

PRÍSPEVOK KU GEOLÓGII ZLATOMORAVSKÉHO ZÁLIVU

(3 obr. a 2 tab. v texte)

BEDRICH GAŽA — MILENA BEINHAUEROVÁ*

Sur la géologie de la baie de Zlatomoravský záliv

Dans la région de la baie de Zlatomoravský záliv on a effectué la recherche du pétrole exécutée par les méthodes géophysiques aussi que par les forages au cours duquel on a étudié la structure du relief de mur et du remplissage néogénique. On a obtenu quelques connaissances nouvelles sur la distribution des formations pré-néogéniques aussi que sur le profil stratigraphique et lithologique du Néogène — sur la distribution du Badenien et des roches néovolcaniques. L'article décrit aussi le cours et la fonction des systèmes de failles dans les parties marginales de la baie aussi que les zones d'élévation remarquable et de l'accumulation du gaz naturel se trouvant en marge occidentale de cette baie.

Zlatomoravský záliv je najvýchodnejším zo severných výbežkov podunajskej panvy. Jeho pozdĺžna os má smer JZ — SV. Na severozápadnej strane ho ohraničujú predterciérne útvary pohoria Tríbeč, ktoré, ponárajúc sa pod neogén juhozápadným smerom, tvoria fundament nitrianskej hraste; na východnej strane sú to neovulkanity Hronského Inovca. Prieskum zameraný na uhľovodíky sa sústredil približne do stredu zálivu, na územie ohraničené zhruba spojnícou Nitra — Mojmirovce — Pozba — Zlaté Moravce — Nitra.

Na prieskum sme použili viaceré geofyzikálne a vrtné metódy, ktoré priniesli rad nových poznatkov o geologickej stavbe územia. Systematický prieskum sa začal v roku 1966. Využila sa predovšetkým reflexná seizmika. Interpretácia geofyzikálnych podkladov sa opierala o stredne hlboké a hlboké vrty.

Celé opisované územie pokrýva geomagnetika a gravimetria v regionálnom i v detailnom meradle, reflexná seizmika prevažne regionálne (spolu 450 km profilov), ďalej sa urobil pozdĺžny refrakčnoseizmický profil dlhý 15 km a v menšom objeme bola využitá geoelektrika. Vyhlbilo sa 86 stredne hlbokých štruktúrnych vrtoch do priemernej hĺbky 600 m a 5 hlbokých vrtoch do maximálnej hĺbky 2572 m.

Tieto prieskumné disciplíny, najmä reflexná seizmika, a vrty, poskytli na riešenie geologickej stavby skúmaného územia a jeho naftogeologických po-

* Ing. Bedrich Gaža, Nafta, 908 45 Gbely, okr. Senica.

RNDr. Milena Beinhauerová, Geofyzika, n. p., Ječná 29a, 600 00 Brno.

merov veľmi dobré podklady. V seizmike sa použila nová metóda registrácie do časových rezov, ktoré umožnili lepšiu kvalitatívnu a kvantitatívnu interpretáciu. Seizmicky a vrtmi bol zmapovaný reliéf podložia. Prispela k tomu najmä skutočnosť, že sa hranica neogén — podložie väčšinou prejavovala ako výrazný reflexno-seizmický horizont. Okrem celého radu litologických rozhraní v neogéne, ktoré sa indikujú na seizmických materiáloch, je význačný horizont odrážajúci hranicu neovulkanitov, ktorý umožnil určiť ich západné rozšírenie v neogénnej výplni. Vrty okrem toho spresnili plošné rozšírenie predneogénnych útvarov.

Na základe seizmických materiálov doplnených vrtmi sa riešila zlomová tektonika na úrovni povrchu podložia a v neogéne. Boli identifikované elevačné a depresné pásma a opísaný priebeh, funkcia a vek zlomových systémov na okrajoch zálivu, ako aj ich význam pre akumuláciu živíc. Vrt Ivanka 2 objavil plynové ložisko.

Prehľad histórie naftového prieskumu

Najstaršie gravimetrické a magnetické merania sa v zlatomoravskom zálive robili v rámci regionálnych meraní celej oblasti podunajskej panvy. Najstaršie je tiažové meranie z rokov 1942—1943, ktoré urobila nemecká firma GFPL z Berlína. Gravimetrické merania pokračovali v rokoch 1947—1948 (SGÚ Bratislava) a 1948—1949 (ÚÚG Praha). Všetky merania spojil R. Běhounek (1952) do mapy tiažových izanomál v mierke 1 : 200 000. Regionálne merania potom pokračovali v rokoch 1954—1958 (ČND Brno, ÚÚG Praha). Komplexne boli ich výsledky pre celú podunajskú panvu spracované v roku 1960 (J. Ibrmajer — L. Mottlová 1960) na mape Bouguerových izanomál v mierke 1 : 200 000.

Najdôležitejší prínos gravimetrie v oblasti zlatomoravského zálivu je v zistení tiažového minima na spojnici Vráble — Komjatice, elevačného vyklenutia severozápadne od Ivanky a severovýchodne od Golianova a ďalej v zistení vysokého tiažového gradientu pri severozápadnom okraji zálivu, odrážajúceho prudké upadanie reliéfu podložia zvýrazneného zlomovou tektonikou. Naopak na východnom okraji zálivu sa poruchové pásma v tiažových mapách nedajú vôbec určiť.

Z magnetických meraní sú ako prvé prakticky dôležité merania z rokov 1947—1948, ktoré robil GÜDS Bratislava a ÚÚG Praha. Ich výsledky využil K. Müller (1948) a zostavil mapu izanomál Z-zložky s krokom po 25 γ pre celú panvu. V období 1959—1961 sa vykonali ďalšie magnetické merania, ktoré vo forme jednotnej mapy vertikálnej magnetickej intenzity spracoval O. Man (1962). Aeromagnetické merania z rokov 1957—1959, spracované v práci J. Ibrmajera — L. Mottlovej (1960), nemajú pre veľkú strednú chybu pri vyhľadávacom prieskume na uhľovodíky význam a nedali sa použiť.

Význam geomagnetických meraní je v konštatovaní, že aj keď sa z ich údajov nedá sledovať podložie panvy, možno stanoviť rozšírenie vulkanických telies a sedimentov s obsahom vulkanického materiálu v neogénnej výplni. Zlatomoravský záliv a jeho severovýchodný okraj patria do oblasti silne porušeného magnetického poľa. Podiel vulkanického materiálu v jeho neogénnej výplni, najmä vo východnej a severovýchodnej časti, je značný.

Okrajový význam majú geoelektrické merania, ktoré do opisovaného územia zasahujú zo susedných oblastí len sčasti. V regionálnej mierke sú premerané plochy priliehajúce k východnému okraju zálivu v oblasti šurianskej magnetickej elevácie (r. 1959). Geoelektrické merania v podunajskej panve komplexne spracovala L. Pavlíčková (1963) a V. Hašek (1968). Isté úspechy sa dosiahli pri určovaní reliéfu podložia neogénu v menších hĺbkach, príp. pri sledovaní výrazných zlomových porúch.

K začiatkom systematického prieskumu na živice v zlatomoravskom zálive patrí už detailné gravimetrické meranie stotinovým gravimetrom z r. 1967 (E. Klačková et al. 1968) a orientačné reflexnoseizmické profily urobené v rokoch 1966 a 1967. Seizmické práce pokračovali potom až do roku 1971, teda až do úplného pokrytia územia regionálnou, príp. v miestach zistených elevácií aj detailnou sieťou profilov. Súčasne so seizmickými meraniami prebiehali vrtné práce. V období 1967–1968 boli vyvrtané hlboké štruktúrne vrty Vráble 1 do hĺbky 2572 m, Zlaté Moravce 1 do hĺbky 2095 m a Mojmirovce 1 do hĺbky 2129 m. Od druhej polovice roku 1969 sa do konca roku 1972 urobilo na západnom okraji zálivu 83 stredne hlbokých štruktúrnych vrtoz označených Cf 600 Mojmirovce a tri vrty Cf 600 KD na východnom okraji na predĺženom profile vrtoz N (Nemčičany), ktoré robil Geologický ústav D. Štúra Bratislava v rokoch 1957–1964 (E. Brestenská 1964).

Reflexná seizmika a štruktúrne vrty poskytli najviac podkladov z hľadiska riešenia geologickej stavby oblasti. Získali sa pri nich aj dôležité geologické údaje o nafte. Na objavených štruktúrnych eleváciách pri západnom okraji zálivu sa na základe toho začal pioniersky prieskum, najprv vrtom Ivanka 1 v r. 1971 (hĺbka 2395 m) a potom vrtom Ivanka 2 v r. 1972 (hĺbka 2150 m). Vrt Ivanka 2 dosiahol vo vrchnom sarmate v intervale 1718–1850 m plynosné horizonty.

Geologické pomery skúmanej oblasti

Zlatomoravský záliv je priekopová prepadlina vyplnená mladotrefohornými sedimentmi nie staršími ako stredný baden. Východný a juhovýchodný okraj zálivu susedí s oblasťou charakteristickou bohatou vulkanickou činnosťou v neogéne, a preto aj jeho sedimenty majú hojnú vulkanickú prímes.

