

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	59	2	397-412	Београд, децембар 1995 Belgrade, Decembre 1995
--	----	---	---------	---

УДК 55:550.3:551.7(497.113)

Оригинални научни рад

ИНЖЕЊЕРСКА ГЕОЛОГИЈА, ХИДРОГЕОЛОГИЈА, СЕИЗМОЛОГИЈА
GÉOLOGIE APPLIQUÉE, HYDROGÉOLOGIE, SÉISMOLOGIE

**МОГУЋНОСТ КОМПЛЕКСНЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЈЕ
БИОСТРАТИГРАФСКИХ, МАГНЕТОСТРАТИГРАФСКИХ,
СЕИЗМОСТРАТИГРАФСКИХ И СЕДИМЕНТОЛОШКИХ
ПРОУЧАВАЊА ПЛИОЦЕНСКИХ СЕДИМЕНАТА
У СЕВЕРИОМ БАНАТУ**

од

Милене Ђурашиновић–Гавриловић^{*}, Жељка Кирина^{**},
Драгољуба Стефановића^{***}, Надежде Гагић^{****}
и Милорада Димитријевића^{*****}

Због специфичности развића фауне у релативно ограниченом акватичном подручју Панонског басена на простору северног Баната, на делу тромеђе Југославије, Румуније и Мађарске, комплексна интерпретација је отежана због ограничених могућности корелације са резултатима проучавања ширих простора и глобалних стратиграфских подела. Комплексна савремена проучавања значајно доприносе да се многе од тих тешкоћа могу умањити. Експериментално је испитано језгро дужине око 50 метара. Сви резултати, који су могли бити анализирани применом методе Фуријсове трансформације и применом методе филтрирања (Аутокорелације, Walshov и Hanningov филтер) су проучени и извршена је синтетичка анализа. Резултати пружају могућност комплексне интерпретације иако су изведени испитивањем мале дужине језгра, а за дуже интервале коришћени примерци са сита.

Кључне речи: Панонски басен, Југославија, Банат, магнетостратиграфија, стратиграфија, сеизмостратиграфија, седиментологија, геофизички индуктивни каротаж, филтрирања, корелација, интерпретација.

Spiritus moves интензивних а и систематских испитивања седимената Панонског басена је била перспективност проијалажења лежишта угљоводоника. Интензивна испитивања реално су започета средином XX века. Прва комерцијална ле-

^{*} 120-6615 Telford Ave., BURNABAY B. C. VSH Canada.

^{**} Сутјеска 1, Нови Сад.

^{***} Булевар АВНОЈА 116, Београд.

^{****} Др Ивана Рибара 121, Београд.

^{*****} Хаџи–Милентијева 82, Београд.

жишта нафте и гаса пронађена су на самом почетку друге половине XX века, када је на првом месту захваљујући примени гравиметријских метода испитивања пронађено и прво лежиште нафте и гаса: Велика Грета и Јерменовци (Аксин, 1967). Током наредних 50 година постављена су обимна систематска испитивања која су допринела да је само на простору југословенског дела Паионског басена откривено више од стотину лежишта угљоводоника од којих се неколико (Кикинда, Мокрин, Велебит) убрајају у већа лежишта угљоводника на континенталном делу Европе. Последње такво лежиште је Турција–север на коме је 1994. године и започета редовна производња.

Целокупни простор југословенског дела Паионског басена геофизички је испитан применом метода: гравиметријских, геомагнетских (терестричке и аеромагнетске) и геоелектричних, а посебно рефлективним сеизмичким методама. У ту сврху примењене су најсавременије методе рефлективних сеизмичких испитивања и обраде података, укључујући рефлективна сеизмичка испитивања високе резолуције. На изабраним локалитетима изведена су и тродимензиона рефлективна сеизмичка испитивања.

Све бушотине испитане су применом метода геофизичког каротажа. Средином 90–тих година XX века започета су и испитивања најсавременијим дигиталним апаратурама за геофизичка каротажна испитивања, укључујући и примену "дип–метра" за мерења елемената пружања и пада слојева и других дисконтинуитета.

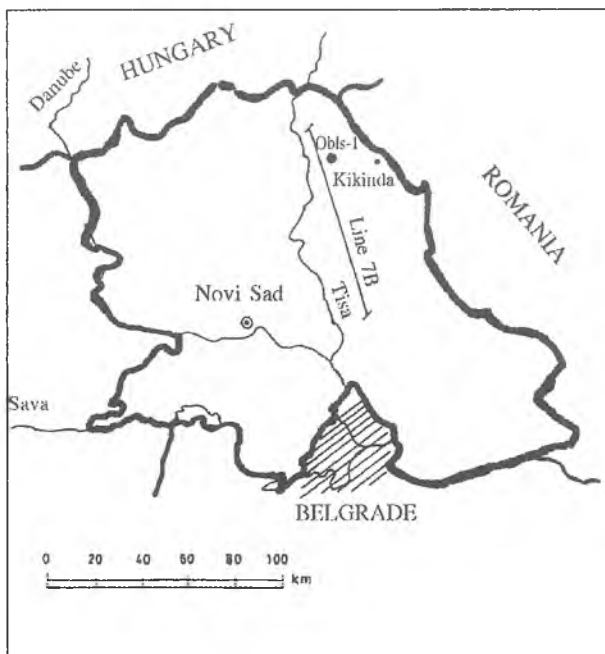
Приликом бушења истражних бушотина вршено је и језгровање сагласно пројектима. У току бушења експлоатационих и разрадних бушотина програми језгровања били су сведени на циљна језгровања.

