

Paleogénne súvrstvie a jeho mezozoické podložie v Spišsko-šarišskom medzihorí (vrt Plavnica—1)

ANNA KULLMANOVÁ*, RUDOLF RUDINEC**

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

** Moravské naftové doly, Prieskumný závod, Priemyselná 1, 071 01 Michalovce

Doručené 27. 8. 1987

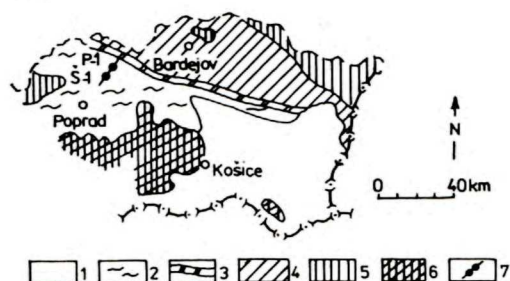
Палеогенные свиты и их мезозойская почва в Спишско-шаришском межгорьи (скважина Плавница-1)

Глубокой скважиной Плавница-1 были пробурены на глубину 2705 м осадки внутрокарпатского палеогена и в интервале 2705—3500 метра мезозойские осадки. Во флишевых секвенциях палеогена (интервал 1350—2275 м) пробурилось несколько толщ интраформационных конгломератов. На глубине 2306—2657 м. пробурилась 300 метровая толща плиты (мегакласт) светлых трещиноватых доломитов. Мезозойскую почву (глубина 2705—3500 м.) представляют тёмносерые и органогенно-детритические известняки стратиграфически приуроченных лиасу-догеру, известково-песчаные глины возможно верхнетриасового возраста, пёстрые свиты карпатского койпера и в самой нижней части скважины находятся тёмносерые дымчатые известняки и серые доломиты среднетриасового возраста.

Повышенное содержание углеводородов (8—32,8 ‰) установлено только во верхней части трещиноватых толщ где были определены притоки (максимально 4,5 л/сек) минерализованных (9—10 гр.л⁻¹) соляной термальной воды.

Paleogene sequence and its Mesozoic underlier in the Spišsko-šarišské medzihorie Mts. (the Plavnica-1 drilling)

The Plavnica deep drilling (3,500 m final depth) pierced sediments of Central Carpathian Paleogene from the surface to 2,705 m depth and their Mesozoic underlier to the final depth. Several levels of intraformational conglomerate have been found in flysch sequences of Paleogene age between 1,350—2,275 m. A 300 m thick body (megaclast) of light-coloured fissured dolomite occurs between 2,306—2,657 m depths. The Mesozoic underlier (2,705—3,500 m interval) is represented by dark-grey lime mudstone and organodetritic limestone of Liassic to Doggerian age, variegated Carpathian Keuper beds and, in the deepest parts of the drilling, by dark-grey to grey lime mudstone and grey dolomite of Middle Triassic age. Higher hydrocarbon content reaching 8—32,8 ‰ has only been found in upper levels of fissured dolomite layers where inflows (max. 4.5 l.s⁻¹) of mineralized (9—10 g.l⁻¹) thermal brines have been stated.



Obr. 1. Geologická mapa širšieho okolia vrtu Plavnica-1. 1 — východoslovenský neogén, 2 — vnútrokarpatský paleogén, 3 — bradlové pásmo, 4 — magurský príkrov, 5 — duklianska jednotka, 6 — predpaleogénne súvrstvia v celku, 7 — situácia geologického rezu.

Fig. 1. Geological map of the wider surroundings of the Plavnica-1 drilling. 1 — East Slovakian Neogene, 2 — Central Carpathian Paleogene, 3 — The Pieniny Klippen Belt, 4 — Magura nappe, 5 — Dukla Unit, 6 — Pre-Paleogene units, 7 — geological profile site.

