

Možnosti výskytu paleozoických útesových struktur na jihovýchodních svazích Českého masívu

JINDŘICH HLADIL¹, FRANTIŠEK CHMELÍK¹, DUŠAN ĎURICA¹, ALEXANDER B. ČEPELJUGIN², JURIJ G. NAMESTNIKOV²

¹Ústřední ústav geologický, Malostranské nám. 19, 118 21 Praha 1

²VNII Zarubežgeologija, Moskva

(Doručené 25. 9. 1989)

Prospect of the Paleozoic reef structures at the SE slope of the Bohemian Massif

Submitted paper on occurrences of Paleozoic reef structures deals with a possibility of their existence in Eastern Moravia. They could represent, from practical viewpoint, reservoirs of oil and natural gas with the best trap and covering properties of rocks. The world experience is given in the text of this paper.

Úvod

V období výzkumů a průzkumů jv. svahů Českého masívu v letech 1964–1983, prováděných Ústředním ústavem geologickým (Chmelík, 1983), znovu ropně geologicky hodnocených v rámci čs.-sovětské spolupráce v letech 1985–1986 (Chnykin et al., 1986) Moravskými naftovými doly Hodonín, Geologickým průzkumem Ostrava (UNIGEO) a dále výzkumy tzv. netradičních oblastí Českého masívu (Nízkého Jeseníku – Menčík, 1988), se mj. nahromadily poznatky o paleozoickém karbonátovém komplexu, jež lze hodnotit z hlediska možného výskytu útesových struktur.

Zkušenosti z vyhledávacích prací na ropu a zemní plyn v SSSR i jinde v zahraničí ukazují, že značná část světových prozkoumaných zásob ropy a zemního plynu je vázána na netradiční druhy pastí, které jsou v karbonátových horninách vymezeny změnami facií a typu diagenese. V USA, SSSR, Kanadě, Mexiku, Libyi, v zemích u Perského zálivu i v jiných oblastech se práce na výzkumu a prospekci ropoplynonosných útesových struktur vedou s úspěchem již po řadu let. V těchto zemích je řada pánví, v nichž jsou právě na útesové pastí vázány hlavní prozkoumané zásoby ropy a zemního plynu, např. permská pánev, michiganská ropoplynonosná pánev v USA, přikaspická, amudarská a předuralská deprese v SSSR, západokanadská pánev, kde bylo ve fosilních útesech objeveno asi 250 ložisek, poskytujících 75 % celkového objemu těžby ropy v Kanadě aj.

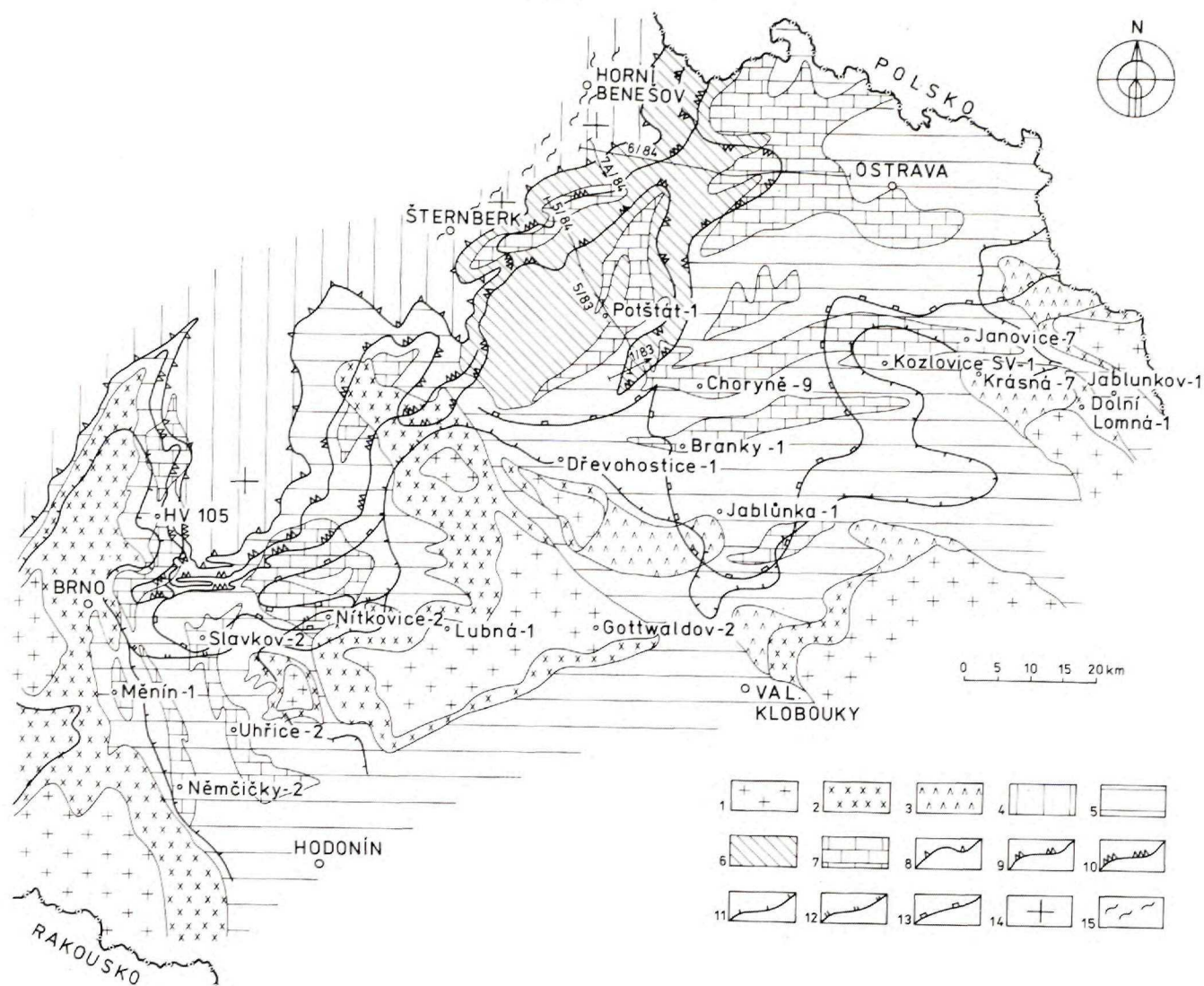
Útesové struktury jsou z prospekčního hlediska chápány jako „stratigrafický ríf“. Tento pojem zahrnuje jak zpravidla objemově málo zastoupené konstrukční stavby, tak rozsáhlejší karbonátové nárůsty, tvořené mělkovodními karbonátovými akumulacemi in situ, nebo akumulace úlomkovitého karbonátového materiálu.

Ložiska uhlovodíků vázaná na mělkovodní karbonátové akumulace byla zjištěna a jsou těžena již ve více

než 20 zemích na světě. Mezi těmito ložisky jsou kromě četných drobných a středních (co do velikosti jejich zásob) ložiska velká i největší: Zeltén, Idris, Audžíla, Gialo, Nafura (v Libyi), Posa Ricca (v Mexicu), Rainbow, Swan Hills, Redwater, Le Duke (v Kanadě), Scarry-Snyder (v USA), Kasim, Djaya, Arun (v Indonésii) aj. (Gračevskij et al., 1977). Je třeba rovněž poznamenat, že drobná a střední ložiska, jež se vyskytují v útesech, vytvářejí obvykle celé skupiny, a proto vcelku pak tvoří významné zóny a plochy akumulace ropy a zemního plynu (Zobova et al., 1979). Úloha ropných a plynových ložisek vázaných na útesy v celosvětovém objemu těžby i zásob s každým rokem vzrůstá. Objevují se dokonce i ve starých ropných a plynových těžebních revírech na celé zeměkouli. Proto hodnocení možnosti zjištění fosilních útesových struktur v oblastech se sedimentací karbonátů nabývá značně na důležitosti.

Model faciální struktury karbonátového komplexu paleozoika (střední devon – spodní karbon)

Ve studovaném území mezi Ostravou, Brnem a Hodonínem jsou vyvinuty zejména sekvence patřící k východní moravské zóně devonu a spodního karbonu, označované jako vývoj Moravského krasu (Chlupáč, 1964) nebo v širším pojetí jako vývoj široké platformy (Hladil, 1988a, b). Vysoká shoda rozmístění časově specifických mikrofacií, kosmopolitní propojení krátce žijících druhů korálů, stromatoporoideí a dalších biotických znaků nebo událostí prokazuje, že tato zóna byla součástí transevropského severního karbonátového šelfu protáhlého se od jižní Anglie přes Severní moře a Belgie, severní část Rýnského břidličného pohoří, území NDR, Polska (a Moravy) dále na jihovýchod. V pojetí Copepové (1986) je to severní okraj západovýchodně protaženého frasnského oceánu, při němž se otvírala ve středním a svrchním devonu riftová jizva, která od nejvyššího



Obr. 1. Model faciální struktury karbonátového komplexu paleozoika (střední devon – spodní karbon) v prostoru mezi Ostravou, Brnem a Hodonínem. 1 – oblasti krystalinického fundamentu platformy (jv. svahů Českého masívu – brunnovistulika), které byly během paleozoika (středního devonu až spodního karbonu) trvale souší, 2 – oblasti krystalinického fundamentu, které byly ve svrchním givetiu až spodním frasnem zaplaveny a v mladší době byly jejich sedimenty denudovány, 3 – elevace ostrovního a přibřežního charakteru s dolomitizací, brekciami, loužením, silicifikací a desilicifikací (vyšší devon), 4 – oblasti s převládajícími depresními (pánevními) sekvencemi sedimentů s křemitými břidlicemi, spikulity, prachovitými břidlicemi s radiolariemi, tentakulity a vulkanity, 5 – oblasti s největším rozšířením mělkých karbonátových plošin a ramp (svrchnogivetského až spodnofrasnského akrečního maxima), 6 – oblast rozšíření hlubších karbonátových ramp (s vložkami tentakulitových vápenců), 7 – oblasti se zjištěnými nebo předpokládanými vyššími koncentracemi biohermových těles nebo propojených útesových trsů a útesů s aktivním růstem in situ, 8 – čelní okraj karbonátových plošin a ramp svrchnogivetského až spodnofrasnského akrečního maxima, 9 – čelní okraj karbonátových plošin a ramp ve svrchním frasnem, 10 – čelní okraj famenských (místy i tournaiských) karbonátových plošin a ramp, 11 – březní čára většiny starých souší (famen až toumai), 12 – březní čára většiny souší, pouze v toumai, 13 – březní čára většiny souší spodního až středního visé, 14 – přibližné vyznačení tektonických elevací vzniklých ve středním visé v původně pánevích prostorech, 15 – tektonická bradla šternbersko-hornobenešovského pruhu.