Богатство целокупног геолошког и геофизичког материјала омогућило је да се спозна састав и старост седимената, њихова грађа и међусобни односи. Ради тих циљева вршена су одговарајућа седиментолошка, палеонтолошка, минералолошка, биостратиграфска и друга проучавања. Целокупна геолошка документација пружа основу да се може користити и за експериментална испитивања применом нових метода и поступака, а тиме је створена и могућност за реинтерпретацију.

Развој метода магнетостратиграфских испитивања пружио је могућност да се одговарајућа методологија примени на једној од истражних бушотина. За ту сврху изабрана је бушотина код села Обилићево (Облс–1), северозападно од Кикинде (сл. 1) где се налази једно од највећих лежишта угљоводника у Југославији. На дубини од 1675. до 1725. метра, на којој се очекивала граница плиоцена и миоцена извршена су језгровања. Језгра су коришћена за комплексна геолошка и магнетостратиграфска испитивања. У непосредној близини истражне бушотине Облс–1, је и сеизмички прифил 4880. који је коришћен посебно у процесу интерпретације изведених комплексних геолошко–геофизичких проучавања.

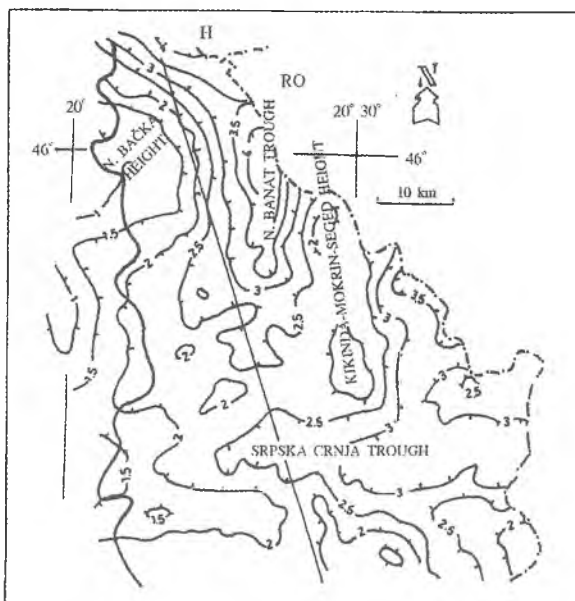
Седиментолошки и сеизмостратиграфски модел северног Баната

Седиментни комплекс северноисточног Баната је веома комплексан. На простору тромеђе Југославија–Румунија–Мађарска дебљина неогених седимената достиже и 6 km. Основна карактеристика је да се дебљина неогених седимената сма-



Сл. 1. Карта са положајем истражне бушотине Обилићево 1 (Облс-1) и рефлективног сеизмичког профила 4880.

Fig. 1. Map showing location of the wild-cat Obilicevo 1 (Obils-1) and reflection seismic line 4880.



Сл. 2. Карта дубина (km) до базе неогена северног Баната (Kirin at all., 1991).
Fig. 2. Map of depths (km) to Neogene base in north Banat. (Kirin at all., 1991).

њује идући према југу (Аксин, 1967). Једна од главних одлика је да се јавља неколико виспја (северо бачка, Кикинда–Мокрип–Сегедин), као и неколико трогова (Српска Црња, и Банатски трог) делом приказани на сл. 2.

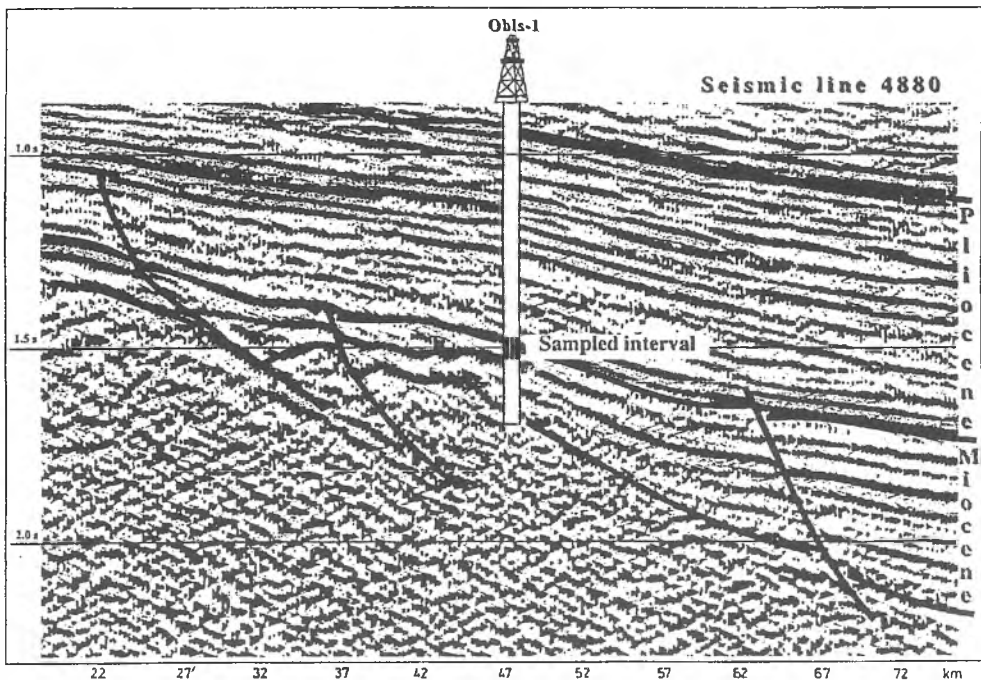
Савремено схватање развића неогених седимената (Dimitrijević & Dimitrijević, у раду Kirina, 1991, стр. 81) типове седимената, према условима седиментације, карактер сеизмичких рефлективних хоризоната сврстава у три категорије, и то:

секвеица – А: границе рефлектовања које имају комплексне форме, а одговарају седиментима пре–понтским до доње понтским;

секвеица – Б: границе рефлектовања које се јављају унутар понтских седимената;

секвеица Ц: границе рефлектовања које су субхоризонталне до хоризонталне, а налазе се унутар пост–понтских седимената до холоценских творевина.

На делу временске секције профила 4880. рефлективних сеизмичких иситивања (сл. 3) приказан је положај истражне бушотине и вероватан положај границе миоцен–плиоцен (Kirin i dr., 1991.).



Сл. 3. Положај бушотине Облс–1 и језгрованог интервала на сеизмостратиграфском профилу 4880.

Fig. 3. Location of Obls–1 and cored interval at the seismostratigraphic cross-section 4880.

Брзиа депоновања седимената током раздобља миоцен–плиоцен није претходно проучавана. Ради пројектовања положаја интервала који би требало језгровати, као и ради одређивања дужиине корисног језгра седимената које би било свр-

сисходно проучавати, било је потребно познавање брзине стварања седимената. У ту сврху користили смо се екземпларним радом магнетостратиграфских проучавања (Pogacsas, 1987) одговарајућих седимената на простору Панонске низије у Мађарској. Према проучавањима Pogacsas–а током раздобља миоцен–плиоцен дебљина седимената је расла од 0.5 до 4 m/1000 година. Ми смо претпоставили да би, обзиром на услове у Паратетису, брзина седиментовања могла бити од 0.2 до 0.4 m/1000 година. Могућности су дозвољавале да се може језгровати интервал од око 50 метара, а да се језгровање започне на дубини од 1675. метра.

Програмом су била предвиђена и комплексна геофизичка каротажна испитивања. Посебан нагласак је дат индуктивним каротажним испитивањима, очекујући да се резултати тих каротажних испитивања могу користити и за корелацију са резултатима магнетостратиграфских испитивања.

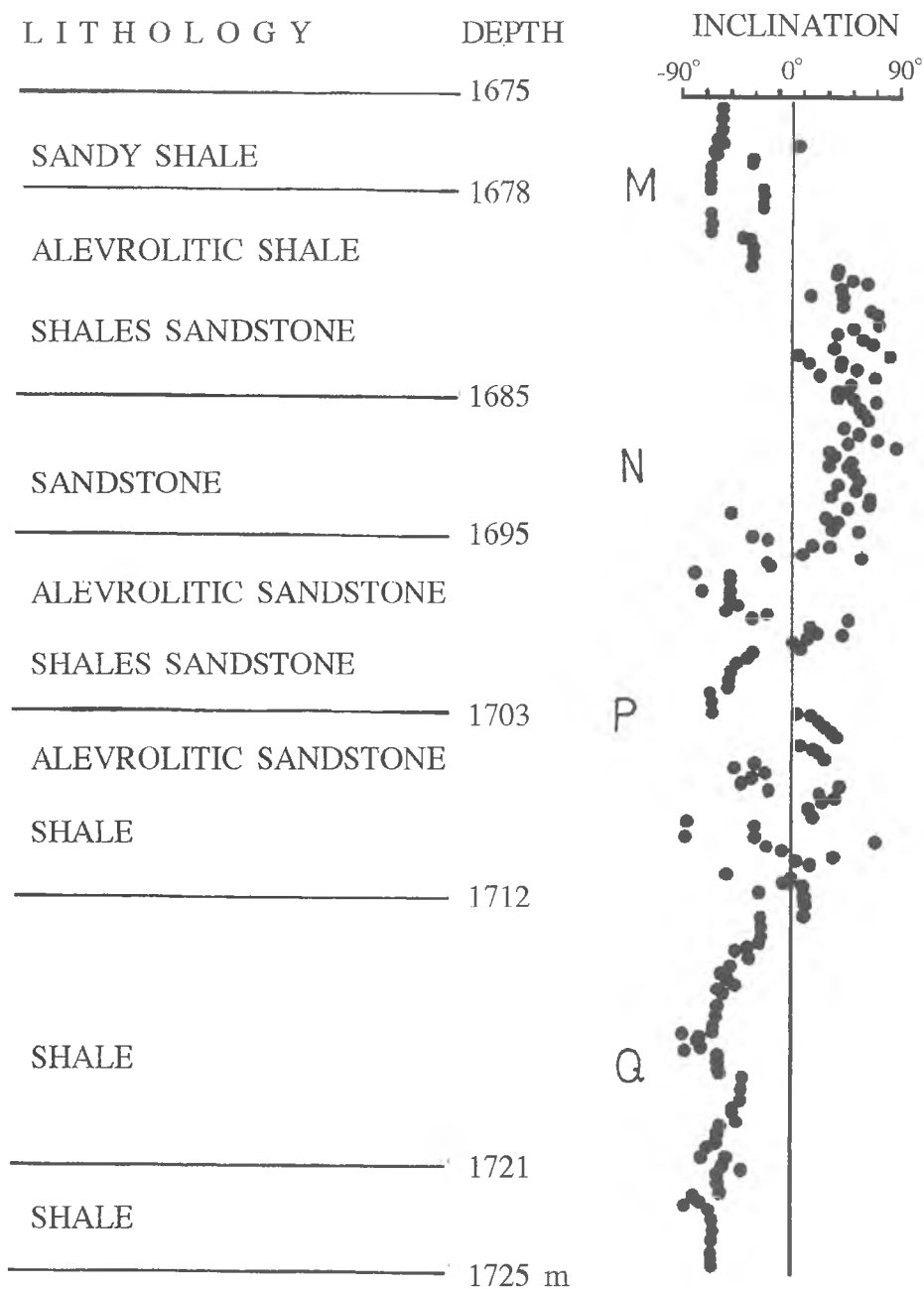
За биостратиграфска испитивања коришћен је и материјал са сита, а језгра су коришћена за комплексна испитивања: биостратиграфска, седиментолошка, литолошка, палинолошка, а посебно за магнетостратиграфска проучавања.

