

Periplatformni klastiti hrvatskog podmorja i njihov naftnogeološki značaj

S. Grandić

IZLAGANJE SA ZNANSTVENIH I STRUČNIH SKUPOVA

Periplatformni klastiti koji su sedimentirani duž Dinarske karbonatne platforme prema petrografskim karakteristikama predstavljaju potencijalne ležišne stijene regionalnog rasprostranjenja. One se prostiru u jadranskom podmorju u podini tercijarnih klastita kao izolatorskih stijena, od podmorja Istre na sjeveru do podmorja Prevlaka na JI granici naših teritorijalnih voda i to u dužini od preko 550 km. Periplatformni klastiti poznati su duž Apulijske i Friulijske platforme u susjednoj Italiji kao naftnoproductivne naslage. Potrebno je istaknuti da ove sedimentne stijene mlađe mezozojske i paleogenske starosti nisu bile do sad u našem podmorju objekt sistematskih geofizičkih istraživanja i istražnog bušenja usprkos velikom potencijalu u pogledu mogućeg nalaženja nafte i plina.

Cljučne riječi: naslage padine, potencijalne ležišne stijene, Dinarska platforma

1. UVOD

U izlaganju koje je održano 28. 02. 2009. godine objašnjeni su i ilustrirani podaci i primjeri iz hrvatskog i talijanskog podmorja što je predmet ovog rada. Karbonatne platforme tijekom svoje geološke evolucije bile su naročito na svojim rubovima često izložene emerziji, trošenju i resedimentaciji karbonata duž razmjerno strmih podmorskih odsjeka – padina u obližnje bazene. Dinarska karbonatna platforma, a posebno njezin rub, bio je isto tako podvrgnut ovim procesima što je imalo za posljedicu sinsedimentaciju duž platforme na prijelazu u bazen, u slučaju Dinarida u Jadranski bazen, na cijeloj dužini prostiranja platforme u našem podmorju. Primjere s Talijanske platforme izložili su Anna Delben i I. Aleotti 2005. u organizaciji Znanstvenoga Vijeća za naftu HAZU kao vrlo zapaženo predavanje.

Kao što je prikazano na sl.1. zona periplatformnih klastita označena je simbolom AS i ružičastom bojom. Potrebno je naglasiti da su na ovoj slici odnosno indeks-karti također označene geološke jedinice Jadranskog bazena i Dinarida prema rajonizaciji Grandića iz 1974. Ovom prilikom ova je rajonizacija neznatno modificirana i dopunjena. U radu je korišten termin 'Dinarska karbonatna platforma' kako je to prvi puta uveo Grandić na trećoj geološkoj konferenciji 1974.⁷ u Zagrebu za razliku od 'Jadranska karbonatna platforma' prema Vlahović I. et al.¹² Ovaj termin je korišten iz razloga jer su karbonati platforme dali osnovno geomorfološko obilježje recentnim Dinaridima kao poznatoj geotektonskoj jedinici.

Sukladno naslovu ovog rada pažnja će biti poglavito usmjerena na opis paleogeografskih odnosa koji su pogodovali stvaranju periplatformnih klastita kao i njihovim naftnogeološkim karakteristikama. Posebna pažnja usmjerena je na razmatranje odnosa klastita prema euksinskim depocentrima kao ishodištima moguće migracije ugljikovodika u ove periplatformne

sedimente stijene odnosno stukturano-stratigrafske zamke.

