

## Različiti pristupi u seizmostratigrafskoj interpretaciji

DEJAN N. RADIVOJEVIĆ, Univerzitet u Beogradu,  
Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Stručni rad  
UDC: 550.8  
DOI: 10.5937/tehnika1802211R

*U tekstu su prikazana dva osnovna pristupa u seizmostratigrafskoj interpretaciji. Prvi kao polaznu osnovu ima seizmičke sekcije, čija se interpretacija u kasnijoj fazi koreliše sa bušotinskim podacima. Drugi u prvoj fazi analizira podatke dobijene dubokim bušenjem koji se kasnije korelišu sa seizmičkim sekcijama. Prikazan je hronološki redosled i objašnjen postupak pri seizmostratigrafskoj interpretaciji oba pristupa. Ovakav način interpretacije omogućio je naftnim kompanijama detaljnije i preciznije sagledavanje geoloških odnosa, smanjenje rizika istraživanja i racionalnije projektovanje razradnih bušotina.*

**Ključne reči:** seizmostratigrafija, istraživanje nafte i gasa, karakteristične seizmičke sekvence, seizmofacijalna analiza

### 1. UVOD

Seizmostratigrafija je tehnika interpretacije stratigrafskih informacija na osnovu seizmičkih podataka. Zajedno sa svojim naslednikom sekvencionom stratigrafijom ona se potvrdila kao jedna od najznačajnijih razvića u geološkim disciplinama u poslednjih četrdeset godina. Ovakav način interpretacije uvele su naftne kompanije (Exxon) u cilju otkrivanja novih ležišta ugljovodonika (u stratigrafskom i strukturno-stratigrafskom tipu zamki) i smanjivanja rizika istraživanja. Pored toga primena seizmostratigrafije je omogućila bolje upravljanje već otkrivenim ležištima nafte i gasa.

U radu su prikazana dva osnovna pristupa seizmostratigrafskoj interpretaciji koji se razlikuju u početnoj fazi (u zavisnosti od količine podataka, veličine istražnog prostora i dr.). Prvi pristup se još naziva i Vailov pristup [5] prema jednom od tvoraca seizmostratigrafije.

On u početnoj fazi interpretacije koristi seizmičke podatke i ide ka bušotini i pogodan je za regionalno sagledavanje gde jos uvek ne postoji veliki broj bušotina, tako da se može reći da je ovaj pristup generalno vezan za regionalno istraživanje. Kod drugog pristupa početna faza je vezana za bušotinske podatke koji se kasnije povezuju sa seizmičkim podacima. Ovaj pri-

stup, koji se po drugom značajnom naučniku koji se bavio seizmostratigrafijom naziva još i Galloway-ov pristup [5], je detaljniji i generalno je više vezan za razradu ležišta ugljovodonika. U nastavku su prikazane procedure oba pristupa i detaljnije obrađene pojedine faze.

### 2. REGIONALNA ISTRAŽIVANJA

Prilikom regionalnih istraživanja interpretacija sekvenci je zasnovana na analizi grupa seizmičkih refleksija. Seizmostratigrafska procedura za ovaj pristup je prikazana u tabeli 1, a pojedinačni delovi detaljnije opisani u nastavku.

Tabela 1. Procedura prilikom regionalnih istraživanja.

1.	Određivanje reprezentativnog seizmičkog profila
2.	Izdvajanje karakterističnih seizmičkih sekvenci
3.	Povezivanje seizmičkog profila sa bušotinom
4.	Analiza seizmičkih facija
5.	Konstrukcija hronostratigrafskog dijagrama i dijagrama morskog nivoa
6.	Geološka istorija
7.	Definisanje prospektne zone („play“-a)
8.	Izrada karata i profila
9.	Detaljnija i ponovljena interpretacija seizmičkih sekcija nakon rezultata bušenja

U prvoj fazi potrebno je odabrati reprezentativni seizmički profil koji najbolje pokazuje strukturne i

Adresa autora: Dejan Radivojević, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Đušina 7  
e-mail: dejan.radivojevic@rgf.bg.ac.rs  
Rad primljen: 30.01.2018.  
Rad prihvaćen: 13.02.2018.

stratigrafske odnose na istraživanom terenu. Ovaj profil bi trebalo da sadrži većinu karakterističnih seizmičkih sekvenci, što je nekada teško izvodljivo. Takođe, dobro je da se na odabranom seizmičkom profilu nalazi i bušotina (ukoliko je to moguće) koja će poslužiti za povezivanje seizmičkih podataka sa neposredno dobijenim geološkim podacima.