Centrálna depresia zálivu je pri Komjaticiach a leží v južnom pokračovaní mobilnej zóny hronského synklinória. Z depresie pri Komjaticiach prechádza na juhozápad do ústrednej pliocénnej depresie podunajskej panvy.

Stratigrafia a litológia

Podložia neogénu

Predneogénne útvary vychádzajúce na povrch na západnom a severnom okraji zlatomoravského zálivu v pohorí Trábeč spracovali v r. 1956–1959 A. Biely a E. Krist. Prvú predstavu o ich rozšírení v podloží neogénu v zálive publikovali T. Buday – V. Špička (1967). Na sever od línie Vráble – Ivanka pri Nitre predpokladali mezozoikum, a to v severozápadnej časti mezozoikum obalových jednotiek a krížňanského príkrovu, vo východnej časti jednotky hronského synklinória. Hranicu medzi nimi vedú približne po

spojnici Zlaté Moravce — Ivanka pri Nitre. Na juh od uvedenej línie, ktorú stotožňujú s tzv. ľudinskou líniou, predpokladali kryštalinikum jadrových pohorí.

O. Fusán et al. (1971) spresnili podľa niekoľkých dovtedy urobených naftárskych vrtov a výsledkov geofyzikálnych meraní hranicu obalových jednotiek a hronského synklinória, interpretovali pruh kryštalinika na západnom okraji zálivu, ale predovšetkým podstatne rozšírili rozsah jednotiek hronského synklinória smerom na juh až do oblasti Pozby.

Ukázalo sa, že rozšírenie mezozoika na východnom ponorení svahu Tribeča nie je také veľké, ako sa predpokladalo. Z dvanástich naftárskych vrtov, ktoré dosiahli podložie, sa v jedenástich zistilo kryštalinikum. Vrtý sú rozmiestnené v priestore od Mojmiroviec po Zlaté Moravce v dĺžke 30 km. Vo vysokých kryhách veľmi blízko pri okraji zálivu bolo zistené kryštalinikum pri Dolných Sľažanoch (vrt Cf Moj. 76, žula od 292 m), západne od Hostovej (vrt Cf Moj. 79, žula od 325,5 m), ďalej západne od Dolných Obdokoviec (stredne zrnitá svetlosivá žula s vysokým obsahom kremeňa, vrtý Cf Moj. 65, od 480 m, Cf Moj. 56, od 390 m a Cf Moj. 57, žula od 273 m), pri Dolných Krškanoch (fylitické bridlice, vrt Cf Moj. 30, od 288 m) a juhozápadne od obce Cabaj (vrt Cf Moj. 7, metamorfované pieskovce a bridlice v hĺbke 444—585 m).

V hlbších kryhách sa navráťalo kryštalinikum v hlbokých vrtoch Mojmirovce 1, Ivanka 1 a 2. Vo vrte Mojmirovce 1 bola svetlosivá stredne zrnitá muskovitická žula v jadrách z hĺbky 2095—2100 m a z 2126,2—2127,3 m. Svetlosivá leukokratná žula s vysokým obsahom kremeňa a s rovnomernou strednou zrnitosťou tvorila v tomto vrte jadro z hĺbky 2127,3—2129,1 m. Podľa elektrickej karotáže nastupuje kryštalinikum v hĺbke 2099 m.

Vrt Ivanka 1 dosiahol, ako ukázal EK diagram, podložie neogénu v hĺbke 2350 m. Vrtné jadro z hĺbky 2355—2358 m obsahovalo zelenkavosivý seritický fylit a z hĺbky 2389—2392 m tmavozelený chloritický fylit.

Vo vrte Ivanka 2 sa podľa EK kladie hranica neogén — kryštalinikum do hĺbky 2078 m. V hĺbke 2094—2097 m a 2148—2150 m sú tmavosivozelené premenené fylity s vyšším obsahom chloritu.

Tieto údaje dokazujú, že východný ponorený svah Tribeča je budovaný prevažne kryštalinikom. Vo veľkej miere sú zastúpené granity, ktoré sa sem tiahnu v úzkom pásme zo západného svahu Tribeča, kde ich zistil vrt Veľké Zálužie 1, cez južný svah Zobora, kde vychádzajú na povrch, a cez vrt AS-54 východne od Nitry v Chrenovej, kde boli zastihnuté v malej hĺbke pod povrchom. Granity na východnom svahu Tribeča tvoria úzky pruh tiahnucci sa južne od Mojmiroviec do priestoru západne od Zlatých Moraviec, kde sa ponárajú pod jednotky hronského synklinória. Zo severozápadu ich lemuje úzky pás metamorfitov. Usudzuje sa tak podľa vrtu AS-45 pri Jelenci, ktorý navráťal svory. Metamorfované paleozoické horniny sú rozšírené aj na juhu a juhovýchode.

Mezozoikum, ktoré v oblasti Tribeča patrí obalovým jednotkám, je na jeho východnom svahu plošne veľmi obmedzené. Pri geologickom mapovaní sa na povrchu zistili len menšie ostrovy mezozoika. Pod neogénom je pravdepodobne len úzky pás tesne pri okraji. Okrem staršieho vrtu Cf Nitra 3 novšie vrtý dosiahli mezozoikum preukázateľne len vo vrte Cf Mojmirovce 8. V hĺbke 313—370 m tu boli prevrátené sivé až tmavosivé vápnité dolomity. To značí, že aj na južnom ponorení svahu Tribeča je mezozoikum vyvinuté na menšej ploche, ako sa doteraz predpokladalo.

Západnú hranicu jednotiek hronského synklinória v priestore zlatomoravského zálivu spresnili vrty Vráble 1 a Zlaté Moravce 1, ktoré tieto jednotky zastihli v najzápadnejšej pozícii vôbec. Vo vrte Vráble 1 sa prešlo z neogénu do mezozoika v hĺbke 2460 m. Bolo prevrtaných 20 m ružovkastých metamorfovaných kremitých pieskovcov a červenohnedých, fialkastých ilovcov a 92 m sivých až tmavosivých, bieložilkovaných dolomitov s 12 a 7 m mocnými polohami čiernych grafitických bridlíc. Súvrstvie sa pokladá za vrchnotriasové. Z tektonickej stránky patrí do chočského alebo do vyšších prikrývov (O. Fušán et al. 1971). Vo vrte Zlaté Moravce 1 sú podľa EK vyvinuté pod neogénom od hĺbky 1590 m 100 m mocné tehlovočervené, fialkasté a žltohnedé arkózové pieskovce, pod nimi sivé arkózové a drobové pieskovce mocné okolo 250 m a konečne tmavosivé, bieložilkované slabo metamorfované arkózové pieskovce. Pestré pieskovce sú permské, sivé a tmavosivé vrstvy pod nimi, s najväčšou pravdepodobnosťou vrchnokarbónske. Predpokladá sa, že patria k chočskému prikrývku.

Rozšírenie tektonických jednotiek v podloží neogénu sa dá čiastočne posúdiť aj podľa seizmických materiálov. Najvýraznejšie sa na nich prejavuje rozhranie neogén – kryštalinikum. Kým v neogéne sú seizmické rozhrania pozorovateľné na dlhých úsekoch, v kryštaliniku sú nápadne kvalitatívne i kvantitatívne redukované. Platí to najmä o profiloch zo západnej časti územia. Rozhranie neogén – mezozoikum je v priestore hronského synklinória menej výrazné, ale dá sa ešte pomerne dobre sledovať. Rozhranie neogén – podložie v okolí vrtu Zlaté Moravce 1 (tam, kde sa zistili, resp. sa predpokladajú mladopaleozoické horniny) nie je seizmicky výrazné. Litologický rozdiel bazálnych vrstiev neogénu (stredný baden) a podložných permských a karbónskych drobových a arkózových pieskovcov je pomerne malý a geofyzikálne sa neprejavuje. Z porovnania refrakčnoseizmického profilu 486 R/68 a reflexnoseizmického profilu 468/66 vedených cez vrty Vráble 1 a Zlaté Moravce 1 vyplýva, že uvedené súvrstvia budujú povrch neogénneho podložia v dĺžke asi 4 km v južnom smere od Zlatých Moraviec.

Neogén

Sedimentácia hornín vlastnej výplne zlatomoravského zálivu trvala od stredného badenu cez sarmat, panón, pont, dák a ruman až do kvartéru. Ako depresia sa záliv vytvoril po vyvrásnení Západných Karpát až v období medzi spodným a stredným badenom, pretože staršie sedimenty neogénu v tejto oblasti nie sú. Mocnosť neogénnej výplne v centrálnej depresii zálivu je viac ako 3700 m.

Zo seizmických materiálov podľa priebehu výrazných korelačných horizontov v neogéne vidieť, že transgresia neogénnych súvrství prebiehala v zlatomoravskom zálive postupne. Podobné pomery sú aj na západnej strane Trábeňa v topoľčianskom zálive. Vrty to potvrdili, pretože v najvyšších kryhách prechádzali stredne hlboké štruktúrne vrty do podložia neogénu z dáku alebo panónu. Hlboké vrty Ivanka 1 a 2 dosiahli v podstatne väčšej hĺbke sarmat transgredujúci na kryštalinikum. Stredný baden navrátili hlboké vrty Vráble 1 a Zlaté Moravce 1 už na východnom okraji zálivu. Vrt Mojmirovce 1 vošiel do kryštalinika z pestrých vrstiev brakického vrchného badenu.

