

PRVI KONGRES GEOFIZIČARA JUGOSLAVIJE
FIRST CONGRESS OF YUGOSLAV GEOPHYSICISTS

ZBORNIK
PROCEEDINGS

Beograd, 1998.

PRIMENA GEOFIZIČKIH KAROTAŽNIH PODATAKA PRI REŠAVANJU GEOLOŠKE PROBLEMATIKE

WELL - LOG DATA APPLICATION IN GEOLOGICAL PROBLEMS SOLVING

Slobodan Bojković

NIS-NAFTAGAS, O.D. "Rudarski radovi", Arse Teodorovića 5, Novi Sad

Sadržaj:

Osnovna i najčešća primena geofizičkih karotažnih merenja (GKM) pri istraživanju ugljovodonika sastoji se u određivanju fizičkih i petrofizičkih svojstava produktivnih slojeva. U radu se na primeru naftnog polja Turija prikazuju i druge korisne, ali u "Naftagasu" manje korišćene, primene GKM. One se pre svega odnose na razdvajanje litologije, razlikovanje kompakcije sedimenata, usmeravanje radova radi bržeg i ekonomičnijeg određivanja stratigrafije, i na kraju, na rekonstruisanje tektonike. U svim pobrojanim slučajevima pravilna primena GKM skraćuje istražne radove i donosi značajne ekonomske uštede.

Ključne reči: istraživanje ugljovodonika, geofizička karotažna merenja (GKM) - geofizički karotaž (GFK), karotažni dijagram, stratigrafija, tektonika.

Abstract:

The basic and most frequent applications of well logging in hydrocarbon exploration consist of denoting physical and petrophysical property of productive layers. Some useful applications of well logging, rarely in usage by Naftagas's engineers, are shown in this article on oil field Turija as an example. They refer mostly to lithologic identification, sediment compaction evaluation, operation management for more time and cost saving stratigraphic determination and tectonic reconstruction. In all those cases proper application of well logging shortens the exploration procedure, and gives significant economical effects.

Key words: hydrocarbon exploration, well logging, well-log, stratigraphy, tectonics.

UVOD

Geofizička karotažna merenja (GKM) su veoma važna i nezaobilazna pri istraživanju i proizvodnji ugljovodonika. Ona nam, pre svega, daju podatke o geofizičkim, fizičkim i petrofizičkim karakteristikama probušenih stena. Osim toga, pomoću GKM se uspostavlja veza između ispitivanih mikroskopskih preparata pripremljenih iz jezgara i "šlem" proba, sa makro i regionalnim podacima prostora dobijenim seizmičkim ispitivanjima. Zatim, GKM omogućavaju pravilno izvođenje i kontrolu radova, od početka bušenja do zacevljenja, otvaranja slojeva, za sve vreme eksploatacije, i konačno, likvidacije bušotine.

Razvojem elektronike, tehnologije materijala uopšte, i primenom mikroprocesora u bušotinskim instrumentima, razvijene su nove i/ili kvalitetnije karotažne metode, koje su nama postale dostupne kupovinom i puštanjem u rad digitalne karotažne opreme 1990. godine. Na osnovu kvalitetnijih detektora za detekciju prirodne gama radioaktivnosti, kao i za detekciju i praćenje spektara kalijuma, urana i torijuma, omogućeno je bolje litološko razdvajanje slojeva i tačnije određivanje minerala glina. Poboľšani spektralni instrument za merenje gustine (litodenziti), merenjem faktora fotoelektrične apsorpcije daje i nove podatke o litologiji i matriksu stena. Dipmetar daje podatke o diskordancijama, rasedima, strukturnom i (merenjem na više bušotina) regionalnom padu slojeva, o energiji pri sedimentaciji u depozicionoj sredini i td.

Ukoliko su uslovi u bušotini omogućili merenje svih karotažnih metoda, kompletna obrada se vrši samo u pretpostavljenoj produktivnoj zoni, pri određivanju geofizičkih i petrofizičkih karakteristika kolektor stena. Pošto je računarska oprema u Službi fizike kolektora zastarela, iz 1989. god. na bazi 386 mikroprocesora, malog kapaciteta operativne memorije i diskova, veće angažovanje osoblja i na drugim poljima primene je praktično bilo nemoguće. Ali to ne znači da podatke GKM ne treba da koriste i ostali stručnjaci (geolozi i geofizičari) u svojim specijalizovanim oblastima. Pri tome je, za prve korake, knjiga "Fundamentals of well-log interpretation", *Serra, (1986)*, nezaobilazna.

S obzirom na postojanje novih karotažnih metoda i novih, kvalitetnijih podataka od 1990. god. pa do danas, autor je osećao potrebu i obavezu da ukaže i na druge, korisne, ali u "NAFTAGAS"-u manje korišćene primene GKM. To se pre svega odnosi na razdvajanje litologije i praćenje kompakcije sedimenata u celom stubu bušotine, na usmeravanje radova radi bržeg i ekonomičnijeg određivanja stratigrafije, i na osnovu toga, rekonstruisanje tektonike. Takođe, želi da ukaže i na neophodnost i značaj multidisciplinarnog rada, jer se u kontaktu stručnjaka različitih profila saznaju i njihove potrebe i dileme, obogaćuje fond znanja, i izbegavaju nepotrebna lutanja, zablude i eventualne greške.