Техника палеомагнетских испитивања

Током бушења језгрована су 6 интервала. Језгровање је извршено керп–апаратом дужине 9 метара. Добијено је укупно 50 метара језгра, али су неки интервали изгубљени. На профилу, (сл. 5) интервали са којих није добијено језгро означени су "тачкасто" како би се указало да из тих делова нису направљени примерци за магнетостратиграфска и друга испитивања. Језгра су веома пажљиво оријентисана дуж z–осе, тако да је било могуће формирати релативно континуирано језгро идентично оријентисано. Делови језгра су спајани на границама прелома језгра како би се обезбедила континуалност. Такав приступ обезбедио је да је у процесу мерења било могуће одредити и релативну вредност деклинације, која је била од значајне користи при интерпретацији. Примерци за палеомагнетска испитивања извађени су бушењем дела језгара. Бушење је извршено управно на раван слојевитости. Привидни падови слојева нису били већи од два степена, што је била посебна погодност. Примерци су направљени на сваких 25 cm. Укупан број употребљивих примерака био је 320. Да би се спречило губљење влажности и сачувала компактноста примерака испитиваних седимената примерци су потопани у погодан флуид. Због термоосетљивости, формиране танке скраме, примерци нису могли бити и термодемагнетисани, већ су само демагнетисани у наизменичном пољу.

Анализа палеомагнетских испитивања

Примерци су систематски испитивани у палеомагнетским лабораторијама у Будимпешти (Мађарска) и Братислави (Словачка). Извршена су мерења природне реманентне магнетизације и њене стабилности у наизменичном пољу, као и њихова изотропност. Само су примерци из интервала 1675–1678 показали анизотропност, док су сви други показали висок степен хомогености. Минералолошка испитивања и термална анализа показала је да су примерци идентичног састава, а да је носилац магнетизације истородни минерал који није посебно идентификован. Процесом



Сл. 4. Петролошка класификација добијених језгара и дијаграм инклинација стабилне реманентне магнетизације.

Fig. 4. Petrographic classification of cores, and inclination of stable remanent magnetisation.

демагнетизације није уочена значајна вискозија и секундарна магнетизација. Демагнетизација у наизменичном пољу вршена је до интензитета поља од 6,3 А/м.

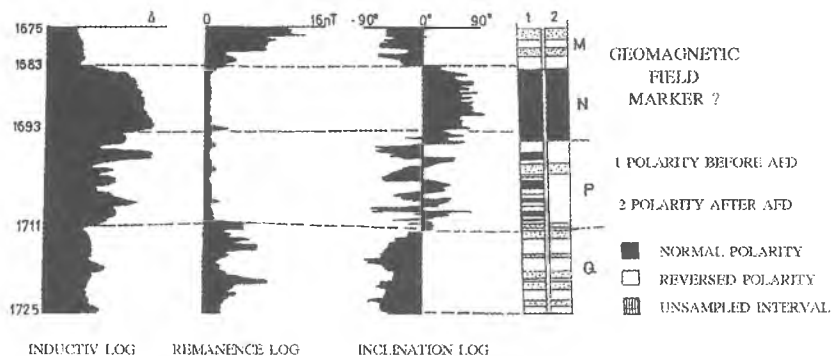
На основу природне реманентне магнетизације формиране су четири групе (сл. 4) и то:

- група М – реверсне поларности у интервалу 1675 – 1682 м,
- група N – нормалне поларности у интервалу 1683 – 1692 м,
- група P – променљивог поларитета у интервалу 1693 – 1710 м,
- група Q – реверсног поларитета у интервалу 1711 – 1725 м.