Nakon toga sledi analiza karakterističnih seizmičkih sekvenci. Baseni se sastoje od više karakterističnih seizmičkih sekvenci od kojih svaka ima jedinstvene osobine, rasprostranjenje, zasićenje fluidom, itd. U ovoj fazi potrebno je izdvojiti ove sekvence i sistematski ih povezati u cilju rekonstrukcije geološke istorije basena. Karakteristične seizmičke sekvence su izohrone (istovremene) i genetski povezane (dihrone). Glavni pokazatelji ovih odnosa su diskordancije i korelativne konkordancije, gde refleksije predstavljaju korelativne vremenske površine.

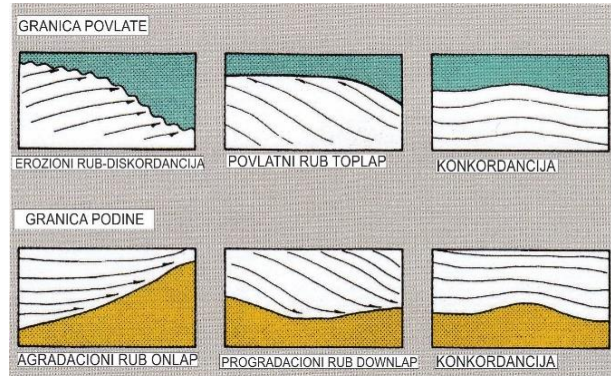
Postupak izdvajanja karakterističnih seizmičkih sekvenci se odvija u više faza: interpretacija raseda, označavanje završetaka refleksija, određivanje granica karakterističnih seizmičkih sekvenci i korelacije i interpretacije akustične baze.

Interpretacija raseda (tačnije rasednih zona) je izuzetno bitna zato što oni u geološkom smislu predstavljaju tektonski skelet basena, a u naftnom pogledu mogu biti pravci migracije ugljovodonika, nepermeabilne barijere i rezervoari – u slučaju frakturiranih zona. Rasedne zone se na seizmičkim sekcijama uočavaju kao diskontinuiteti reflektora ili kao površine rasednih zona, a vrlo retko kao pojedinačni rasedi. Prilikom interpretacije raseda treba odrediti njegovu starost-vreme aktivnosti (izuzetno bitno za migraciju ugljovodonika) kao i stepen sigurnosti u njegovo prisustvo. U uobičajenoj nomenklaturi sigurno utvrđeni rasedi se predstavljaju punom, pretpostavljeni isprekidanom, a nesigurni tačkastom linijom. Ovakav pristup interpretaciji raseda i način obeležavanja je značajan zbog utvrđivanja rizika istraživanja.

Sledeću fazu predstavlja obeležavanje završetaka seizmičkih refleksija i granica karakterističnih seizmičkih sekvenci. Postoje dva tipa granica: diskordancije koje predstavljaju erozione pojave (na primer erozioni odsek), gde nedostaje veliki vremenski period i slojne površine-diskordancije sa nedostatkom kraćeg vremenskog perioda (npr. hijatusi). Na slici 1. prikazani su završeci refleksija na granicama podine i povlate.

Glavne pretpostavke seizmostratigrafskog pristupa su (geološka) da slojne površine odgovaraju vremenskim površinama i (geofizička) da interpretacija faze (refleksije) predstavlja slojnu površinu. Iz ove dve pretpostavke može se izvesti zaključak da seizmičke refleksije predstavljaju vremenske površine. Na osnovu toga granice karakterističnih seizmičkih sekvenci

moгу se interpretirati kao hronostratigrafske tako da se na osnovu njih mogu konstruisati hronostratigrafski dijagrami. Prilikom izrade hronostratigrafskih dijagrama treba imati u vidu ograničenja u pogledu vertikalne i horizontalne rezolucije seizmičkih podataka.



