

Problémy tektogeneze jihovýchodní části východoslovenské neogenní pánve

MILAN MOŘKOVSKÝ, REGINA LUKÁŠOVÁ

Geofyzika, n. p., Ječná 29a, 612 46 Brno

Doručené 16. 9. 1985

Вопросы тектогенеза юговосточной части восточнословацкой неогенной впадины

Результаты сейсмических работ, особенно широкого профиля (в виде линии профилирования) и новых глубоких скважин в юговосточной части восточнословацкой неогенной впадины подтвердили синседиментарный характер большей части знаменитых структурных элементов. Одновременно газоносная структура Стретава типа „ролл овер, драг фалд“, т. е. складки волочения, возникли на погруженной плите синседиментарных разломов моچارанских, сопровождающих функцию антитетического разлома Сенне. Для утверждения амплитуд элевации очень помог доказанный дифференциальный диагенезис. Складчатость восточнословацкого неогена в юговосточной части впадины для верхнего бадена даже плиоцена нельзя доложить.

Problems of tectogenesis in the SE part of the East Slovakian Neogene basin

Results of seismic exploration, namely that of wide line profiling and new deep drilling data in the SE part of the East Slovakian Neogene basin proved that the majority of important structural elements has synsedimentary origin. Similarly the gas-bearing Stretava anticline of roll over, dragfold type was developed over a downfaulted block limited by synsedimentary Močarany fault system and by the antithetic Senné fault. Important contribution to the pronounced amplitude of elevation had the proved differential diagenesis in the structure. There are no proofs for folding in the SE part of the East Slovakian Neogene basin during Upper Badenian to Pliocene time.

Nové geofyzikální a vrtní práce podél močaranského zlomového pásma v jv. části Východoslovenské nížiny přinesly řadu nových, závažných zjištění. Vzhledem k tomu, že jde o strukturální prvek celopánevního významu, mají zpřesněné poznat-

ky o jeho funkci i v omezeném prostoru klíčový význam. Můžeme jich použít jako modelového řešení i pro další části východoslovenské neogenní pánve, kde zatím podrobnější údaje chybějí.

Největší množství údajů o močaranském

zlomovém pásmu j. od Michalovců pochází z průzkumných prací v okolí plynonosné struktury Stretava.

Stretavská struktura na pokleslé kře močaranského pásma se dříve na základě vrtních údajů a starších seizmických materiálů obecně interpretovala jako struktura s perzistující elevační stavbou. Vedle k tomu hlavně údaje o klenbovité stavbě mladší výplně, tj. pontu až spodního sarmatu. Nedostatek údajů o stavbě svrchního badenu a starších stratigrafických členů vedl prakticky všechny autory k extrapolaci prvků mladší stavby i do hlubších komplexů. Teprve zpracováním novějších seizmických materiálů zjistili M. Mořkovský — R. Lukášová (1978) monoklinální stavbu svrchního badenu a vznik struktury v mladších souvrstvích dávali do souvislosti s funkcí jak močaranského zlomu, tak i protiklonného zlomu Senného.

Oproti převážné většině názorů na genezi tohoto elevačního pruhu ve vztahu k poklesové funkci močaranského pásma považoval J. Slávik (1973, s. 70, 71, 74) Stretavu a řadu neogenních struktur východoslovenské pánve za projev svrchnomiocenních a pliocenních fází vrásnění. Obdobný názor byl publikován dále J. Slávikem — R. Rudincem (1973), R. Rudincem (1978) a objevil se i v některých dalších nepublikovaných pracích. Nikde však se nesetkáváme s konkrétní argumentací a s doklady svědčícími o tangenciálních pohybech ve svrchnobadenských a mladších neogenních pánvích východního Slovenska. Rozdíl v názorech na vznik stretavské struktury a celého stretavsko-bánoveckého hřbetu odráží rozdíly v názorech na tektogenezi neogenní pánve během svrchního miocénu a pliocénu.

Vedle seizmických profilů společného reflexního bodu (SRB) a údajů nových hlubinných vrtů byly to zejména výsledky reflexně seizmického, tzv. širokého profilu („wide line profiling“ — WLP), jež

umožnily osvětlit alespoň některé otázky, které byly zdrojem nejistoty o stavbě z. svahů podvihorlatské deprese, a tedy i stretavské struktury. Profil odměřený technikou „šírokého profilu“ (WLP) s výsledným 24-násobným překrytím byl zpracován A. Zbořilem a A. Petrikem. Zejména v migrované verzi, spolu s údaji nových hlubinných vrtů, v zásadě potvrdil a zpřesnil řešení M. Mořkovského — R. Lukášové (1978). Navíc bylo možno interpretovat drobnou zlomovou stavbu na vrcholu stretavské struktury naznačenou C. Tereskou - G. Mikitou (1974), J. Magyarem — R. Rudincem (in Magyar, 1981) a J. Čverčkem et al. (1981). Tuto drobnější tektoniku nebylo možno v dřívějších seizmických podkladech blíže identifikovat.

Detailní korelaci seizmických rozhraní spolu s korelací karotážních diagramů (elektro- a gamakarotáž) vrtů byla v pannonu, vyšším sarmatu a vyšší části spodního sarmatu stanovena pravděpodobně zcela převážná část zlomů o amplitudě větší než 30 m a rovněž doba jejich funkce. Zejména při korelaci hlubších komplexů, která je v důsledku intenzivní syntektonické sedimentace a i časté stratigrafické neprůkaznosti souvrství složitější, jsme použili údajů R. Jiríčka (1968), R. Brzobohatého (1981), J. Magyara (1981) a J. Čverčka (1985).

V článku předložené řešení zlomové tektoniky bylo součástí úkolu interpretace „šírokého profilu“ (Mořkovský in M. Fejfar et al., 1982).

Přehled a výsledky starších geofyzikálních měření

Gravimetrie provedená v detailním měřítku — 4 body na 1 km² s chybou $\pm 0,056$ mgl — (Blížkovský - Kocák, 1960) doplnila výsledky starších přehledných měření zhodnocených J. Ibrmajerem (1954) a V. Čekanem - A. Šutorem (1960).

Vedle toho lze však za současného stavu poznatků vyložit i lokální anomálie, jejichž vysvětlení bylo dříve víceznačné. Je to zejména projev tíhového hřbetu sv. směru, nejvýrazněji se projevujícího ve v. okolí vrtu Pavlovce-1 a vyznívajícího jak k SV, tak k JZ. Podle nových poznatků jde o hrásťovou strukturu s maximální amplitudou při křížení zlomů sv. směru, omezujících hrást, a vůči nim kolmého zlomu Senného.