V rámci geologického výskumu zameraného na vyhľadávanie ropy a plynu v pribradlovom pásme bol v roku 1983 realizovaný vrt Plavnica-1. Podľa geografického členenia (Mazúr et al., 1980) bol vrt lokalizovaný v Lubovnianskej kotline Spišsko-šarišského medzihoria cca 3 km od obce Plavnica (obr. 1). V hĺbke 0,0—2 705,0 m prevíral sedimenty vnútrokarpatského paleogénu, v hĺbke 2 705,0—3 500,0 m mezozoické sedimenty križňanského príkrovu (obr. 2, 3).

Paleogén

Navrátené paleogénne sedimenty vo vrtu Plavnica-1 na základe litologickej odlišnosti rozdeľujeme na dve časti: vrchnú časť 0,0—1 330,0 m reprezentujú šambronské vrstvy zastúpené tmavými ílovcami s drobovými vápnitými pieskvcami. Spodnú časť po litologickej stránke tvorí

flyšové súvrstvie ílovcov a pieskovcov. Charakteristickým litologickým znakom skúmaného súvrstvia sú polohy intraformačných zlepcov. Vyskytujú sa v hĺbke: 1 330,0—1 445,0 m, 1 665,0—1 860,0 m, 1 893,0—1 975,0 m, 2 200,0—2 275,0 m, 2 699,0—2 704,0 m. Z petrografického hľadiska sú to polymiktné zlepence. Na zložení sa podieľajú sedimentárne, vyvreté a metamorfované horniny. Zo sedimentárnych hornín prevládajú obliaky vápencov a dolomitov. Karbonáty sú mikritové a mikrosparitové. Pravdepodobne sa jedná o horniny triasového veku. Prítomné obliaky jemnozrnných kremenitých pieskovcov, pieskovcov s organogénnou prímесou ílovcov a prachovcov pravdepodobne pochádzajúcich z redeponovaných flyšových súvrství. Zriedkavo sa vyskytujú obliaky žilného kremeňa a kvarcitov. Z metamorfovaných hornín boli zistené muskoviticko-sericitické kvarcitové ruly a zelené bridlice. Vyvreté horniny sú zastúpené metamorfovanými granitoidmi a zmenenými bázikými horninami. Základnú hmotu zlepcov tvorí hrubozrnný až jemnozrnný pieskovec. Po mineralogickej stránke zodpovedá arkózovým pieskovcom alebo drobám. V základnej hmote často zisťujeme väčší percentuálny obsah ílovo-vápnitého komponentu. Ťažké minerály sa vyskytujú sporadicky a tvoria ich zirkón, granát, apatit.

Vyššie opísané polohy zlepcov navrátené vo vrtu Plavnica-1 korelujeme s analogickými horninami vo vrtu Šambron-1 (Nemčok et al., 1977; obr. 3). V hĺbkovom intervale 2 306,0—2 609,0 m bola zistená hrubá poloha svetlosivých (miestami pigmentovaná na hnedo) hrubozrnných dolomitov. Pozorujeme tu tlakové pukliny vyplnené svetlým hrubozrnným kalcitom.

Obr. 2. Litologicko-mikrofaciálny profil vrtu Plavnica-1 (Kullmanová, 1987).

Fig. 2. Lithological and microfacial profile of the Plavnica-1 drilling (Kullmanová, 1987).