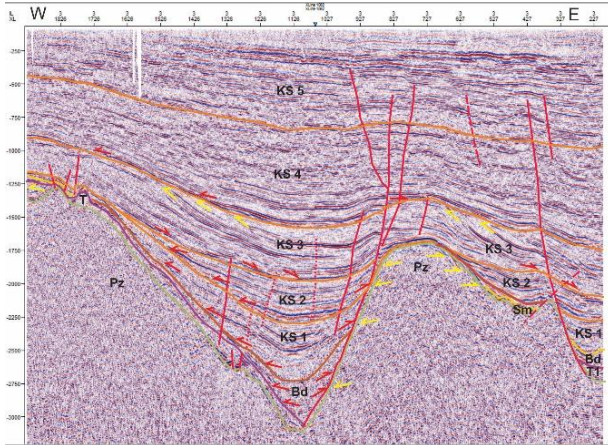
Slika 1 - Različiti tipovi završetaka refleksija [12 – modifikovano]

Za označavanje završetaka refleksija se uobičajeno koristi kod boja. Crvenim strelicama se obeležavaju završeci refleksija na granici podine (progradacioni i agradacioni rub), a žutim završeci refleksija na granici povlate (povlatni i erozioni rub). Granice karakterističnih seizmičkih sekvenci obeležavaju se narandžastim linijama (dok se ne utvrdi njihova starost). Pod idealnim uslovima crvene i žute strelice pokazuju istu narandžastu granicu karakteristične sekvence, ali to ne mora uvek biti slučaj. Ukoliko bar dve tačke završetaka refleksija ukazuju na istu granicu onda tu granicu treba obeležiti narandžastom bojom (slika 2). Treba naglasiti da granica karakteristične seizmičke sekvence ne mora uvek da bude predstavljena pozitivnom (pik) ili negativnom (trof) amplitudom na seizmičkoj sekciji.

Interpretacija akustične osnove bi trebala da predstavlja kontinuiran koherentni horizont koji je moguće iskartirati i koji predstavlja podlogu sedimenata i može biti ekonomska (sa aspekta rezervi ugljovodonika) osnova. Akustična baza na seizmičkim sekcijama pokazuje neke od sledećih osobenosti: povlata akustične osnove je svetla usled velikih amplituda reflektivnih talasa sa gubitkom signala ispod akustične baze, česta pojava peg-leg<sup>1</sup> multipla unutar paketa sedimenata - posebno ako su u povlati sedimenti sa velikim koeficijentom refleksije, prisustvo difrakcija ili gull-wing<sup>2</sup> artefakta (ukoliko je sekcija nemigrirana), ukazuje na najveće brzine prostiranja seizmičkih talasa u zoni baze sedimenata-akustične osnove, prisustvo agradacionih rubova u povlati i drugo.

<sup>1</sup>"pojava višestrukog reflektovanja na nizu granica tankih slojeva" - multipli kratkog puta (Prskalo, 2005)

<sup>2</sup>artefakti koji imaju oblik galebovih krila



Slika 2 - Primer izdvajanja i obeležavanja karakterističnih seizmičkih sekvenci [6 – modifikovano]

Prilikom interpretacije seizmičkih podataka treba biti oprezan zbog nemogućnosti uklanjanja multiplirane energije u potpunosti, nesavršenosti programa za migraciju i pojava „smile“-ova. Na marinskim seizmogramima najčešći multipl koji se javlja nastaje zbog prisustva sloja vode između morskog dna i površine mora - tzv. reverberacije.

Glavne osobenosti prve multipl refleksije su: da se nalazi na dvostrukom vremenu u odnosu na vreme nailaska primarne refleksije od dna mora, ima dvostruko veći nagib u odnosu na refleksiju od morskog dna, „prati“ morfologiju morskog dna, može praviti neverovatne geološke oblike, ima obrnuti polaritet, ali istu brzinu kao refleksija od morskog dna. Problem smetnji izazvanih višestrukim refleksijama se rešava različitim postupcima obrade seizmičkih podataka.

Sledeću fazu u interpretaciji predstavlja povezivanje seizmičkih podataka i bušotinskih podataka (ukoliko oni postoje). Radi povezivanja seizmičkih i bušotinskih podataka (geovalidacije) neophodno je podatke o dubinama nabušanih slojnih granica prevesti u vrednosti dvostrukih vremena i na osnovu izmerenih podataka o brzinama i gustinama (akustični karotaž i karotaž gustine) pojedinih slojeva izraditi idealizovanu sintetsku seizmičku trasu (sintetički seizmogram) za određenu bušotinu, uz pretpostavku o horizontalnoj uslojenosti i konstantnim brzinama širenja seizmičkih talasa u slojevima. Sintetički seizmogram je prezentacija podataka akustičnog i karotaža gustine u formi seizmičke trase. Podaci registrovani visoko frekventnim akustičnim karotažom se prevode u niskofrekventne seizmičke podatke.