Fig. 1. Model concerning the Paleozoic carbonate complex (M. Devonian to L. Carboniferous) in the subsurface tract Ostrava-Brno-Hodonín. 1 – mostly emerged crystalline basement of the platform (Brunovistulicum Crystalline Units), 2 – the crystalline segments got rid of the U. Givetian and L. Frasnian buildups in the course of the later erosional events, 3 – the islet and near-shore highs with breccia, leaching, dolomitization, silici- and desilicification (U. Devonian times), 4 – prevailing basinal sequences of the silica shales, spiculites, argillaceous shales containing the radiolarians and tentaculites, and volcanic rocks, 5 – the territories extensively covered by the carbonate platform sediments of the U. Givetian and L. Frasnian accretion maxima, 6 – deeper carbonate ramps wedged and intercalated by the tentaculite muddy limestones, 7 – possible and visible sectors of highly concentrated bioherm bodies, joined patch-reefs; and reefs: an active growth in the original place, 8 – a frontal margin of the carbonate platforms and ramps built in the times of the U. Givetian and L. Frasnian accretion maxima, 9 – a frontal margin of the U. Frasnian age, 10 – frontal margins of the Famennian, locally also the Tournaisian ramps, shallow banks, and bars, 11 – shore limit of the prevailing dry land in the Famennian and Tournaisian times, 12 – the same limit developed only for the Tournaisian stage, 13 – shore limit of the prevailing dry land of the L. to M. Viséan, 14 – the M. Viséan tectonical extuberances of folded and sliced basinal sequences: an approximate placing, 15 – tectonically clipped bodies of the Šternberk – Horní Benešov Belt.

devonu zanikala v intenzivním kompresním režimu. Po rozsáhlé ztrátě původního prostoru se nacházejí tektonické šupiny se zbytky pánevních sekvencí ve šternbersko-hornobenešovském pruhu, na Konicku a poslední výskyt ve vrtu Újezd V-1 na okraji boskovické brázdy. Dále k JZ se pánevní sedimenty ztrácejí v suturách prostoru boskovické brázdy. Podobně je tomu i s tektonickým pruhem obsahujícím sekvence vrbenského vývoje. V pánevním vývoji je nápadná mohutná produkce alkalických bazaltů, ve vrbenském alkalických trachytů, což podporuje představu středno- až svrchnodevonského divergentního prostoru. Nejzápadnější zóna (od Znojemska přes Tišnovsko na záp. okraji boskovické brázdy a Vítošov po sv. část skupiny Branné) obsahuje devon v tišnovském vývoji, tektonické fragmenty menšího, odlišně faciálně strukturovaného a vůči široké platformě vstřícného, mělkého karbonátového šelfu. Teprve za bariérou zaniklou v prostorách moravika (v širším rozsahu korelovatelnou např. se středoněmeckým prahem) se mohly vyvíjet sekvence epikontinentálních moří majících vztah k prostoru vlastního frasnského oceánu.

Základní tvarové rysy části široké platformy, která je zachována v předpolí a podloží Karpat, byly rozlišeny Dvořákem (1978, 1982), Zukalovou (1980) a Chlupáčem (1984). Spočívaly v tom, že karbonátové sekvence široké platformy (vývoje Moravského krasu) jsou vázány na podloží Brunie vých. od boskovické brázdy, pokračují směrně do prostoru vistulika směrem k Ostravě a že čelní okraje této platformy byly situovány pod mocná kulmská tělesa Drahanské vrchoviny a Nízkého Jeseníku. Další pokrok ve vyhodnocení karbonátového komplexu ve spolupráci se sovětskými specialisty (do r. 1986) byl ještě nověji modifikován výzkumy v prostoru boskovické brázdy, Mokré vých. od Brna a dalšími vrty v úseku Jih a Sever, z nichž nejvýznamnější byl vrt Potštát-1 (Menčík, 1988). Současný stav znalostí, vycházející z faciální analýzy ca 40 vrtů i všech povrchových výskytů, je vyjádřen v pravděpodobném modelu faciální struktury karbonátového komplexu paleozoika.

V tomto modelu (obr. 1) jsou vyznačeny prostory, kde paleozoický karbonátový komplex chybí. Nejsou však zcela identické s prostory chybějící sedimentace. K erozi až na krystalinický podklad došlo ve famenu a tournaí. Vedle erozních hiátů o tom svědčí obsah rozmytého eluvia granitoidních hornin v hlíznatých vápencích famenu (valouny v permských slepencích u Veverské Bítýšky) a hrubá písčité příměs v tournaiských vápencích (zjištěných ve výkopech v obci Březině). Další eroze je pravděpodobná ve spodním a středním visé, kdy se možná břežní čára stahuje hluboko do prostoru platformy a je utvářena značně nesouhlasně s devonskou faciální zónalností. V prostoru brněnského masívu a poruchového pásma Hornomoravského úvalu působila nepochybně i mezozoická eroze (zejména v křídě) i eroze paleogenní až spodnomiocenní. Prostory, kde významnější sedimentace chybí, jsou vymezeny podle ztenčujících se mocností karbonátových nárůstů svrchnogivetského až

spodnofrasnského akrečního a transgresního maxima a podle laterálně přibývajících znaků periodického vynořování.

V modelu jsou též vyznačeny prostory, kde existovaly ve středním a svrchním devonu elevace a kde jsou uloženy brekciové, dolomitizované a loužené vápence s pronikavě zvýšenou pórovitostí (vrt Krásná K-7). V tomto vrtu, jak se o tom dále zmiňujeme, byly doloženy jejich vlastnosti vhodné pro akumulaci ropy.

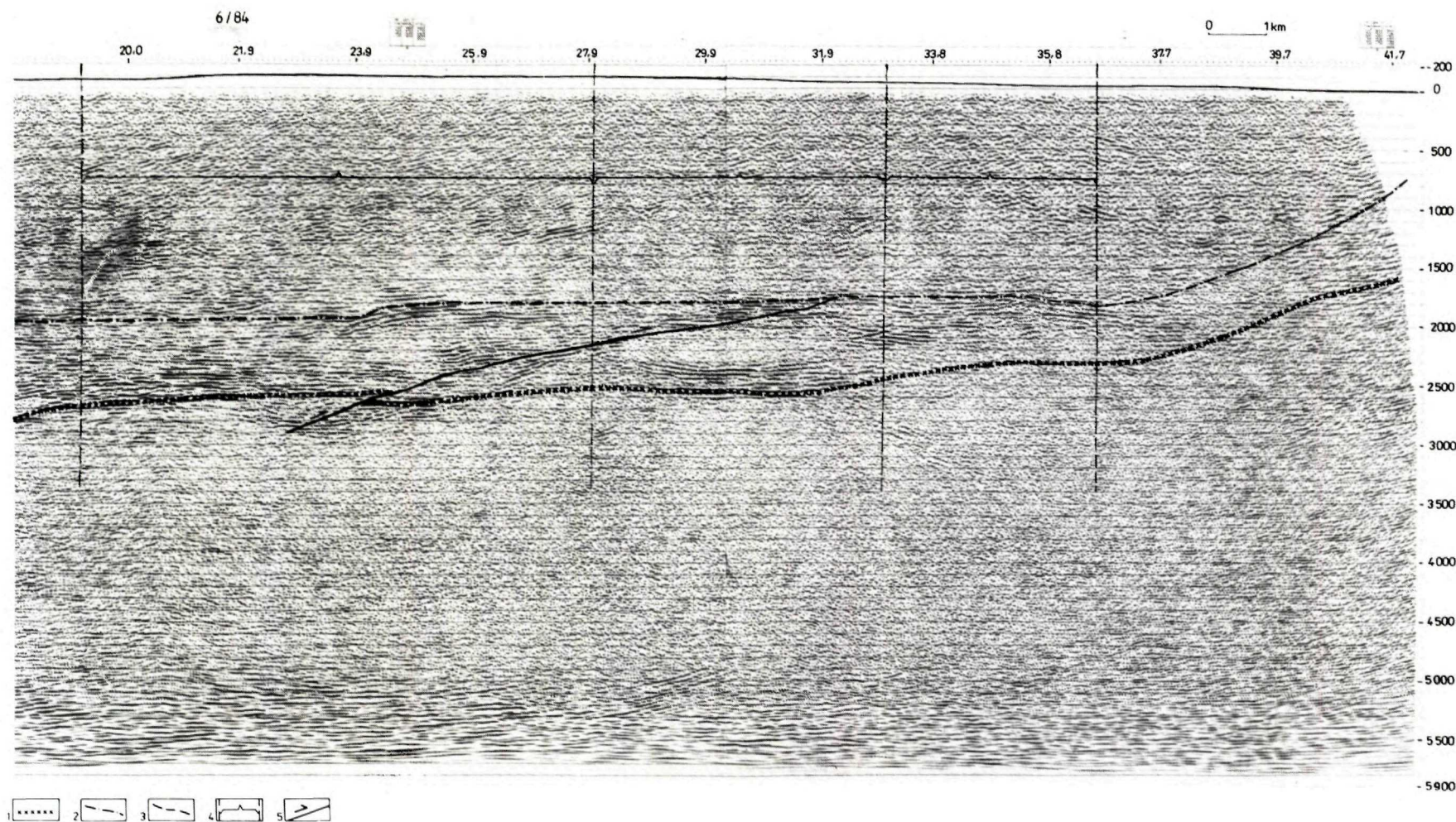
Čelní okraj karbonátových plošin a ramp je ve frasně indikován vrtem Křtiny HV-105 na vých. okraji Moravského krasu (vločky černých břidlic s pánevní faunou), polohami tentakulitových vápenců a břidlic ve vrtech Horákov a přítomností pánevní fauny v profilu Lopač (jeskynní profil na v. okraji Moravského krasu). V úseku Sever byl tento okraj indikován tentakulitovými břidlicemi u Hranic na Moravě. Vrt Potštát-1 však ukázal, že z celkového hlediska jde jen o pokles do hlubší rampy, hrazené na západě karbonátovými tělesy, z nichž východověrgentní příkrov strhl a transportoval litony slabě metamorfovaných vápenců čelních, avšak mělkých facií. Podle erozních kapes a výplní trhlin (Sobíšky i Potštát) je dokonce pravděpodobné vynoření tohoto hradícího elementu při famenských a tournaiských regresích moře. Transgresní posun facií na platformu způsobuje odlišnost v situování střednodevonského a spodnofrasnského čelního morfologického stupně od svrchnofrasnského. Kosý průběh těchto stupňů v sz. části obnaženého krystalinika poruchového pásma Hornomoravského úvalu je doložen mizivou akreční produkcí u Čelechovic a Grygova od svrchního givetu, zatímco ve vrtech u Slatinic a u Hněvotína se postupně k východu značně zvyšuje mocnost těchto vápenců až po vyšší frasně.