Magnetika v popisované oblasti zachytila jv. úbočí kladné regionální anomálie vertikální magnetické intenzity (Man, 1961), známé již ze starších přehledných měření (Čekan - Šutor, 1960). Zatímco tito autoři za hlavní zdroj anomálie pokládají vulkanogenní složku výplně neogenní pánve, O. Man (1961) se domnívá, že anomálie je podmíněna pravděpodobně podložními vlivy. Současně však upozorňuje na protichůdný vztah tíhového a magnetického pole. R. Rudinec (1976) poukazuje na vztah magnetické anomálie k průběhu zemského teplotního pole a usuzuje na přítomnost hlubinného vulkanického tělesa s povrchem v hloubce okolo 10 km. Obdobně řeší tento problém L. Pospíšil - M. Filo (1977), kteří povrch bazického hlubinného tělesa kladou do hloubky okolo 5,5 km.

Vzhledem k tomu, že magnetické susceptibilita hornin jak neogenní výplně pánve, tak i centrálněkarpatského paleogénu a mezozoika, a konečně i paleozoika, zastížených vrty, jsou velmi nízké (Píchová, 1979; 1980), je nutno zdroj této anomálie hledat hlouběji, ve smyslu R. Rudince (1976), anebo v paleozoickém vulkanismu.

Z uvedeného vyplývá, že izolínové vertikální magnetické intenzity nemají velmi pravděpodobně bližší vztah k morfologii předterciálních komplexů.

C. Tomek (1980) anomálii považuje za projev velkého magnetického tělesa v zemliniku nebo jeho podloží, jímž by mohla

být východoevropská platforma.

Geoelektrickými měřeními provedenými metodou VES nebylo možno, jak se zjistilo již při původním zpracování (Zavřelová - Mořkovský, 1972), sledovat totožné rozhraní. Ve strukturně vyšších částech podvihorlatské deprese odpovídá geoelektrické rozhraní reliéfu paleozoika, dále k Z přechází na transgredující tufiticko-detritický komplex na bázi svrchního badenu (Pavlovce-1, Rebrín-1).

Ve strukturně hlubších částech pánve, t. j. na pokleslých krátech močaranského zlomového pásma, odpovídá geoelektrický horizont odporově výraznějším, tufitickějším komplexům ve vyšší části svrchního badenu (okolí Pavlovce nad Uhom).

Refrakčně seizmická měření zjistila jako výraznější refrakčně seizmické elementy rozhraní o hraniční rychlosti $V_H = 5400$ m/s, nejspíše odpovídající detritickému komplexu na bázi bolivino-buliminové zóny a rozhraní o $V_H = 6000$



Obr. 1. Přehledné situační schéma oblasti. 1 — hluboké vrty (Stretava, Pavlovce nad Uhom, Bunkovce), 2 — průběh seizmického profilu, 3 — neogenní vulkanity
Fig. 1. Situation scheme of the area. 1 — deep drilling (Stretava, Pavlovce nad Uhom, Bunkovce), 2 — seismic profile, 3 — volcanite of Neogene age

m/s, nejspíše reliéf paleozoika v podloží neogénu (Hrdlička et al., 1968). Vzhledem ke komplikované zlomové stavbě (časté průniky vln apod.) jsou výsledky negativně ovlivněny a lze jich použít pouze orientačně při regionální korelaci.

Na pokleslé kře močaranských zlomů, v prostoru vrtu Stretava-1, bylo rozhraní $V_H = 6000$ m/s identifikováno v hloubce 4600 m.

Reflexní seismika metodou SRB se v širším regionu provádí od r. 1972. Z hlediska zpracovávané oblasti jsou obzvláště významné výsledky profilu 546/76, kdy byl poprvé identifikován významný stavební prvek — antitetický zlom Senného (Mořkovský - Lukášová, 1978). Další navazující práce zpřesnily názory na stavbu této z hlediska výskytu živců významné oblasti.

Interpretace výsledků reflexně seizmického profilu 573/80 (WLP) a hlubinných vrtů

Reliéf zakrytého paleozoika a vrstevní stavba neogénu

Podloží neogénu v popisovaném prostoru zastihly hlubinné vrtý Pavlovce-1 a Bunkovce-1 (Magyar, 1981; Magyar - Rudinec, 1980). Jde o anchi- až epimetamorfované jílovito-písčité břidlice s polohami červenofialových břidlic a písčitých vápenců. Stratigraficky jsou horniny neprůkazné, v poměrně blízkých vrtech Pozdišovce-1 a Ptrukša-7 byl palynologicky stanoven svrchní perm (Planderová - Slávik, 1977).

Vedle projevů tektonického rozklouzání je na řadě vrtních jader vrtu Bunkovce-1, např. v hl. 1430, 1510, 1600, 1930 m, zřetelné usměrnění — břidličnatost. Pak je možno připustit, že i řada seizmických reflexů registrovaných z paleozoika odpovídá jeho vnitřní stavbě. Z tohoto rámce se vymykají zóny kose uspořádaných či kose omezených reflexů, které nejspíše

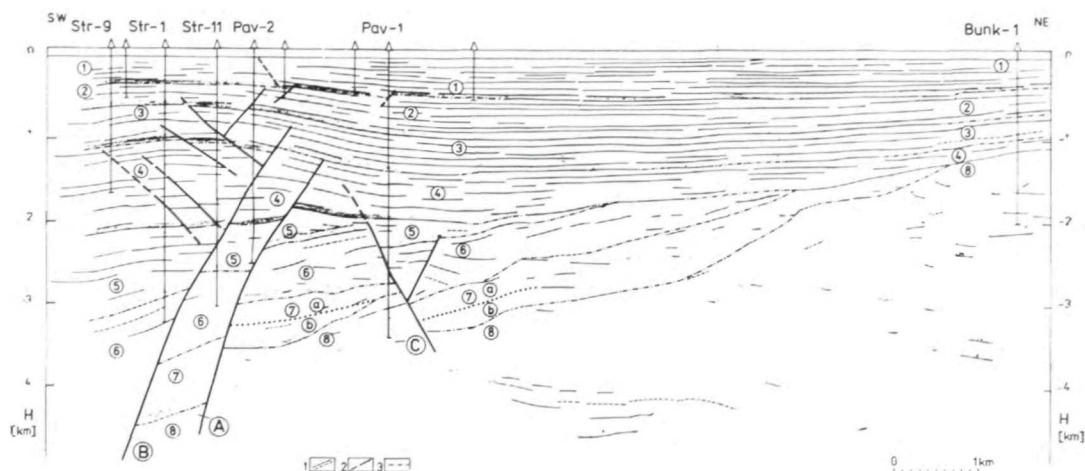
indikují přesmykovou tektoniku svrchního paleozoika (?) (obr. 2, 3). Převážná většina těchto prvků by odpovídala posunům kolmým ke směru profilu svým průběhem. Šlo by o přesmyky od JZ k SV.