Уочљива је (сл. 4 и 5) изразита корелабилност интензитета реманентне магнетизације и литологије, односно услова седиментовања. Глине и песковите глине имају 10 до 20 пута већи интензитет реманентне магнетизације, него што је то случај са пешчарима и алевролитским пешчарима. У складу са петролошким својствима је и изразита корелација са специфичном електричном отпорношћу измереном индуктивним каротажом.

Уочена корелација електричне отпорности и интензитета реманентне магнетизације иницирала је корелацију те две величине. Примењени су сложени аналитички поступци (Hanningenov филтер, Welshov филтер, кроскорелација) и доказана је велика корелација апализираних параметара. Постоји реална могућност да такав поступак буде примењен на знатно већем интервалу бушотине, који може послужити за корелацију са климатским променама условљеним појавом ледених доба.

У току процеса парцијалне демагнетизације у наизменичном пољу примерци из интервала М, N и P показали су значајну стабилност реманентне магнетизације и нису променили своју поларност. Међутим, сви примерци из интервала Q чија је природна реманентна магнетизација била нормална, променили су магнетизацију и њихова стабилна реманентна магнетизација је у целини реверсна (сл. 5).



Сл. 5. Дијаграми индуктивног каротажа, интензитета реманентне магнетизације, инклинације и интервала поларитета пре и после демагнетизације.

Fig.5. Induction log, Intensity and Inclination of stable remanent magnetisation, and its polarity before and after demagnetisation.

Корелација дијаграма индуктивног каротажа, интензитета реманентне магнетизације и инклинације стабилног дела магнетизације је импресивна.

A G E	Mediterranean Units	Pevzner 1985	Andrescu 1987	Gagić 1988
1	Q	Q	Q	Q
3	Piacenzian	Akchagylian	Romanian	Levantian
	Zanclean	Kimmerian	Dacian	
5	Messinian			Pontian
7	Tortonian	Meotian	Pontian	Pannonian s.str.
		Sarmatian	Meotian	Sarmatian
11	Serravallian		Karaganian	Badenian
13		Langhian		
Ma				

Сл. 6. Стратиграфска подела неогена према наведеним ауторима.
Fig. 6. Stratigraphic time tables of Neogene by the quoted authors.

Комплексна интерпретација

Основни проблеми комплексне интерпретације изведених испитивања произишли су из тешкоћа везаних за различито развиће проучаваних делова Паратетиса са којима се могла вршити корелација. Основне тешкоће су се јављале и при коришћењу стратиграфских скала и релевантних магнетостратиграфских проучавања. Проблеми су настали због развића фауне из басена са веома ограниченом спољном комуникацијом. Познато је више стратиграфских подела (ијек од њих дате на сл. 6), које различито дефинишу старост појединих граница и време трајања катова. Тако, на пример, за раздобље поита претпоставља се време трајања од 0,5 до 3 милиона година, а тај се интервал, према различитим ауторима (сл. 6), смешта у временски интервал од 2 до 9 милиона година. При интерпретацији коришћена је класификација (Gagić, 1988) која је и приказана у колони 5 на сл.6. На бази детаљних проучавања проба сакупљених са сита, али ослањајући се првенствено на проучавање целокупног, континуираног језгро дужине 50 метара, са интервала 1675–1725 и корелацијом са суседним бушотинама, највероватније је да седименти проучаваног интервала припадају горњем делу доњег поита.

Сеизмостратиграфски профил 4880. (сл. 3) је коришћен при пројектовању пс-тражне бушотине Облс–1. Очекивало се да у домену изабраног интервала дубине буде и граница миоцен–плиоцен како је на слици 3. и означено.

Претпостављајући да је брзина депоновања била константна и да није било никаквог хпјатуса, реално се може закључити да дужина палеомагнетски испитаног интервала одговара временском раздобљу од 0,1 до 0,15 милиона година. Према томе наша магнетостратиграфска корелација у поређењу са систематским магнетостратиграфским проучавањима језгара из бушотина у Мађарској (Pogacsas, 1987), није довољно поуздава. Два од магнетостратиграфски детерминисана интервала су непотпуна (интервали М и Q), док су друга два (N и P) релативно кратки. Под претпостављеном брзином константне седиментације интервал N могао је настати у раздобљу од 25.000 до 50.000 година, док би интервал B могао бити формиран током периода од око 50.000 до 100.000 година. Такве дужине интервала могле би одговарати ијеком од субхроне 4. хрона (Gilbert). Може се претпоставити, исто тако, да интервал B, који је детектовап на интервалу дубине 1683–1693, представља могућу екскурзију магнетског поља. Таква екскурзија могла би бити изузетно значајан хроностратиграфски, тј. магнетостратиграфски маркер који би био релевантан за поуздану корелацију профила на простору северног Баната.