Čelní okraj karbonátových akumulací na famenských rampách se ve střední části Moravského krasu a v úseku Sever posunuje regresně zpět do pánve, před svrchnofrasnský morfologický stupeň, nicméně je zde mnoho výjimek, způsobených nakláněním ramp ve famenu a změnou konfigurace reliéfu, která byla vyvolána nástupem výrazného kompresního tektonického režimu. Forma famenského čelního akumulárního stupně je místotvořena blízkou umístěnými, avšak méně mocnými akumulacemi tournaiského stáří.

Akumulace karbonátů ve spodním a středním visé jsou objemově malé. Jejich čelní morfologický stupeň je nejasný, prostorově zřejmě dosti odlišný, vzhledem k pokročilé deformaci zvláště prostoru záp. od široké platformy. V modelu nebyl vyznačován.

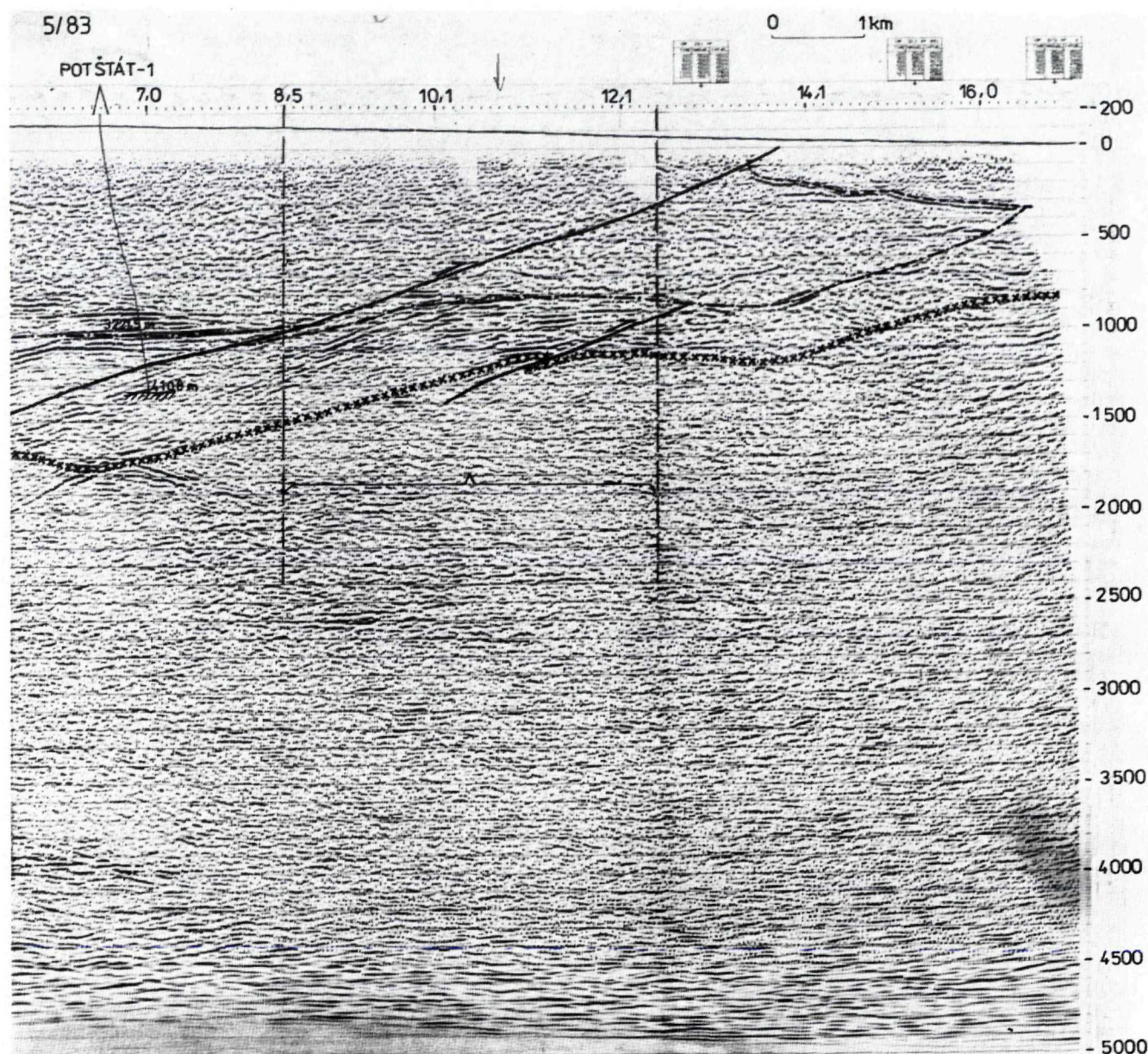
Prevažující břežní čáry regresně se stahujících prostorů famenu (tournaí) i spodního a středního visé jsou utvářeny podle míst, kde jsou ve vrtech doloženy hiáty a eroze a chybějí doklady sedimentace. Tato čára tak obíhá např. skupinu vrtů sv. od Kozlovic a zpětně zahýbá cípem do prostoru Hranic na Moravě, kde v některých nasunovaných krátech spodní a střední visé chybí, zatímco v jiných ne (Dvořák a Friáková, 1978).

Tělesa s naduřelými lavicemi a častějšími biohermami,



Obr. 2. Úsek reflexně seismického časového řezu 6/84. 1 – povrch krystalinického fundamentu, 2 – povrch paleozoického karbonátového komplexu (pod přesunutím sedimentů spodního karbonu v kulmském vývoji – svrchního visé), 3 – podklad karpatské neogenní předhlubně, 4 – možný rozsah útesových struktur v paleozoickém karbonátovém komplexu (středního devonu až spodního karbonu), 5 – tektonické poruchy, přešmyky a zlomy s označením smyslu pohybu.

Fig. 2. Selected seismic time-section from the lines 6/84. 1 – surface of the crystalline basement, 2 – surface of the Paleozoic carbonate complex (thrust by the "Kulm" sediments of the Lower Carboniferous, U. Viséan age), 3 – pre-Neogene bottom of the Carpathian Fore-deep, 4 – possible extent of the reef structures (in the Middle to Upper Devonian carbonate sequences), 5 – thrusts and faults, arrows show the sense of the transportation.



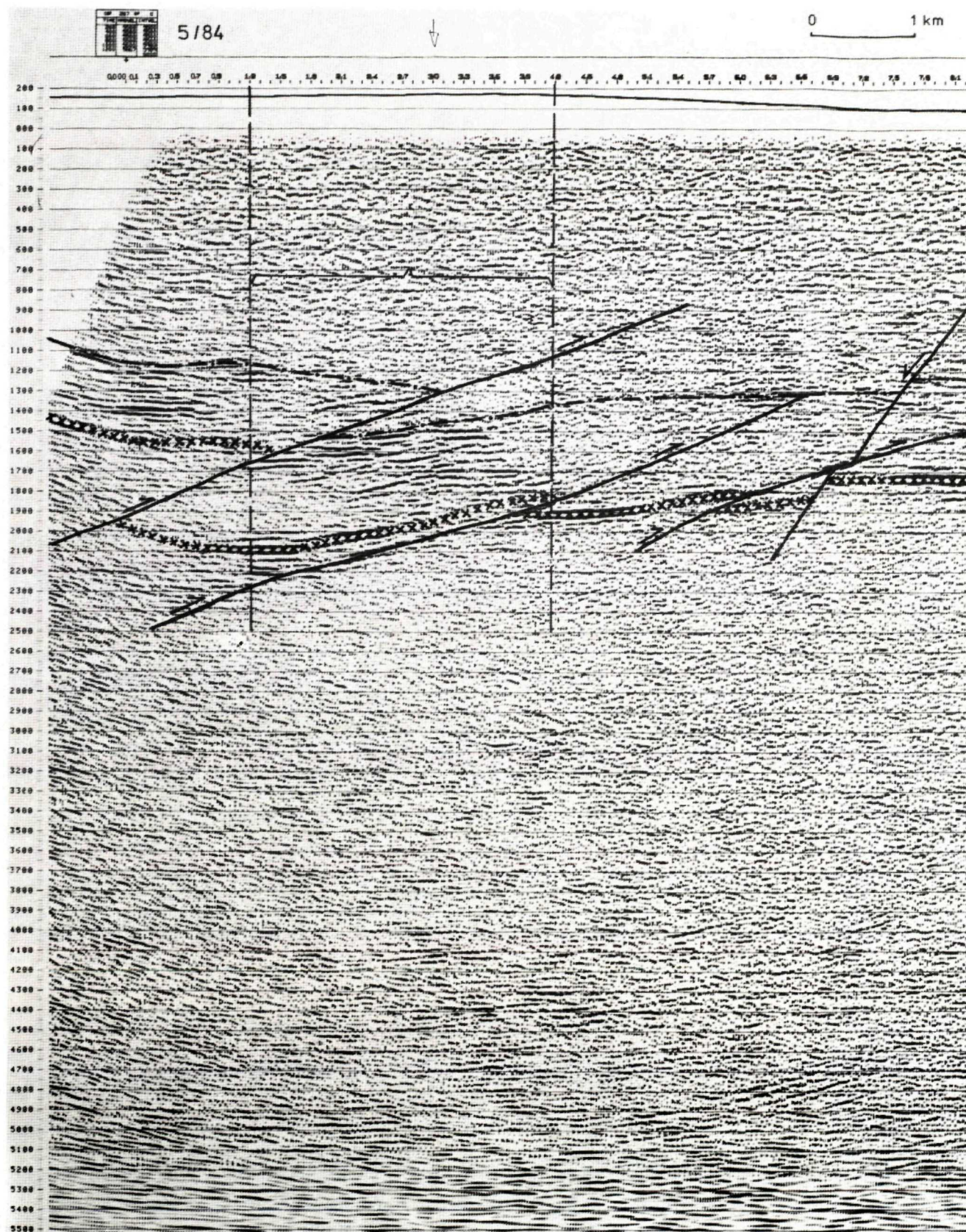
Obr. 3. Úsek reflexně seismického časového řezu 5/83. Vysvětlivky jako u obr. 2.