Smerom na ponorenú hrast Tríbeča transgreduje teda neogén stále mladšími sedimentmi. Postupnú transgresiu komplikuje prítomnosť abrazívnych plošín s hiátmi medzi badenom a sarmatom alebo sarmatom a panónom a zložitú stavbu dopĺňa aj zlomová tektonika.

Baden nie je vyvinutý v celom zálive. Zistilo sa jeho rozšírenie v priestore od najhlbších partií zálivu smerom na východ. Vo vyšších kryhách mojmírovských zlomov na západnom okraji zálivu sa jeho prítomnosť nezistila.

Rozšírenie badenu možno sčasti určiť aj podľa seizmického materiálu. Prítomnosť vulkanických sedimentov sa v seizmických rezoch prejavuje ako komplex maximálne výrazných niekoľkofázových seizmických rozhraní. V ich podloží a často aj nadloží nastáva úplný útlm seizmickej energie. Tento úkaz sa dá dobre pozorovať najmä na priečných seizmických rezoch v severnej časti skúmaného územia. Pretože v neogéne tejto oblasti je na vulkanický materiál bohatý najmä baden, možno podľa uvedených znakov konštatovať jeho prítomnosť a rozšírenie.

Mikropaleontologický dôkaz o prítomnosti stredného a vrchného badenu je z vrhu Zlaté Moravce 1 z vrtných vzoriek (B. J a n d o v á in B. G a ž a et al. 1973). Celkove sa tu prevráťalo 660 m badenu, z čoho asi 450 m pripadá na zónu aglutinancií (stredný baden) a zvyšok na zónu bolivinovo-buliminovú (vrchný baden). Vo vrtoch Vráble 1 a Mojmírovce 1 sa pod paleontologicky preukázaným spodným sarmatom (R. J i ř í č e k 1973) prevráťalo asi 100 m brakického súvrstvia s chudobnou, netypickou mikrofaunou, ktoré zaraďujeme do vrchného badenu. Vo vrte Vráble 1 je pod týmito vrstvami faunisticky sterilné súvrstvie vulkanických sedimentov v hĺbke 1880–2300 m. Prevláda v nich ryolitový a ryodacitový tufit.

Zaradenie týchto vrstiev do stredného až vrchného badenu zodpovedá schéme eruptívnych fáz M. K u t h a n a (1963). Ide o 2. ryolitovú fázu.

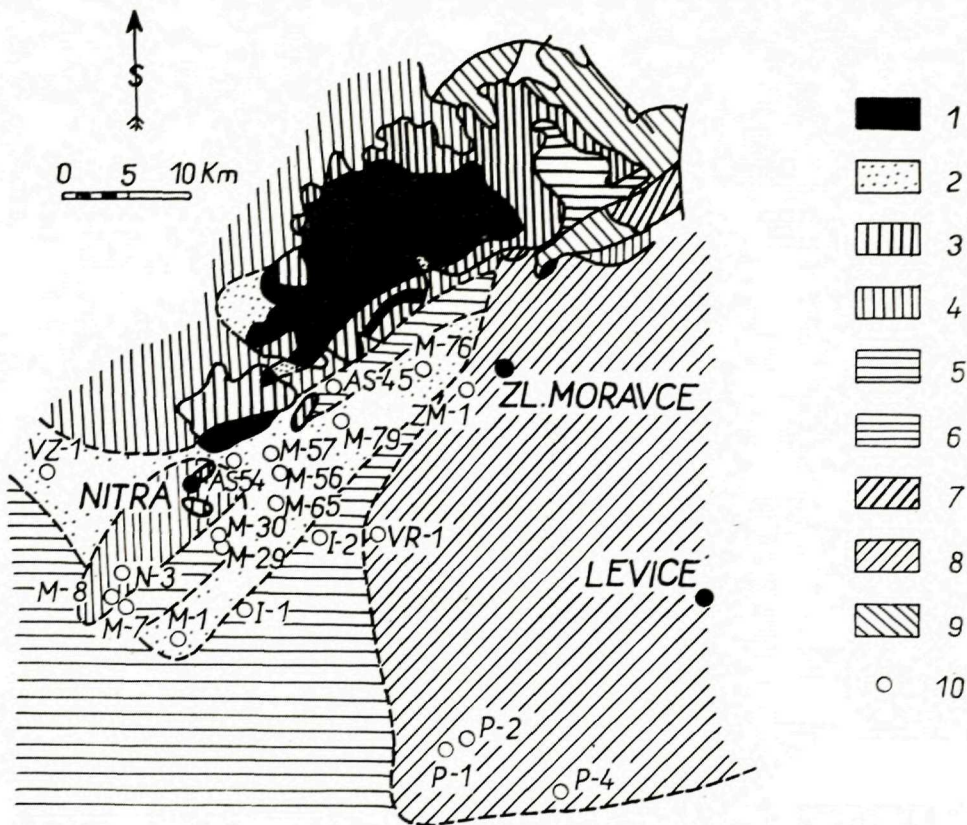
Na báze stredného badenu je vo vrte Vráble 1 vyvinutý 160 m mocný horizont klastík, svedok transgresie strednobadenského mora do nových sedimentačných priestorov. Celkove je tu baden mocný 680 m. Bližšia zonácia badenu je pre nedostatok fauny v tomto vrte nemožná. Vo vrte Zlaté Moravce 1 sa vulkanický materiál vyskytuje ako v strednom, tak aj vo vrchnom badene. Od predchádzajúceho vrhu sa vulkanický materiál v badene sčasti odlišuje, pretože ho v hojnej miere tvoria produkty bázeickejšieho vulkanizmu. M. Z á d r a p a (in B. G a ž a et al. 1973) tu určuje andezitové, ale aj zmiešané tufity, a to tam, kde kyslú zložku reprezentujú úlomky ryolitov, príp. ryodacitov.

Litologicky možno vcelku baden v zlatomoravskom zálive charakterizovať ako prevažne psamitické súvrstvie, na báze až psefitické, s prevládajúcou vulkanickou zložkou v sedimentoch, najmä v strednej časti, kde sa čisté pelity prakticky nevyskytujú. Na tvorbe sedimentov sa takmer vždy zúčastňuje psamitická vulkanická zložka. V intervale bazálnych klastík však vulkanický materiál nie je. Vo vrte Vráble 1 je 160 m mocný komplex bazálnych zlepenecov s nevýznamnými zložkami a polohami pieskovcov, najčastejšie jemne až stredne zrnitých, rytmicky sa striedajúcich s ílovcom, prípadne prachovcom. Charakteristické pre tieto zlepence je pestré zafarbenie — svetlozelenkasté, ružové, fialkasté, sivé, ako aj slabá epizonálna metamorfóza uplatňujúca sa najzreteľnejšie v jemnejšie zrnitých sedimentoch. Zlepenec sa vyznačuje nie príliš vysokým stupňom opracovania valúnikov, ktorých zrnitosť je drobná až stredná. Maximálna veľkosť valúnov je 3 cm. Materiál je rôznorodý: kremeň,

kremence, sericitické fylity, bridlice, siltovce, ílovce a pieskovce. Tmel, pôvodne ílovitý, je často výrazne usmernený.

Litologický charakter 150 m mocného komplexu na báze badenu vo vrte Zlaté Moravce 1 je odlišný. Je to jemne až stredne zrnitý vápnitý piesok s polohami vápnitého ílu a s vložkami drobnozrnných zlepcov. Prítomná je uhoľná hmota. Farba je svetlosivá a zelenkastá.

O ústupe mora a jeho splytčení koncom badenu svedčí prítomnosť brakického súvrstvia v najvyššom intervale badenu vo vrtoch Vráble 1 a Mojmirovce 1. Litologicky ho tvorí prevažne svetlosivý rozlične zrnitý vápnitý piesok



Obr. 1. Geologická mapa povrchu podložia neogénu v zlatomoravskom zálive, zostrojená na podkladoch geologickej mapy O. Fušána (1971) a naftárskych vrtv. Vysvetlivky: 1, 2 — granitoidy na povrchu a v podloží; 3, 4 — obalové série na povrchu a v podloží; 5, 6 — krýštalické bridlice na povrchu a v podloží; 7, 8 — vrchský príkrov na povrchu a v podloží; 9 — križňanský príkrov na povrchu; 10 — vrť.

Fig. 1. Geological map of the substratum of the Neogene in the Zlaté Moravce bay compiled on the basis of the map of O. F u s á n (1971) and oil drillings.

1, 2 — Granitoids at the surface and in the substratum; 3, 4 — Envelope unit at the surface and in the substratum; 5, 6 — crystalline schists at the surface and in the substratum; 7, 8 — Choč nappe at the surface and in the substratum; 9 — Krížna nappe at the surface; 10 — borehole.

až pieskovec striedajúci sa so zelenavosivým rozlične piesčitým vápnitým ílom. V hojnej miere je prítomná uhoľná hmota. Charakteristické je rýchle striedanie pelitov a psamitov v niekoľko decimetrových, ojedinele 1 až 3-metrových vrstvách.