Интерпретација анализираних испитивања указује да је међусобна корелација доступних резултата веома добра, иако је изведена на интервалу од само 50 метара, који је формиран у релативно кратком временском периоду. Систематским свестраним проучавањима једног дужег интервала били би створени услови да се поузданије може вршити магнетостратиграфска, биостратиграфска, седиментолошка, сеизмостратиграфска корелација, као и адекватно детерминисање сеизмо–фација и гео–електричних фаација.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	59	2	397-412	Београд, децембар 1995 Belgrade, Decembre 1995
--	----	---	---------	---

UDC 55:550.3:551.7(497.113)

Original scientific paper

ИНЖЕЊЕРСКА ГЕОЛОГИЈА, ХИДРОГЕОЛОГИЈА, СЕИЗМОЛОГИЈА
GÉOLOGIE APPLIQUÉE, HYDROGÉOLOGIE, SÉISMOLOGIE

COMPLEX INTERPRETATION OF BIOSTRATIGRAPHICAL,
MAGNETOSTRATIGRAPHICAL, SEISMOSTRATIGRAPHICAL AND
SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF PLIOCENE SEDIMENTS IN
NORTHERN BANAT

by

Milena Djurašinović-Gavrilović*, Željko Kirin**,
Dragoljub Stefanović***, Nadežda Gagić****
and Milorad Dimitrijević*****

Specific faunal development in a relatively limited area of the Pannonian Basin, transboundary area of Yugoslavia, Romania and Hungary in northern Banat, is increasing the difficulty of an integrate interpretation for the lack of correlation with large regions or global stratigraphic divisions. Multidisciplinary modern studies greatly help in reducing the difficulty. Some fifty metres of a drill-core was experimentally examined. All results, which could be analysed by the Fourier transformation method and the filtering method (Autocorrelation, Walsh and Hanning Filters), were studied and subject of a synthetic analysis. The results allowed an complex interpretation, though the examined core length was small, and oversize specimens from sieves were used for long intervals.

Key words: Pannonian Basin, Yugoslavia, Banat, magnetostratigraphy, stratigraphy, seismostratigraphy, sedimentology, geophysical induction log, filtering, correlation, interpretation.

Spiritus moves for systematic investigation of the Pannonian Basin sediments was to find hydrocarbon deposits. Geophysical and geological investigation had started in the middle of the XX century. The first commercial oil and gas deposits were found close to

* 120-6615 Telford Ave., BURNABAY B. C. VSH Canada.

** Sutjeska 1, Novi Sad.

*** Bulevar AVNOJA 116, Belgrade.

**** Dr Ivana Ribara 121, Belgrade.

***** Hadži Milentijeva 82, Belgrade.

villages Velika Greda (in 1949), and Jermenovci (in 1952) (Aksin, 1967). The gravity method was used to determine a potential structure. The initial successes were followed by 50 years long large-scale systematic exploration. The outcome of the methods applied was that more than a hundred oil and gas deposits were found, some of which, such as Velebit, Kikinda, Mokrin etc., are among major hydrocarbon deposits in the continental Europe. The last oil deposit discovered is Turija–north, which started production during 1994.

Geophysical prospecting by gravity, geomagnetic (terrestrial and aeromagnetic), geoelectrical methods were applied extensively. However, far more than all of the mentioned methods reflection seismic have been applied. The whole Yugoslavian part of the Pannonian Basin was thoroughly investigated during the past 50 years. Digital seismic equipment were used for reflection seismic prospecting, and the technique of high resolution was applied accordingly. Some of selected areas were investigated by three-dimensional reflection seismic. The data are processed by VAX 9000 computer, and DISCO softer package is the program for standard processing.

The complex geophysical well–logging was performed at every hole drilled: wild–cats, exploration, and production wells. Modern digital equipment are used for well–logging. including dip–meter to measure strike and dip of sediments and discontinuities. The dip–meter has been used since mid–nineties.

Extensive core sampling of each of the wild–cats drilled was pre–programmed by a program of drilling each hole. However, programs for core sampling of exploration and production wells were oriented to take cores at specific intervals, and those were mainly at the pay zones.

The geological and geophysical data obtained were used to identify relevant rock properties, its petrology, petrophysics, age, structural relationship etc. The data were used for complex sedimentological, paleontological, mineralogical, biostratigraphical and other investigations. The complete set of data, well documented, is available, and can also be use for other experimental analyses applying new methods and techniques, as well as for reinterpretation.

The magnetostratigraphic method applied only at single wild–cat (Obls–1) drilled close to the village Obilićevo (Fig. 1) to the north–west of Kikinda town where one of the largest oil & gas field of Yugoslavia is situated. According to the program it was intended to core 54 m long interval from the depth 1675 m down, where it was expected that the Pliocene–Miocene boundary could be. All core samples were used extensively for complex geological and magnetostratigraphic investigation. The closest seismic line was 4880, not far from the wild–cat Obls–1, and the cross–section was very much useful for interpretation and geological and geophysical correlation.

Sedimentological and Seismostratigraphic Model of the North Banat

Neogene sediments of northern Banat are very complex. Its thickness is about 6 km close to the Yugoslavia–Romania–Hungary three–states border line. The total thickness of

Neogene sediments decreases southward (Askin, 1967). The main morphological features are several recognizable antiforms (North–Banat, Kikinda–Mokrin–Szeged), and several troughs (Srpska Crnja nad Banat trough) partly shown in Fig. 2.