Fig. 3. Selected seismic time-sections from the lines 5/83. Explanation as in Fig. 2.

propojenými útesovými trsy nebo útesy v pravém slova smyslu, jsou v karbonátové plošině vyznačena zvlášť. V Moravském krasu, úseku Jih, Střed, až po poruchové pásmo Hornomoravského úvalu včetně, jsou tato tělesa dobře vymežitelná podle vrtů a výchozů. Devonské karbonátové sekvence v těchto místech nadušují do několika set metrů. V okolí vrtu Švábenice-1 lze podle profilu tohoto vrtu a podle srovnání s okolními vrty stanovit až 1 300 m aktivně rostoucích karbonátových nárůstů (macošské souvrství) a dalších 700 m pozdějších pasívních akumulací karbonátového materiálu (líšeňské souvrství). Pro nízkou vrtnou prozkoumanost sz. a jv. části úseku Sever jsou rifogenní tělesa doložena vrty jen ca z 1/3, ostatní jsou modelována podle zonality šelfu a ve

shodě s čelními okraji plošin a ramp. U Hranic na Moravě (střední rifogenní pás úseku Sever, jeho záp. okraj) je podle rekonstrukce rifogenních těles a přednostního usměrnění protáhlých klastů v hornině (Hladil, 1980) doložena náběhová a návětrná strana na severu, vytvářející charakteristické útesové nebo nárůstové tvary, jež jsou interpretovány i do okolních těles. Tvarová interpretace je dána nízkými sklony aktivně rostoucích elevací, což je ve středním a svrchním devonu daleko častější jev než v současnosti.

Uspořádání zón obsahujících devonské sekvence na Moravě a náběhové směry u rifogenních pásem vývoje široké platformy vyžadují rozvinutý paleogeografický model. Řešením je silná pravostranná rotace segmentu



Obr. 4. Úsek reflexně seismického časového řezu 5/84. Vysvětlivky jako u obr. 2.

Fig. 4. Selected seismic time-sections from the lines 5/84. Explanation as in Fig. 2.

brunnovistulika a jeho deformace v oslabených zónách boskovické brázdy, při Dražanské vrchovině, v poruchovém pásmu Hornomoravského úvalu a šternbersko-hornobenešovském pruhu při tektonických událostech od famenu po namur.

Ropně geologické zhodnocení útesových struktur a nástin metodiky jejich výzkumů

Jak na to bylo výše poukázáno v textu a je graficky znázorněno v obr. 1, vykazuje paleozoický karbonátový komplex v oblasti vých. Moravy mezi Ostravou, Brnem a Hodonínem značné rozšíření. Obsahuje vrstvy od středního devonu do spodního karbonu (svrchní eifel – svrchní visé). Z hlediska ropně geologického se dá zatím konstatovat, že oproti jiným geologickým útvarům je nejméně vrtně prozkoumaný, i když podle závěrů společných prací sovětských a československých specialistů (Chnykin et al., 1986) představuje v klasické oblasti tzv. jv. svahů Českého masívu nejperspektivnější útvar, ve kterém je soustředěno více než 30 % prognózních zásob ropy a zemního plynu. Rozložení dosud provedených vrtů do paleozoického karbonátového komplexu je v citované oblasti nerovnoměrné. Relativně vysokého stupně prozkoumanosti se zatím dosáhlo v úseku Jih a Střed, kde bylo vyhloubeno asi 40 vrtů, zatímco v rozsáhlé části úseku Sever, v oblasti hlubších karbonátových ramp v Nízkém Jeseníku (obr. 1), byl vyhlouben pouze ojedinělý vrt s označením Potštát-1 (4 100 m). Hranice okrajových částí platformních a subplatformních formací paleozoického karbonátového komplexu, zvláště v netradičních oblastech Nízkého Jeseníku a Dražanské vrchoviny, jsou tedy prakticky neprobádané, i když právě na ně mohou být vázány útesové struktury se zlepšenými kolektorskými vlastnostmi.

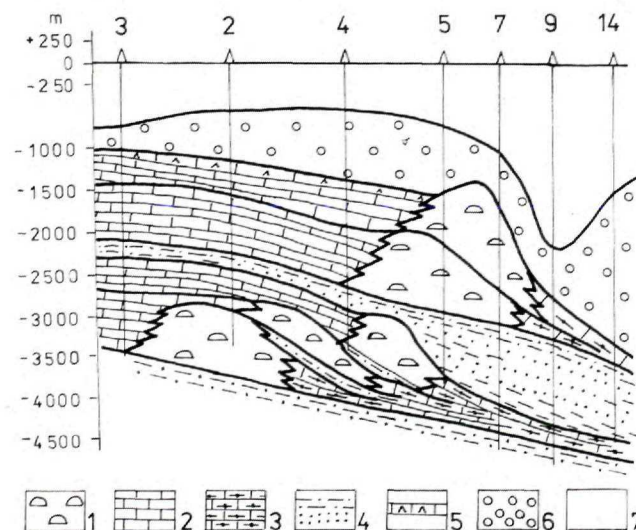
V průběhu výzkumů a průzkumů na východní Moravě nebyl dosud stanoven zvláštní program, který by se zabýval speciálně vyhledáváním možných ložisek ropy a zemního plynu ve fosilních paleozoických útesech. Výhledově by však měl být tento program zařazen do plánu už proto, že sedimentární pánev paleozoického karbonátového komplexu vyhovuje všem kritériím: paleotektonickému, paleoklimatickému, paleohydrogeologickému, paleontologickému, paleoekologickému, a zejména též kritériu paleogeomorfologickému a kritériu sedimentačních cyklů (Gračevskij et al., 1977).

Průkazné ložiskové indice v paleozoickém karbonátovém komplexu byly dosud ověřeny v úsecích Sever a Střed. V úseku Sever byly podstatnější projevy ropy a zemního plynu zjištěny v devonských karbonátech ve vrtu Krásná KS-7 na zdviženém kře tzv. súlovského zlomu v Moravskoslezských Beskydech. Z intervalu 1 473 – 1 502 m byl zde získán přítok ropy 14 m³/24 hod., vázaný na elevaci ostrovního až příbřežního charakteru s dolomitizací, brekciami, loužením, silicifikací a desilicifikací. (Při stropech sedimentačních cyklů je v těchto elevacích také možný výskyt paleokrasových horizontů.)

V úseku Střed se nejpozitivnějšími jeví výsledky vrtů Uhřice-2 a 17 na jižních svazích Ždánického lesa (Kostelníček et al., 1987). V prvním případě byl z intervalu 2 483–2 510 m získán přítok 25 m³ ropy a 200 tis. m³ plynu za 24 hod. V druhém případě bylo dosaženo samotoku proplyněné ropy z intervalu 3 229–3 245 m s počáteční produkcí 50–60 m³/24 hod. Významnější projevy ropy a zemního plynu byly dále ověřeny ve vrtech Uhřice-1, 6, 9 a 10.

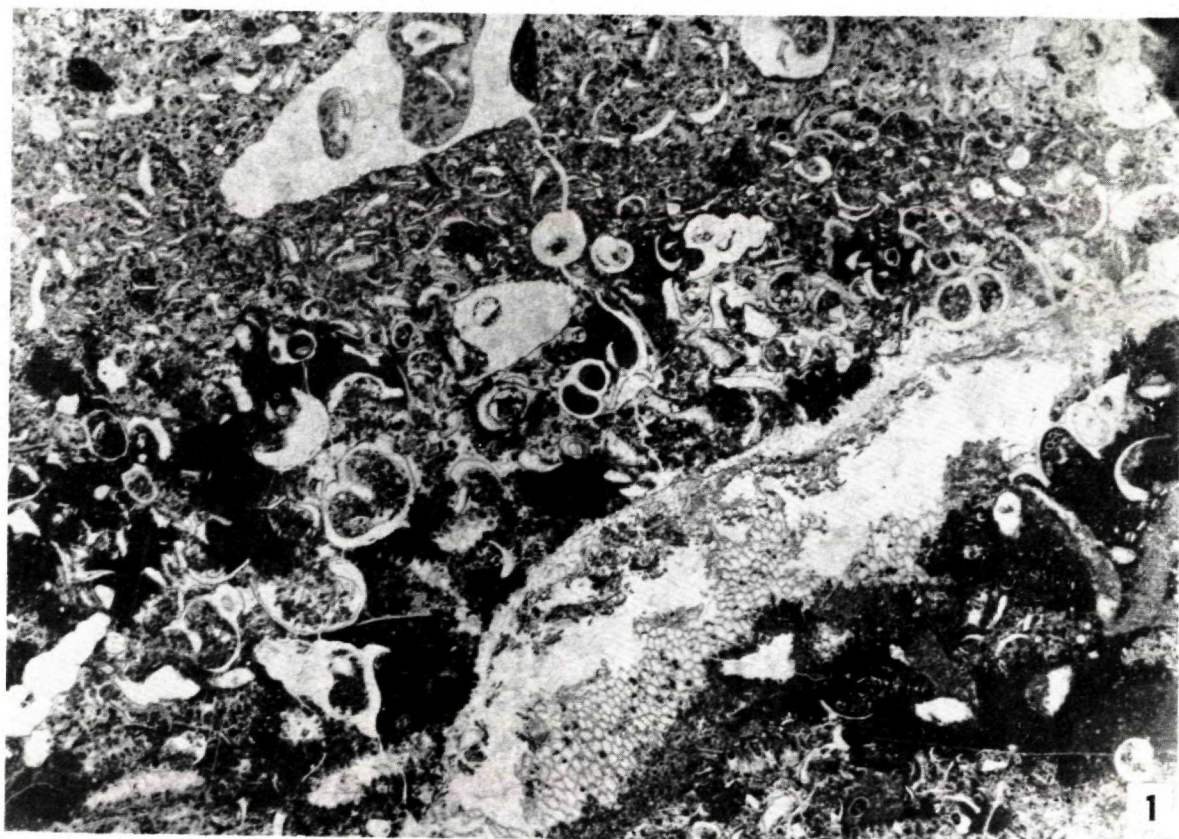
V zájmové oblasti východní Moravy byly od počátku 70. let proměřeny desítky reflexních seizmických profilů, zasahujících svým hloubkovým rozsahem jak přesunutě karpatské příkrovy, tak autochtonní útvary jv. svahů Českého masívu, včetně paleozoického karbonátového komplexu. Stupeň jejich věrohodnosti byl naposled vyhodnocen v práci Chnykina et al. (1986). Po jejich prostudování však ukazují na útesové struktury typu bariérových útesů, které by měly největší význam pro výskyt ložisek ropy a zemního plynu, jediné výsledky reflexních seizmických profilů 5/83 (obr. 3), 5/84 (obr. 4) a 6/84 (obr. 2), proměřených v netradiční oblasti vnořené části Českého masívu v Nízkém Jeseníku (Menčík, 1988). Zatím se nelze vyjádřit, jaké poměry by v tomto ohledu mohly existovat na jv. okraji Dražanské vrchoviny, kde zatím nebyl proměřen ani jeden příčný reflexní seizmický profil směřující od SZ k JV z karpatské neogenní předhlubně přes její sv. okraj, tvořený tzv. západním okrajovým zlomem předhlubně.

Z objektivních důvodů jsme tento problém řešili za-



Obr. 5. Schématický vrtňý profil jeruslansko-karpenkovské bariérové struktury přikaspické syneklyzy (podle Čepeljugin, 1975). 1 – rifové akumulace (svrchní devon – spodní perm), 2 – karbonáty mělkého šelfu, 3 – předútesové sekvence, 4 – silicifikované peliticko-klastické sekvence, 5 – evaporitový horizont, 6 – kontinentální terigenní sekvence, 7 – popermský pokryv.