Poticaaj za ovaj rad čine najnovija otkrića komercijalnih količina nafte na susjednoj-talijanskoj strani odnosno u strukturi Rovesti. U ranijim radovima objavljivanim u časopisu „Nafta“ kao i u izlaganju organiziranom u okviru Hrvatskog geološkog društva više je puta istaknuta vjerojatnost da i u hrvatskom podmorju treba očekivati komercijalne količine nafte. Tragovi nafte ustanovljeni su u većem broju bušotina od čega treba posebno napomenuti otkriće u bušotini Vlasta-1 gdje je testiranjem utvrđeno 2 m³ srednje teške nafte unutar ladiničko-karničkih šejlova. U sličnom stratigrafskom položaju INA –Naftaplin ustanovio je pojavu nafte u bušotini Glamoč-1 na teritoriju Republike Bosne i Hercegovine. U mlađem stratigrafskom, krednom intervalu pojave i tragovi nafte ustanovljene su u RK-1 (12 horizonata) unutar sabkha naslaga albsko-cenomanske starosti. U istom intervalu u bušotini NIN-1 i u RK-3 dobivene su značajnije količine nafte uz pojavu H₂S razvijenog iz anhidritne sekvencije. Često se postavlja pitanje zašto kod nas nisu ustanovljene veće količine nafte komercijalnog značaja? Pored ostalog, kroz opise koji slijede dano je moguće objašnjenje za pojedini naftnogeološki odnos određenih stratigrafskih intervala i geološki događaj što je prikazano na sl.2.

2. KLASTITI PLATFORME FRIULI

S obzirom na regionalno prostiranje periplatformnih klastita biti će opisani i ilustrirani u susjednom području platforme Friuli koja je genetski vezana s Dinarskom karbonatnom platformom. Ova genetska veza jasno se uočava na sl. 3. i na paleogeografskom profilu A-A' koji se proteže od bušotine Cesarolo-1 na samom rubu platforme prema bušotini Ada-1 u Jadranskom odnosno Bellunskom bazenu.

Spomenuti paleogeografski profil vrlo dobro prikazuje odnos ruba platforme prema jadranskom bazenu. Na rubu platforme prevladavaju organogeni rudistni i

elipsaktinijski vapnenci koji u smjeru bazena prelaze u bazenske resedimentirane vapnence formacije Socher. Dalje prema središnjem dijelu bazena talože se pelagički sedimenti tipa Majolica i Scaglia. Potrebno je međutim napomenuti da na cijeloj udaljenosti od bušotine Cesarolo-1 do bušotine Ada-1 koja iznosi oko 70 km, opisani sedimenti padine nisu istraženi bušenjem. Kod opisa lokaliteta južno od Istre kao npr. u području bušotina KM-1, Jelena-1 i Maja-1 naglašeno je da i na drugim mjestima periplatformne naslage pregiba nisu bile predmet istraživanja. Potrebno je, međutim, naglasiti da u širem prostoru Venecijanskog zaljeva nisu utvrđeni depocentri kao jedinice iz kojih je bila moguća migracija ugljikovodika. Treba isto tako naglasiti da na cijelom rubu Friulijske platforme gdje je izrađeno pet bušotina istraživanje je bilo usmjereno samo na sam rub platforme. Izuzetak predstavlja bušotina Amanda gdje je ustanovljen interval bituminoznih naslaga formacije Forni retske starosti.

3. PADINA-PREGIB ISTARSKE PLATFORME

Seizmička interpretacija prema Finetti i Delben (2005) profila CROP 17B (Sl.4) potvrđuje autorove ranije pretpostavke o povezanosti stvaranja padine platforme i dubokih tektonskih rasjedanja kakva su se zbila u dubokoj podlozi ispod bušotine Ivana-3.

I u plićim dijelovima seizmičkih profila kao npr. na profilu J-140-85 odražavaju se utjecaj duboke tektonike u podlozi bušotina Ivana-4 i Ivana-4A. Na žalost, uzvišenje koje je nastalo između dva rasjeda nije zahvaćeno bušenjem jer je ono bilo prvenstveno usmjereno na dokazivanje prisutnosti plina u mladim neogenskim naslagama utvrđenim na temelju seizmičkih anomalija tipa '*bright spot*' ili '*flat spot*'.