MAKROOPIS	LITOLÓGIA	Vz	HĽBKA v m	Č.j	MIKROFÁCIA	Vek	MIKROOPIS
svetlosivé dolomity loferitovej štruktúry		•	2314,0-2319,0	14		S	loferit
svetlosivé dolomity loferitovej štr. (mechanicky porušene), loferit páry nepravidelného tvaru vyplnené sparitom		•	2405,0-2410,0	15		A	dolamikrosparit (sparit vyplňa páry)
svetlosivé loferitové dolomity		•	2505,0-2510,0	16		I	dolamikrosparit (mozaiková štruktúra)
sivohnedé kalové tenkalovicovité dolomity		•	2510,0-2515,0	16a		R	dolamikrosparit (brekciovitá štruktúra, zrná 0,037-0,08 mm, intrafoliálna brekcia)
sivé dolomity loferitovej štruktúry (sklon loferitov 20-35°)		•	2604,0-2609,0	17		T	(loferit) dolosparit
hrubozrnné pieskovce až zlepené s klastami sivých slaboslienitých vápencov		•	2699,0-2704,0	18		PALÉOGEN LUTET	biomikrit silavcov pieskovec Radiolaria sp., divina drabných ihličiek, ostrakody, krinoidy Discoscyclina sp., Globigerina sp., Orbitoides sp., Selenopora
sivé škvrnité vápence		•	2706,0-2711,0	18a		A	biomikrit Radiolaria sp., krinoidy, ostrakody, Dentalina sp., Globochaete alpina
tmavosivé škvrnité vápence s tenkými polohami vápnitých ilovcov		•	2794,0-2797,0	19		R	mikrit pyrit Radiolaria sp., Lenticulina sp., ostrakody
tmavosivé škvrnité vápence so slienitými medzivrstvickami		•	2920,0-2925,0	20		U	mikrit mikrokriz. pyritu kremeň ihlice húb krinoidy ostrakody
tmavosivé vápnito-piesčité ilovce s polohami piesčitých vápencov		•	2994,0-2999,0	21		J	biomikrit kremeň pyrit muskovit krinoidy lamelibranchiáty
tmavosivé slabo vápnito-piesčité ilovce s polohami pieskovcov		•	3097,0-3102,0	22		S	sparit psamit kremeň, kremeň-šarpatový, muskovit, sericit, živce
pestré ilovce		•	3170,0-3190,0				pelit
pestré ilovce tmavosivé kalové vápence organodetritikové krinoidové vápence		•	3203,0-3207,0	23		A	biosparit pyrit kremeň krinoidy Fondicularia sp. Globochaete alpina lamelibranchiáty (juven. štádium)
tmavosivé kalové vápence s medzivrstvickami tmavých ilovcov		•	3306,0-3310,0	24		I	mikrit-mikrosparit (veľkosť zrn 0,029 mm)
tmavosivé kalové vápence a vápnité ilovce		•	3402,0-3406,0	25		R	mikrit ostrakody (deformované schránky larválne štádium) ? lamelibranchiáty (larválne štádium)
sivé kalové dolomity s medzivrstvickami tmavých ilovcov		•	3495,0-3500,0	26		T	dolamikrit v blízkosti puklín kremeň aleuritická prímes (veľkosť zrn 0,012 mm)

	vápence		sparit		krinoidy
	hľuznaté vápence		mikrosparit		ihlice húb
	sliene a slienité vápence		pelit		"filamenty"
	krinoidové vápence		aleuropelit		globochéty
	lumachelové vápence		psamit		korály
	oolitové vápence		psafit		kadosíny
	dolomity		lamelibranchiáty		protoglobigeríny
	rohovcové váp. - polohy hľuzy		brachiopódy		ostne ježoviek
	ílovce		amonity		konodonty
	brekcie		gastropody		riasy
	mikrit		ostrakody		klasty
			rádiolárie		pelety
			foraminifery		kremeň
					živce
					pyrit
					muskovit
					sericit
					makrofauna

Výbrusová analýza poukazuje, že sa jedná o dolomikrosparity, často sprevádzané loferitovou štruktúrou. Skúmané horniny nie sú faunisticky preukázané, ale s najväčšou pravdepodobnosťou sú triasového veku. Stratigrafické začlenenie sedimentov vnútrokarpatského paleogénu je mikrofaunisticky doložené. V podloží dolomitov v hĺbke 2 699,0—2 704,0 m sa vo vápencových klastoch zlepcov vyskytujú paleogénne mikrofosílie zastúpené jedincami: *Discocyclina* sp., *Globigerina* sp., *Orbitoides* sp., *Solenopora* sp., *Lenticulina* sp. Podľa určenia Salaja in Kullmanová (1987) navrhovaná hornina s určitostí patrí do lutétu.