Fig. 5. Sequence in the bore-hole Jeruslansko-Karpenkovsk reef structure in the Perikaspian syncline (after Čepeljugin, 1975). 1 – reef accumulations (Upper Devonian – Lower Permian), 2 – shelf-carbonates, 3 – fore-reef facies, 4 – silicified pelitic-clastic deposits, 5 – evaporite member, 6 – continental terrigenous deposits, 7 – post-Permian deposits.



tím velmi opatrně (což jsme též znázornili na obr. 1). Předpověděné bariérové útesové struktury by však mohly ve zmíněných oblastech existovat. Ukazuje na to faciální rozbor a analogie s řadou ropoplynosných oblastí ve světě, podle kterých by se dalo právem předpokládat, že ve zkoumaném paleozoickém karbonátovém komplexu východní Moravy se v širším rozsahu vyvinuly organogenní struktury různých morfogenetických typů (biohermy a biostromy v oblasti lagunárního šelfu, předpověděné zóny bariérových útesových struktur v jeho okrajových částech a lokální útesy typu kupolovitých útesů a atolů o větší výškové amplitudě na pánevním svahu, především před úpatím hlubší karbonátové rampy). Prognóza rozsáhlého výskytu organogenních typů paleozoických útesových struktur různých morfogenetických typů, spojená se zjednodušeným nástinem jejich zonálního rozšíření, je pro oblast východní Moravy sestavena prakticky poprvé.

Současným úkolem především v oblasti Nízkého Jeseníku a v budoucnu i v jv. oblasti Dražanské vrchoviny se proto stává další výzkum a průzkum stavby paleozoického karbonátového komplexu s vyjasněním možného prostorového rozšíření zóny předpověděných útesových struktur bariérového typu, které mohou představovat hlavní akumulace ropy a zemního plynu na hranici mezi oblastmi různých sedimentárních prostředí. Podle našeho názoru lze tento úkol do budoucna řešit komplexním výzkumem a průzkumem, založeným především na zahuštění sítě příčných i podélných reflexních seizmických profilů, spojeném s profilovým vrtáním. Lze očekávat, že výsledky dosud provedeného vrtu Potštát-1 nepředstavují ukončení výzkumu netradiční oblasti Nízkého Jeseníku, ale naopak jeho počáteční fázi.

Klíňovité a kupolovité uspořádání výrazných seizmických reflexů, které podle našeho názoru poukazuje na možný výskyt útesových struktur, lze na seizmickém profilu 5/83 (obr. 2) pozorovat mezi hm 8,5 až 12,5 a na profilu 5/84 (obr. 3) pak mezi hm 1,2 až 4,2. Na seizmickém profilu 6/84 (obr. 4) lze předpokládat výskyt útesových struktur (celkem tří) mezi hm 19,2 až 36,6. Schematicky jsou uvedené úseky zobrazeny časovými řezy uvedených seizmických profilů.

Zkušenosti z vyhledávacích prací na ropu a zemní plyn v SSSR i jinde v zahraničí ukazují, že vymezení akumulčních zón vázaných na útesové struktury může

být zpravidla úspěšně vyřešeno jen profilovým vrtáním. Ukazuje na to průzkum bariérových struktur Ebo v permské pánvi USA, ale i severního okraje přikaspické synklinály podél jeruslansko-karpenkovského vrtného profilu, který sestavil jeden z autorů předložené práce Čepeljugin (1975; obr. 5).

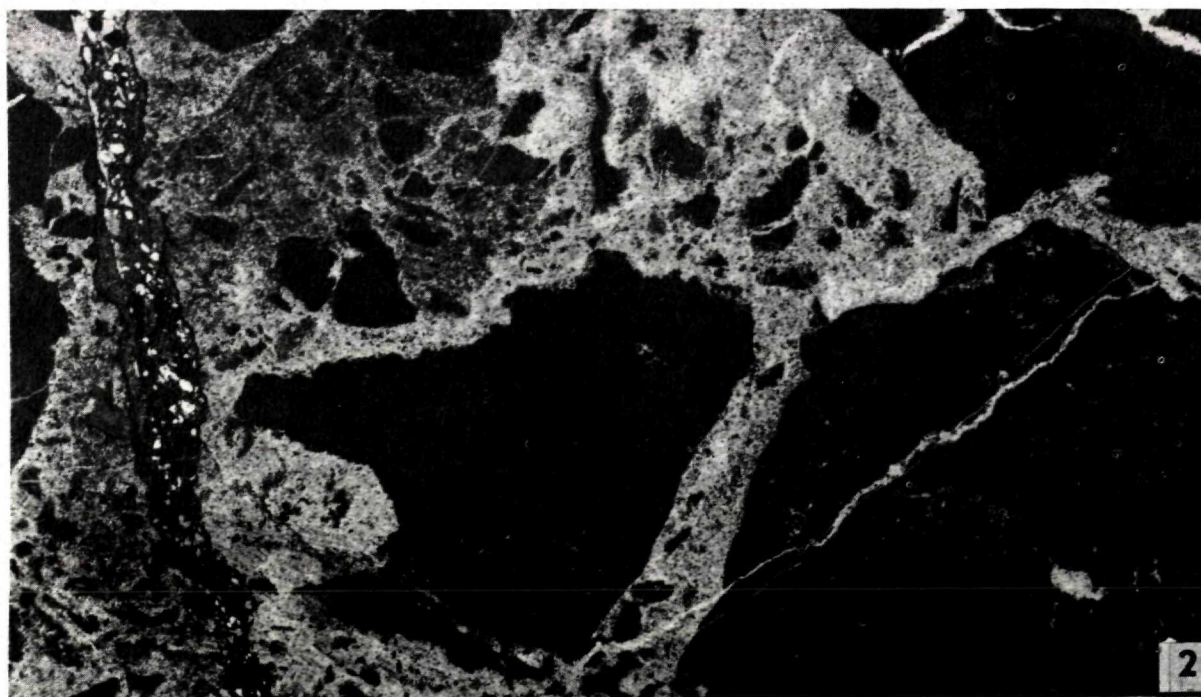
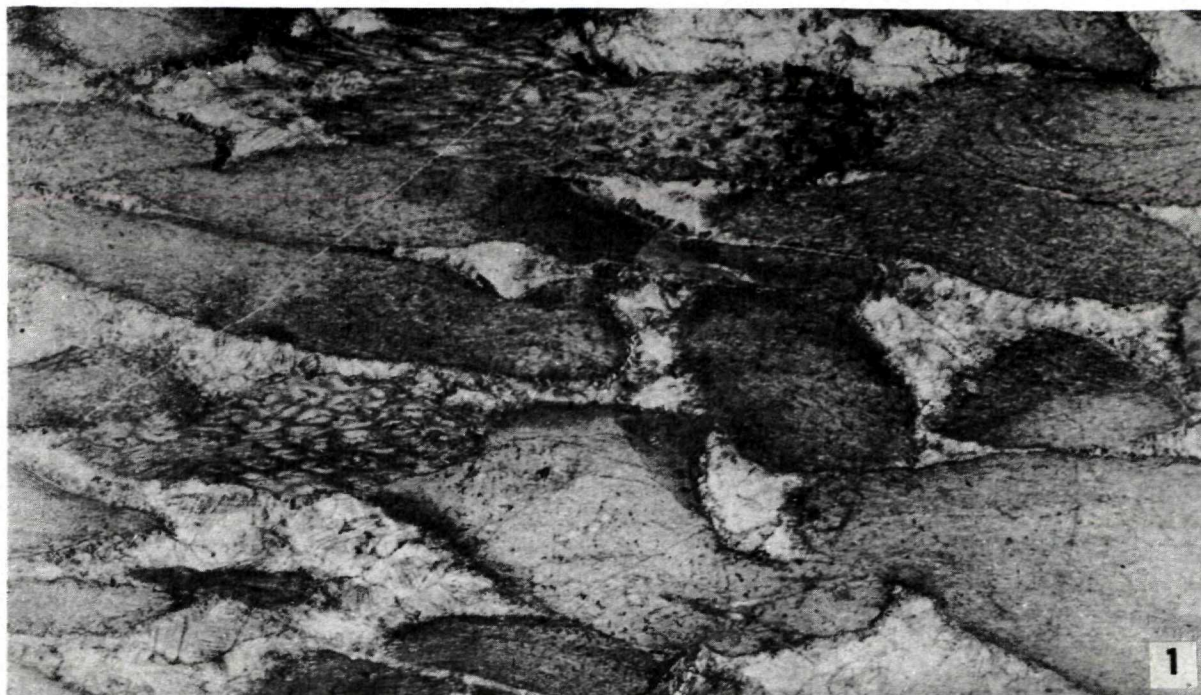
Z těchto hledisek a z toho, co bylo výše uvedeno vyplývá, že v zájmové oblasti Nízkého Jeseníku by měly být na reflexních seizmických profilech 5/83, 5/84 odvrtány kromě vrtu Potštát-1 ještě dva vrtý; z nich první do hloubky 3 200 m na profilu 5/83 při hm 10,8 a druhý do hloubky 5 100 m při hm 3,0 na profilu 5/84. Vrtný průzkum na seizmickém profilu 6/84 zatím nepřipadá v úvahu, neboť vrtý na ověření útesových struktur by musely mít hloubkový rozsah 5 200–6 500 m.

Vzhledem k tomu, že útesové struktury vykazují specifické vlastnosti geologické stavby, odlišné od normálních antiklinálních a neantiklinálních pastí, je nutné, aby poté, co se vyřeší otázka jejich případné existence, byla metodika vyhledávacích prací soustředěna výhradně na sledování jejich pozitivních undulací v příčném i podélném směru, bez ohledu na celkové strukturní výskyty jednotlivých undulací (viz též obr. 5).

Závěrem je nutno uvést několik poznámek k ostatním podmínkám potřebným ke vzniku a zachování možných ložiskových akumulací ropy a zemního plynu. V klasických oblastech rozšíření paleozoického karbonátového komplexu na jv. svazích Českého masívu byly tyto problémy naposled řešeny v práci Chnykina et al. (1986). Krycími horninami jsou břidličné vývoje spodního karbonu v kulmském vývoji (případně karpatské příkrovy). Matečnými horninami jsou horniny devonsko-spodnokarbonského karbonátového komplexu. V netradiční oblasti Nízkého Jeseníku představuje vertikální těsnící horizont přesunová plocha příkrovu spodnokarbonských hornin v kulmském terigenním vývoji. Podle Menčíka (1988) jsou matečnými horninami horniny paleozoického karbonátového komplexu, nacházející se nyní v tektonickém podloží výše uvedeného spodnokarbonského příkrovu. Obsahují organickou hmotu v antracitovém stadiu, schopnou ještě produkovat plynné uhlovodíky, zatímco spodnokarbonské horniny, tvořící příkrov, jsou z hlediska ropoplynomatečnosti zcela negativní, protože obsahují organickou hmotu v pokročilém semigrafickém stadiu přeměny.