The most recent concept of the Neogen sediment complex by Dimitrijević & Dimitrijević (in: Kirin, 1991, p. 81) distinguish three different sediment segments according to the sedimentation environments, and their age. Those are:

A–sequence: Pre–Pontian to Lower Pontian sediments with diverse deposition over highly differentiated palomorphology and synchronous folding; reflection boundaries have complex shapes;

B–sequence: Pontian sediments with well defined progradation series along the axial part of the Banat trough; reflection boundaries are well recognizable;

C–sequence: Post–Pontian to Holocene sediments; reflection boundaries are subhorizontal to horizontal.

The position of the wild–cat Obs–1 drilled, and the most probable position of the Miocene/Pliocene boundary (Kirin et al., 1991) are shown at the seismic time section along the seismic line 4880.

Sedimentation rate during Miocene/Pliocene time was not determined earlier. However, to determinate the depth of interval which was to be cored, and to determine the length of the interval for coring, it was necessary to assume a sedimentation rate. For that purpose we used the data relevant to similar sediments in Hungary. For the very well magnetostratigraphic investigated sediments (Pogascas, 1987) it was determined that the sedimentation rate was 0.5 to 4 m per 1000 years. Having in mind conditions that prevailed in the Paratethys we had assumed that the sedimentation rate should be 0.2 to 0.4 m/1000 years. It was possible to core an interval to core 54 m long, and therefore it was decided to start coring at the depth 1675 and further down.

A very complex program of geophysical well–logging was anticipated for the wild–cat drilled. A particular significance was attributed to the dual–induction log, since it was intended to correlate the resistivities with intensities of remanent magnetization.

Rock samples from the sieves were used for biostratigraphic investigations, while the core samples were used for all other investigations: biostratigraphic, sedimentological, lithological, palynological, and of course for investigating remanent magnetization.

Paleomagnetic Techniques Applied

The hole was cored at six depth interval using 9 m long equipment for coring. The total length of the cores was 50 m, since some intervals were lost through the process of coring. The intervals that was did not get cores are dotted at the column (Fig. 5), and therefore there are not data relevant for magnetostratigraphic interpretation. All core segments were carefully oriented along the z–axis to form a relatively continuous core with identical orientation. Consequently, we had a virtual continuity of the whole interval that was cored, except for the small missing parts. The procedure that was applied was essential for determining the paleodeclination, and was very much useful for interpretation.

Laboratory samples for paleomagnetic measurements were obtained by diamond coring. The drilling was perpendicular to the bedding. Apparent bed dips were no more than two degrees, what was very convenient for the purpose. Samples were made at each 25 cm intervals. The total number of useable sample was 320. To prevent drying, and preserve their compactness, all specimens were submerged into a two component industrial resin. Since the coating was thermosensitive the specimens could not be thermodemagnetized, and therefore demagnetizing by alternating field was applied.

Analysis of Paleomagnetic Measurements

The specimens were investigated in the paleomagnetic laboratories of Budapest (Hungary), and Bratislava (Slovak). The natural remanent magnetization was measured, and its stability was determined by AC demagnetization. Only specimens from the interval 1675–1678 were anisotropic, while all others were very much homogenous. Mineralogical investigation and thermal analysis indicated their composition, and a single magnetic mineral was recognized but we did not identify the mineral. The demagnetization did not reveal any significant viscous or secondary magnetization. The demagnetization was applied in electromagnetic field up to 6,7 A/m.

According to the natural remanent magnetization investigated all specimens were classified into four groups as follows:

- group M: reverse polarity; interval 1675 to 1682 m,
- group N: normal polarity; interval 1683 to 1692 m,
- group P: mixed polarity; interval 1692 to 1710 m, and
- group Q: reverse polarity; interval 1711 to 1725 m.

Very good correlation of the intensities of remanent magnetization and lithology, e.g. deposition environment is obvious at Figs 4, and 5. Clay and sandy clay have 10 to 20 time higher intensities of remanent magnetization comparing to the sandstone or silty sandstone. Petrological properties also closely correlate with resistivity measured with dual induction log.

The recognized correlation of electrical resistivities and intensities of remanent magnetization was an inspiration to apply analytical methods. A complex analytical method were applied, such as: Hanning filter, Walsh filter, and cross–correlation. The correlation parameters determined were very high. It seems that the applied method could be applied for much longer interval, and even to correlate the measured parameters with variation of global climate, and ice age phenomena.

In the process of partial AC demagnetization the specimens from the intervals M, N, and P had significant stability of remanent magnetization, and they did not change their natural polarity. Only specimens from the interval Q, however, with the normal polarity of natural remanent magnetization, did change the direction of natural magnetization, and the stable remanent magnetization was reverse (Fig. 5).

The conclude: the correlation of resistivities measured by dual induction log, paleoinclination and intensity of remanent magnetization is very impressive.

Complex interpretation

The main problem for a complex interpretation of the investigated sediments was due to the difficulties related to the different evolution of the parts of Paratethys that we wanted to correlate our data with. Similar problems are faces trying to correlate stratigraphic time scales with relevant magnetostratigraphic scales. The problems are related to the differences of evolution of fauna inside of rather isolated aquatic realms with very much restricted communication even to those near by. There are stratigraphic time table, and some of them are illustrated in Fig. 6, as published by quoted authors. It can be seen that some stratigraphic boundaries, as well as the time intervals of some of the stages are different. As an examples, the assumed time of Pontian stage varies from 0.3 to 3 Ma. For our interpretation we have used the time in the column 6 (Gagić, 1988) at Fig. 6. The age of the investigated sediments was determined by analyzing samples from the sieves. However, the interpretation does rely upon the results of investigations of the 50 m long continuous core from the depth interval 1675–1725, and correlation with the nearby boreholes drilled through the upper part of the Lower Pontian.