Reflektovani talas odbija se pod uglom koji je jednak upadnom uglu seizmičkog zraka, a njegova amplituda zavisi od koeficijenta reflektovanja. Ukoliko zrak upada upravno na graničnu ravan, koeficijent reflektovanja je:

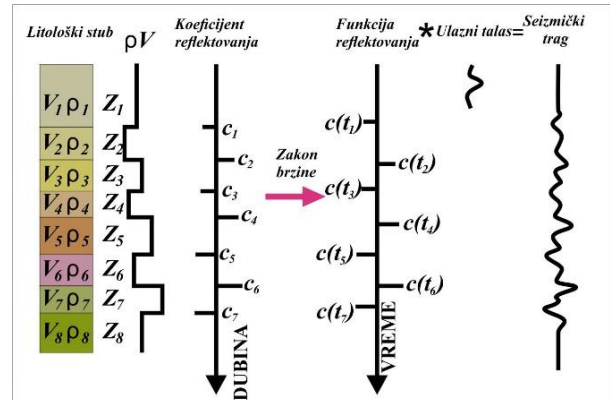
$$R_{1,2} = \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1} \quad (1)$$

$V_i$  - brzina prostiranja talasa u  $i$ -tom sloju

$\rho_i$  - gustina (zapreminska masa) u  $i$ -tom sloju

$\rho_i V_i$  - akustična impedanca  $i$ -tog sloja

Kada su u bušotini mereni i akustični karotaž i karotaž gustine, moguće je sračunati akustične impedancije pojedinačnih slojeva kao i koeficijente reflektovanja na graničnim ravnima (slika 3).



Slika 3 - Šematski prikaz izrade sintetičkog seizmograma na osnovu podataka akustičnog karotaža [7 – modifikovano]

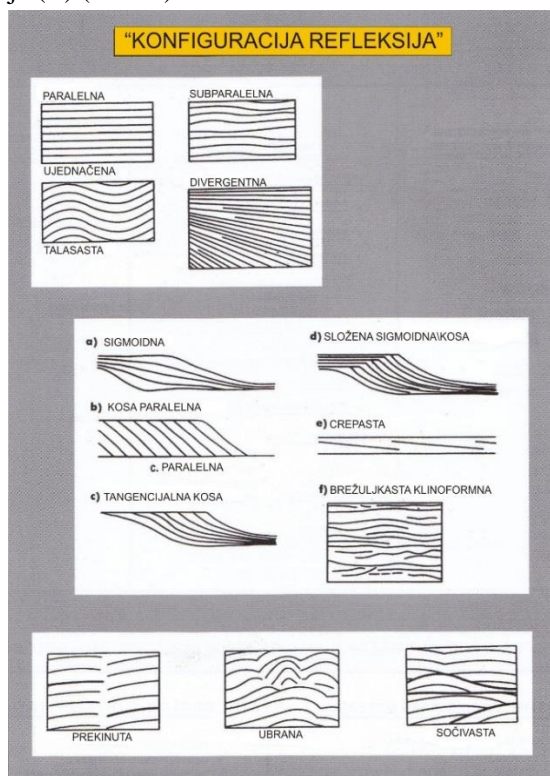
Sintetički seizmički signal konvoluiše se sa koeficijentima reflektovanja izračunatih iz vrednosti akustične impedancije ( $\rho_i V_i$ ). Postoje dve mogućnosti izbora osnovnog seizmičkog talasa: 1. sintetički osnovni talas sa unapred definisanim frekventnim opsegom, 2. ekstrahovanje osnovnog talasa iz seizmičkih podataka snimljenih najbliže bušotini. Originalni podaci akustičnog karotaža i karotaža gustine se pretvaraju u seizmičke trase.