Předneogenní reliéf je průběhem shodný s těmito zónami a byl velmi pravděpodobně jimi predisponován. Z tohoto hlediska by pak stavbu větších komplexů svrchnopaleozoických (?) břidlic nejspíše reprezentovaly jen mírněji ukloněné seizmické reflexy. Souvrství z vrtu Bunkovce-1 by pak i při eventuální šupinové stavbě spíše odpovídala nadloží komplexů zastížených vrtem Pavlovce-1.

Ze současného stavu poznatků vyplývají i některé závěry, dotýkající se členění podloží neogénu Východoslovenské nížiny. Jižně od Michalovců předpokládají R. Rudinec — J. Slávik (1970) linii sz.—jv. směru, která odděluje nemetamorfované až anchi-metamorfované předmezozoické formace zemplínského bloku od metamorfovaných formací pozdišovecko-iňačoveckého bloku, resp. jednotky (Slávik, 1973; 1976). Ukazuje se však, že intenzita metamorfózy uvažovaného pozdišovecko-iňačoveckého bloku je značně proměnlivá, a ne tak regionálně intenzivní, jak se původně předpokládalo (Magyar, 1976; 1977). Tak např. z 900 m paleozoických souvrství, které vrt Bunkovce-1 provrtal na tomto bloku, uvádějí J. Magyar - R. Rudinec (1980) jen slabou metamorfózu, a to až při bázi komplexu. Stejně tak přítomnost metamorfitů zjištěná M. Zádrapou (1966, 1969) a J. Voborníkovou (1974) na struktuře Ptrukša předpokládaného zemplínského bloku nezdůvodňuje uvedené členění.

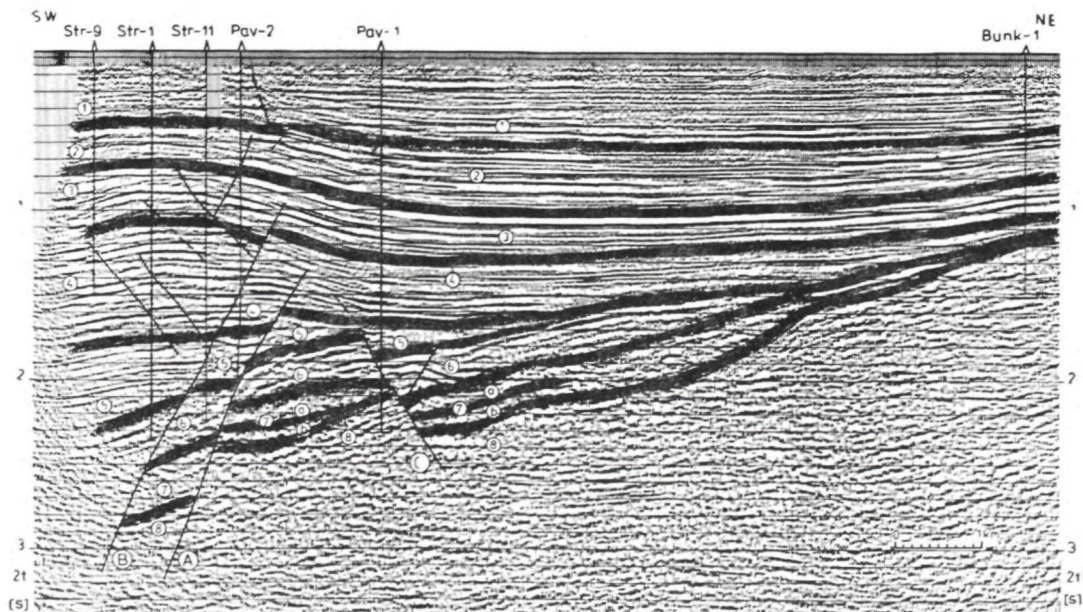
Obr. 3. Časový řez seizmického profilu 573/80 WLP (migrovaný) s geologickou interpretací. Vysvětlivky viz obr. 2

Fig. 3. Travel time section of the 573/80 WLP seismic profile (migrated) and its geological interpretation. Explanations as in fig. 2



Obr. 2. Hluboký řez seizmického profilu 573/80 WLP (migrovaný) s geologickou interpretací. 1 — reflexní horizonty, 2 — zlomy, 3 — stratigrafické hranice, ① — pliocén (dák, roman) až vyšší panon (báze pozdišoveckých štěrků), ② — hlubší panon, ③ — vyšší sarmat, ④ — spodní sarmat, ⑤ — svrchní baden, ⑥ — střední a spodní baden, ⑦ — karpát: a — pestrý, b — šedý, ⑧ — paleozoikum, A — východní močaranský zlom, B — západní močaranský zlom, C — zlom Senného

Fig. 2. Deep section of the 573/80 WLP seismic profile (migrated) and its geological interpretation. 1 — reflexion level, 2 — fault, 3 — stratigraphical boundary, ① — Pliocene (Dacian, Romanian) to Upper Pannonian (base of the Pozdišovecký gravel), ② — Lower Pannonian, ③ — Upper Sarmatian, ④ — Lower Sarmatian, ⑤ — Upper Badenian, ⑥ — Middle and Lower Badenian, ⑦ — Karpatian, a — variegated development, b — grey development, ⑧ — Paleozoic, A — Močarany Eastern fault, B — Močarany Western fault, C — Senné fault



Rovněž uvážíme-li, že v současných podmínkách anomálně vysoké teploty a tlaky v neogénu východní části Východoslovenské nížiny v hloubkách kolem 2800–3000 m dávají vznik minerální asociaci facie zelených břidlic (Đurica et al., 1979), je členění na uvedené bloky stěží opodstatněné. Pro toto členění nesvědčí rovněž další geofyzikální údaje, např. rozložení zemského tepla (Rudinec, 1984), seizmicity aj.