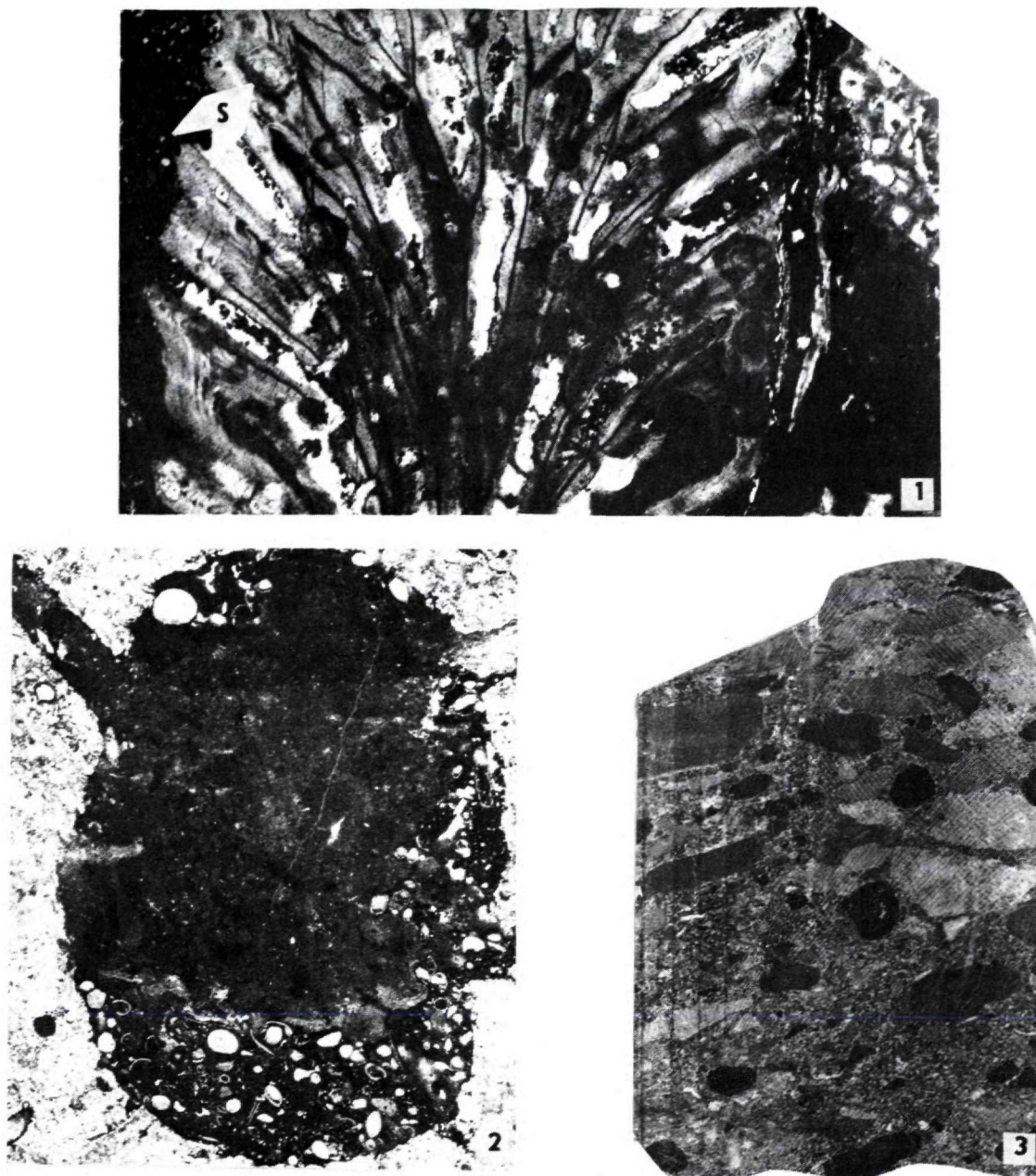
Obr. 6. 1 – Typický vzorek gastropodového vápence z bazálního „blanketu“ narůstových komplexů. Prozerky v sedimentu, dutiny ve skeletu chaetetida a rozpuštěné schránky gastropodů (původně z aragonitu) jsou později zaplněny hrubým mozaikovým sparitem. Chybějí fibrální lemy typu „psích zubů“, což svědčí o rychlém pohřbení a o vlivu sladkých pórých vod hlubší cirkulace. Eifel, vrt Němčíčky-2, jádro č. 27, úsek Jih. Zv. 4x; 2 – Biolitový vápenc s větévkou a povlaky tabulárního korála *Alveolitella* sp. (uprostřed snímku) a se slabě promytým biosparitovým vápencem, který je vázán povlaky řas (v pravé horní části snímku). Skeletové dutiny jsou vyplněny mozaikovým sparitem. Svrchní givet, Tři kotle u Josefova, Moravský kras. Zv. 4x

Fig. 6.1 – Characteristic sample of the basal carbonate blanket shows the micritic limestone embedding the gastropods. Burrowed spaces in sediment, infauna chambers in the corallum of chaetetid, and dissolved gastropod shells are filled by the coarse sparry calcite of mosaic pattern. Lack of the fibril rims and the dog-teeth evidences the intensively buried levels with the effective influx of the fresh-water being in deeper circulation. Eifelian, W Němčíčky-2, thin-section from core 27, x 4; 2 – Biolitic limestone consisting of the branch and coating corallum of *Alveolitella* sp. (in the middle), and of the poorly washed biosparite bounded by the algal mats (the upper right corner). Visceral, chambers of the skeleton are filled by the mosaic sparry calcite. U. Givetian, Three Kettles Doline near Josefov, Moravian Karst, x 4.



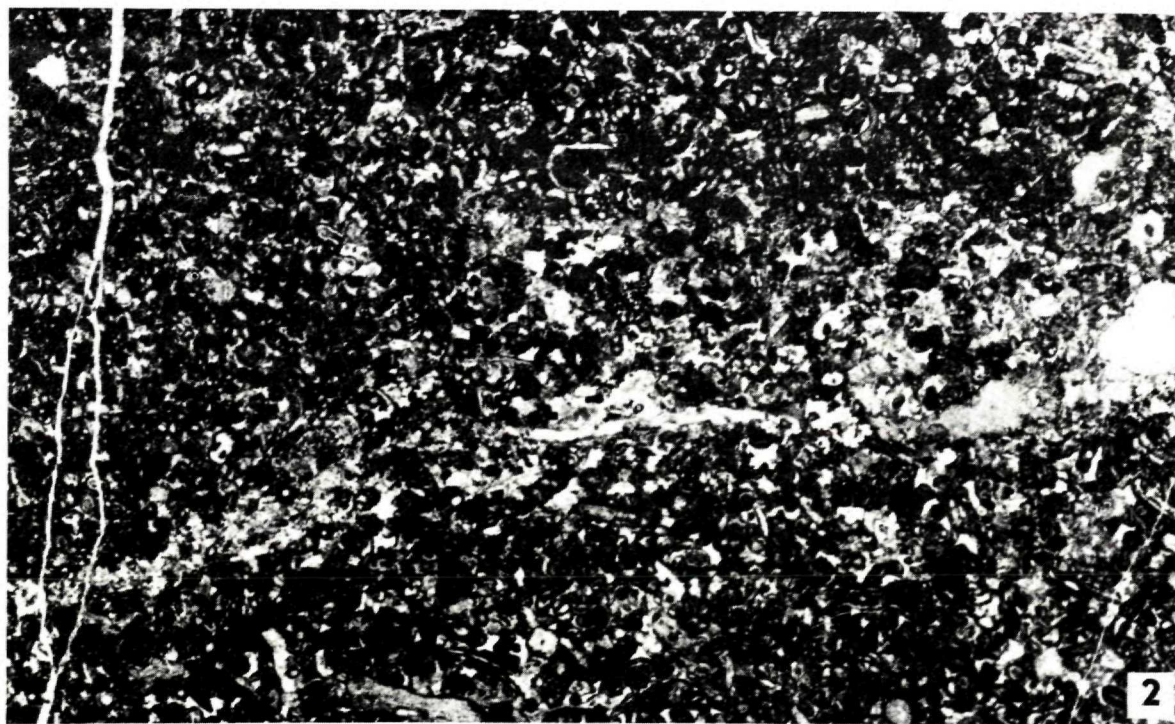
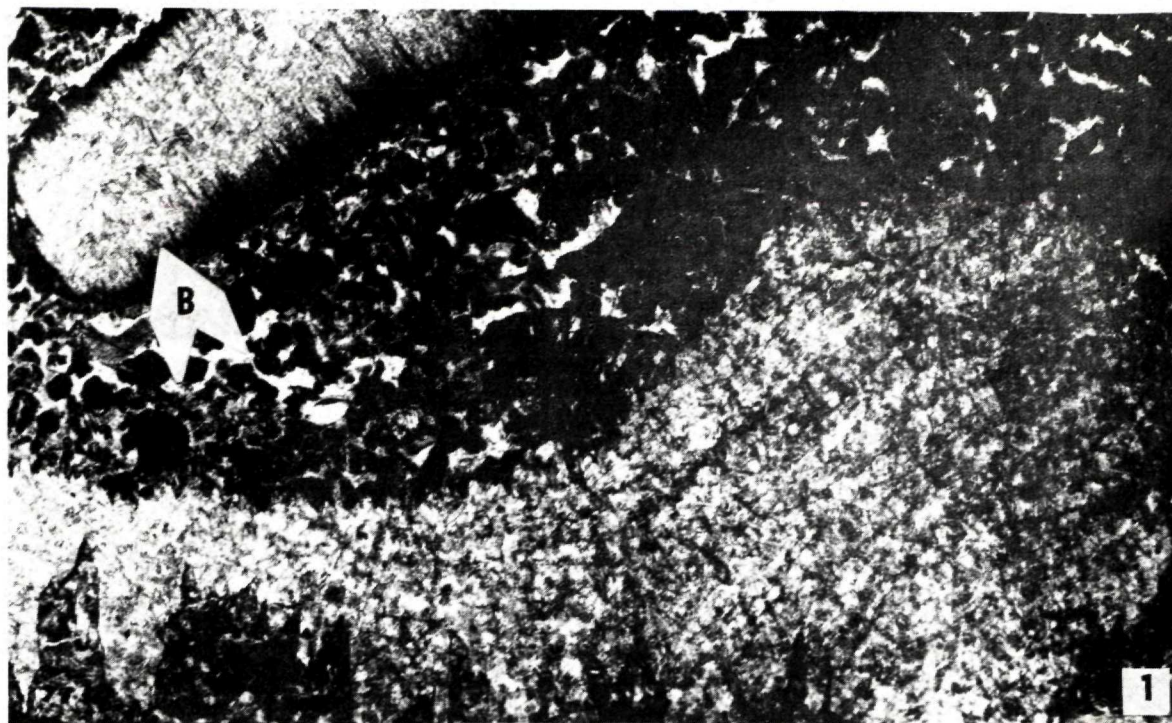
Obr. 7. 1 – Biosparruditový vápenec, akumulace rozlámaných větví tabulárních korálů a stachyodu (Stromatoporoidea). Na povrchu větví jsou zbytky palisádových lemu mořské cementace, hlavní část dutin mezi větvkami je však zaplněna hrubě mozaikovým až blokovým sparitem. Sekundární zploštění větví a celé horniny v poměru 1 : 2 je vyvoláno parciálním rozpouštěním karbonátu na intergranulárních rozměru pod 150 μm v tmelu na krystalových poruchách a hranicích velkých zrn. Svrchní givet, Koňský spád u Macochy. Zv. 4x; 2 – Sedimentární brekcie dále rozrušovaná přítomností později nahrazených evaporitů, dolomitizace a dedolomitizace. V levé části snímku je patrná subvertikální trhlinka zaplňovaná karbonskými pískovci. Svrchní givet, vrt Krásná KS-1, úsek Sever, 1 376,7 m. Zv. 4x.