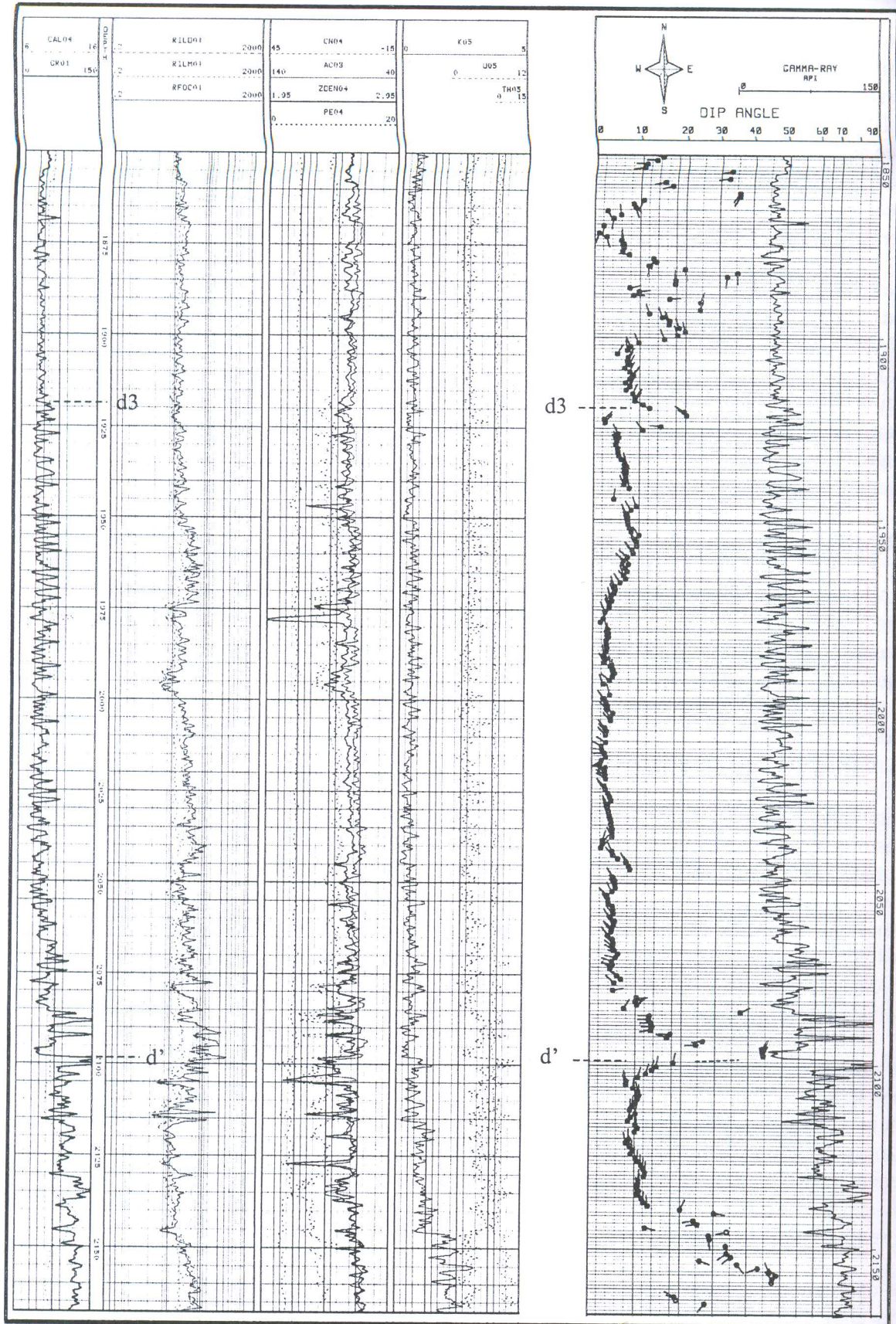
PRIMENA PODATAKA GKM U STRATIGRAFIJI

Uzorci iz dubokih bušotina često ne sadrže paleontološke podatke za biostratigrafska određivanja. Osim toga, ukoliko nisu dobijeni jezgrovanjem, uzorci često nisu kvalitetni, ni pouzdani, iz tehničkih, a još više i zbog čisto ljudskih faktora. Zato ostaju mnoge nedoumice koje se ne mogu razrešavati ukoliko se ne prate i ne proučavaju i probe sa okolnih bušotina. Za takav način rada je potrebno puno finansijskih sredstava i puno kvalitetnih stručnjaka, uz obezbeđenje potpune tehnološke discipline u svim segmentima: od bušenja bušotine, do skupljanja, pripreme i obrade materijala.