Razlozi za nepoklapanje sintetičkog seizmograma i trasa na seizmičkoj sekciji su:

- nepostojanje idealno vertikalnog kanala bušotine – greške pri merenju  $\Delta t$
- različiti ulazni podaci - akustični karotaž je zasnovan na principu refrakcije, a ne reflektivne seizmičke metode
- proširenje kanala bušotine koje utiče na kvalitet karotažnih merenja koje se koristi za izradu sintetičkog seizmograma
- razlika u konvoluciji seizmičke trase i sintetičkog seizmograma
- nedostatak horizontalne rezolucije na sintetičkom seizmogramu.
- pozicija bušotine
- transverzalni (shear) talasi koji su prisutni na seizmičkim sekcijama, a nema ih na sintetičkom seizmogramu.

Sledeću fazu predstavlja analiza seizmičkih facija. Prilikom određivanja seizmičkih facija polazi se od toga da su vertikalne promene rezultat geološkog vremena (vremena deponovanja), dok horizontalne promene nastaju pod uticajem paleosredine. Promene seizmičkih facija (bilo koja promena u seizmičkim parametrima, npr. amplituda, frekvencija, faza, geometrija, kontinuitet reflektora, završeci refleksija itd.) ukazuju na promenu u geološkoj građi. Svaki od ovih seizmičkih reflektivnih parametara sadrži informacije od stratigrafskog značaja. Ne postoji jednoznačan odnos između seizmičkih facija i jedne paleosredine, npr. brežuljkasta seizmička facija može ukazati na karbonatno izdignuće, ali i na soni dijapir, glinoviti dijapir, vulkan itd. Izuzetak predstavljaju klinoforme koje su uvek vezane za sistem padine. Kartiranje seizmičkih facija [9] predstavlja interpretaciju depozicionih facija na osnovu seizmičkih refleksija.

Ramasayer [8] je predložio rigidnu metodologiju za dvodimenzionalno kartiranje seizmičkih facija poznatu kao „A, B, C tehnika“. Ova tehnika se zasniva na opservaciji tri osobenosti svakog seizmičkog paketa: završetaka na povlatnoj granici (A), završetaka na podinskoj granici (B) i unutrašnjoj konfiguraciji refleksija (C) (slika 4).



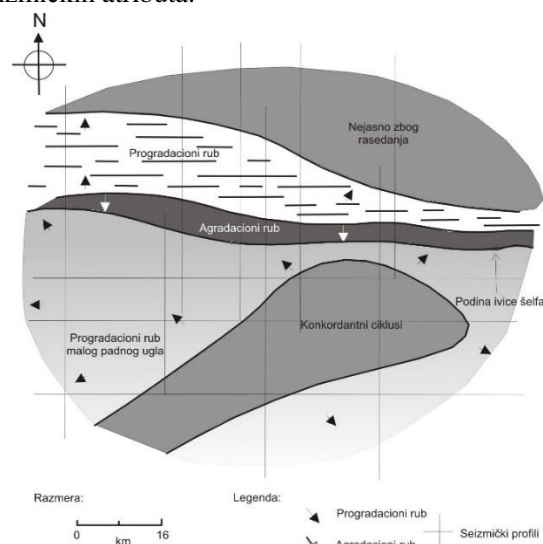
Slika 4 - Različite „konfiguracije“ refleksija i njihova interpretacija [4 – modifikovano]

Na osnovu ove tri osobenosti formiran je kod od tri slova pomoću koga je moguće uraditi kartu distribucije različitih seizmičkih facija (A-B/C). Ove karte mogu dati vrlo zadovoljavajuće rezultate na

mestima gde su kalibrisane sa bušotinskim podacima. Međutim, na mestima na kojima nema bušotinskih podataka karta seizmičkih facija može se koristiti za pravljenje jednog ili više probnih geoloških modela, koji bi kasnije bili testirani i kalibrisani sa bušotinskim podacima iz kartiranog intervala. Bez kontrole na osnovu podataka bušenja, karta seizmičkih facija ostaje otvorena za različite geološke interpretacije. Primer karte seizmičkih facija je prikazan na slici 5 [3].

Hronostratigrafski dijagrami koriste se za prikaz vremenskih odnosa depozicionih sistema i sistemskih grupa (system tract) i njihovog odnosa sa površinama bez sedimentacije. Ove dijagrame moguće je konstruisati na osnovu seizmičkih podataka, bušotinskih podataka, površinskih izdanaka, aero snimaka itd. U ovom pristupu seizmostratigrafskoj interpretaciji ovi dijagrami se konstruišu na reprezentativnom seizmičkom profilu. Primer izrade hronostratigrafskih dijagrama u srpskom delu Panonskog basena prikazali su Pigott and Radivojević [6].