Fig. 7. 1 – Biosparrudite with accumulated broken branches of tabulate corals and stachyods (Stromatoporoidea). Some relicts of the palisade rims due to the marine cementation occur on the branches, but the main interspaces display the blocky or coarse mosaic sparry calcite. A secondary flattening of the branches and the whole rock volume is caused by the carbonate partial dissolution at the sutures lesser than 150 micrometres – grain surface and crystal defects. U. Givetian, Horse Cliff near Macocha Abyss. x 4; 2 – Sedimentary breccia reworked in the course of the evaporite substitution, dolo- and dedolomitization. On the left, a subvertical fissure filled by the Carboniferous sandstones occurs. U. Givetian, W KS 1. depth 1 376,7 m. x 4.



Obr. 8. 1 – Větévka tabulárního korálu *Thamnopora* sp. má ve skeletu charakteristické zonální oblačkové tvary (S), vzniklé silicifikací za účinku vadózních vod při periodickém vynořování rifových lavic. Některé útvary byly později opět desilicifikovány. Silné partiální rozpouštění karbonátu při okraji skeletu je na snímku vidět podle „přitištění“ brachiopodových misek k pravé straně větévky, které je diagenetického původu. Svrchní givet, vrt Kozlovce SV-4, 2 096,0 m, úsek Sever. Zv. 4x; 2 – Ve skeletu stromatopory je vytvořena oblá dutina s radiálními paprsky. Vrtavé houby způsobující tyto tvary mají na široké platformě dvě výrazná expanzní akmé ve svrchním givetu a ve spodním frasně. Dutina je vyplněna vnitřním sedimentem s ostrakody a intrudujícím mikritovým sedimentem zvencí, který je ještě dodatečně proniknut prožerky a rekrystalován za účinku vadózních vod (v souladu se zonálními alteracemi na okolním skeletu stromatopory). Svrchní givet, vrt NP-828 Morávka, 1 477,8 m, úsek Sever. Zv. 5x; 3 – Vápencová brekie tournaiského stáří s redeponovanými rozlámanými krustami a kongrecemi převážujícího fosfátovo-silicitového složení (temné úlomky na snímku). Ve výbrusech obsahují fosfátové kongrece radiolárie, ostrakody, spikuly hub, aglutinované primitivní foraminifery a larvy pelagické fauny. Řezané jádro z vrtu Černotín SV-1, hl. 43,0 m, okolí Hranic na Moravě. Zv. 0,75x.

Fig. 8. 1 – Typical zonal silicification in spots developed due to influence of the meteoric water on the occasionally emerged reef-banks. Some of the spots were desilicified. They are scattered in the *Thamnopora* skeleton (arrowed by S). U. Givetian, W Kozlovce SV-4, depth 2 096,0 m $\times$ 4; 2 – Spherical sponge burrow with the radial lumens built in the stromatoporoid coenosteum. Two remarkable acme of these boring sponges occur: one of the U. Givetian, the second of the L. Frasnian. Void depicted was filled by the internal sedimentation (including the shells of ostracods) and the micritic influx from the outside. The diagenesis of the vadose zone took part in the final pattern. U. Givetian, W NP-828, depth 1 477,8 m, $\times$ 5; 3 – The Tournaisian lime-breccia with the broken crusts and the free concretions of the silica-phosphatic composition. Radiolarians, ostracods, sponge spicules, agglutinated foraminifers, and larval stages of pelagic fauna are hidden in the phosphatic mass. Dark in the varnished core slab, W Černotín SV-1, depth 43,0 m $\times$ 0,75.



Obr. 9. 1 – Slabě promytý biosparitový vápenec s dodatečnou tvorbou pseudosparitu na úkor mikritu v základní hmotě. Částice v sedimentu jsou převážně mikritizovány (na snímku je patrné jejich temné zbarvení). Schránka mlže (B) byla rekrystalována ještě před pohřbením do sedimentu, o čemž svědčí tvary povrchové mikritizace, přičítané činnosti siníe a bakterií. Na úlomku vzácně se vyskytující stromatopory je vidět stylolit o vysoké amplitudě. Vyšší famen, vrt Uhřice-7. Zv. 5x; 2 – Biosparitový vápenec se schránkami foraminifer a pestrým spektrem skeletových úlomků. Výbrus z poměrně homogenní lavice „karbonátového písku“. Vyšší famen až tournai, vrt Horákov SV-1, j. okraj Moravského krasu. Zv. 5x.

Fig. 9. 1 – Poorly washed biosparitic with the diagenetical production of the pseudo-sparry calcite, devastating the original micrite in the matrix. An intensive micritization of the particles occurs (dark coloured grains in the picture). The fragmented bivalve shell (arrowed by B) underwent the recrystallization before being buried in the sediment – compare the shape of the near-surface micritization. The rare stromatoporoid fragment is limited by the stylolite. U. Famennian, W Uhřice-7, x5; 2 – Biosparitic rock packed by the foraminifer shells and the highly differentiated skeletal particles. Thin-section of the homogenous, „carbonate sand“ bank. Famennian/Tournaisian, W Horákov SV-1, x5.

Studie termokatalytické přeměny organické hmoty (Müller, 1989) poukazují na hlavní paleogeografické a tektonické zákonitosti zájmové oblasti. Především dokládají, že kulmský příkrov se musel přesunout v době mezi svrchním visé a namurem A, a teprve po jeho přesunutí došlo ke stlačení středodevonských až spodnokarbonských karbonátových sedimentů a ke katagenézi jejich organické hmoty, která skončila ve stadiu apokatagenéze AK₂.

Literatura

- Copper, P. 1986: Frasnian-Famennian mass extinction and cold-water oceans. *Geology*, 14, 835–839.
- Dvořák, J. 1978: Geologie paleozoika v podloží Karpat jv. od Drahan-
ské vrchoviny. *Zem. Plyn Nafta*, 25, 185–203.
- Dvořák, J. a Friáková, O. 1978: Stratigrafie paleozoika v okolí Hranic
na Moravě. *Výzk. Práce Ústř. Úst. geol.*, 18, 5–50.
- Dvořák, J. 1980: Devonian and Lower Carboniferous in the basement
of the Carpathians south and southeast of Ostrava, Upper Silesian
Coal Basin, Moravia, Czechoslovakia. *Z. Dtsch. geol. Gesell.*, 133,
551–570.
- Gračevskij, M. M., Kučeruk, Je. V. a Skvorcov, I. V. 1977: Neftegazo-
nosnost rifových komplexů i osobennosti poiskov v nich neftegazo-
vých zalezěj v zarubežnych stranach. *Moskva, Vniioeng.*
- Hladil, J. 1980: Biofaciální studium devonských rifových vápenců
u Hranic na Moravě. *Manuskript – archiv Ústř. Úst. geol. Brno.*
- Hladil, J. 1988a: The structure and minerofacies of the Middle and
Upper Devonian carbonate buildups in Moravia (ČSSR). *Mém. Ca-
nad. Soc. Petrol. Geol.*, 14, 607–618.
- Hladil, J. 1988b: Zonality in the Devonian Carbonate sediments in
Moravia (ČSSR). *Abstr. Conference Bohemian Massif 1988. Praha,
Ústř. Úst. geol.*, s. 36.
- Chlupáč, I. 1964: Ke stratigrafickému dělení moravského devonu. *Čas.
Mineral. Geol.*, 9, 3, 309–316.
- Chlupáč, I. 1984: Stratigraphic development of the units – Devonian of
the Moravo-Silesian region. In: Suk M. (red.): *Geological history of
the territory of the Czech Socialist Republic. Praha, Academia*, 121.
- Chmelík, F. 1983: Shrnující zpráva o výsledcích státního úkolu C 52-
347-013 „Výzkum hlubinné geologické stavby v karpatské neogenní
předhlubni a ve flyšovém pásmu Karpat“. *Manuskript – archiv Ústř.
Úst. geol. Praha.*
- Chnykin, V. I. et al. 1986: Zpráva o vědeckovýzkumných pracech pro-
vedených v rámci kontraktu č. 55-183/27800 „Racionální a vědecky
zdůvodněné zaměření geologicko-průzkumných prací na ropu a zem-
ní plyn na území ČSR na období 1987–1990 a následující léta“. *Manuskript – archiv Ústř. Úst. geol. Praha.*
- Kostelníček, P., Adámek, J., Krejčí, J., Thonová, H. a Blumenthal, J.
1987: Nové výsledky průzkumných prací v letech 1978–1986 v oblasti
jv. svahů Českého masívu s návrhem dalších prací. *Naftové geologic-
ká konference Kostelec 1987. Knihovnicka Zem. Plyn Nafta (Hodo-
nín)*, 7, 77–93.
- Kuznecov, V. G. 1978: Geologija rifov i ich neftegazonosnost. *Moskva,
Nedra.*
- Mencík, E. 1988: Shrnující závěrečná zpráva o výsledcích státního úko-
lu „Výzkum a prognózní zhodnocení ropoplynosnosti netradičních
oblastí ČSR“. *Manuskript – archiv Ústř. Úst. geol. Praha.*
- Müller, P. 1989: Zdrojové horniny ropy a zemního plynu jv. svahu
Českého masívu. *Manuskript – archiv Ústř. Úst. geol. Praha.*
- Zobova, M. A., Kalik, N. G., Koblenec, A. I., Ratner, V. Ja., Čepel-
jugin, A. B. a Šeremetjeva, G. A. 1979: Zakonomernosti rasprostra-
nenija neftegazonosnyh rifov i osobennosti ich poiskov. *Moskva,
Vniioeng.*
- Zukalová, V. 1980: Stromatoporoidea in the Devonian complex in Mo-
ravia (Czechoslovakia). *Acta paleont. polon.*, 25, 3/4, 671–679.