Sarmat. V hlbších partiách zálivu pokračovala sedimentácia bez prerušenia do spodného sarmatu (ekvivalent zóny veľkých elfidií), ktorý je vyvinutý vo vrte Vráble 1 v hĺbke 1705–1780 m a vo vrte Mojmirovce 1 v hĺbke 1800–1998 m. Litologicky sa spodný a tiež stredný sarmat od brakického vrchného badenu neodlišujú.

Stredný sarmat (zóna *Elphidium hauerinum*) určil R. Jiříček (1973) vo vrte Vráble 1 v intervale 1650–1705 m. Vrchný sarmat (zóna s *Protelphidium subgranosum* Egger) je mikropaleontologicky potvrdený vo vrtoch Ivanka 1, 2 a Vráble 1.

Mocnosť sarmatu v zlatomoravskom zálive je najväčšia, aká sa doteraz zistila v celej podunajskej panve – 200 m spodného a stredného sarmatu vo vrte Mojmirovce 1 a 580 m vrchného sarmatu vo vrtoch Vráble 1 a Ivanka 2, t. j. spolu 780 m.

Charakter sedimentov vo vrchnom sarmate sa oproti spodnému sarmatu prakticky nemení, okrem bazálnych polôh, kde sa usadili enormne mocné klastiká.

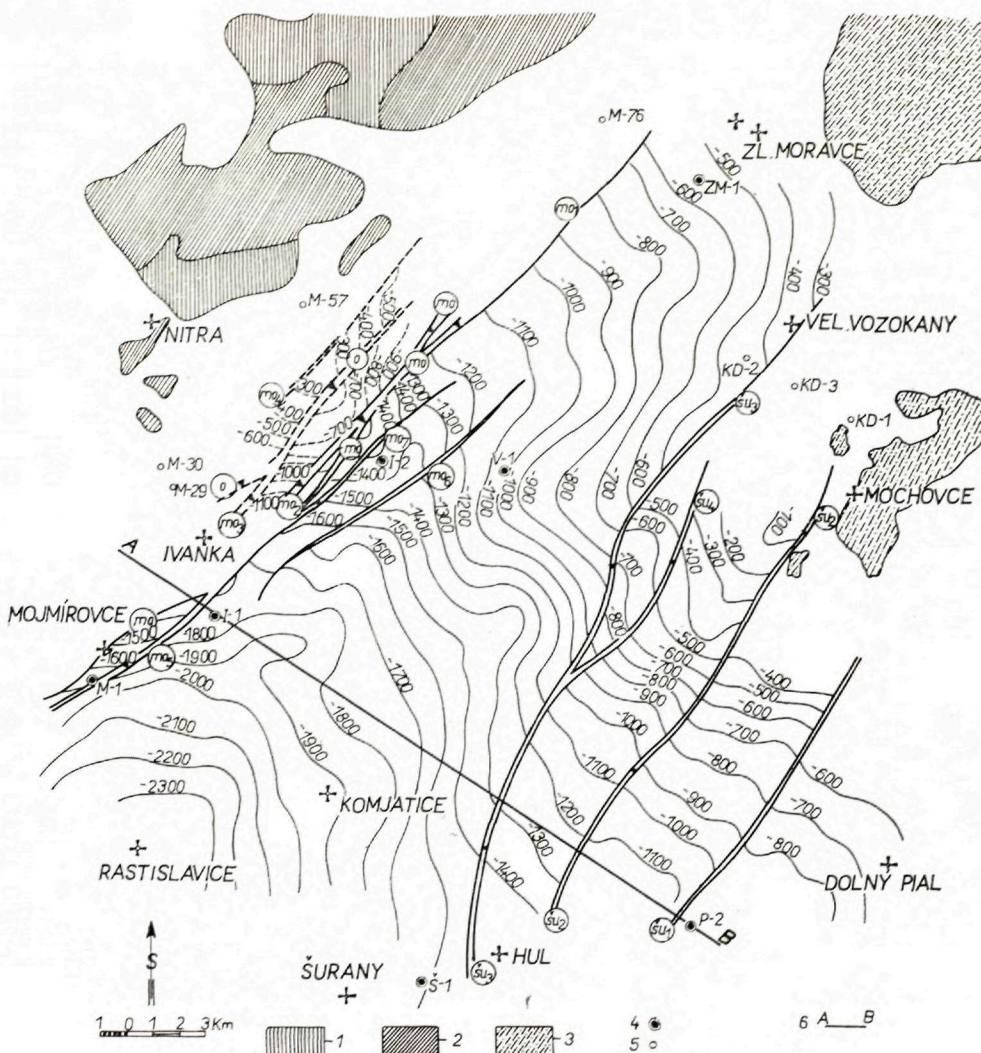
Vysladzovanie prostredia naďalej pokračuje, čo sa prejavuje na druhovom ochudobnení mikrofauny a nástupom kaspibrakických jedincov. Oscilácia vodnej hladiny v bazálnej časti vrchného sarmatu nie je taká rýchla. Je tu zjavná veľká subsidencia, najmä v okrajových častiach zálivu. Vo vrchnej časti vrchného sarmatu opäť badať rýchle striedanie pieskových a vápnito-ílovitých polôh.

Bázu *vrchného sarmatu* charakterizuje pieskový a štrkopieskový vývoj. Viac ako 300 m mocné súvrstvie spevneného piesku a štrku sa prevrátilo na báze vrchného sarmatu vo vrte Ivanka 2 v hĺbke 1775–2080 m. Vo vrtoch Ivanka 1, Mojmirovce 1 a Zlaté Moravce 1 je tento komplex mocný 200 m. Vápnitý piesok až pieskovec sú prevažne hrubšie zrnité, smerom do nadložia sa stávajú jemnozrnnjšími. Farba je svetlo- až bielosivá. V spodnej časti tohto súvrstvia je vyvinutý štrk až zlepenec s pomerne dobre opracovanými valúnmi veľkosti maximálne 6–8 cm, najčastejšie do 2 cm. Materiál je rôznorodý, netriedený: vápence, dolomity (zväčša prevládajú), slabo vápnité pieskovce, kremence, žilný kremeň, ílovce, siltovce a fylity. Vo vrte Zlaté Moravce 1 tvoria valúnový materiál prevažne paleozoické horniny. Sú to tmavé metamorfované ílovce, sivé kremence, chloritizovaná žula, červená živcová droba, svetlozelené kremence a muskovitický granodiorit.

Panón je známy z celého spracovaného územia s výnimkou priestoru severozápadne od obce Svätoplukovo, kde súvrstvie pestrých pelitov dáku leží priamo na mezozoiku.

Pre panónske sedimenty je charakteristický silne piesčitý vývoj. V najvyššej časti panónu, resp. v ponte, je zastúpený svetlozelenosivý vápnitý íl, žltohnedo škvrnitý, obsahujúci zuhoľnatené zvyšky rastlín, nižšie potom svetlosivý až sivý silne piesčitý slienitý íl s hojným obsahom lignitu alebo zemitého hnedého uhlia. Časté sú vložky tmavohnedosivého až čierneho uhoľného ílu. Sú to tiež časté 1–2 m mocné polohy piesku a pieskovca, ktoré miestami dosahujú mocnosť až 25 m. Toto súvrstvie sa zaraďuje do pontu, do tzv. uhoľnej série, ktorá

zaberá časť zóny E a zónu F bývalého vrchného panónu. Zóna E je v opisovanej oblasti v pestrom vývoji a od pontu sa v týchto podmienkach nedá oddeliť. V typickom sivom vývoji sa zistil stredný panón (zóna D) a vrchná časť spodného panónu (zóna C). Tvorí ich svetlosivý a sivý, miestami aj



Obr. 2. Štruktúrna mapa na bázu panónu. Okraj panvy:

1 kryštalinikum, 2 — mezozoikum, 3 — neovulkanity, 4 — hlboký vrt, 5 — plytký štruktúrny vrt, 6 — priebeh geologického rezu.

Fig. 2. Structural map of the base of the Pannonian. Margin of the basin:

1 — Crystalline complex, 2 — Mesozoic, 3 — neovolcanic rocks. 4 — deep borehole, 5 — shallow structural borehole, 6 — course of geological section.

zelenkastý slabo piesčitý il, ktorý je pri báze silnejšie piesčitý. Miestami prechádza do niekoľko desiatok metrov mocných polôh hrubozrnného piesku a štrku. Hlboké vrty prevrtali aj najnižšiu časť spodného panónu, zónu B a A. Litologicky tvoria zónu B sivé pelity, zatiaľ čo sa zóna A viaže na niekoľko-metrový interval bazálneho piesku. Podrobné zónovanie panónu podľa mikrofauuny tu urobil R. Jiříček (1973).

Mocnosť panónu sa zmenšuje smerom z centrálnej depresie zálivu k jeho okrajom. Maximálna mocnosť včítane pontu sa zistila vo vrte Ivanka 1, a to 1300 m. V oblasti centrálnej depresie sa dá predpokladať okolo 1500 m panónu.

Vodný režim z obdobia ukladania panónskych sedimentov sa charakterizuje ako kaspibrakický. Smerom do nadložia je evidentné postupné znižovanie salinity, čo je viditeľné aj z rozborov vrstvovej vody v hlbinných vrtoch. Záliv sa počas vrchného panónu a v ponte menil na výbežok sladkovodného jazera, v ktorom sa usadilo pomerne mocné súvrstvie pestrých jazerných sedimentov aj v nasledujúcom období, v dáku.