Nakon ovih faza moguće je uraditi rekonstrukciju geološke „istorije“. Prilikom rekonstrukcije geološke „istorije“ ponovo se prolazi kroz neke prethodno izvedene faze. To su: odabir reprezentativnog seizmičkog profila, interpretacija raseda, završetaka refleksija, karakterističnih sekvencionih granica, povezivanje sa bušotinama, zatim faze koje su zajedničke za oba seizmostratigrafska pristupa - pravljenje hijerarhijskog sistema sekvenci, konstruisanje hronostratigrafskog dijagrama, konstruisanje eustatske krive, odabir obeležene jedinice, izdvajanje seizmičkih facija, paleogeografska interpretacija, pravljenje strukturalnih, vremenskih karata, paleogeografska interpretacija i analiza seizmičkih atributa.



Slika 5 - Primer seizmičke facijalne karte [3 – modifikovano]. Karta pokazuje završetke refleksija po bazi donjokrednog paketa, morskog dela zapadne Afrike

Sledeći korak predstavlja definisanje prospektne zone („play“-a) koju sledi izrada različitih tipova karata (strukturnih karata u domenu vremena i dubine, karata debljina, facijalnih karata i dr.) i određivanje potencijalnih prospekata koji će kasnije, posle detaljne ocene, biti ispitani istražnim bušenjem.

Poslednju fazu predstavlja interpretacija sa novim podacima koji su dobijeni istražnim bušenjem i detaljnije sagledavanje terena.

### 3. DETALJNA ISTRAŽIVANJA

Procedura pri detaljnim istraživanjima ima različitu početnu osnovu od one kod regionalnih, dok su pojedine faze zajedničke za oba pristupa (tabela 2).

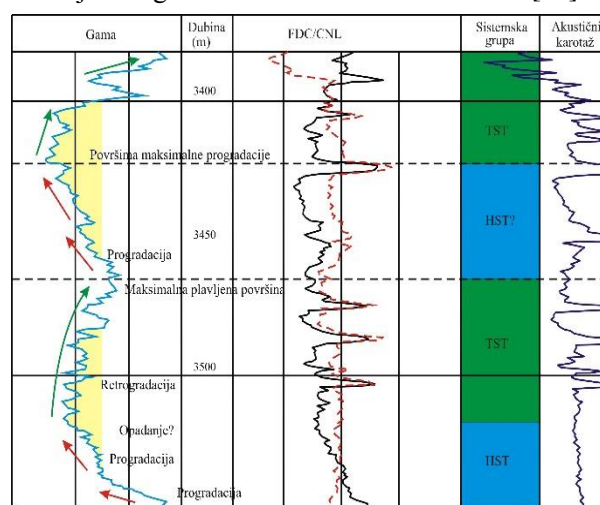
Tabela 2. Procedura prilikom detaljnih istraživanja.

1.	Odabrati bušotinu
2.	Uraditi glavnu analizu, interpretaciju merenja geofizičkog karotaža
3.	Interpretirati ostale bušotine
4.	Konstruisati krivu morskog nivoa i uraditi hronostratigrafiju
5.	Geološka istorija
6.	Izrada dubinskih karata i profila, modeliranje basena
7.	Detaljnija i ponovljena interpretacija seizmičkih sekcija nakon rezultata bušenja

Prvu fazu ovog pristupa predstavlja odabir reprezentativne bušotine. Reprezentativna bušotina bi trebalo da ima kvalitetno urađena karotažna merenja, da se nalazi na ili u blizini seizmičkog profila i da je nabužila sve (ili većinu) stratigrafskih jedinica koje su razvijene na ispitivanom prostoru.