Prospect of the Paleozoic reef structures at the SE slope of the Bohemian Massif

The base of data which was utilized for the facial and basinal analysis at the SE slope of the Bohemian Massif had been filled in the course of the survey and exploration of the oil producing structures from 1964 to 1983. This large programme comprising several research teams in about two decade activity was controlled by the Central Geological Survey and covered by the final report (Chmelík, 1983). The next period was devoted to the source, migration and trap evaluation carried out by the Czechoslovak-Soviet Group with the large support from the Moravian Oil M., s. e., and Geological Exploration – UNIGEO, s. e. (Chnykin et al., 1986). Further continuation of the survey was focused to the unusual sectors which were placed “higher” on the slope, westernly from the Carpathian flysch nappes (Mencík, 1988).

Owing to the data obtained, a remarkable controversation appears there: More than 30 % of possible reservoir volumes may be assigned to the Paleozoic carbonate complex, but its stage of the exploration is the lowest among the sedimentary complexes of the SE slope. The wide-spread, Eifelian to Viséan carbonate complex is penetrated and profiled irregularly. About 40 wells have been drilled in the selected parts of the SE slope clustering round the visible reservoirs, while the large buildup surface from the Sect. North with the adjoined unusual sectors were examined only by a single pioneer well Potštát-1. In order to have the better capability for recognizing of the internal structures in buildups we should take advantage of the facial and basinal analysis.

The carbonate buildups which cover more than 10 000 km²

slope of the Bohemian Massif are assigned here to the Broad Platform development of the Northern Shelf. Several tens to the first hundreds of kilometres wide carbonate platform is streaked by the joined bodies of an active growth. Some elevations on the rear-side of the platform display a clear record of the occasional emergence. A frontal margin of the platform is narrow but formed by the transgressional shift (up to the U. Frasnian) and the regressional one, consequently, both with dropping and oscillating features. The margin mentioned is not directly connected by the slope with the basin, as formerly assumed. The gentle slope often mouths to the deeper carbonate ramp which is rimmed by an uncomplete girdle of barrier structures. The whole Moravian segment of the Northern Shelf is turned in the clockwise sense, collided with the intrabasinal and distant opposite blocks. The collision events from the Famennian up to the Namurian are recorded in the deformation pattern, but most impressive is the thrusting of the Viséan/Namurian times.

In attempt to circumvent the temporarily misleading problems in possible reef reservoirs of Moravia we have been compiling a new model of the Paleozoic buildup facies in Moravia with the times of their particular placing in different order (see a rough “transparent” model of the autochthonic facies – enclosed here). Our recent claim of two groups of possible reservoirs is based on the facies, seismic profiling and core studies including the microfacies. The first group can be characterized as the occasionally emerged topo-highs that underwent the brecciation, dolomitization, leaching, evaporite collapse, karstification, silici-, and desilicification. Here, the visible reservoir was

reached in the Krásná KS-7 well (UNIGEO s.e. Gas Programme). The other group represents the potential barrier structures at the western margin of the carbonate shelf, in the seismic profiles 5/83, 5/84, and 6/84 (Figs. 2–4). The both of the promising phenomena, one of the rear-side, the second of the basin-

side of the carbonate shelf, would be examined by the seismic and core studies processed in the profile network. Only through this stated methods we can prove and/or refuse the prospect of the reservoir fields with the sufficient reliability.

ZO ŽIVOTA SGS

D. Plašienka: **Dynamické aspekty tektonického vývoja intrakontinentálnych mobilných zón (centrálne Západné Karpaty ako príklad)** (Bratislava 9. 11. 1989)

V posledných rokoch sa objavilo množstvo prác, ktoré z rôznych pohľadov rekonštruujú paleotektonický vývoj Západných Karpát a ich okolia od mezozoika dodnes. Všetky tieto rekonštrukcie sú kinematické (t. j. riešia históriu pohybu) a väčšinou postrádajú tretí (vertikálny) rozmer, ktorý je však nevyhnutný na posúdenie prejavov kôry a celej litosféry v procese tektonogenézy mobilných zón. Práve vertikálny rozmer umožňuje nahliadnuť do dynamiky (t. j. do príčin pohybu) podkôrových procesov, ktoré vedú k rozsiahlym deformáciám zemskej kôry v orogénnych zónach a ktorých horninový záznam (látkový a štruktúrny) nám umožňuje tieto procesy aj spätne dešifrovať.

Základnými parametrami pri deformácii geologických telies sú reologické vlastnosti horninového média a charakter napätového poľa. Reológia litosféry je známa len v hrubých rysoch, existuje však zásadný rozdiel medzi litosférou kontinentálnou a oceánskou. Kontinentálna litosféra pozostáva z kôry bohatej na kremeň a z plášťovej časti bohatej na olivín. Tieto minerály určujú reologické prejavy celej litosféry, ktorá sa potom skladá z rigidnej vrchnej kôry, duktilnej spodnej kôry a z rigidného vrchného plášťa. To je tzv. sendvičový model kontinentálnej litosféry, v ktorom na úrovni spodnej kôry (hlavne Moho) existuje výrazná zóna odlepenia, umožňujúca nezávislé deformácie kôry a plášťovej časti kontinentálnej litosféry. Naproti tomu oceánska litosféra sa celá riadi reológiou olivínu a skladá sa len z jednej rigidnej vrstvy, ktorej hrúbka závisí od jej veku.

Napätové polia v litosfére sú produkované rôznymi tektonickými silami. V poslednom čase sa upúšťa od klasickej predstavy o konvekčnom prúde v plášti ako o priamom hnacom motore pohybu platní a za hlavné riadiace sily sa pokladá tlak zo svahov stredoocéánskych chrbtov, „nasávanie“ trenča a predovšetkým ťah dosky, t. j. negatívna vzplývavosť ťažšej oceánskej litosféry (a prípadne aj vrchnoplášťovej časti kontinentálnej litosféry) gravitačne klesajúcej do natavenej astenosféry. Iné sily (napr. vlečenie na báze platní, kolízny odpor, viskózný odpor plášťa a pod.) sú silami, ktoré pohyb platní brzdia a za rôznych konfigurácií platňových interakcií majú rôzne veľkosti a paleotektonický význam.

Ak prijíame predstavu o ťahu dosky ako o hlavnej sile generujúcej štruktúrotvorné napätové polia v litosfére, budú mať tieto polia odlišné vlastnosti v spodnej (ťahanej) a vrchnej (kolíznej) platni. Dôsledkom vlastností napätového poľa (pozície hlavných kompresívnych napätí a ich veľkosti v kôre najmä vrchnej) sú rôzne tektonické režimy, ktoré sú v orogénnych pásmach kolízneho typu zákonite priestorovo i časovo usporiadané. Pre spodnú platňu je typický extenzný tektonický režim spôsobený plným prenosom sily ťahu dosky na príslušnú platňu. Extenzný režim vedie v kontinentálnej litosfére k postupnému stenčovaniu kôry, založeniu prevažne asymetrických riftových štruktúr a vo finálnej fáze aj k termálnej subsidencii kontinentálnej litos-

féry, resp. k založeniu zóny s novovznikajúcou oceánskou litosférou.

Kompresný tektonický režim vyvolaný kolíznym odporom vrchnej platne je charakteristický pre frontálny orogénny klin vrchnej platne, ktorý je budovaný skrátenými komplexmi vrchnej platne, akretovanými vztlakovými kôrovými elementami spodnej platne, na špičke akrečnou prizmou sedimentov odlúčených od spodnej platne a v predpolí „thin-skinned“ vrásovo-prešmykovými pásmami pokrývajúcej spodnej platne. Celý kompresný klin má vonkajšiu vergenciu, v tyle s príkrovovou stavbou a poprikrakovými lineárnymi makrovrsami a prešmykovými zónami.

Transpresný režim plynuje nadväzuje na kompresný, pôsobí v oblastiach s tektonicky najzhrubnutejšou, chladnúcou kôrou v topografickej a napätovej osi orogénu, kde je ďalšie skrátenie možné už len bočným únikom na systémoch šikmých prešmykov a bočných posunov. Smerom do zázemia od napätovej osi majú štruktúry v závislosti od gradientov napätia spätnú vergenciu. Transtenzný režim v tyle celého orogénu sa uplatní vtedy, keď celková konfigurácia kolidujúcich platní umožní rozsiahly bočný únik elementov vrchnej platne z kolíznej zóny. Charakteristickými štruktúrami sú tu transtenzné bočné a šikmé posuny spreádzané poklesmi v negatívnych „flower“ štruktúrach a „pull-apart“ panvách.

Všetky uvedené tektonické režimy môžu byť súčasťou výsledkom pôsobenia jedinej subdukčnej zóny a v kolíznych orogénnych pásmach sa v uvedenom slede striedajú podľa zákonitosti orogenetickej polarít. Takýto model možno aplikovať i na Západné Karpaty, predovšetkým na ich centrálnu časť (tatrikum, veporikum, gemerikum), kde predpokladáme, že pôvodná juxtapozícia izopických zón nebola pokompresnými laterálnymi pohybmi výraznejšie modifikovaná. Extenzný režim má počiatky v normálnej kontinentálnej kôre tatrika a veporika v spodnej jure dezintegráciou triasovej karbonátovej plošiny a trval až do nástupu kompresných udalostí, ktoré ďaleko na juhu (meliatikum) začali už vo vrchnej jure, ale v tatriku až v turóne. Extenzný režim indikuje pozíciu na spodnej platni, ktorej ťah obstarávala subdukčná zóna na južnej strane oceánskej panvy situovanej na juh od meliatika. Kompresný režim má výraznú vonkajšiu polaritu, kde sa v čele vrchnej platne postupne akretovali vztlakové elementy spodnej platne (gemerikum, veporikum, tatrikum) spolu so sedimentárnou výplňou extrémne skrátených zón s tenkou kôrou (napr. krížňanský príkrov). Plášťová časť litosféry spodnej platne bola pritom od kôry odlučovaná a naďalej pohlcovaná v subdukčnej zóne, ktorá postupovala k vonkajšku, ale v predpolí orogénu stále vyvolávala extenziu. Pásmo transpresného režimu takisto postupovalo k vonkajšku a napr. v strednej kriede bolo na úrovni južného veporika a vo vrchnej kriede severného tatrika.

V detaile možno striedanie tektonických režimov dokumentovať na príklade Malých Karpát. Extenzný režim v tatriku sa začal prejavovať v spodnom liase a trval až do cenomanu (okolo

Pokračovanie na str. 384