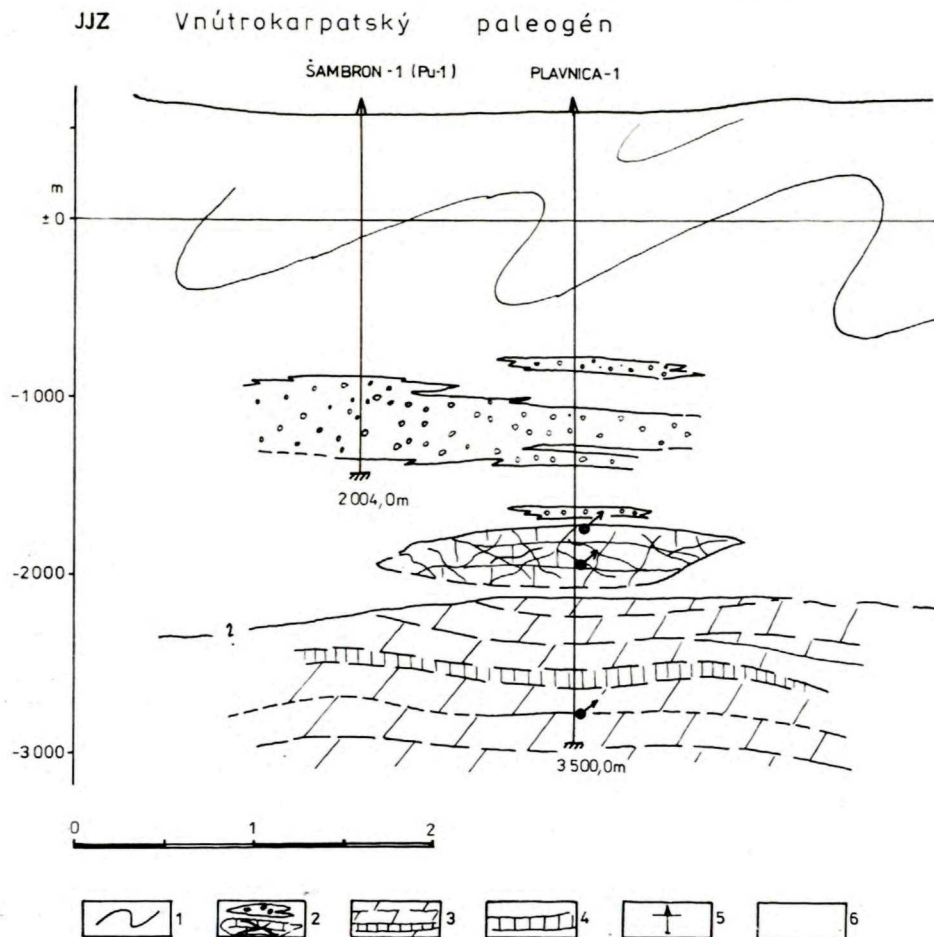
Mezozoikum

V podloží vyššie opísaného paleogénu boli navrhované mezozoické sedimenty. Na základe výsledkov litológie a mikrofaciálnej analýzy sme v hĺbke 2 705,0—3 500,0 m

vyčlenili nasledujúce litostratigrafické jednotky.

V hĺbke 2 705,0—3 170,0 m sa vyskytujú tmavosivé slienité, miestami škvrnité vápence s medzivrstvičkami vápnitých ílovcov. V spodnej časti skúmaného hĺbkového intervalu zisťujeme piesčité ílovce s polohami pieskovcov. Skúmané vápence sú mikrity a zriedkavo sú prítomné biomikrity a psamity. Výbrusová analýza poukazuje, že sa jedná o vápence chudobné na mikrofosílie. Ojedinele sa vyskytujú prierezy rádiolárií, ktoré sa vo výbrusových preparátoch javia ako fantómy po rádioláriách. Litologický charakter a mikrofaciálny obsah skúmaných vápencov sa zhoduje s horninami liasového — dogerského veku.