Više podataka o podlozi i naslagama pregiba u krovini gornjokrednih karbonata pružila je bušotina IM-3. Međutim, ni ova bušotina nije zahvatila gornje dijelove 'uzlaznih' klinoforni (*up-dip clinoforms*) s dobrim mogućnostima strukturno-stratigrafske zamke unutar oligomiocenskih i starijih klastita pregiba periplatformnih klastita Istarske platforme.

Budući da duž cijele padine Dinarske platforme nisu obavljena laboratorijska ispitivanja ležišnih karakteristika periplatformnih klastita, navedeni primjer iz bušotine IM-3 može se uzeti kao referentni podatak. U svakom slučaju, spomenute 'uzlazne' klinoforme predlažu se za istraživanja u nastupajućem razdoblju uz prethodnu interpretaciju seizmičkih refleksa u podini gornjotrijaskih dolomita kako bi se utvrdila debljina formacije Forni i njezina moguća povezanost s klinoformama kao potencijalnim zamkama u prostoru između bušotina Ivana-4 i IM-3.

4. PADINA-PREGIB U PODRUČJUN BUŠOTINE KM-1

Seizmički i bušotinski podaci prikazani na sl. 7. ukazuju na tijesnu povezanost JZ ruba Dinarske karbonatne platforme i proboja solnog dijapira registriranog u bušotini KM-1 koji je doveo do inverzije srednjotrijaskih i gornjotrijaskih naslaga.

U legendi spomenute slike naznačene su simbolom 'a' periplatformski klastiti kao bočni ekvivalenti bazenskim naslagama Biancone i Scaglia.

Kao i na prethodnom profilu kroz bušotinu KM-1 i ovdje periplatformni klastiti predstavljaju dobre potencijalne ležišne stijene koje dosadašnjim istražnim bušenjima nisu ispitane. Zbog navedenog ovaj se dio ruba Dinarske platforme smatra kao potencijalnim objektom daljnjih istraživanja.

Pretpostavlja se, da su kao i na drugim dijelovima ruba Dinarske platforme, prateći solni dijapiri vezani za duboku trijasku tektoniku. Kao lineament trijaskog postanka pretpostavlja se Zampierijev 'litosferski' rasjed Schio –Adamelo. Na profilu CROP M17C geofizičar Finetti R.⁶ utvrdio je u srednjem dijelu Jadranskog bazena 'trijasko-batolite' koji vjerojatno čine nastavak batolita Adamelo. Pretpostavljeno je da se ova zona batolita proteže u smjeru otoka Palagruže.

5. PADINA –PREGIB U PODRUČJU OTOKA JABUKA

Seizmički profil D - 10 prikazuje bliski odnos padine i ruba Dinarske platforme. Slična situacija utvrđena je i s jugozapadne strane otoka Jabuka koji izgrađuju spiliti izbačeni na površinu snažnim halokinetskim pokretima. Velikom slovom 'R' označen je položaj periplatformnih klastita kao potencijalnih ležišnih stijena. Primjećuje se da je dijapirski proboj 'D' uzdignuo pored fragmenata dijabaza i najmlađe naslaga neogenske starosti.

Na profilu J-22-82 i J-22A-82 ističe se „antiformna“ struktura kod SP 800 gdje je istraživanje provedeno na lokaciji Jelena-1. U ovoj bušotini utvrđene su naslage tipa 'Biancone i Scaglia'. Starije naslage formacije Burano su poznate po čestoj izmjeni soli i anhidritnih stijena. Vrlo je vjerojatno da ove stijene čine jezgru strukture Jelena-1 kao što je to slučaj s talijanskom bušotinom Gargano ME-1 u blizini otoka Palagruža.