Bazálním neogenním komplexem je karpát, zjištěný J. Čverčkem (1985)) ve vrtu Pavlovce-1. Jeho stanovení v seizmickém řezu je obtížné a byl vyčleněn, jako ostatně jinde v pánvi, jako reflexně „němý“ komplex mezi spodním badenem a reliéfem paleozoika. Absence souvislejších reflexů v karpátu je podmíněna faciální proměnlivostí, jakož i silným tektonickým poškozením. Ve spodním, a zejména středním badenu je již stavba zřetelně vyznačena průběhem reflexních rozhraní vznikajících při střídání pelitických a tufiticko-psamitických poloh. Celý tento komplex spočívá diskordantně na karpátu, s úplným vyklíněním podél jz. svahů podvihorlatské deprese. Svrchní baden je charakterizován dalším zmenšením rozsahu pánve. Je zřetelný výraznými reflexy, vznikajícími v podloží bazálního tufiticko-detritického komplexu (vrt Pavlovce-1, hl. 2435 m, čas 1,88 s). Následující transgrese spodního sarmatu se projevuje jak výrazným rozšířením pánve, tak i zjevnou úhlovou diskordancí. Směrem k SV je spodní sarmat redukován, zatímco mocnosti mladší výplně, t. j. vyššího sarmatu (střední a svrchní sarmat), panonu až pliocenu se výrazněji nemění.

Zlomová tektonika

Hlavními podélnými strukturními elementy směru SZ–JV jsou poklesové zlomy močaranského systému a poklesový

zlom Senného. Zlomová tektonika je velmi dobře patrná omezením výrazných reflexů vznikajících v podloží tufiticko-detritického komplexu, který považujeme za transgresivní bázi svrchního badenu. Úhlová diskordance mezi tímto komplexem a vrstevními komplexy středního badenu je zřetelná, a to jak na vysoké, tak i na pokleslé kře zlomu Senného.

Východní močaranský zlom probíhá v těsném východním okolí počvy vrtu Pavlovce-2 (tektonická brekie v hl. 2600 m; Očovský, 1982) a tvoří jz. omezení stretavsko-pavlovecké hrástě. Zlom o amplitudě 200 m synsedimentárně ovlivňuje mocnosti svrchního badenu a spodního sarmatu, v jehož svrchní části vyznívá. O jeho hlubší funkci přesnější údaje chybějí, avšak vzhledem k výsledkům vrtu Senné-1 a refrakční seizmiky lze soudit i na činnost během ukládání středního a spodního badenu.

Západní močaranský zlom je poslední funkcí mladší. Velmi dobře korelovatelné seizmické horizonty prokazují jeho zanikání ve svrchní části vyššího sarmatu — hranici sarmat—panon již nenarušuje. Zlom podmiňuje na pokleslé kře narůstání mocností bazálního vyššího sarmatu a spodního sarmatu (asi 100 m). Souvrství jsou porušována funkčními protiklonnými zlomy, které vznikají v důsledku vyrovnávací mechaniky poklesů. Zlomy tohoto typu byly popsány na řadě ložisek živců a mnohokrát byl jejich vznik potvrzen i experimentálně („antithetische Nebenverwerfung“; Cloos, 1930; v pozdější době Carver, 1968; Cloos, 1968 aj., u nás Dlabáč, 1960). Vyrovnávací protiklonné zlomy porušují spodní a vyšší sarmat, ve vrcholové části struktury zlom o amplitudě 10–30 m mezi vrty Stretava-1 a Stretava-11 porušuje prokazatelně i rozhraní sarmat—panon a zaniká ve spodní části panonu. Jako vyrovnávací zlom druhé generace vzniká vůči němu kolmý zlom, po-

rušující s amplitudou okolo 20 m hlubší část panonu vrtu Pavlovce-2. Stratigraficky se jedná o ekvivalent svrchní uhelné série (Brodňan et al., 1959), hnojenských vrstev ve smyslu D. Vassa - J. Čverčka (1985), ve které končí funkce jak tohoto, tak i jej vyvolávajícího zlomu první generace.

Stratigraficko-litologická korelace svrchního badenu a starších neogenních komplexů na pokleslých krách močaranských zlomů je složitá a nejednoznačná. Použitím údajů refrakční seizmiky, a rovněž předběžných výsledků vrtu Senné-1, se však časové rozmezí funkce zlomů zúžilo.

Maximální funkci západního močaranského zlomu předpokládáme během sedimentace svrchního badenu, kdy synsedimentární zvýšení mocností odhadujeme na 200 m. Z předloženého řešení rovněž vyplývá pravděpodobná funkce močaranských zlomů během karpátu.

Protiklonným, t. j. severovýchodním omezením stretavsko-pavlovecké hrástě je zlom Senného (Mořkovský — Lukášová, 1978). Z rozboru seizmických materiálů a analýzy mocností vyplývá, že k maximálnímu zaklesávání docházelo během svrchního badenu. Počátek funkce zlomu není jasný. J. Čverčko (1985) předpokládá jeho funkci již v karpátu. Domníváme se spíše, že k zaklesnutí a konzervaci karpátu na pokleslé kře zlomu Senného došlo až před transgresí spodního badenu, t. j. že vůči karpátu zlom fungoval epigeneticky. Na vysoké kře zlomu Senného, t. j. na vlastní stretavsko-pavlovecké hrásti, byl karpát před touto transgresí významně denudován. Rovněž spodní až střední baden je podle našeho názoru porušován hlavně až mladší fází pohybů, které podmínily nárůst mocností svrchního badenu.

Porušení vrstev podél zlomu zaniká v nejhlubší části spodního sarmatu. Podle vývoje mocností je zřejmé, že od panonu dochází k bezzlomovému prohýbání depre-

se Senného. To pokračuje i výše s posunem deprese k SV a celkově ovlivnilo vývoj a rozmístění panonských uhlonosných facií. Výrazná strukturní deprese báze pontu v širším okolí Senného byla prokázána R. Rudincem - J. Čverčkem (1970). Bezzlomové prohýbání pokračuje až do současné doby, kvartérní subsidenci oblasti popsal již J. Kvitkovič (1961). V. Baňacký (1968) zjišťuje intenzivní vklesávání deprese Senného v nejmladším pleistocénu a recentu — jde o jednu z nejnižších položených oblastí Československa s nadmořskou výškou 98,4 m.