The sismostratigraphic profile 4880 (Fig. 3) was used for programming the drilling of the wild-cat Obls-1. It was assumed that the Miocene/Pliocene boundary should be at the determined depth interval shown in Fig. 3.

Assuming that the rate of sedimentation was constant, and that there were not any hiatus, it was reasonable to assume that the sampled depth interval corresponds to the time span from 0.1 to 0.15 Ma. Consequently, our magnetostratigraphic correlation compared to the systematic magnetostratigraphic investigations of cores from holes in Hungray (Pogascas, 1987) is not quite reliable. Two intervals at the magnetostratigraphic scale (M and Q) are not complete, while the other two (N and P) are relatively short. Assuming a constant sedimentation rate the interval N could had be deposited through a period from 25.000 to 50.000 years, and the interval B during an interval from 50.000 to 100.000 years. Such short time intervals would correspond to some of subchron of the 4-th chron (Gilbert). It can be assumed that the interval B, from the depth interval 1683–1693 corresponds to some Earth's magnetic field excursion. This excursion could be very significant as a chronostratigraphic, i.e. magnetostratigraphic marker relevant for reliable correlation of cross-section in the northern Banat.

The interpretation of analytic data indicates very good correlation of the results, although they rely upon a rather short 50 m depth interval, and sediments deposited in rather short time period. More intensive investigation of much longer depth intervals would provide far more reliable mangetostratigraphic, biostratigraphic, sedimentological, and seismostratigraphic correlation, and adequately more reliable age determination, and could be used to distinguish different seismic- and geoelectrical facies.

Translated by the authors

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Aksin V. 1967: Geologija nafte.– "Dnevnik", 735, Novi Sad.
- Andreescu I., 1987: Controversial approaches to the use of Middle–Upper Neogene chronostratigraphic units from the Tethys and the Paratethys.– 8th Congr. RCMNS, Ann. Hung. Geol. Inst., 70, 343–349; Budapest.
- Berggren W. A., 1987: Neogene chronology and chronostratigraphy – New data.– 8th Congr. RCMNS, Ann. Hung. Geol. Inst., 70, 119–41, Budapest.
- Cita M. B., 1990: Impact of ocean drilling on Neogene stratigraphy: A perspective view after 22 years of active exploration of the world ocean by drilling.– 96th Congr. RCMNS, p. 97, Barcelona.
- Djurašinić-Gavrilović M., Djorđević A. and Stefanović D., 1991: Correlation of magnetostratigraphic investigations by means of spectral analysis. Example of correlation with induction log. –2nd Int. Symp. Appl. Math. Meth. Comp. Geol., Min. & Metall., 382–387, Belgrade.
- Gagić N., 1988: Podela neogena i kvartara Srbije i Vojvodine na osnovu foraminifera i ostrakoda–prema dosadašnjim publikovanim radovima i fondofskom materijalu.– Centr. dokum., NAFTA GAS, 11, Novi Sad.
- Hilgen F. J. and Langres C. G., 1988: The age of the Miocene–Pliocene boundary in the Capo Rossello area (Sicily).– Earth Plan. & Sci. Lett., 91, 214–222, Amsterdam.
- Kirin Ž., at all., 1991: Seismic stratigraphy and sedimentology of the Neogene on the northern Banat.– Acad. Conf., Serb. Acad. Sci. Arts, vol. 62, Depart. Nat. Math. Sci., vol. 4, 77–95, Belgrade.
- Kristjansson L. and Johannesson H., 1989: Variable dispersion of Neogene geomagnetic field directions in Iceland.– Earth & Planet. Int., 56, 124–132, Amsterdam.
- Lantos M., Hamor T. & Pogacsas Gy., 1990: Magnetostratigraphic and seismostratigraphic correlation of Late Miocene and Pliocene (Pannonian s.l.) deposits of Hungary.– 9th Congr. RCMNS, p. 205, Barcelona.
- Linsen J. H., 1991: Properties of Pliocene sedimentary geomagnetic reversal records from the Mediterranean.– Geol. Ultraiectina, 80, Utrecht.
- Pogacsas Gy., 1987: Seismic stratigraphy as a tool for chronostratigraphy: Pannonian Basin.– 8th Congr. RCMNS, Ann. Hung., Geol. Inst., 70, 55–63, Budapest.
- Pevzner A. M., 1987: The Pontian of the Eastern Paratethys: Its duration and position in the magneto-chronological scale.– 8th Congr. RCMNS, Ann. Hung. Geol. Inst., 70, 169–171, Budapest.
- Yamazaki T. and Katsura I., 1988: Magnetic grain size and viscous remanent magnetisation of pelagic clay. – Rock magn. & Plaeogeophys., 7–10, vol. 15, Delf Publ., 23, Delf.
- Zijdervald J. D. A. and Langereis C. G., 1990: Magnetostratigraphic dating.– 9th Congr. RCMNS, p. 381, Barcelona.