Dák je vyvinutý v celej skúmanej oblasti a tvoria ho striedajúce sa polohy svetlozelenosivého vápniteho ilu a rozlične piesčitého ilu, ktorý je hrdzavo a žltohnedo škvrnitý. Častejšie sa vyskytujú aj polohy jemnozrnného vápniteho piesku s mocnosťou 5–10 m, ktorý je litologicky dosť nestály. Ojedinele sú v piesčito-ílovitých polohách aj vložky uhoľného ilu, lignitu alebo zemitého hnedého uhlia.

Oblasť maximálnej mocnosti dáku sa prakticky zhoduje s panónom (v území poklesnutých krýh popri mojmirovských zlomoch pri západnom okraji zálivu sa prevráťalo 600–700 m dáku).

Hranica pont — dák sa podľa mikrofauuny určovala ťažko, pretože zámena kaspibrakických fáun za limnické sa odohrala už v priebehu sedimentácie uhoľnej série. Preto je hranica nepresná a na jej určenie sa použili hlavne litologické a karotážne koreláty.

Ruman. V priestore obcí Dolné Krškany — Ivanka pri Nitre — Čechynce zistili stredne hlboké vrty v nadloží pestrých vrstiev piesčito-ílovitý štrk so sporadickými vložkami piesku alebo piesčitého ilu. Mocnosť tohto súvrstvia sa pohybovala od 30 do 50 m. Valúny štrku sú väčšinou netriedené a bližšie k okraju panvy (pri Dolných Krškanoch) sú väčšie a menej opracované ako v oblastiach vzdialenejších od okraja. Na základe mapovacích prác zaradila E. Brestenská (in M. Kuthan et al. 1963) analogický štrk na okrajoch do lewantu (teraz ruman).

Kvartér

Pri naftárskych vrtoch sa najmladšiemu prevrtanému súvrstviu do hĺbky 20–30 m pod povrchom venuje veľmi malá pozornosť. Len pri stredne hlbokých štruktúrnych vrtoch sa v počiatočnej fáze hĺbenia vrtu, keď sa robí priamym výplachom, berú vzorky z výplachu na orientačný opis litológie kvartéru. Na základe získaných podkladov sa dospelo k záveru, že kvartér v severovýchodnej časti skúmaného územia je tvorený odhora dole prevažne hnedosivou až tmavohnedosivou piesčitou ornitou a žltohnedou humusovou hlinou až piesčitou sprašou, prechádzajúcou do častých polôh žltkastého jem-

nozrného piesku. Mocnosť kvartéru je vzhľadom na pomerne členitý terén rozdielna a nerovnomerná. Pohybuje sa od 5 do 20 m.

V juhovýchodnej časti územia zastupuje kvartérne uloženiny spraš, piesok a miestami aj štrk. Pokryv spraše dosahuje často pomerne veľkú mocnosť, až 30 m.

Tektonické pomery

Severné výbežky podunajskej panvy majú tvar priekopových prepadlín. Terajší tektonický ráz im vtisli mladotrefohorné pohyby v regióne karpatského oblúka, keď sa úplne alebo sčasti zasedimentované pásmové pohoria vynárali a neogénne sedimenty na ich svahoch poklesávali schodkovite v úzkych pozdĺžne pretiahnutých kryhách. Kryhy sú vymedzené systémami zlomov regionálne karpatského, t. j. juhozápadno-juhovýchodného smeru, sú uklonené na západných svahoch na juhovýchod a na východných svahoch na severozápad. Zlomy s väčšou výškou skoku sú často sprevádzané menšími protiklonnými zlomami, ktoré vznikli v dôsledku vyrovnávacích pohybov pri nerovnováhe niektorých kryh.

Zlomy prebiehajúce po severozápadnom okraji zlatomoravského zálivu boli pomenované mojmirovské a na juhovýchodnom okraji šurianske (M. Dlačbač — Z. Adam 1959).

Mojmirovský poruchový systém je pomerne zložitý. Rozvetvuje sa na rad zlomov, ktoré často neprebiehajú paralelne, ale sa od hlavného zlomu odštiepujú, vzájomne sa na seba napájajú a niektoré v ďalšom priebehu vyznievajú. Oproti hlavnému systému sa protiklonné na severozápad uklonené zlomy zistili stredne hlbokými vrtmi v priestore medzi Zlatými Moravcami a Dolnými Obdokovcami. Porušujú len najmladšie súvrstvia — dák, pont a najvyššiu časť panónu; do väčšej hĺbky nepokračujú a na hlavných poruchových liniách väčšinou zanikajú. Majú výšku skoro okolo 100 m. Protiklonný zlom s výškou skoku 100 m interpretovala seizmika na báze panónu v priestore medzi vrtmi Ivanka 2 a Vráble 1 v dĺžke asi 13 km.

Všetky zlomy mojmirovského systému sa dajú veľmi dobre sledovať v priečnych rezoch seizmických profilov. Výrazne sa prejavujú najmä na profiloch z oblastí, kde sa pod neogénom nachádza kryštalinikum, ktorého povrch je výrazným seizmickým rozhraním.

Spomedzi mojmirovských zlomov sa najvýraznejšie prejavuje zlom s indeom mo_0 , ktorý bol určený ako hlavný. Zistili ho vrty a seizmika v dĺžke okolo 23 km. Výška jeho skoku narastá na úrovni povrchu podložia neogénu z 300 m na juhozápade až na 850 m v priestore severne od Golianova. Smerom do mladších súvrství sa výška skoku znižuje tak ako pri všetkých ostatných zlomoch. Na báze panónu je maximálna výška skoku 700 m a v dáku 120 m. Z ostatných zlomov mojmirovského systému dosahujú väčšiu výšku skoku zlomy mo_2 (250 m) a mo_3 (300 m).

Zo šurianskeho systému sa interpretovali štyri zlomy. Juhovýchodné ohraňenie centrálnej depresie zálivu tvorí zlom $šu_3$, zistený od vrtu Šurany 1 až po Veľké Vozokany v dĺžke 30 km. Výška jeho skoku na úrovni povrchu podložia sa pohybuje okolo 100–150 m. K nemu sa pripája východnejší $šu_4$. Východne od obcí Veľká Maňa a Čifáre prebieha zlom $šu_2$, ktorý má na juhu výšku skoku 350 m. Smerom na sever sa amplitúda znižuje až na 200 m. Naj-

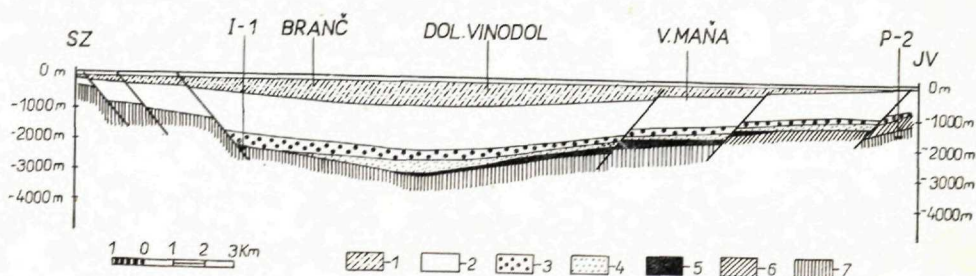
východnejší zlom šu, smeruje z priestoru západne od obce Beša po Horný Ďur. Má priemernú výšku skoku 100 m.

Pokles západnej časti priekopovej prepadliny zlatomoravského zálivu je prudší ako na východe. Skoky mojmirovských zlomov sú podstatne väčšie a zlomy sú nahustené na pomerne úzkom území. Záliv tak dostáva asymetrický tvar s najhlbšími partiami pri západnom okraji. Pozdĺž mojmirovských zlomov poklesávalo územie veľmi intenzívne najmä v sarmate a v spodnom panóne, keď sa usadili pomerne veľmi mocné súvrstvia. Je pravdepodobné, že zlomové ohraničenie sedimentačného priestoru na západnom okraji zálivu existovalo už v badene, ale činnosť zlomu počas badenu stagnovala. Tektonické oživenie poklesov nastalo v spodnom sarmate a maximálnu intenzitu dosiahlo vo vrchnom sarmate a spodnom panóne.

Výsledky poklesovej činnosti v sarmate a v spodnom panóne možno pozorovať aj v ostatných severných výbežkoch podunajskej panvy. V trnavskom zálive je najlepší príklad z oblasti Suchej nad Parnou, kde sú pri vištuckom zlome viac ako dvojnásobné rozdiely v mocnosti sarmatu. V topoľčianskom zálive pri hlavnom majcichovskom zlome v priestore vrtov Sereď narastá v poklesnutých kryhách mocnosť panónu 3–4-násobne. Ešte výraznejšie poklesy sú v priestore Ripnian, kde v tesnej blízkosti západného okraja zálivu má sarmat a panón mocnosť 2350 m.