Zlom protiklonný vůči zlomu Senného je s ním synchronní, o amplitudě do 50 m, a zaniká ve svrchní části svrchního badenu. V seizmických materiálech je zcela zřetelný.

Strukturní poměry stretavské elevace

Výrazným morfologickým znakem struktury vyšších neogenních souvrství v blízkosti močaranského zlomového pásma jižně od Michalovců je jejich antiklinální stavba. To vedlo, jak jsme se výše zmínili, některé autory k názoru, že plikativní struktury podél hlavních zlomových pásem byly vyvolány tangenciálními tlaky. Potvrzení funkce vrásnivých pohybů ve svrchním badenu až pliocénu by bylo velmi závažné.

Vzhledem k závěrům týkajícím se vzniku a vývoje pastí živice, jejich naplnění a případné další remigrace jde totiž o problém s přímými praktickými důsledky pro orientaci vyhledávacích prací na živice. Při bližším rozboru zjišťujeme však řadu prvků, které tento názor nepotvrzují.

Ještě stavba svrchního badenu na pokleslých krách močaranských zlomů vykazuje typické prvky prosté vlekové struktury. První náznak antiklinální stavby, kdy vrstevní komplexy se začínají

ponořovat k SV, t. j. proti směru úklonu zlomu, pozorujeme ve střední části spodního sarmatu.

Detailní korelaci materiálů seizmického profilu a vrtních údajů jsme zjistili v prostoru mezi vrty Stretava-9 a Stretava-1, t. j. v místech nejúplnějších dat, maximální amplitudu této předsunuté antiklinály ve svrchní části spodního sarmatu, kde dosahuje 100 m. Ve střední části vyššího sarmatu se snižuje na 60 m, na hranici sarmat—panon činí 30 m. Tatáž hodnota se zachovává i v panonu, ve svrchní uhelné sérii ve smyslu M. Brodňana et al. (1959). Transgredující pozdišovecké šterky již strukturu prakticky zcela zastírají. Amplitudy vrás jsou velmi blízké hodnotám amplitudy západního močaranského zlomu.

Z uvedeného vyplývá nejen obecný, morfologický vztah struktury k průběhu močaranských zlomů, ale i přímá závislost amplitudy stretavské antiklinály v jednotlivých neogenních stratigrafických stupních na funkci poklesových pohybů.

Uvedený typ strukturních deformací v sedimentárních pánvích, provádějící velké zlomy či zlomové systémy, je běžný. Bývá popisován jako „roll over, reverse drag, drag fold“ či „obratnoje voločenije, skladky voločenija“. V karpatských pánvích je nejznámější takovou strukturou steinberský „dóm“, jehož vznik vztahuje R. Janoschek (1951) k vyrovnávacím pohybům podél steinberského zlomu. Podrobně se tímto problémem zabývají M. Dlačač - Z. Adam (1956) v čs. části vídeňské pánve. Zjišťují tam řadu těchto struktur, geneticky souvisících mimo jiné i s vleky souvrství podél steinberského zlomu. Potvrzují v zásadě názor R. Janoschka (1951) a struktury tohoto typu nazývají předsunutými antiklinálami. V naprosté většině jsou vázány na nejmladší výplň pánve. Předsunuté antiklinály zjišťují Z. Adam - M. Dlačač (1961)

rovněž při zpracování reflexně seizmických materiálů z neogénu Podunajské nížiny. I tam jde o mladé struktury spjaté s vrstevními komplexy panonu, které v hlubších částech přecházejí do vrstevních vleků. Vazbu těchto strukturních deformací na poklesovou zlomovou tektoniku považují autoři za natolik významnou, že je (ve smyslu Laubschera, 1956) uvádějí jako jednu z indikací zlomové tektoniky v hloubkových reflexně seizmických řezech.

Asi vůbec nejúplněji se zabýval předsunutými antiklinálami W. K. Hamblin (1965). Detailními pracemi v západním plató Colorada prokázal přítomnost předsunutých antiklinál podél většiny poklesových zlomů a obecně antiklinály považuje za normální jev mechaniky poklesů, vznikající současně s poklesy. Zjišťuje vertikální i laterální přechody předsunutých antiklinál do antitetických zlomů.

Vlastní příčina vzniku deformace však není zcela jasná a zřejmě není jednotná. M. Dlačač - Z. Adam (1956) vysvětlují vznik předsunutých antiklinál zpomalením rychlosti pohybu poklesávajícího křídla, W. K. Hamblin (1965) pohybem podél zakřivení zlomu. E. Cloos (1968) při modelování poklesové zlomové tektoniky upozorňuje na horizontální pohyb částic materiálu při poklesu vyvolaném rozšířením prostoru gravitačními skluzy v podloží sledovaných vrstev.

Zdá se, že předsunuté antiklinály se většinou objevují v mladších vrstevních komplexech, ve kterých doznívají významné starší synsedimentární zlomové pohyby. Pak by mohlo jít o významnější relativní zrychlení pohybu u zlomu oproti poklesu či gravitačnímu skluzu v hlubší části pánve. Z lokálních příčin ovlivňujících rychlost pohybu podél zlomu to může být rovněž různá intenzita drenáže kapalin v jeho blízkosti (Chapman, 1973).

Shrneme-li jednotlivé poznatky týkající

se strukturních deformací podél močaranského zlomového pásma jižně od Michalovců, vyplývá z nich toto:

1. Předsunutá antiklinála (stretavsko-bánovecký hřbet) je vázána na močaranské zlomové pásmo. Maximální vyklenutí struktury ve směru SV—JZ je v okolí profilu 573/80, v prostoru maximální amplitudy močaranského zlomu. Zejména k JV amplituda vyklenutí, souhlasně se snižující se amplitudou poklesu, klesá, až zcela vyznívá.

2. Rozbor mocností jednotlivých neogenních stupňů prokazuje, že vznik deformací byl synchronní s poklesovou funkcí zlomů. Již to vylučuje existenci současných tangenciálních pohybů — bočního stlačení svrchnobadenské a mladší výplně.

3. I přes množství vrtních a seizmických prací nebyly v těchto neogenních souvrstvích pozorovány příznaky tangenciální tektoniky.