V hĺbkovom intervale 3 170,0—3 200,0 m boli navrhované sivozelené a červenohnedé ílovce s polohami svetlosivých kremenčov. S určitostí sú reprezentantom karpatského keupru a stratigraficky patria



Obr. 3. Priechny geologický rez vrtmi Šambron-1 a Plavnica-1 (Rudinec, 1987). 1 — vnútrokarpatský paleogén, 2 — intraformačné telesá v paleogéne (zlepenec, rozpukané dolomity), 3 — mezozoikum (jura-trias), 4 — pestré súvrstvie karpatského keupru, 5 — hlboké vrt, 6 — prítok termálnych vôd.

Fig. 3. Transversal geological profile across the Šambron-1 and Plavnica-1 drillings (Rudinec, 1987). 1 — Central Carpathian Paleogene, 2 — intraformational bodies in Paleogene beds (conglomerate, fissured dolomite), 3 — Mesozoic (Jurassic to Triassic), 4 — variegated Carpathian Keuper beds, 5 — deep drilling, 6 — thermal water inflow.

do obdobia vrchného triasu — noru.

Hĺbku 3 203,0—3 500,0 m reprezentujú štyri vrtne jadrá. Prvé tri jadrá 3 203,0—3 207,0 m, 3 306,0—3 310,0 m, 3 402,0—3 406,0 m po litologickej stránke tvoria tmavosivé kalové vápence, organodetritické vápence s medzivrstvičkami tmavých ílovcov. Po mikrofáciálnej strán-

ke sú to mikrity, mikrosparity s organogénnymi klastami a biosparity. Prítomné mikrofosílie sú rekryštalované a vyskytujú sa v nepatrnom množstve. Zistili sme krinoidové články, ostrakódy, ihličky húb, *Globochaete alpina* Lombard, *Frondicularia* sp. a prierezy lamelibranchiátových schránok (juvenilné štádium). I keď uve-

dená mikrofauna nemá stratigrafickú hodnotu, na základe korelácie s horninami vystupujúcimi na povrch horniny z uvedeného intervalu začleňujeme do triasu.

S prihliadnutím na výsledky geofyziky, predovšetkým seizmiky, a ich regionálnu koreláciu s vrstvom Šariš-1, Lipany-1, Lipany-2 sa zdá veľmi pravdepodobné, že mezozoické podložie vo vrte Plavnica-1 je reprezentované križňanským prikrovom, ktorý tu má regionálne rozšírenie (obr. 3).

Z ropnogeologického hľadiska medzi najvýznamnejšie pozitívne zistenia patrí výskyt výborných kolektorov tvorených hlavne rozpukanými dolomitmi, ktoré vystupujú ako kryha v paleogéne, ako aj mezozoické dolomity v podloží. Tie sú vo vrte Plavnica-1 sytené stredne až silne mineralizovanými ($9-10 \text{ g.l}^{-1}$) slanými termálnymi vodami (preliv $2,0-4,6 \text{ l.s}^{-1}$) v sprievode hlavne CO_2 (Rudinec, Smetana, 1987). Zaujímavý je zvýšený podiel

uhľovodíkov v plyne z hĺbky 3 440,0—3 500,0 m, ktorý dosiahol 32,8 %.