Je pozoruhodné, že veľké poklesy sú na západných okrajoch zálivov, zatiaľ čo na východných okrajoch je poklesávanie pozvoľnejšie, skoky zlomov sú menšie a zlomy sú rozložené na väčšom priestore. To vytvára dojem, akoby bola zlomová činnosť odrazom oživených pohybov niekoľkých veľkých blokov predneogénneho podložja, ktoré vynárajú svoje východné hrany (Malé Karpaty, Považský Inovec, Trábeč) a ponárajú západné hrany v hlbokých depresiách centrálnych častí zálivov.

Mojmirovský zlom je porucha starého založenia, majúca pôvod na styku tektonických jednotiek v podložji, ktorá obnovila v neogéne svoju činnosť. Prebieha približne v priestore, kde kladieme hranicu styku granitoidov jadra Trábeča a mezozoika jednotiek hronského synklinória.



Obr. 3. Geologický rez A—B cez vrty Ivanka 1 a Pozba 2.

1 — dák, 2 — panón, 3 — sarmat, 4 — baden, 5 — neovulkanity, 6 — mezozoikum, 7 — kryštalinikum.

Fig. 3. Geological section A—B through the Ivanka 1 and Pozba 2 boreholes.

1 — Dacian, 2 — Pannonian, 3 — Sarmatian, 4 — Badenian, 5 — neovolcanic rocks, 6 — Mesozoic, 7 — crystalline complex.

Poruchové pásmo na východnom úbočí Tríbeča pokladali už starší autori (V. Scheffer, K. Kontás, E. Vadasz, L. Körössy in T. Buday — V. Špička, 1967) za pokračovanie rábskej línie, ktorá v maďarskej časti podunajskej panvy predstavuje rozhranie medzi kryštalinikom a paleozoikom na severozápade a mezozoikom na juhovýchode. T. Buday — V. Špička (1967) kladú do priestoru mojmirovského zlomu hranicu medzi obalovými jednotkami Tríbeča a jednotkami hronského synklinória. O. Fusán et al. (1971) na základe spracovania gravimetrických meraní interpretujú v oblasti mojmirovského zlomového systému poruchu starého založenia, ktorá v juhozápadnom pokračovaní naberá smer rábskej línie.

Ludínska línia, ktorú interpretujú T. Buday — V. Špička (1967) v južnej časti skúmaného územia v podloží neogénu ako starú poruchu severozápadného — juhovýchodného smeru, sa na seizmických materiáloch neprejavila.

Reliéf predneogénneho podložia je na opisovanom území pomerne členitý. Poruchové systémy ho rozdeľujú na rozsiahle územie centrálnej depresie a rad vyšších kryh pri jeho okrajoch. Najväčšia hĺbka bola zistená v priestore obce Rastislavice, a to 3700 m. Ďalšie depresné pásmo s najhlbšou hodnotou 2550 m je na severovýchode medzi obcami Paňa a Klasov. Je pretiahnutá severovýchodným smerom na Veľké Vozokany.

Výrazné elevačné pásma pretiahnuté smerom severozápad — juhovýchod sa zistili na západnom okraji zálivu pri Ivanke a Golianove, menej výrazné pásmo sa interpretuje na východnom okraji zálivu pri Mojzesove. Zlomové systémy rozčleňujú tieto pásma na viacero poloklenbových elevácií.

Nerovnosť reliéfu podložia sa odráža aj vo vrstvovej tektonike neogénnej výplne. Neogénne vrstvy generálne stúpajú z depresii k okrajom, t. j. na západ, východ a sever. Na morfológických chrbtoch v priestore Golianova a Ivanky sa elevačné prehnutia prejavujú v sarmate a na báze panónu, pri Golianove dokonca až v dáku. Na východnom okraji zálivu sú morfológické nerovnosti zahladené už na báze panónu. Pri postupnej transgresii neogénnych súvrství sedimenty zarovnávali podložné nerovnosti, pričom pohyby po zlomoch postupne ustávali.

Úklon vrstiev podľa vrtných vzoriek sa pohybuje v strednom badene (v súvrství vulkanických sedimentov na vrte Vráble 1) v hodnotách 20–30°. Vo vrchnom badene až sarmate na vrtoch v oblasti mojmirovských zlomov boli namerané hodnoty 10–15°, v panóne 5–8° a v dáku okolo 2–3°.

Geologické poznatky o ložiskách nafty

V zlatomoravskom zálive nie sú na vznik uhľovodíkov priaznivé podmienky. V neogéne sa nezistila dostatočná mocnosť materských hornín. Čisté pelity v badene a v sarmate sa na litologickom profile zúčastňujú v nepodstatnej miere. Panón a mladšie stupne sa všeobecne nepokladajú za materské a vzhľadom na ich litológiu to v zlatomoravskom zálive treba akceptovať.

Napriek tomu sa však akumulácie uhľovodíkov v skúmanej oblasti po štruktúrnych vrtoch dali predpokladať a neskôr sa aj dokázali.

Kvalita vrstvovej vody získanej pri čerpaniach skúškach svedčí o tom, že do celej oblasti migrovala voda zo susedných území, že voda zo starších súvrství ovplyvnila zloženie vody v mladších súvrstviach. Z tab. 2, ktorá obsahuje

Stratigrafia hlbokých vrtov v zlatomoravskom zálive

Tab. 1

Vrt	D á k	Pont		P a n ó n		S a r m a t		B a d e n		Podložie panvy
		vrchný	stredný	spodný	vrchný	stredný	spodný	stredný	vrchný	
Vráble 1	-110 m	-860 m	-780 m	-1165 m	-1645 m	-1705 m	-1780 m	-1190 m	-2460 m	-2572 m meozoikum
Zlaté Moravce 1	—	-305 m	-450 m	-735 m	-930 m	—	—	—	—	-2095 m
Mojmírovce 1	-770 m	-1050 m	-1195 m	-1625 m	-1800 m	-1998 m	-1998 m	-2099 m	-1590 m	perm + karb. -2129,1 m
Ivanka 1	-620 m	-970 m	-1085 m	-1900 m	-2350 m	—	—	—	—	kryšt. -2395 m
Ivanka 2	-395 m	-730 m	-840 m	-1500 m	-2078 m	—	—	—	—	kryšt. -2150 m

hodnoty mineralizácie vrstvovej vody, vidieť, že voda všetkých stratigrafických stupňov je až dvakrát viac mineralizovaná ako prostredie, v ktorom sa ukládali sedimenty. Z toho vychádza, že migračné cesty z oblasti, kde sa dajú predpokladať materské horniny, boli otvorené. Kvalita plynu rozpusteného vo vode svedčila o migrácii uhľovodíkových plynov, pričom priaznivým zistením bolo, že vysoké percento uhľovodíkov bolo aj v spodnom panóne pri západnom okraji zálivu. Preukázal sa tým tesniaci charakter mojmirovského zlomového systému a otázka prítomnosti akumulácií uhľovodíkov bola len otázkou prítomnosti vhodných pascí.

Podmienky na vznik pascí sa hodnotili predovšetkým na základe poznatkov o tektonickej stavbe územia. Akumulácie viažúce sa na reliéf podložia neogénu sú vylúčené, pretože elevácie v tvare uzavretých antiklinál sme v zlatomoravskom zálive nezistili. Na riešenie problému existencie akumulácií uhľovodíkov viažúcich sa na vnútornú stavbu podloží jednotiek je síce veľmi málo podkladov, avšak niektoré súčasné údaje veľkú časť územia z perspektív už vylučujú. Tak napr. podložie v západnej časti zálivu budované granitoidmi nemá kolektory. Ďalej sa v mezozoiku juhovýchodnej časti územia zistil vo vode plyn s nízkym obsahom uhľovodíkov — prevažne CO₂ (vrty Vráble 1, Pozba 1, 2). Voda naftového typu získaná z vrtu Zlaté Moravce 1 z permu a karbónu by síce mohla ukazovať na určitú nádejnosť týchto súvrství, avšak jej kvalita svedčí skôr o bočnej migrácii z badenu. Prípadné akumulácie by bolo možno spájať len s pásmom styku súvrství s neogénom.