U najnižem dijelu prikazanom na profilu anticipirana je prisutnost sinriftnih bituminoznih naslaga tipa Vlasta-Komiža kao potencijalnih matičnih stijena. Sukladno prikazanim odnosima kao naftoperspektivne ističu se naslage pregiba karbonatne platforme označene simbolom 'sl'. Isto tako kao perspektivni dio istraživanog terena koji je prikazan na profilu, smatra se i dio između bušotine Jelena-1 i točke 1 200 gdje se pretpostavlja tektonski uvjetovana zamka za ugljikovodike.²

Sukladno odnosima na ovoj slici moguće je zaključiti da je iznad strukture Jelena bilo u više navrata uzdizanja i s tim povezane emerzije i vjerojatne degradacije mogućih zamki ugljikovodika. Ovaj podatak navodi na zaključak da bi sva geofizički ustanovljena uzdignuća trebalo pomno ispitati kako bi se ustanovili sačuvanost strukture i kontinuitet rasprostiranja izolatorskih stijena.

6. PREGIB PLATFORME U PODRUČJU BUŠOTINE MAJA-1

Seizmički profil L-16-82 koji presijeca mjesto na kojem je izrađena Maja-1 još je jedan od primjera gdje geološkom interpretacijom prije bušenja nisu uzete u obzir dvije intenzivne faze emerzije i erozije. Jedna faza

zbila se na kraju taloženja donjokrednih naslaga u podini tercijarnih klastita. Starija faza emerzije i erozije dogodila se, međutim, u podini gornjotrijaskih dolomita. Zbog navedenog su bušotinom Maja-1 neposredno ispod dolomita gornjeg trijasa zahvaćeni verfenski klastiti što ukazuje na nedostatak ladiničo- karničkih šejlova. Iz ovih je šejlovima u obližnjoj bušotini Vlasta-1, ispitivanjem DST dobiveno 2 m³ srednje teške nafte.

Nedvojbeno je da su spomenute gornjokredne naslage pretaložene u obližnji sedimentacijski prostor i da čine potencijalne ležišne stijene kakve su opisane u stupu IM-3 i prikazane na sl. 6. Ovaj je kompleks na profilu označen simbolom 'sd' (*slope deposits*) i predstavlja vrlo izgledne ležišne stijene regionalnog rasprostiranja.

Vrlo je dobra okolnost da se periplatformne ležišne stijene nalaze u blizini depocentra 'Palagruža istok' prikazanom na geološkom modelu (sl. 11.), tj. na „vremenskoj strukturnoj karti“.

Spomenuti depocentar po podini karbonata ('E' horizont) prikazan na sl. 12. pretpostavljen je kao naftogenerativni centar iz kojeg je bila moguća migracija ugljikovodika. Kao što je naznačeno na spomenutoj karti, ovaj depocentar je vjerojatno u migracijskoj vezi s „trogom Kurveleshi“ Jonskog bazena poznatom po više intervala potencijalno matičnih stijena za koje se ujedno smatra da je iz njih generirana nafta u ležišta naftnih polja kod luke Vlora.

Pored navedenog treba spomenuti da je dijagram zrelosti za točku A koja se nalazi oko 15 km JI od Maja-1 (*burial history*) potvrdio da se trijasko naslage u depocentru Palagruža Istok nalaze u fazi rane do potpune zrelosti. Spomenuta kontrolna točka A prikazana je na sl. 12. jugozapadno od bušotine Maja-1.

7. PREGIB-PADINA PLATFORME U PODRUČJU JJ-3

Kao što je prikazano na sl. 13., odnosno na seizmičkom profilu Y-80-10 JZ rub Dinarske platforme, postoji vrlo izraženo strukturno uzvišenje gornjokrednih karbonata u kojem je utvrđena srednje teška biodegradirana nafta. Pretpostavlja se da je na razmjerno strmoj padini platforme istaložena velika količina periplatformnih klastita kao potencijalnih ležišnih stijena. Vrlo je značajna usporedba ove strukture sa susjednim naftnim poljem Rovesti gdje su 2007. godine otkrivene velike komercijalne količine nafte.