Literatúra

- Kullmanová, A. 1987: Petrografické vyhodnotenie mezozoického podložia z hlbinného vrtu Plavnica-1. *Manuskript — Geol. ústav D. Stúra Bratislava*, 5 s.
- Mazúr, E. et al. 1980: Atlas Slovenskej socialistickej republiky. SAV Bratislava.
- Nemček, J. et al. 1976: Štruktúrny vrt PU-1 Šambron (Lubovnianska vrchovina). *Region. Geol. Západ. Karpát*, 8, 72 s.
- Rehánek, J. 1986: Petrografická analýza vrtných jadier z vrtu Plavnica-1. *Manuskript — archív MND Michalovce*.
- Rudinec, R., Reřicha, M. 1983: Projekt geologických prác „Vyhľadávaci prieskum na živice — vnútorný flyš“, oblasť Plavnica. *Manuskript — archív MND Michalovce*.
- Rudinec, R., Smetana, J. 1987: Termálne vody pri Lubovnianskych kúpeľoch na východnom Slovensku (vrt Plavnica-1). *Manuskript — archív MND Michalovce*.
- Zádrapa, M. 1986: Petrografická analýza vrtných jadier a vrtnej drve z vrtu Plavnica-1. *Manuskript — MND Michalovce*.

Paleogene sequence and its Mesozoic underlier in the Spišsko-šarišské medzihorie Mts. (the Plavnica-1 drilling)

The Plavnica-1 deep drilling (Fig. 1) has been deepened in the frame of hydrocarbon prospection into 3,500 m final depth. The drilling site is about 3 km SSW from Plavnica village in the Lubovnianska kotlina basin of the Spišsko-šarišské medzihorie Mts. within Central Carpathian Paleogene unit near the Pieniny Klippen Belt (klippen-near zone).

The drilling traversed sediments of the Central Carpathian Paleogene till to 2,705 m from the surface and then Mesozoic sediments of the Križna nappe down to its 3,500 m final depth.

The drilled Central Carpathian Paleogene sediments may be subdivided, according to their lithology and tectonics, into two parts. The upper part to about 1,350 m depth is represented by flysch sediments of the Šambron member, where claystone prevails over sandstone and the sequence displays folded-sliced internal deformations. In the lower part (1,350–2,270 m), Paleogene beds are dipping at lower angles ($5-15^\circ$) and contain several layers of intraformational conglom-

erate. The rock is a polymict conglomerate to breccia with dominant carbonate cobbles. This conglomerate is similar to the type found in Šambron-1 drilling (Pu-1; Nemček et al., 1977).

A body of light-grey fissured dolomite has been pierced between 2,306–2,657 m which is of unknown stratigraphic age due to the lack of microfossils. It may but merely be stated that the dolomite is of Triassic age.

The Mesozoic underlier to Paleogene strata is composed of the following lithostratigraphic units (Fig. 2):

Dark grey and in places spotted organo-detritic limestone with calcareous-arenaceous layers and with marlstone or sandstone intercalations occur in the 2,705–3,170 m depth interval. The suite is poor in faunal remnants, but according to lithology, superposition and correlation with surficial and well dated sequences, a Liassic to Doggerian age may be presumed (Kullmanová, 1987). Greyish-green and reddish-brown claystone with layers of light-grey fine-grained quartz

arenite represents Carpathian Keuper beds in 3,110–3,203 m depth.

Dark lime mudstone, organodetritic limestone with intercalations of dark calcareous to dolomitic claystone occurs between 3,203–3,500 m in which layers of dark fissured dolomite are present in several levels (3,335–3,340 m, 3,445–3,500 m). The suite is of Triassic age.

Considering results or geophysical measurements and regional correlations with data obtained from Šariš-1, Lipany-1 and 2 drillings, it appears probable that the Mesozoic underlier in the Plavnica-1 drilling is part of the Križna nappe which is of regional extent in the klippen-near zone. Unfortunately, proper relations between the Paleogene and

Mesozoic within the Pieniny Klippen Belt may, from the available seismic data, not be interpreted (Fig. 3).

From the viewpoint of hydrocarbon geology, a positive result is the presence of such excellent collector rocks as the fissured dolomite. In the Plavnica-1 drilling, this dolomite is saturated by moderately to strongly mineralized ($9\text{--}10\text{ g.l}^{-1}$) thermal brines containing carbon dioxide. Yields of this water are fluctuating between $2,0\text{--}4,0\text{ l.s}^{-1}$ (Rudinec, Smetana, 1987).