Nespornu pomoć u sužavanju polja za ispitivanje i jednostavnije istraživanje razmatranog prostora pružaju litostratigrafski reperi izdvojeni geofizičkim karotažnim merenjima (GKM). Poznato je da se za litoška razdvajanja mogu koristiti sve karotažne metode, i na osnovu njih krive specifičnog električnog otpora formacije (SEO) dvojnog induktivnog i dvojnog lateralnog karotaža, krive kompenzovanog akustičnog i neutronske karotaža, karotaža gustine i litologije (litodenziti) i spektra prirodne gama radioaktivnosti. Obzirom da su našim stručnjacima manje poznate novije metode, ukratko će biti objašnjene krive spektrologa, litodenzitija i diploga (*sl. 1*).

Na krivama spektrologa se sa povećanjem dubine uočavaju veća povećanja sadržaja urana, kao i kalijuma i torijuma u intervalu 2085 - 2145 m. U delu 2098-2100m je jako povećan uran i tu je, i zbog promena na diplogu, postavljen karotažni reper d'. Na 2115 m je nova litoška granica, uz blago smanjenje urana, ali zato uz dalje povećanje K i Th. Ulazak u zonu sa stenama od škrljaca je na dubini od 2146 m, kada koncentracija urana opada, ali se jako povećavaju sadržaji kalijuma i torijuma. Kriva Pe (faktora fotoelektrične apsorpcije) pokazuje da se krečnjački matriks registruje do 2137 m.

Na obrađenom dijagramu diploga na pisti 5 (koji se zbog nedostatka prostora prikazuje u skraćenoj formi), može da se izdvoji rasedna zona od 2092-2099 m. Na 2080 m je najverovatnije diskordancija, i tu je granica taloženja krupnijih fragmenata stena (završetak faze sa izraženim konglomeratima). Od 2080 m do otprilike 2055 m se talože nešto sitniji fragmenti stena, i tu je negde kraj sedimenata baze panona, jer prelaz u donji panon nije jasno izražen. Na 1919 m je moguća diskordancija.



Slika 1. Dijagrami GKM i obrada diploga bušotine na strukturi Turija.
 Fig. 1. GWL diagrams and diplog processing of the well on Turija structure.

Posle prvih analiza karotažnih dijagrama, geološki podaci o slojevima, dopunjeni sa obrađenim makro i mikropaleontološkim analizama, prenose se na karotažne dijagrame na kojima se izdvajaju i određuju karakteristični reperi i uspostavlja biostratigrafska korelacija. S obzirom da se GKM obavljaju u svim bušotinama, sa definisanim i uspostavljenim karotažnim reperima omogućava se dobijanje kvalitetnijih informacija iz manjeg broja analiziranih preparata, ali iz karakterističnih intervala, u kojima se očekuju eventualne promene zbog naglo promenjenih životnih uslova. Sa karotažnim reperima lakše se može izvršiti razdvajanje po nivoima u okviru istih stratigrafskih članova, a omogućava se i prelazak sa kvalitativnih na kvantitativna mikropaleontološka istraživanja. Većina karotažnih repera je u Naftagas uvedena do kraja pedesetih godina. Repere su na dijagramima električne karotaže odredili i definisali Đorđe Marinović i Petar Janković. Bušenjem i proširenjem istražnih radova na širem prostoru Vojvodine, pokazalo se da reperi imaju i regionalan značaj (*Bošković - Štajner i Marinović, 1971*). Na slici 2 su na složenom karotažnom dijagramu iz bušotine sa strukture Turija prikazani reperi iz donjeg pontaa, kao i novi reper d3 u panonu.

Dakle, na osnovu novih karotažnih metoda i novih parametara, mogao je da se izdvoji novi stratigrafski karotažni reper d3 (*sl. 1 i 2*), koji se inače ne uočava na dijagramima standardno primenjivane električne karotaže (od 1949. god.), odnosno, induktivne karotaže (od 1978. god.). Autor je reper uočio u panonu, na mogućoj diskordanciji, pri analizi karotažnih dijagrama za strukturno-tektonsku interpretaciju naftnog polja Turija i pokušaja rekonstrukcije razvoja strukture. Naime, radilo se o sledećoj dilemi: Ako na strukturi Turija zaista postoji samo donji panon kako se zvanično tvrdilo (*Kurbalija i dr., 1994 i 1994a*) morala bi da postoji izražena diskordancija između panona i donjeg pontaa. Međutim, na dijagramima spektrologa i diploga je najuočljivija promena upravo u panonu, kada se od uvedenog repera d3 na dijagramima diploga (*sl. 1*) menja padni ugao slojeva (padni uglovi su haotični i rastureni), a izostaju "injekcije" urana i pretaložavanja starijih sedimenata. (Pretaložavanja se na krivama spektrologa manifestuju povećanim sadržajima kalijuma, urana i torijuma).