U drugoj fazi vrši se interpretacija karotažnih merenja sa aspekta seizmostratigrafije. Na seizmičkoj sekciji prepoznatljive refleksije se uočavaju na mestima gde je prisutna značajna promena u litologiji, koja se uvek jasno uočava i na geofizičkim karotažnim dijagramima. U seizmostratigrafskoj interpretaciji koriste se sva raspoloživa merenja geofizičkog karotaža, pošto svako karotažno merenje određuje istu formaciju sa različitog aspekta. Svaka kriva je jednako značajna i nijedna karotažna kriva ne može u potpunosti definisati formaciju. Seizmostratigrafija ističe podudarnost između sedimentnih i stratigrafskih jedinica. Izohrone granice predstavljaju padove nivoa mora, pošto su porasti nivoa postepeni, dok su padovi gotovo trenutni [10]. Porasti nivoa mora su ti tokom kojih se talože seizmički prepoznatljive sekvence, koje su ograničene značajnim seizmičkim horizontima formiranim prilikom pada nivoa. U fazu interpretacije spada određivanje trendova smanjenja/povećanja veličine zrna, naznačavanje maksimalnih plavnih površina (MFS-maximum flooding surface), maksimalnih površina retrogradacije (MRS-maximum retrogradational surface),

granica sekvenci I i II tipa, interpretacija setova parasekvenci. Definiciju granica sekvenci I i II tipa prvi su odredili Vail et al. [11] za tektonski okvir različitih kontinentalnih margina. Po ovom autoru, granica sekvenci I tipa se formira tokom faze brzog eustatskog pada morskog nivoa, kada je nivo pada veći od nivoa tonjenja na ivici šelfa. Osobnosti ovog tipa granice su široko rasprostranjena erozija sa površinskim diskordancijama razvijenim duž celog kontinentalnog praga [1]. Za razliku od njega granica sekvenci II tipa se formira tokom faze sporog eustatskog pada morskog nivoa, kada je nivo pada manji od nivoa tonjenja na ivici šelfa [11]. Osobnosti granica sekvenci II tipa su minimalna erozija sa površinskim diskordancijama ograničenim samo na ivice basena [11].



Slika 6 - Karotažni dijagram na kome su interpretirani glavni motivi u bušotini [2– modifikovano]

Prilikom interpretacije se prvo žutom bojom obeleže peščari idući od dna ka vrhu. Trendovi smanjenja veličine zrna obeležavaju se zelenim, a trendovi povećavanja crvenim strelicama. Sledeći korak predstavlja određivanje mesta plavnih površina (FS-flooding surface), MFS-a, retrogradacione površine (RS-retrogradational surface), MRS-a, interpretacija diskordancija prvog i drugog reda i sistemskih grupa niskog nivoa mora (LST-lowstand system tract-crveni stubić), transgresivne sistemske grupe (TST-transgressive system tract-zeleni stubić) i sistemske grupe visokog nivoa mora (HST-highstand system tract-plavi stubić) (slika 6).

U sledećoj fazi postupak iz prethodne treba primeniti na svim preostalim bušotinama (interpretacija diskordancija, setova parasekvenci itd.).

Konstrukcija dijagrama morskog nivoa prilikom ovog pristupa se razlikuje po tome što se ona ovde vrši na osnovu bušotinskih podataka (konstatovane asocijacije fosila). Nakon toga se svi prethodno dobijeni podaci (konverzija dubina-vreme, VSP, seizmokarotaž) povezuju sa seizmičkim sekcijama, vodeći računa

o razlici u vertikalnoj rezoluciji koja se ostvaruje reflektivnim seizmičkim istraživanjima sa površine terena i metodama geofizičkog karotaža (u bušotinama).

Sledeću fazu predstavlja eksportovanje ovako urađene geološke „istorije“ u programe za modeliranje basena za ugljovodonične sisteme, analizu rizika istraživanja i ekonomsku analizu.

Poslednju fazu predstavlja reinterpretacija podatka nakon rezultata bušenja u cilju optimalizacije proizvodnje ugljovodnika.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana dva pristupa seizmostratigrafske interpretacije. Date su njihove procedure i objašnjene pojedinačne faze u seizmostratigrafskoj interpretaciji. Regionalni pristup (Vail), koji je više vezan za fazu regionalnih istraživanja ugljovodnika, za polaznu osnovu ima seizmičku sekciju.

U njemu se nakon interpretacije reprezentativnog seizmičkog profila i izdvajanja karakterističnih seizmičkih sekvenci pristupa povezivanju sa bušotinskim podacima. Kod detaljnog (Galloway) pristupa, koji je više vezan za razradu ležišta ugljovodnika, prva faza je predstavljena odabirom reprezentativne bušotine.