Na akumulácie v neogéne sú vhodné podmienky najmä v oblasti elevačných pásiem ivanského a golianskeho na západnej strane zálivu napriek tomu, že

Stratigr. stupeň	Hĺbka vrstvy m	Vrt	Celková mineralizácia mg/l	Obsah chloridov mg/l
Karbón	1750,0—2095,0 1693,0—1697,0	Zl. Moravce 1 „	50 160,1 51 925,4	29 919,8 31 266,9
Perm	1594,0—1616,0	„	44 495,1	26 020,0
Trias	2537,0—2572,0 2526,0—2550,5 2481,0—2493,0	Vráble 1 „ „	71 786,6 82 226,9 56 959,9	40 058,5 46 510,0 32 507,7
Stred. baden	2105,0—2115,0 1442,5—1447,0 1363,5—1374,0	„ Zl. Moravce 1 „	39 382,4 25 565,2 44 391,7	22 688,0 14 534,5 26 126,7
Spod. sarmat	1598,0—1608,0	Vráble 1	65 000,6	38 995,0
Vrch. sarmat	2184,0—2195,0 2150,0—2153,0 1981,0—1985,0 1879,0—2150,0 1840,0—1850,0 1803,0—1807,0 1655,0—1670,0 1632,0—1637,5	Ivanka 1 „ Mojmírovce 1 Ivanka 2 „ Mojmírovce 1 „ „	37 566,6 31 171,7 24 281,1 28 197,7 27 675,4 27 294,0 23 137,0 24 236,4	21 199,1 17 725,0 11 961,2 13 300,0 10 776,8 13 754,6 11 769,4 12 513,9
Spod. panón	1779,0—1785,5 1518,5—1531,5 1425,0—1452,0 1228,0—1240,0 1194,0—1197,0 1064,0—1081,0	Ivanka 1 Mojmírovce 1 Ivanka 1 Ivanka 2 „ „	18 465,2 18 914,8 4 857,3 5 409,7 5 634,3 5 788,3	9 926,0 10 422,3 1 914,3 2 658,8 2 836,0 2 658,7

Chemické rozbory sa robili v laboratóriu MND, n. p., v Hodoníne.

tu nie je rozšírený baden, ktorý sa na uhľovodíky zdá najnádejnejší. Elevačné vyklenutia pokračujúce do sarmatu a spodného panónu a veľké skoky mojmírovských zlomov, ako aj skutočnosť, že podloží neogénu sú nepriepustné granitoidy, ktoré môžu utesniť sarmatský a panónsky piesok aj pri súklonných zlomoch, kladú oblasť západného okraja z hľadiska perspektív pred oblasť východného okraja zálivu. Tu sú naopak nevýrazné poloklenby v badene, ktoré vo vyšších súvrstviach zanikajú. Malé skoky šurianských zlomov a mezozoikum v podloží nezaručujú tesnenie hlavného horizontu na báze badenu. Okrem toho je ten nepriaznivo vyvinutý litologicky, pretože obsahuje veľa tufitických sedimentov, ktoré nemajú dobré kolektorské vlastnosti. Možná je však prítomnosť litologicky ohraničených pascí.

Ďalším faktorom hovoriacim v prospech západného okraja zálivu je prítomnosť protiklonných zlomov. 90 % pozitívnych štruktúr v Podunajskej nížine sa totiž viaže na protiklonné zlomy. Pri nich môže skôr dôjsť k utesneniu najvyšších partií mocnejšieho piesčitého intervalu, v ktorého nadloží sú vyvinuté

pelity. Aj menší pokles stačí na to, aby sa v susednej kryhe časť piesku dostala do styku s pelitmi a utesnila sa. Vo vrte Ivanka 2 sa plynové horizonty nachádzajú vo vrchnej časti piesčitého komplexu na báze vrchného sarmatu v hĺbke 1718–1850 m. Pri postupnom otváraní jednotlivých pieskov (dovedna 8 horizontov) sa ani v jednom prípade neprejavila ložisková voda. Celý interval teda možno pokladať za plynonosný. Na jeho utesnenie bol potrebný pokles minimálne 135 m v prípade, ak by bolo išlo o protiklonný zlom a 400 m, ak by sa bola akumulácia viazala na súklonný zlom. Obidve alternatívy sú možné a riešenie prinesie ďalší prieskum.

Dôležitým poznatkom z hľadiska uhľovodíkov v zlatomoravskom zálive je, že sa tu prítomnosť ropy, rovnako ako na ostatnom území Podunajskej nížiny ani v stopách nezistila a že sa teda aj naďalej očakávajú len akumulácie zemného plynu. Ten bude pravdepodobne v súvrstviach mladších ako stredný baden znehodnocovať prítomnosť neuhľovodíkových plynov, pretože vo vrte Ivanka 2 obsahoval v priemere len 50 $\frac{0}{0}$ metánu.

Záver

Doterajší prieskum na uhľovodíky v zlatomoravskom zálive priniesol kladné výsledky tým, že sa objavilo ložisko zemného plynu. Vo veľkej miere pomohol lepšie poznať geologické pomery oblasti, spresniť staršie náhľady všeobecnej a naftovej geológie a poskytol mnohé nové údaje a poznatky.

Viacere použité prieskumné disciplíny sa vhodne dopĺňali a postupne získané poznatky potvrdzovali reálnosť starších interpretácií. Správnosť interpretácie gravimetrických meraní potvrdila reflexná seizmika, prítomnosť neovulkanitov a ich rozšírenie interpretované zhruba z magnetometrických meraní potvrdili vrty práve tak ako hlavné tektonické línie, zachytené miestami geoelektrickými meraniami, ako aj reliéf podložia interpretovaný touto metódou a tiež reflexnou seizmikou.

Vrty tiež potvrdili a spresnili priebeh tektonických línií a stratigrafických rozhraní, ktoré boli interpretované zo seizmických materiálov.

Mnohé otázky geologickej stavby i vo vzťahu k naftovej geológii zostávajú však nevyriešené. Pretože ide o oblasť nádejnú na uhľovodíky, bude sa vo vrtnom prieskume pokračovať, a mnohé problémy sa vyriešia. Vrtná činnosť sa zameria predovšetkým na najbližšie okolie pozitívneho vrtu a ďalej na ostatné štruktúry v oblasti mojmirovských zlomov.

Doručené 23. 10. 1974
Odporúčila E. Brestenská

LITERATÚRA

- ✓ Beinhauerová, M. 1972: Komplexní interpretace geofyzikálních měření v kom-jatické depresi. Manuskript — Geofond, Bratislava, 95 s.
- ✓ Běhounek, R. 1952: Tíhové isonómy Malé dunajské nížiny a oblastí přilehlých. Ústř. ústav geol., 19, s. 273–284.

- Brestenská, E. 1964: Základný geologický výskum pliocénu a vrchného miocénu sv. časti Podunajskej nížiny. Spr. geol. v r. 1963 — Slovensko, Bratislava, 2, s. 140—142.
- Buday, T. — Špička, V. 1967: Vliv podloží na stavbu a vývoj mezihorských depresí se zřetelom k poměrům v Podunajské pánvi. Zbor. geol. vied, rad ZK, 7, s. 153—187.
- Dlabač, M. — Adam, Z. 1959: Geologická interpretace reflexněseizmického měření v Malé dunajské nížině, tektonické členění a rozbor struktur. Manuskript — Geofond, Bratislava, 473 s.
- Fusán, O. — Ibrmajer, J. — Plančár, J. — Slávik, J. — Smíšek, M. 1971: Geologická stavba podložia zakrytých oblastí južnej časti vnútorných západných Karpát. Zbor. geol. vied, rad ZK, 15, 173 s.
- Gaža, B. — Beinhauerová, M. — Čermák, D. 1973: Vyhľadávací prieskum v komjatickej depresii. [Záverečná správa.] Manuskript — Geofond, Bratislava, 86 s.
- Hašek, V. — Paulík, J. — Vejrostová, M. 1964: Přehodnocení geofyzikálních materiálů v Podunajské nížině — oblast Pozba. Manuskript — Geofond, Bratislava, 55 s.
- Hašek, V. 1967: Zpráva o geoelektrickém měření v Podunajské nížině — oblast topolčanský záliv. Manuskript — Geofond, Bratislava, 43 s.
- Ibrmajer, J. — Mottlová, L. 1960: Zhodnocení gravimetrických a magnetických materiálů MDN. Manuskript — Geofond, Bratislava, 111 s.
- Jiříček, R. 1973: Biostratigrafia pliocénu komjatickej depresie. Manuskript — Geofond, Bratislava, 21 s.
- Klašková, E. — Odstrčil, J. — Paulík, J. 1968: Detailní tíhový průzkum komjatické deprese v roku 1967. Manuskript — Geofond, Bratislava, 21 s.
- Kuthan, M. 1963: Tectonic Deformations of the Central Slovakia Neovulkanics Region and the Relations Between the Volcanism and Tectonics. Geol. práce, Spr. 28 (Bratislava), s. 52—30.
- Kuthan, M. — Biely, A. — Brestenská, E. — Krist, E. — Kulman, E. 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape 1:200 000, M-34-XXXI Nitra, Geofond, redakcia Bratislava, 170 s.
- Man, O. 1962: Magnetický průzkum v Malé dunajské nížině v roku 1961. Manuskript — Geofond, Bratislava, 44 s.
- Müller, K. 1958: Regionální magnetický průzkum a tektonická stavba Malé dunajské nížiny a oblastí přilehnutých. Manuskript — archiv Geofyziky, Brno, 55 s.
- Pavličková, L. 1963: Zpráva o komplexním zpracování geoelektrických měření v Podunajské nížině. Manuskript — Geofond, Bratislava, 26 s.

ON THE GEOLOGY OF THE ZLATÉ MORAVCE BAY (DANUBE BASIN)

BEDRICH GAŽA — MILENA BEINHAUEROVÁ

The Zlaté Moravce bay is a northeastern extension of the Danube Basin between the Tribeč mountain range on the W and the Pohronský Inovec Mts. on the E. In the central part of the bay prospecting for bitumen means of geophysics and drillings has been carried out. Systematic explorations started in 1966. The entire region under consideration has been covered by both regional and detail geomagnetic and gravimetric surveys (total length of profiles 450 km). Moreover, a 15 km-long refraction profile and a smaller volume of geoelectrical measurements have been carried out. Altogether 86 shallow wells up to the depth of 600 m and 5 deep wells, maximum depth 2,572 m have been drilled.