Prema izloženom, panon je kod repera d3 razdvojen na dva dela, a zatim su karotažni dijagrami korelisani sa izveštajima sa sita. Prema tim litološkim podacima i mikropaleontološkim analizama *Gagić N., (1989-1994)*, sedimenti između karotažnih repera d3 u podini i Pn u povlati (*sl. 3*) pripadaju nižem delu gornjeg panona. U probama nabušenog materijala sa sita evidentirani su ostaci vrsta *Amplocypris cf. Simplex*, *Amplocypris abscissa* i *Candona (Lineocypris) nonreticulata* iz nižeg dela gornjeg panona.

Dakle, uvođenjem karotažnog repera d3, i izdvajanjem na karotažnim dijagramima, omogućena je korelacija i sa paleontološkim podacima, i jednostavnija provera postojanja gornjeg panona ne samo na strukturi "Turija", već šire, na prostoru Vojvodine.

Kao što je već izloženo, osim repera d3 izdvojen je i litostratigrafski reper d' u bazi panona. Sedimente oko repera bi trebalo detaljno ispitati, jer bi reper mogao da označava povlatu starijeg stratigrafskog člana (sarmata), koji je zbog uticaja intenzivne tektonike interpretiran kao pretaložavanje sedimenata u bazi panona. (U njegovoj blizini su u preparatima sa sita nalaženi fosili vrste dinoflagelata *Semseya lamellata* iz donjeg sarmata.).

Neko će postaviti pitanje: "Zar je sve to tako važno? I zašto pridavati značaj tačnijem poznavanju stratigrafije i detaljnijem praćenju stratigrafskih članova u stubu bušotine?" A odgovor se nameće sam od sebe. Samo na osnovu pogodno odabranih litostratigrafskih i pouzdanih stratigrafskih repera, omogućavaju se tačna praćenja i rekonstrukcija neotektonike.

S obzirom da u "Naftagasu" nije studiozno proučavana neotektonika, nisu urađene karte po povlati panona, pa ne postoje ni karte debljine sedimenata za panon i donji pont. Osim toga, kada bi se uradile karte debljina i po reperima L-L' videlo bi se da glavno tonjenje našeg dela Panonskog basena nastaje uglavnom za vreme te sekvence, t.j. na kraju donjeg ponta, a ne dosta ranije. Iz navedenih razloga i prvi rad koji detaljnije obrađuje neotektoniku JI dela Panonskog basena, (*Marković i dr., 1997*), puno gubi na značaju.

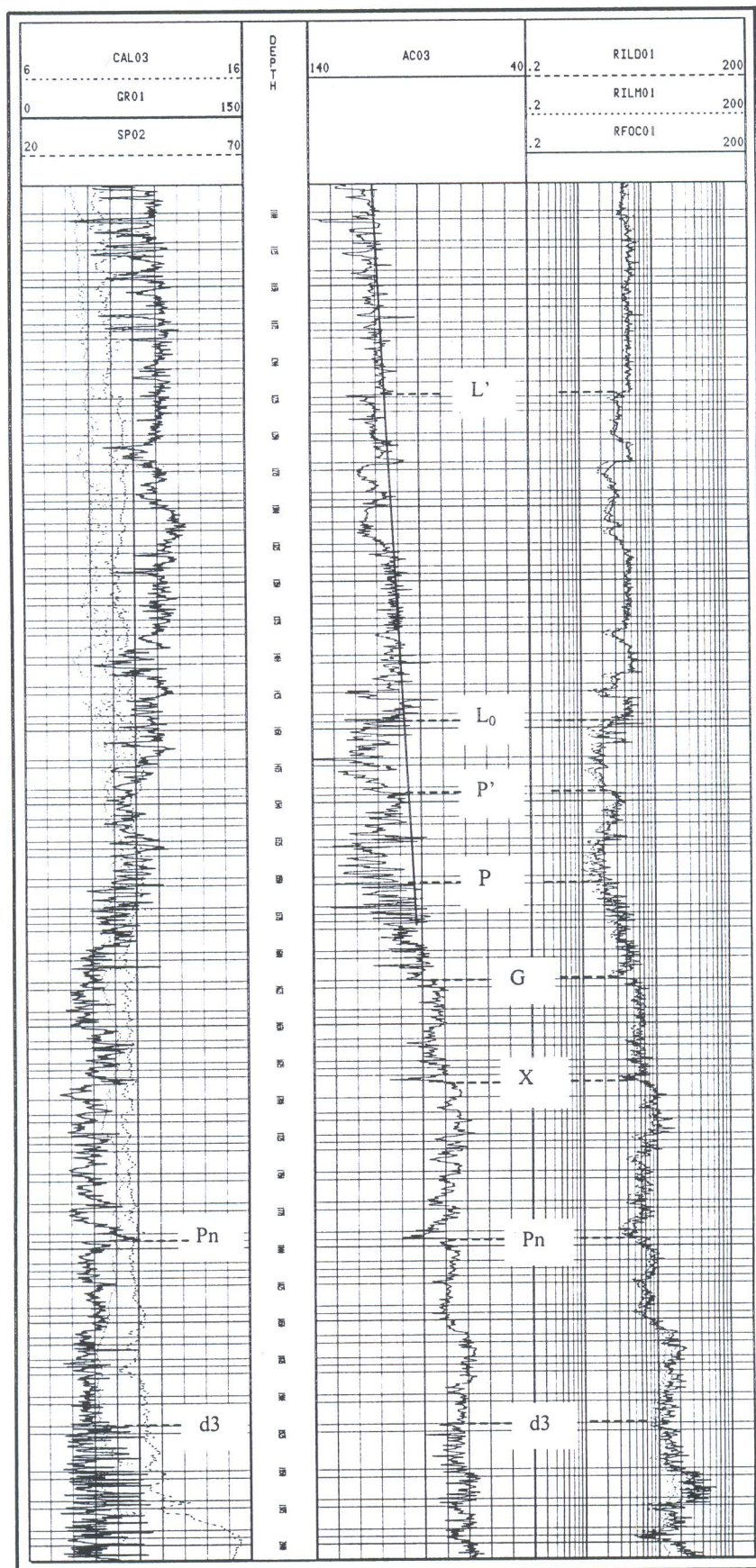
Osim toga, ne koriste se svi raspoloživi podaci, jer ne postoji dovoljna multidisciplinarna saradnja. Nije retkost neusaglašavanje podataka iz drugih izvora sa podacima istražnih bušotina prikupljenih u Službi za stratigrafiju. To uzrokuje greške, pa se recimo stariji delovi donjeg ponta prisajedinjuju najmlađem panonu. Dešava se, čak i u kvalitetnim radovima pisanim od strane vrhunskih stručnjaka, da se reperi L_0 , odnosno P', zamenjuju sa reperom L' (*Vučić i dr., 1994*). To ima za posledicu da se najmlađi delovi donjeg ponta prisajedinjuju gornjem pontu. Nisu usaglašeni ni podaci JI dela panonskog basena sa podacima u centralnom i južnom delu basena u Mađarskoj (*Royden and Horvath editors., 1988*), što dodatno komplikuje situaciju. Da bi se bar delimično izbegle navedene neusaglašenosti, na sl. 2 su prikazani karotažni dijagrami sa označenim reperima. Granični reperi su: L' - na granici donjeg i gornjeg ponta i Pn - na granici panona i donjeg ponta.