Potrebno je naglasiti da je u spomenutom polju Rovesti, koje se nalazi u podmorju Brindizi oko 170 km JZ od JJ-3, otkriće uslijedilo ne na vrhu – rubu Apulijske platforme već u njezinom podnožju ispod naslaga formacije Bisciario donjomiocenske starosti. Ove naslage naliježu na naftonosne stijene formacije Scaglia gornjokredne starosti. Stup ispitanih naftonosnih slojeva iznosi oko 170 m. Radi se o nafti gustoće 850 kg/m³ (API 35°), dakle o srednjolaganom nafti zbog čega je firma Norther Pc. uzela veliki koncesijski prostor od oko 750 km² u podmorju u okolici gradova Bari i Brindisi.

Spomenuti podaci jasno potvrđuju predviđanja autora da bi i u Hrvatskom podmorju u istovjetnim geološkim uvjetima na dubini mora od oko 800 m bilo vrlo izgledno i uspješno istražno bušenje, tim više ako se uzme u obzir

da je bušenje na strukturi Rovesti obavljeno na dubini mora od 937 m, dakle većoj od 800 m na bazenskoj strani strukture JJ-3.

8. PREGIB-PADINA APULIJSKE PLATFORME KOD POLJA ROVESTI

Zbog usporedbe na Sl. 14. prikazan je geološki model strukture Rovesti u kojoj su otkrivene komercijalne količine nafte. Namjera je istaknuti mogućnost da se i u našem podmorju u odgovarajućim geološkim uvjetima utvrde moguće potencijalne rezerve nafte. Prema spomenutoj vijesti firme Northern Pc. utvrđeno je 3,94 milijuna m³ (33,56 MMbbl). Interpretacija naftno-geoloških odnosa u strukturi Rovesti prikazana je prema radovima Nikolai C.⁹

Produktivni interval u ovim naslagama u Rovesti-1 iznosi 170 m, a bušenje je započeto na dubini mora od 970 m.

U bušotini 'Well-1' koja se nalazi na pregibu Apulijske platforme bliže poluotoku Gargano uočljiva je sličnost s geološkim odnosima duž rubu Dinarske platforme.

9. ZAKLJUČCI

Sukladno naftnogeološkim uvjetima opisanim i ilustriranim u prethodnim poglavljima moguće je zaključiti da Hrvatsko podmorje, a naročito periplatformne naslage pružaju vrlo dobre izgledne za otkriće komercijalnih količina nafte i plina.

O navedenim mogućnostima autor je održao izlaganje 29.01.2009. god. u organizaciji Znanstvenog Vijeća za Naftu, Sekcije za geologiju, geofiziku i geokemiju HAZU-a i Hrvatskog udruženja naftnih Inženjera i geologa (HUNIG).

10. ZAHVALE

Ovom prilikom želim zahvaliti dipl. ing. M. Sušterčiću i mr.sc. S.Kolbahu, dipl. ing. koji su dopustili da koristim s manjim izmjenama njihove priloge što je naznačeno na pojedinim slikama. Također zahvaljujem mr. sc. Niki Daliću, dipl. ing., predsjedniku Hrvatskog geološkog društva za potporu te dr.sc. Urošu Barudžiji, dipl. ing. novom tajniku HGD-a na uvodnoj riječi prije izlaganja te dipl. ing. Željku Krušlinu na organizaciji izlaganja. Prof. dr.sc. Josipi Velić posebno zahvaljujem na konstruktivnoj recenziji te stručnom i jezičnom poboljšanju teksta ovog rada. Želim također zahvaliti kolegici Vesni Dević, dipl. ing. na velikoj pomoći u kompjutorsko-grafičkom uređenju pojedinih slika.



Autor:

Sanjin Grandić, dipl. ing. geologije
Viktora Kovačića 14, 10010 Zagreb, Hrvatska
E.mail : sanjin.grandic@gmail.com

UDK: 550.8 : 553.98 : 553.28 (497.5)

550.8 geološka istraživanja
553.98 ležišta nafte i plina
553.28 vrste ležišta, osobine ležišta
(497.5) RH , podmorje, Dinaridi