Vedle uvedeného je nutno se zmínit o dalším, dosud ve východoslovenské neogenní pánvi blíže nesledovaném jevu — diferenční kompakci, která i v popisovaném případě rovněž pravděpodobně ovlivňuje strukturní poměry. Vzhledem k tomu, že plynonosné ložisko Stretava je produktivní pouze ve strukturně nejvyšší části, je tam soustředěna i naprostá většina hlubinných vrtů. Z tohoto důvodu, i když M. Mořkovský - R. Lukášová (1978) uvažovali o možnosti vlivu diferenční kompakce na stavbu vyšších neogenních souvrství, neprokázali ji tam. Teprve po provedení hlubinných vrtů Pavlovce-1 a Pavlovce-2, jako přímého pokračování profilu vrtů Stretava-9,1,11, bylo možno se k tomuto problému vyjádřit blíže (obr. 4).

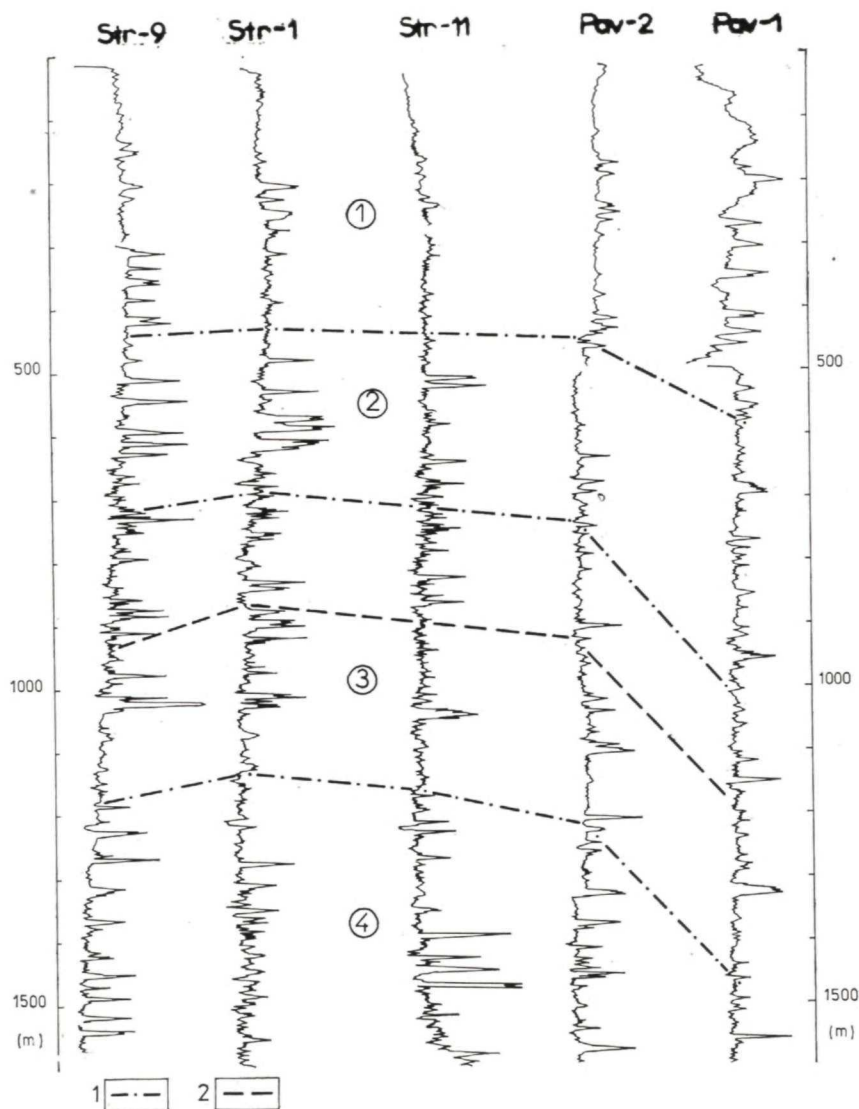
Ze srovnání litologického vývoje, které jsme provedli podle křivky spontánní polarizace elektrokarotážního měření vrtů napříč strukturou Stretava, je zřetelná korelace litologického vývoje se struktur-

ními poměry. Ve vrcholové části elevace, a to již od spodního sarmatu, pozorujeme vyšší četnosti a i větší mocnosti propustných poloh, t. j. v popisovaném případě pískových a pískovcových vrstev. Nejvýrazněji se rozdíl projevuje ve vyšším sarmatu, a to zejména mezi vrcholovými vrty, t. j. vrty Stretava-1 a Stretava-11, a východním úbočím elevace, t. j. vrtem Pavlovce-2 a Pavlovce-1. Významnou změnu psefitů pelitickou sedimentací na východním úbočí potvrzují rovněž výsledky gamakarotážních měření. Potvrzuje se tak zakládání struktury během sedimentace spodního sarmatu a její růst až do panonu.

Vedle těchto uvedených přímých důkazů o synsedimentárním vzniku struktury Stretava existují ještě další nepřímé doklady. Mezi ně náleží např. rozdíly v distribuci CaCO_3 a rozdíly v rozložení pH, pórovitosti a propustnosti v závislosti na strukturní pozici, které na struktuře Stretava ve spodním sarmatu zjišťují J. Magyar - M. Zádrapa (1976).

Transgredující pozdišovecké šterky, při výrazně menší intenzitě prohýbání deprese Senného, jsou na východních svazích elevace uloženy podstatně plošeji.

Je velmi pravděpodobné, že výše uvedené jevy, t. j. mechanika vzniku předsunutých antiklinál a diferenční kompakce, spolu úzce souvisí. Při poměrně značných mocnostech ukládaných hornin lze předpokládat, že primárním zdrojem byl zárodek předsunuté antiklinály, vzniklý v důsledku mechaniky poklesů. Tímto členěním sedimentačního prostoru došlo ve zvedajících se částech ke zvýšené akumulaci písků, oproti prohlubujícím se částem, kde se ukládaly pelity. Diferenční kompakce, podmíněná při diagenезi podstatným zmenšením objemu jílu na křídlech struktury oproti psamitům na vrcholu, zvýrazňuje elevační charakter stretavsko-pavlovecké hrástě.



Obr. 4. Litologický vývoj pliocénu a svrchního miocénu. 1 — stratigrafické hranice, 2 — pomocný korelační horizont, označení stratigrafických stupňů shodné s obr.2
 Fig. 4. Lithological development of Pliocene and Upper Miocene sequences. 1 — stratigraphical boundary, 2 — auxiliary correlation level. Symbols of stratigraphical stages as in fig. 2

Závěr

Nejnovější poznatky geofyzikálního a vrtního průzkumu potvrdily původní ná-

zory, které genezi převážně většiny významných strukturních prvků neogenní pánve spojovaly s poklesovou tektonikou synsedimentárního charakteru. Výjimkou

jsou ovšem elevace odrážející starší reliéf.