Prema slici 2 vreme prostiranja zvučnih talasa kroz stene je u korelaciji sa promenama specifične električne otpornosti stena na krivama dugog, srednjeg i plitkog zahvata induktivne karotažne metode. Za proučavanje detalja zvučna metoda ima prednost u odnosu na induktivnu zbog malo bolje vertikalne rezolucije te boljeg razdvajanja slojeva, što je najuočljivije u intervalu 1445-1595 m (između repera L_0 i G). Izrazita promena zvučne impedanse kod repera L_0 dovodi do zabune na "nejasnim" seizmičkim sekcijama. *Refleksija koja odgovara reperu L_0 se pogrešno interpretira kao refleksija L'*. Vreme prostiranja zvučnih talasa pokazuje i trend kompakcije sedimenata, koji je na dijagramu jasno izražen u plićim delovima (sl. 2). Koristeći i krive prirodne gama radioaktivnosti i sopstvenog potencijala uočava se karbonatna sredina od dna na 2010 m do repera X na 1690 m (dokazano Pe krivom litodenzitija). Pliće od 1690 m započinje blagi porast glinovite komponente (povećanje K i Th prema spektrologu) i od repera G postepeni prelaz laporaca u lapore. Zatim se smenjuju serije sa glinovito-laporovitim peskovima (slabo vezanim peščarima) i peskovitim i alevrolitičnim glinama. Pliće od repera L_0 se prelazi u laporovito-šejlovite serije sedimenata, sa povremenim intervalima peskovitih alevrolitičnih glina i sitnozrnih peskova.

PRIMENA PODATAKA GKM U ANALIZI TEKTONSKE AKTIVNOSTI

Ukoliko postoji veći broj bušotina na malom prostoru, pomoću geofizičkih karotažnih podataka je, na osnovu izdvajanja karakterističnih repera i analize strukturnih horizonata, moguće kvalitativno i kvantitativno praćenje neotektonske aktivnosti. Pojava novih članova u litološkom stubu bušotina, uz naglo povećanje debljine sedimenata, označava tonjenje, a veće smanjenje debljine, relativno izdizanje strukture. Najbolji rezultati se postižu integracijom karotažnih i seizmičkih podataka, uz korišćenje seizmičkih podataka za područja gde nisu izbušene bušotine.