The higher content of hydrocarbon in the natural gas inflow from 3,440–3,500 m depth is interesting; the total hydrocarbon content reached up to 32,8 %.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Ch. W. Spencer (USA): Anomálne vysoké vrstvové tlaky a tvorba uhľovodíkov v oblasti Skalistých hôr v USA (Bratislava 29. 9. 1987)

Anomálne vysoké tlaky (AVT), správnejšie nadhydrostatické pórové tlaky fluid, sú rozšíreným javom v hlbších častiach väčšiny paniev v oblasti Skalistých hôr (Rocky Mountains), kde teplota prevyšuje 90°C . Na vzniku AVT sa podieľajú viaceré činitele. Dehydratácia pórov pri kompakkii a termálne vody hlbokého obehu môžu len čiastočne prispieť k lokálnemu zvýšeniu ložiskových tlakov. Za jeden z možných procesov vzniku AVT sa považuje transformácia smektitu na illit spojená s jeho dehydratáciou. Väčší význam sa jej pripisuje v oblasti Mexického zálivu a v iných panvách s rýchlou akumuláciou sedimentov. Hlavným mechanizmom vzniku AVT celopanového rozsahu sa však ukazuje byť katagenetický (tepelnodiagenetický) vznik uhľovodíkov pri zrení kerogénu v materských horninách. V panvách oblasti Skalistých hôr je o tom viacero dôkazov.

Výskyt AVT je viazaný na zóny aktívnej tvorby uhľovodíkov, t. j. v hlbkách, kde odraznosť vitrinitu v roponosných horninách je nad 0,6 %, v plynonosných horninách nad 0,7 %. V ílovcoch s nízkym obsahom kerogénu a nízkym uhľovodíkovým potenciálom sa AVT nevyskytuje. Hlavnou fluidnou fázou v tlakových zónach sú uhľovodíky bez diskretného rozhrania plyn – voda alebo ropa – voda. Pritoky vody nastávajú až po poklese tlaku odčerpaním uhľovodíkov.

Tam, kde boli súvrstvia vyzdvihnuté, nadložie erodované, horniny ochladené, ustáva tvorba uhľovodíkov a AVT vyhasínajú. Ak erózia prebehla len pred niekoľkými miliónmi rokov, vyskytujú sa ešte reziduálne AVT pri teplotách pod 90°C . Čím dávnejšie však „utíchol motor“ nadhydrostatických tlakov (katagenetická tvorba uhľovodíkov), tým viac poklesli AVT na hydrostatickú hodnotu. Preto sa AVT vyskytujú hlavne v mladších jednotkách.

V hlbkách, kde sa tlaky fluid približia hranici pevnosti hornín (litostatickému tlaku), dochádza k vzniku mikrotrhlín, hlavne vertikálneho smeru. Pri ich roztvorení uniká ropa a plyn z pretlakovej zóny do priestorov s nižším tlakom: z ílovcov do pieskovcov a prevažne v smere nahor. Toto prírodné štiepenie kompaktných kolektorov, materských i krycích hornín je znásobené, ak okrem AVT pôsobí aj orogénny tlak (stres). V dôsledku toho AVT nepresahujú hodnotu litostatického tlaku a pod zónou štiepenia obyčajne pozorujeme pokles gradientu tlaku fluid. Vďaka sieti mikrotrhlín uhľovodíky väčšinou migrujú až do konvenčných kolektorov s normálnymi tlakmi, v ktorých vytvárajú súvislú fázu, ktorá je pôsobením kapilárnych síl schopná ďalšej migrácie.

Pri ťažbe v nízko pórovitých súvrstviach s veľkým zastúpením tesniacich horizontov signalizujú zóny nadhydrostatických tlakov horniny nasýtené uhľovodíkmi, ktorých produkčná kapacita je, vďaka tlakovej energii zvýšená. Najnádejnejších býva vrchných 300–600 m zóny AVT, kde okrem aktívnej