Za synsedimentární strukturní element je nutno považovat elevaci Stretava, související s poklesovou synsedimentární strukturou močaranských zlomů a protiklonného zlomu Senného. Současně s poklesy podél zlomů docházelo ve spodním a vyšším sarmatu a v panonu v důsledku členění morfologie sedimentačního prostředí k ukládání písků ve vrcholové části antiklinály, kdežto na okrajích převažovala sedimentace jílu. Tato diferenční kompakce zintenzívnila amplitudu elevace. Elevace celé stretavsko-pavlovecké hrástě se zvýrazňovala v panonu bezzlomovým vklešáváním podél původní linie zlomu Senného, které trvá dodnes — recentní deprese Senného.

Synsedimentárně vznikající elevace podél zlomových pásem, spolu s faciálním členěním sedimentů, jsou známy z různých světových naftonosných oblastí a jsou nejrozličnějšího stáří (např. Carver, 1968; Babadagly et al., 1981).

Tangenciální pohyby, které by vyvolaly vrásnění v jv. části východoslovenské neogenní pánve v období od svrchního badenu do pliocenu, nelze doložit.

Literatura

- Adam, Z. — Dlabáč, M. 1961: Nové poznatky o tektonice Podunajské nížiny. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 36, 189—198.
- Babadagly, V. A. — Kučeruk, E. V. — Kelbas, B. I. — Lazaruk, J. G. 1981: Osobnosti geologického strojení zony mělké skladatosti Severního Donbassu. *Geol. Nefti Gaza (Moskva)*, 1, 34—39.
- Bañacký, V. 1968: Geological history of the northern part of the east Slovakian lowland in the Quaternary. *Geol. Práce, Zpr.*, 44—45, 241—262.
- Blížkovský, M. — Kocák, A. 1960: Detailní gravimetrický průzkum v severní části Potiské nížiny r. 1960. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 88 s.
- Brodňan, M. — Dobra, E. — Polášek, S. — Prokšová, D. — Račický, M. — Slávik, J. — Sýkorová, V. 1959: Geologia podvihorlatskej uhoľnej panvy oblasti Hnojné. *Geol. Práce, Zoš.*, 52, 5—62.
- Brzobohatý, R. 1981: Mikropaleontologické analýzy jader vrtů Pavlovce-1 a Pavlovce-2. *Manuskript — Moravské naftové doly Hodonín*.
- Carver, R. E. 1968: Differential compaction as a cause of a regional contemporaneous faults. *Amer. Assoc. Petrol. Geologists Bull. (Tulsa)*, 52, 3, 414—419.
- Cloos, E. 1968: Experimental analysis of Gulf Coast fracture patterns. *Amer. Assoc. Petrol. Geologists Bull. (Tulsa)*, 52, 3, 420—444.
- Cloos, H. 1930: Künstliche Gebirge II. *Natur u. Mus. (Frankfurt a. M.)*, 6, 258—269.
- Čekan, V. — Šutor, A. 1960: Zpracování regionálních gravimetrických a magnetických měření, provedených v letech 1952—1957 v oblasti východního Slovenska. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 44 s.
- Čverčko, J. 1985: Závěrečná správa o vyhledávacom vrte Senné-1. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 34 s.
- Čverčko, J. — Očovský, J. — Jung, F. 1981: Pioniersky prieskum elevácie Pavlovce — projekt Pavlovce-2. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 13 s.
- Dlabáč, M. 1960: Příspěvek k poznání stavby Podunajské nížiny (tektonika). *Zpráva ČND-VÚ Brno. Manuskript — Geofond Bratislava*, 100 s.
- Dlabáč, M. — Adam, Z. 1956: Příspěvek k řešení tektoniky steinberského zlomu v severní části vídeňské pánve. *Práce Úst. naft. Výzk. (Praha)*, 23—25, 5—42.
- Đurica, D. — Falc, M. — Suk, M. 1979: Recent metamorphism in Neogene sediments of eastern Slovakia. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 54, 207—213.
- Fejfar, M. et al. 1982: Výzkum vyhledávání ropy a plynu progresivními geofyzikálními metodami — období 1980—1982. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Hamblin, W. K. 1965: Origin of "Reverse Drag" on the Downthrown Side of Normal Faults. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 76, 10, 1145—1164.
- Hrdlička, M. — Kořalka, S. — Mořkovský, M. 1968: Refrakčně seismický průzkum v oblasti východoslovenského neogénu. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 71 s.
- Chapman, R. E. 1973: Petroleum Geology a Concise Study. 1. vyd. Amsterdam, Elsevier, 304.
- Ibrmajer, J. 1957: Gravimetrická razvedka jugovostočnoj Slovačkej vpadiny. *Stud. geophys. geod. (Praha)*, 1—2, 233—255.
- Janoschek, R. 1951: Das Inneralpine Wiener Becken. In: *Geologie von Österreich. Red. F. X. Schaffer. Wien*, 526—693.
- Jiříček, R. 1968: Biostratigrafické korelace