Za analizu tektonske aktivnosti, na dijagramima GKM se određuju i prate, odozdo na gore, karakteristični karotažni reperi pomoću kojih se u prostoru definišu strukturni, odnosno stratigrafski horizonti. Svaki od izdvojenih strukturnih horizonata predstavlja se matricom podataka koju čine x i y koordinate i kota z horizonta u bušotinama. Razlika dve matrice, tj. razlika položaja dva horizonta daje debljinu sedimenata stvaranih u vremenskom intervalu između njih, na osnovu koje se vrši rekonstrukcija izgleda reljefa po pojedinim fazama evolucije.



Slika 2. Složeni karotažni dijagram sa prikazanim reperima.
 Fig. 2. Composit well-log with showed well-log markers.

Konstruisanje izolinja repernih horizonata i njihovih razlika obavlja se na računaru primenom odgovarajućeg programa ("Surfer-6"). Za interpolaciju podataka najčešće se koristi Kriging metoda. Radi sagledavanja najkrupnijih struktura vrši se izravnavanje površina repernih horizonata, kao i njihovih razlika. Prelomne zone na kartama debljina (područja naglih promena debljina) interpretiraju se kao razlomne strukture. Za proveru položaja razlomnih struktura koriste se karte repernih horizonata i podaci diploga (nagib, azimut i prečnici bušotine, kao i izračunati padni uglovi slojeva i struktura).

Za bolje sagledavanje celokupnog prostora koriste se podaci sa 3D seizmičkih sekcija. Za korelaciju sa karakterističnim refleksijama koriste se podaci integralnog vremena akustika (sl. 2). Integralno vreme se obavezno registruje na dijagramima akustika na svim bušotinama na završnim karotažnim merenjima.

Provera ispravnosti rada se dobija presekom kroz konstruisane karte strukturnih horizonata, formiranjem datoteka i crtanjem profila. Profil konstruisan na osnovu karotažnih podataka koreliše se sa vremensko-dubinskim profilom seizmike. Sa seizmičke sekcije se izvrši korekcija, a zatim se vraća u polaznu datoteku radi korekcije koordinata gde nisu izbušene bušotine, odnosno gde ima malo izbušenih bušotina. Na taj način se poboljšava tačnost.

Dakle, analizom prostornih položaja izabranih strukturnih horizonata, odnosno, njihovih razlika, omogućava se praćenje neotektonske evolucije basena.

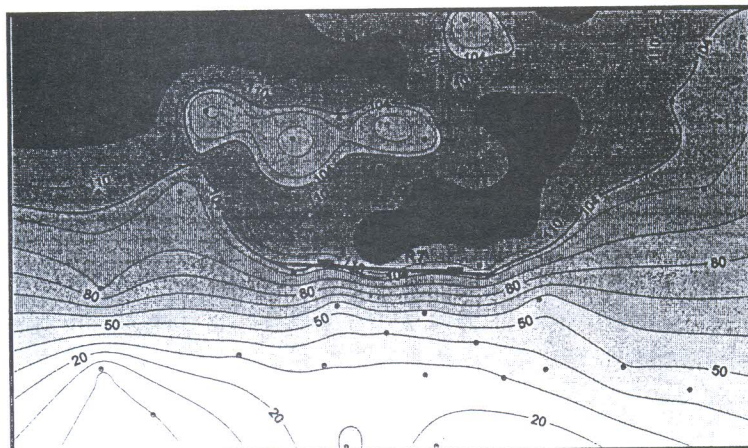
Koliko je paleo reljef star?

Da li je paleoreljef statičan i okošao, ili se stalno više ili manje menja? Koliko je na pojedinim lokalitetima zapravo star? Odgovor na ova i druga pitanja može da se dobije analizom najmlađe tektonske aktivnosti, što je urađeno za strukturu Turija (*Bojković, 1997*). U radu je primenjena prethodno opisana metodologija.

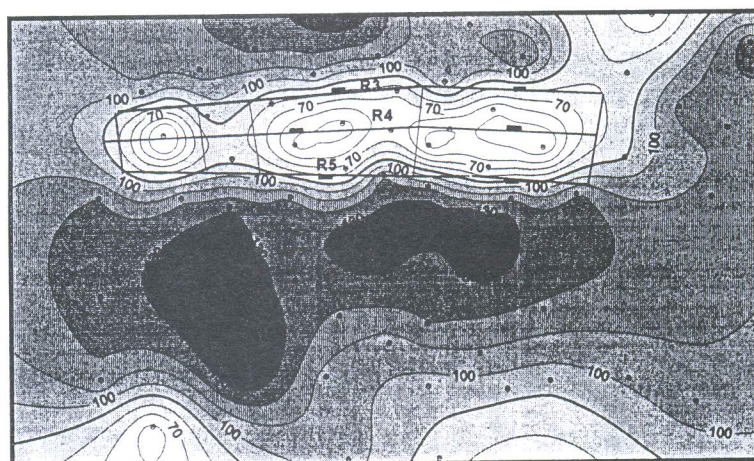
Za najveći broj bušotina (istražne bušotine) korišćeni su podaci za karotažne repere određeni u Službi za stratigrafiju (*Maksimčević i Mijatović, 1988-1998*). Stratigrafski reperi su određivani na bazi petroloških odredbi R. Kemenci, V. Kronja i V. Žumberković, paleontoloških i litoloških praćenja materijala iz bušotina N. Gagić, interpretacije karotažnih dijagrama G. Grbovića, i, u manjem broju, palinoloških opisa I. Dulića.