These works provided additional knowledge of the geological and petroleum-geological conditions in this region.

Contrary to the previous assumptions (T. Buday — V. Špička 1967, O. Fusán et al. 1971) it has been ascertained that on the eastern slope of Tríbeč the Mesozoic is far less distributed. The slope is build up for the most part of granites extending here in a narrow belt from the western side of Tríbeč, from Mojmirovce to Zlaté Moravce, where they submerge under the units of the Hron synclinorium. On the NW the granitoids are bordered by a belt of metamorphic rocks which are also distributed on the S and SE. The Mesozoic which in the area of Tríbeč belongs to the Envelope units, forms beneath the Neogene only a narrow belt directly at the western border of the bay and/or in the southern termination of the submerged slope of Tríbeč.

The western boundary of the Hron synclinorium units has been established by the Vráble 1 borehole, which from the depth of 2,460 m penetrated the Upper Triassic of the Choč nappe or higher nappes, and by the Zlaté Moravce 1 borehole which beneath the Neogene, from the depth of 1,590 m penetrated the Permian and Carboniferous presumably also belonging to the Choč unit. The distribution of the underlying units in the Zlaté Moravce bay is shown on fig. 1.

The deposition of rocks of the Neogene filling of the Zlaté Moravce bay lasted from the Middle Badenian through the Sarmatian, Pannonian, Pontian, Dacian, Rumanian until the Quaternary. Results of seismic explorations and borehole data indicate a gradual transgression of the Neogene into the region of the bay.

The Middle and Upper Badenian occurs in the deepest parts of the bay towards the east. It has not been determined in the area of the Mojmirovce block at the western border of the bay. As its sediments abound in the volcanic component, a fact characteristically apparent on the seismic material, its distribution may also be interpreted on the basis of the seismic measurements. The Badenian has been drilled up to 680 m maximum thickness, of which 450 m belong to the Middle Badenian and the rest to Upper Badenian formations. The Badenian is characteristically represented by a 160 m-thick complex of basal clastics and numerous tuffaceous layers in the central part of the formation.

The regression and shallowing of the sea at the close of the Badenian is indicated by the presence of a brackish complex in the uppermost Badenian interval in the Vráble 1 and Mojmirovce 1 boreholes. In the deeper parts of the bay deposition continued without interruption until the Lower Sarmatian, which has been determined in the Mojmirovce 1 and Vráble 1 boreholes. The Middle Sarmatian has been evidenced micropalaeontologically in the Vráble 1 borehole. The Upper Sarmatian has been ascertained in the Vráble 1 and Ivanka 1 and 2 boreholes. The total thickness of the Sarmatian penetrated is 780 m, which represents the maximum thickness of this complex in the entire Danube basin. The Sarmatian is a pronouncedly sandy formation. Remarkable are the 200 to 300 m-thick strata of clastics at the base of the Upper Sarmatian.

The Pannonian and Pontian cannot be separated (differentiated) in this region. The lithologically uniform and faunistically impoverished Variegated Beds of the Upper Pannonian Zone E passe into the coal series — Zone F

presently ranged to the Pontian. The Pannonian has a strongly sandy development. Its maximum thickness 1,300 m has been established in the Ivanka 1 borehole. Detailed zoning of the Pannonian in this region has been made by R. Jiříček (1973) on the basis of microfauna. In the shallow boreholes, he has established the Middle Pannonian — Zone D and the Lower Pannonian — Zone C. In the deep boreholes, even Zones B and A have been determined.

During the Upper Pannonian and Pontian the bay gradually changed into a salient of a freshwater lake, in which a 600 to 700 m-thick formation of variegated lacustrine sediments were laid down also in the subsequent Dacian period.

On the basis of shallow drillings it has been ascertained that in the area of Dolné Krškany — Ivanka — Čechynce the Dacian is overlain by sandy-clayey gravel with intercalations of sand and sandy clay of 30 to 50 m thickness, which are ranged to the Rumanian.

The Quaternary in the region studied has been penetrated to a depth of 5 to 20 m. It mostly consists of sandy topsoil or humus loam up to sandy loess, which frequently passes into yellowish sand.

Tectonically the Zlaté Moravce bay has the shape of a graben bounded on the NW by the system of the Mojmirovce faults and on the SE by the system of Šuriany faults. The Mojmirovce faults of a SE dip, are frequently accompanied by antithetic faults. These faults usually do not extend into the deeper Neogene, but they terminate on the main faults. The throw of the main Mojmirovce fault is 300 to 850 m, the others do not exceed 300 m. In the direction of the younger formations the throw diminish. Many faults die out in the Upper Pliocene. In the Šuriany system four faults with the maximum throws of 350 m, on the average 100, have been interpreted.

The subsidence of the western part of the Zlaté Moravce bay is more pronounced than in the east. The Mojmirovce faults have appreciably larger throws and they are crowded in a relatively narrow area. The bay thus acquires an asymmetrical shape with the deepest parts at the western border. The subsidences are especially pronounced in the Sarmatian and the Lower Pannonian, during the Badenian the activity of the faults stagnated even though the western border of the bay was already bounded by faults. The Mojmirovce fault was initiated in a very early period at the contact of the granitoids of the Trábeč core with the Mesozoic of the Hron synclinalorium. Presumably it is a continuation of the Ráb line.

The relief of the Neogene substratum is relatively dissected. The maximum repression of 3,700 m has been determined near Rastislavice. Another depression belt with the maximum value of 2,550 m occurs between the villages of Paňa and Klasov and extends NE towards Velké Vozokany. Conspicuous elevation belts have been mainly ascertained at the western border of the bay near Ivanka and Golianov. The unevennesses in the relief of the substratum are also reflected in the bedding tectonics of the Neogene. Generally the Neogene strata rise from the depressions towards their borders. The bending of the strata over the morphological elevations of the substratum near Golianov and Ivanka is not manifested before the Dacian. The fault system dissects the elevation belt into several semiarched elevations.

The conditions for the origin of hydrocarbons are not favourable in the

Zlaté Moravce bay. Source rocks of adequate thickness have not been determined in the Neogene. The quality of stratal waters (table 2) indicates that water and hydrocarbons migrated from adjacent areas into the region in question. The composition of water of the Sarmatian and Pannonian is here affected by water from older Neogene formations. The sealing character of the Mojmirovce fault system and favourable conditions for the accumulation of hydrocarbons in the Neogene, in particular at the western border of the bay, have been demonstrated. A gas-bearing structure in which the upper part of Sarmatian basal clastics is positive, has been ascertained by the Ivanka 2 borehole near Golianovo.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

M. Kaličiak — R. Ďuďa — P. Burda — E. Kaličiaková: **Vulkanizmus a metalogenéza Slanských vrchov** (Košice 17. 12. 1975)

Vývoj neogénneho subsekventného magmatizmu prejavuje úzku priestorovú závislosť od významných tektonických zón. Ide najmä o zlomový systém paralelný s priečnym hornádkym ulomením špecifického charakteru na rozhraní tzv. slovenského bloku a zemplínika, ako aj o zlomový systém paralelný s priútesovým lineamentom. Tieto tektonické zóny sa v priebehu miocénu rejuvenizovali a pozdĺž nich dochádzalo k diferencovaným vertikálnym pohybom blokov a preniku vulkanických hornín na povrch.

Vulkanizmus sa začal kyslými ryolitovými explóziami, ktoré prenikli na povrch v období eggenburgu až spodného badenu a podľa J. Slávika je ich pôvod sialický. Magmatické krby sú teda vnútrokôrové, a nie sú bezprostrednými produktmi hlbinej magmatickej diferenciacie.

Intermediárny andezitoidný vulkanizmus sa začal v badene, avšak hlavná masa vulkanitov budujúca vlastné pohorie prenikla na povrch v období stredného sarmatu. Vulkanická činnosť sa podľa najnovších výsledkov rádiometrického merania vulkanických hornín skončila v spodnom panóne.

Z tektonickej analýzy pohoria vychodí, že dominantnými tektonickými prvkami sú zlomy smeru SZ — JV ako vekovo staršie a zlomy priečne ako mladšie. V menšej miere sú zastúpené zlomy smeru S — J.

Hlavné zlomy podmienili aj vznik hrasťovo-blokovej stavby. Pozdĺžnu tektonickú hrasť smeru SZ — JV na viacerých miestach segmentovali priečne zlomy na čiastkové bloky. Túto hrasť indikovala aj geofyzika.

Z metalogenetického hľadiska je rudný rajón Slanských vrchov charakteristický asociáciou prvkov Pb, Zn, Cu, Ag, Au, Sb, Hg, As, Fe. Najvýznamnejším rudným revírom je zlatobanský s asociáciou prvkov Zn, Pb, Cu, Ag, Sb, podradne Hg a As vo forme žilných a žilnikovo-impregnačných rudných telies.

Druhým rudným revírom je dubnícky s charakteristickou žilnikovo-impregnačnou mineralizáciou Hg, Sb, As a s inými sprievodnými minerálmi.

Okrem toho sa šlichovou prospekciou, zistili ďalšie indicie rumelky a polymetálov. Štruktúrne a geneticky sú späté intrúziami, ktoré indikuje geofyzika, a s výraznými tektonickými zónami, resp. s ich vzájomným križením.