- tortonu a sarmatu v severní části trebišovské kotliny (korelační schéma). *Manuskript — Moravské naftové doly Hodonín*.
- Kvitkovič, J. 1961: Príspevok k poznaniu neotektonických pohybov vo Východoslovenskej nížine a v priľahlých oblastiach. *Geogr. Čas. Slov. Akad. Vied*, 13, 176—194.
- Laubscher, H. P. 1956: Structural and seismic deformations along normal faults in the eastern Venezuelan basin. *Geophysics*, 21, 2, 368—387.
- Magyar, J. 1976: Geologicko-petrografická charakteristika podložia severnej časti východoslovenského neogénu. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 23 s.
- Magyar, J. 1977: Geologicko-petrografická charakteristika podložia severnej časti východoslovenského neogénu a poznámky k výskytu živíc. *Zem. Plyn Nafta*, 22, 55—69.
- Magyar, J. 1981: Čiastková záverečná správa o hlbokom štruktúrnem vrte Pavlovce-1. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 22 s.
- Magyar, J. — Rudinec, R. 1980: Nové poznatky o podloží neogénu pozdišovsko-inačovského bloku na východnom Slovensku (vrt Bunkovce-1). *Miner. slov.*, 12, 63—74.
- Magyar, J. — Zádrapa, M. 1976: Príspevok k petrografickej charakteristike sedimentárno-vulkanogénnych hornín oblasti Stretava. *Zem. Plyn Nafta*, 21, 301—313.
- Man, O. 1961: Závěrečná zpráva o magnetickém průzkumu prováděném v roce 1960 — severní část VSN. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 41 s.
- Mořkovský, M. — Lukášová, R. 1978: Geologický vývoj plynosné struktury Stretava ve východní části východoslovenské neogenní pánve. *Miner. slov.*, 10, 213—219.
- Očovský, J. 1982: Popis jader vrtu Pavlovce-2. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 6 s.
- Píchová, E. 1979: Fyzikální vlastnosti hornin na vrtu Lipany-1. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 32 s.
- Píchová, E. 1980: Fyzikální vlastnosti hornin na vrtu Bunkovce-1. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 32 s.
- Planderová, E. — Slávik, J. 1977: Vek bridličnatého súvrstvia z podložia východoslovenských neovulkanitov na základe petrologických analýz. *Geol. Práce, Spr.*, 67, 169—174.
- Pospíšil, L. — Filo, M. 1977: Výsledky interpretácie geofyzikálnych anomálií v strednej časti Potiskej nížiny. *Geol. Průzk.*, 19, 270—272.
- Rudinec, R. 1976: Neogénny vulkanizmus na východnom Slovensku a geotermická energia. *Geol. Průzk.*, 18, 225—229.
- Rudinec, R. 1978: Anomálne vrstvé tlaky a teploty vo východoslovenskej neogénnej panve Západných Karpát. *Miner. slov.*, 10, 481—504.
- Rudinec, R. 1984: Teplotno-tlakové problémy vo flyšových oblastiach a bradlovom pásme na východnom Slovensku a ich vzťah k ropoplynosnosti. *Miner. slov.*, 16, 467—483.
- Rudinec, R. — Čverčko, J. 1970: Výsledky štruktúrneho a čiastočne pionierskeho prieskumu v podvihorlatskej oblasti so zreteľom na prieskum živíc. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 44 s.
- Rudinec, R. — Slávik, J. 1970: Geologická stavba podložia východoslovenského neogénu. *Geol. Práce, Spr.*, 53, 145—155.
- Slávik, J. 1973: Vulkanizmus, tektonika a nerastné suroviny neogénu východného Slovenska a pozícia tejto oblasti v Neoeurópe. [Doktorská dizertačná práca.] *Manuskript — Geofond Bratislava*. 341 s.
- Slávik, J. 1976: Zemplínium — možná nová tektonická jednotka centrálnych Karpát. *Geol. Práce, Spr.*, 65, 7—19.
- Tereska, C. — Mikita, G. 1974: Štruktúrna mapa na vrchnú hranicu spodného sarmatu. *Manuskript — Moravské naftové doly Hodonín*.
- Tomek, C. 1980: Některé problémy interpretace geofyzikálních anomálií na východním Slovensku. In: *Geologická stavba a nerastné suroviny hraničné zóny Východných a Západných Karpát*. Red. P. Grecula. *Geologický prieskum Spišská Nová Ves*, s. 165.
- Vass, D. — Čverčko, J. 1985: Litostratigrafické jednotky neogénu Východoslovenskej nížiny. *Geol. Práce, Spr.*, 82, 111—126.
- Voborníková, J. 1974: Petrografický rozbor jader vrtu Ptruksa-22. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Zádrapa, M. 1966: Petrografický rozbor jader vrtu Ptruksa-2. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Zádrapa, M. 1969: Sedimentárne-petrografický rozbor jader vrtu Ptruksa-7. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Zavřelová, D. — Mořkovský, M. 1972: Závěrečná zpráva o geoelektrickém měření ve východoslovenské neogenní pánvi (podvihorlatská deprese a Košická kotlina). *Manuskript — Geofond Bratislava*. 61 s.

Problems of tectogenesis in the SE part of the East Slovakian Neogene basin

New geophysical research and deep drillings have been realized in broader surroundings of the Stretava gas-bearing structure along the Močarany fault zone southernly from Michalovce. The most important contribution to the solution of tectonic style in the area was done by results of seismic wide line profiling. New data allowed correlations of much more seismic boundaries in contrast with data obtained by usually applied method of twelve-time covering by reflexion seismic profiling.

Anticlinal shape of the structure investigated led some authors (Slávik, 1977; Rudinec, 1978) to presumptions that folding of Upper Miocene to Pliocene age contributed to its deformation. However correlation of single lithological horizons using wide line profiling data and, naturally, based on new data from drilling proved synsedimentary function of normal faulting in Upper Badenian, Lower and Upper Sarmatian time.

From the obtained knowledge it follows that:

1) The anticline appears properly related to the Močarany fault zone. Maximal upwelling in the structure is located in the site of maximum amplitude movement along the fault. Southernly from Veľké Kapušany where the Močarany faults die out, the anticline smoothes out as well.

2) Results of bed thickness analysis point to deformation originated synchronously with normal faulting (downfaulting) along the faults. This alone excludes any synchronous lateral compression of Upper Badenian and younger sediments.

3) In spite of numerous drillings and seismic work realized, no signs of tangential tectonics

have been proved in the sequences investigated.

From a genetic point of view, these are structures of roll over, dragfold type usually following larger normal fault systems (Janoschek, 1951; Dlačák — Adam, 1956; Hamblin, 1965; Cloos, 1968 a. o.).

Beside the influence of normal faulting along the down-to basin Močarany faults and the antithetic Senné fault, the amplitude of elevation has further been pronounced by differential compaction (fig. 4). Clear correlation between lithology and structural conditions may be deduced from the pattern of spontaneous polarization curves obtained by drill-hole electrical logging across the Stretava structure. Increase of number and thickness of sand layers may be observed in the apical part of the anticline as early as from the Lower Sarmatian.

Data proved that the structure generated in the time of Lower Sarmatian sedimentation and further developed up to the Pannonian. Synsedimentary origin is proved also by differences in calcium bicarbonate distribution, pH, porosity and permeability in Lower Sarmatian sequences (Magyar — Zádrapa, 1976) all being dependent on the structural position.

The upwelling of the entire Stretava — Pavlovce nad Uhom horst structure has been further pronounced in Pannonian time by faultless bending along the older Senné fault. Subsidence of this kind continues to be active up to present.

Tangential movements which may have led to folding in the SE part of the East Slovakian Neogene basin may, for the time interval between Upper Badenian and Pliocene, not be proved.