model and geochemical evidence. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 40, 155–384.
- Gluško, V. V., Kruglov, S. S. et al. 1971: Geologičeskoe strojenie i gorjušie iskopaemy Ukrajinskich Karpat. *Moskva, Nedra*, 388 s.
- Magyar, J. 1988: Geologicko-ropoplynonosná analýza súvrství neogénu východoslovenskej nížiny – nízkokapacitné ložiská. [Kandidát-ska dizertačná práca.] Manuskript – archív MND Michalovce.
- Rudinec, R. 1976: Ložiská uhľovodíkov vo východoslovenskom neogéne. *Mineralia slov.*, 6, 289–318.
- Rudinec, R. 1989: Nový pohľad na paleogeografický vývoj transkarpatskej depresie v neogéne. *Mineralia slov.*, 21, 27–42.
- Sviridenko, N. G. 1976: Geologická stavba predneogénneho podložia Zakarpatskej prehlbeniny. *Mineralia slov.*, 8, 395–406.
- Vass, D. a Čverčko, J. 1985: Litostratigrafické jednotky neogénu Východoslovenskej nížiny. *Geol. Práce, Spr.*, 82.

Vertical distribution of Neogene sediments in the Transcarpathian depression

Significant differences in the thicknesses of Neogene sediments do occur within the Transcarpathian depression (NW part of it in Czechoslovakia called East Slovakian Basin and the SE part in the USSR named the Transcarpathian Internal Trough) and are demonstrated in structural map (Fig. 1) and geological profiles (Figs. 2, 3). Assuming the length of the Transcarpathian depression (220 km), the vertical scale in profiles has been significantly exaggerated.

Paleogeographic reconstructions (Rudinec, 1989) point to gradual development of the basin from NW toward SE along synsedimentary normal faults and the present state has been achieved after culminating Styrian movements in Badenian to Sarmatian time with slight subsequent deformations in the Pannonian (terminating volcanism) and Pliocene.

Several morphostructural elevations, which are today buried, acted in the time when single partial basins originated. The most significant transversal elevations are the Drienov – Hanušovce horst (fig. 2, profile 1) but namely the Seredne horst (Rudinec, 1989). This was a dry area located between Sobrance – Kráľovský Chlmec–Beregovo–Mukachevo. Longitudinal elevations are represented by the Zemplín Inselberg, the Humenné–Uzhgorod and the Ptrukša–Beregovo horsts representing partial units of the Seredne horst. The Khust horst is roughly in the centre of the Transcarpathian Internal Trough.

Between the NW and SE portions of the Transcarpathian depression there are considerable differences in thicknesses of Neogene complexes within the basin filling. So long as 8–9 km total thickness is representing the NW part and Egerian, Eggenburgian and Karpatian sequences prevail there, the SE part is either devoid (Egerian) of, or containing only in remnants, the older Neogene stages (Eggenburgian and Karpatian) and the total thicknesses attain there 2.5–2.7 km. Other complexes from the Badenian till Pontian are overall known although in various thickness.

The Seredne horst became gradually flooded from the Karpa-

tian to the Upper Sarmatian. During Pliocene time the sedimentation centre shifted into the recent central area of the Transcarpathian depression.

In respect of the hydrocarbon forecasts, the shown geological profiles allow to deduce that beside the intrabasinal traps (deformations along the faults) forecasts could be located even in marginal portions where sedimentary complexes are wedging out from the Egerian to the Pannonian age.

Examinations of the organic matter from the East Slovakian Neogene (Francu, 1986, Francu et al. 1989) disclosed that the main stage of hydrocarbon generation occurs in 2–3.5 km depths in the central and southern portions of the basin. In the NW part (Prešov-1 drilling) neither Neogene sediments (2,390 m thick) nor the Paleogene ones (2,810 m) did not arrive to such depth yet. Accordingly, the optimal depth of hydrocarbon generation shifts to deeper levels (3–5 km?) roughly from the line Sečovce–Michalovce to the NW.

Model assumptions on changes of organic matter into natural hydrocarbons are counting with several stages under the gradually changing p-t conditions when the Neogene sediments underwent burial together with their basement. Three main phases are here presumed: first in Lower Badenian for units of Egerian, Eggenburgian and Karpatian (part) age, the second one in Upper Badenian for Karpatian (part), Lower and Middle Badenian sediments and the third phase representing the present state including Upper Badenian and Sarmatian sediments.

The steadily burying lower sedimentary units could have produced subsequently all kinds of natural hydrocarbons (free and bounded) as well as preserve them in the lower and deeper Neogene units or in the basement till the traps become open (volcanism or tectonics). Gaseous hydrocarbons would prevail there with main constituents as CH₄ or N₂ and CO₂. In the course of gradual burial also lateral migrations were possible namely from Neogene sediments into the jointed Pre-Neogene units of morphological elevations.