Postojeći zvanični podaci o karotažnim reperima istražnih bušotina su na kritičnim mestima proveravani korišćenjem svih karotažnih metoda, a zatim nezavisno dopunjavani i za razradne bušotine. Radi boljeg sagledavanja neotektonike potencirana je primena tektonski indiciranog repera *x* u donjem pontu, i *uvedeni su novi reperi u bazi panona i u panonu*.

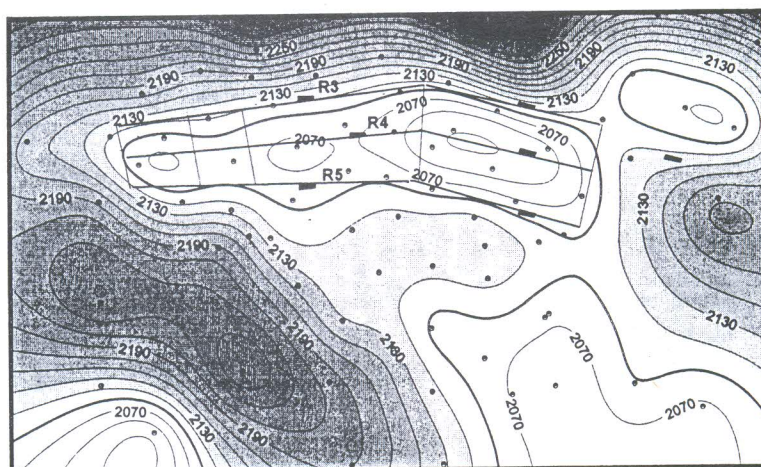
Na osnovu konstruisanih karata karakterističnih strukturnih horizonata i njihovih razlika (karata debljina sedimenata), najbitnija je tektonika u panonu i donjem pontu. U bazi panona i u donjem panonu *transgresija napreduje sa severozapada i severa na jug (Bojković, 1997)*, i ta se tendencija nastavlja i u gornjem panonu (sl. 3). Pri tome dolazi do tonjenja severnog dela duž odgovarajućih raseda, pa je na kraju panona završena razgradnja strukture oformljene otprilike na kraju badena. Posle faze izrazitog tonjenja u panonu, na početku donjeg pontu dolazi do izdizanja i začetka formiranja sadašnjeg centralnog, izdignutog dela strukture (sl. 4). Posle daljih faza tonjenja, njihanja, izdizanja i spuštanja, struktura Turija, formirana od sedimenata nedovoljno definisane stratigrafije (NS), dobila je sadašnji izgled (sl. 5) koji u mnogome podseća na inicirajući na početku donjeg pontu (sl. 4). A što se proizvodnje nafte tiče, izdignuti prostor između raseda R3 i R5 je sada najproduktivniji.



Slika 3. Karta debljine sedimenata pretpostavljenog gornjeg panona.
 Fig. 3. Map of sediments' thickness of assumed Upper Pannonian.



Slika 4. Karta debljine sedimenata između repera Pn i X.
 Fig. 4. Map of sediments' thickness between markers Pn and X.



Slika 5. Strukturni horizont NS.
 Fig. 5. Structural horizon NS.

Zato je bitno i razmišljanje na jedan drugačiji, dinamičniji način u odnosu na postojeći, gde su paleo strukture statične, okoštale, i gde se praktično ne menjaju, odnosno, gde se vrlo malo menjaju tokom više miliona godina. Prema ukratko izloženom, i paleo strukture su podložne promenama usled uticaja horizontalnih i vertikalnih kretanja. Različite su starosti, neke čak i vrlo mlade u odnosu na starost stena koje se pretaložavaju, te im u pravom smislu korišćeni pridev "paleo" ne odgovara.

Na osnovu analize neotektonske aktivnosti dobija se precizniji geološki model, sa dokumentovanim rasedima, što je veoma važno. Osim toga, rekonstrukcijom vertikalnih i horizontalnih pokreta može se pokazati da su nagibi raseda bili daleko veći u odnosu na sadašnje nagibe, označene i predstavljene samo na osnovu pokazatelja sa seizmičkih profila.

ZAKLJUČAK

Na primeru naftonosne strukture Turija, prikazan je značaj primene svih podataka GKM u određivanju stratigrafije i neotektonske aktivnosti.

Za ispravnu analizu neotektonske aktivnosti neophodno je određivanje stratigrafije karakterističnih sekvenci. U tu svrhu se na dijagramima određuju karotažni reperi koji definišu karakteristične litološke članove. Pri tome se koriste ranije uspostavljeni regionalni reperi, a na osnovu novih metoda, definišu se i novi reperi.