Nakon seizmostratigrafske interpretacije geofizičkih karotažnih merenja (određivanja maksimalnih plavljenih površina, maksimalnih površina retrogradacije, sistemskih grupa itd.) na svim bušotinama pristupa se povezivanju sa seizmičkim sekcijama. Ovakav način stratigrafske interpretacije seizmičkih podataka za cilj ima pronalaženje novih komercijalnih otkrića akumulacija ugljovodnika i smanjenje rizika prilikom planiranja istražnih i razradnih bušotina.

#### 5. ZAHVALNICA

Zahvalnost za ovaj rad dugujem dr John Pigott-u profesoru Univerziteta Oklahoma na čijim sam kursovima Introduction to Seismic Stratigraphy i Advanced Seismic Stratigraphy primenjivao seizmostratigrafiju i njene metode.

Pored toga želim da se zahvalim dvojici anonimnih recenzenata i uredniku koji su doprineli kvalitetu rada. Ovaj rad predstavlja deo projekta 176015, koji je finansijski podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

#### LITERATURA

- [1] Catuneanu O, Principles of Sequence Stratigraphy, Elsevier, pp 375, Amsterdam, 2007.
- [2] Emery D. & Myers K. J, Sequence Stratigraphy, Blackwell Science, pp 297, Oxford, 2001.
- [3] Mitchum R. M. Jr. & Vail P. R, Seismic stratigraphy nad global changes of sea level, part 7: stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: Payton (Eds.), Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration, AAPG-Mem., 26, p 135-144. Tulsa, Oklahoma, 1977.
- [4] Mitchum R. M, Vail P. R. & Thompson S, Seismic stratigraphic and global changes in sealevel, part 2: The depositional seqence as a basic unit for stratigraphic analysis. In: Payton (Eds.), Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration, AAPG-Mem., 26, p 53-62. Tulsa, Oklahoma, 1977.
- [5] Piggot, D. J, Introduction To A Seismic Stratigraphy and Advanced Seismic Stratigraphy, OGCI PetroSkills, p 454, Tulsa, Oklahoma, 2008.
- [6] Pigott D. J. & Radivojević D, Seismic stratigraphy based chronostratigraphy (SBBC) of the Serbian Banat region of the Pannonian Basin. Cent. Europ. J. Geosci., 2 (4), 481–500, 2010.
- [7] Prskalo S, Istraživanje ugljikovodika seizmičkim metodama I, INA Industrija nafte-Naftaplin, p 212, Zagreb, 2005.
- [8] Ramasayer G. R, Seismic Stratigraphy; a fundamental exploration tool. Offshore Technology Conference, April-May 1979, Proceedings, 3, 1859-1867, Houston, Texas, 1979.
- [9] Sangree, J. B. & Widmer, J. M, Seismic Stratigraphy and global changes in sea level Part 9: seismic interpretation of clastic depositional facies. In: Payton (Eds.), Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration, AAPG-Mem., 26, p 165-184. Tulsa, Oklahoma, 1977.
- [10] Vail P. R, Mitchum, R. M. and Thomson, S. III, Seismic stratigraphy and global changes in sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: Payton (Eds.), Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration, AAPG-Mem., 26, p 63-97, Tulsa, Oklahoma, 1977.
- [11] Vail P. R, Hardenball J. & Todd, R. G, Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea level changes from seismic stratigraphy. In: Interregional Unconformities and Hydrocarbon Exploration (ed. by J.S. Schlee). Memoir of the American Association of Petroleum Geologists, 33, 129-144. Tulsa, Oklahoma, 1984.
- [12] Veeken, P. C. H, 2007: Seismic Stratigraphy, Basin Analysis and Reservoir Characterisation, Seismic Exploration, Elsevier, 37, p 509, Amsterdam.

## SUMMARY

### THE DIFFERENT APPROACHES IN SEISMIC STRATIGRAPHY INTERPRETATION

*This paper presents two basic approaches in seismic stratigraphy interpretation. The first one as starting point have seismic sections, whose interpretation in the later stage correlates with well data. The second one in initial phase analyze the data obtain by deep well drilling which are later correlated with the seismic sections. The chronological order and seismic stratigraphy procedure are explained for both approaches. Those interpretation approaches enabled oil companies a detailed and more precise insight into geological features, reduction of exploration risk and more rational design of development wells.*

**Key words:** *seismic stratigraphy, oil and gas exploration, operational seismic sequence, seismic facies analysis*