Analizom podataka sa naftonosne strukture Turija uvedena su dva nova karotažna repera: d3 na granici donjeg i gornjeg panona, i d' u bazi panona.

Uvođenjem repera d3 potvrđena su zapažanja paleontologa Nadežde Gagić o mogućem postojanju još jednog stratigrafskog člana u okviru panona - gornjeg panona.

Analizom neotektonske aktivnosti prati se evolucija strukture, pretpostavlja migracija ugljovodonika i daje bolji geološki model.

Dokazuje se da paleoreljef nije statičan i okoštao, i da se stalno menja. Posle razgradnje strukture Turija u panonu, na početku donjeg ponta počinje formiranje sadašnjeg izgleda paleoreljefa, koje traje i danas.

Razumevanjem karaktera i uticaja najmlađe tektonike na formiranje ležišta i migraciju ugljovodonika, omogućava se primena i na drugim strukturama sličnog, a i različitog tipa.

Korišćenje podataka GKM je neophodno za uspostavljanje veze između podataka dobijenih mikroskopskim ispitivanjima sa makro i regionalnim podacima prostora, dobijenih seizmičkim ispitivanjima.

Učestalije korišćenje podataka GKM od strane stručnjaka svih profila je neophodno pri studioznim proučavanjima razvoja ležišta ugljovodonika. Pri tome je, pored standardnih karotažnih metoda, potrebna veća primena novijih metoda: spektrologa, litodenzitija i diploga.

Pravilna primena podataka GKM skraćuje i usmerava istražne, kao i kasnije eksploatacione radove. Na taj način se ostvaruju značajne ekonomske uštede.

Struktura Turija, a i ostale strukture, zahtevaju reinterpretaciju i nova multidisciplinarna istraživanja.

OPIS RADA

TITULUS

Izdavač

Instrukcija

oblik za

prezentaciju

Datum

poslato

na

oblik

za

LITERATURA

- Bojković, S., 1997: "Neogena tektonika paleo strikture Turija", *Fond tehničke dokumentacije "Naftagas"-a*, Novi Sad, (nepublikovano / unpublished).
- Boškov-Štajner, Z., i Marinović, Đ., 1971: "Stratigrafija naftnih i gasnih polja na teritoriji Jugoslavije", *Nafta br. 6*, Zagreb.
- Gagić, N., 1989-1994: "Mikropaleontološke analize neogenih sedimenata bušotina Tus, Tu i Tui", *Fond tehničke dokumentacije "Naftagas"-a*, Novi Sad, (nepublikovano / unpublished).
- Kurbalija, J., Maksimčev, S., Dimić, Đ., Lukić, S., Grbović, G., Gagić, N., Kemenci, R., Kronja, V., Žumberković, V., Mandić, G., Mijatović, M., Savkov, LJ., Dulić, I., Vasić, M. i Knežević, S., 1994: "Naftno polje Turija-sever, naftno-geološka sinteza", 45 str., *Fond tehničke dokumentacije "Naftagas"-a*, Novi Sad, (nepublikovano / unpublished).
- Kurbalija, J., Maksimčev, S., Dimić, Đ., Gagić, N., Žumberković, V. i Mandić, G., 1994a: "Naftno-geološki model polja Turija-sever", *stručni časopis Dit-Naftagas*, br. 21-22, 43-49, Novi Sad.
- Maksimčev, S. i Mijatović, M., 1988-1998: Karotažni reperi bušotina Tus, Tu i Tui, *Fond tehničke dokumentacije "Naftagas"-a*, Novi Sad, (nepublikovano / unpublished).
- Marković, M., Pandžić, J., Pavlović, R. i Čupković, T., 1997: "Strukturne karakteristike i neotektonska aktivnost jugoistočnog dela Panonskog basena", *stručni časopis Dit-Naftagas*, br. 25, 5-33, Novi Sad.
- Royden, L., and Horvath, editors, 1988: The Pannonian Basin, *AAPG MEMOIR 45*, chapters 7,8,9,11, Tulsa and Budapest.
- Serra, O., 1986: "Fundamentals of well-log interpretation", vol. 2., The interpretation of logging data, *Elsevier*, Amsterdam - Oxford - New York - Tokio.
- Vučić, S., Živadinović, M., Mavrenski, B. i Parezanović, M., 1994: "Primena 3D seizmičkih ispitivanja na ležištu Turija-sever", *stručni časopis Dit-Naftagas*, br. 21-22, 27-41, Novi Sad.
- 1988-1998: *Fond tehničke dokumentacije "Naftagas"-a*, Novi Sad, (nepublikovano /unpublished).

ZAHVALA

Autor posebno oseća obavezu da istakne zahvalnost: Ruži Kemenci za svu raniju saradnju, Stevanu Maksimčevu za nesebičnu stručnu pomoć, Miroslavu Savičiću za neprekidnu stručnu saradnju i tehničku pomoć, i Nadeždi Gagić za autoritativnu i konstantnu, stručnu i moralnu podršku.