

# Otkriće ugljikovodika u kompleksnom strukturno tektonskom sklopu duboke Drave (istražna bušotina Severovci-1)

## Hydrocarbon discovery in the complex structural tectonic setting of deep Drava (Severovci-01 exploration well)

Alan Mavar, Branka Krpan, Marica Balen, Suzana Kovačević,  
Željka Marić-Đurekovići Krešimir Krizmanić;  
INA-Industrija nafte, d.d.

Marija Pleić  
INA-Industrija nafte, d.d.  
[marija.pleic@ina.hr](mailto:marija.pleic@ina.hr)



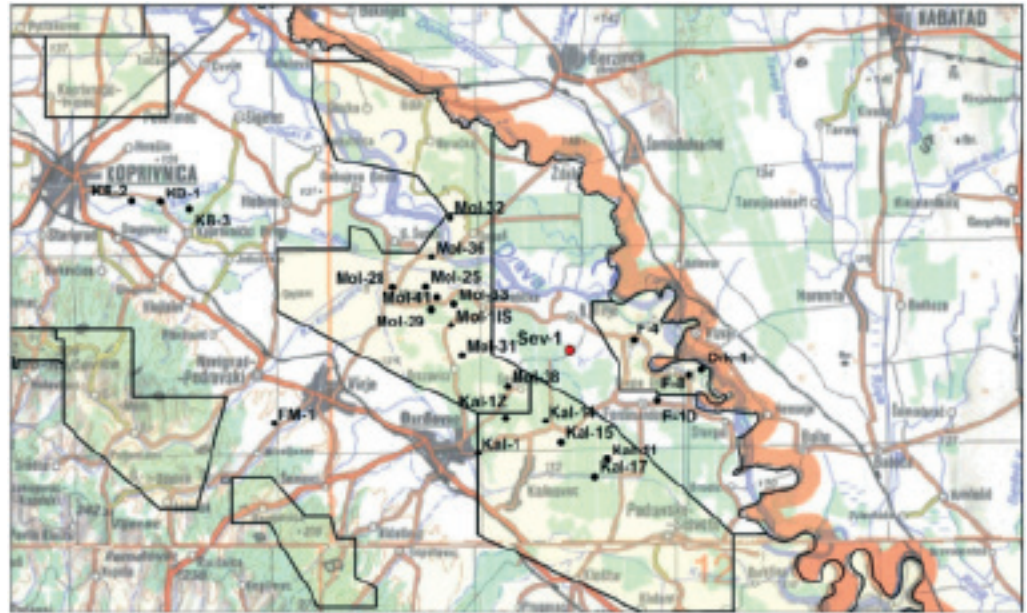
**Ključne riječi:** istražni prostor Drava-02, otkriće ugljikovodika, duboka Drava, struktura Severovci, rezultati bušenja

**Keywords:** Drava-02 exploration area, hydrocarbons discovery, Deep Drava, Severovci structure, well results

### Sažetak

Regionalnom analizom „play-a“ hrvatskog dijela Panonskog bazena otkriven je dodatni potencijal unutar strukturne jedinice duboke Drave. Plinsko-kondenzatna polja Molve, Kalinovac i Stari Gradac unutar istražnog prostora Drava-02 smještena su u spušenom krilu glavnog potolinskog rasjeda-Dravski rasjed i predstavljaju transpresijski antiklinalni kompleks. Seizmogeološka interpretacija struktura na prostoru geotektonske jedinice duboke Drave na 3D seizmičkim podacima (Molve i Molve jug) rezultirala je definiranjem prospekta Severovci. Prospekt predstavlja izduženu antiklinalu s dva maksimuma čija duža os ima pružanje SZ-JI. Sa sjeveroistočne strane struktura je omeđena normalnim rasjedom za

koji se pretpostavljalo da predstavlja barijeru prema eksploatacijskom polju Ferdinandovac. S jugozapadne strane struktura Severovci od susjednih polja Molve, Kalinovac i Stari Gradac odvojena je „Strike slip“ rasjedom pružanja SZ-JI istovjetnog kao i glavni potolinski rasjed. Cilj istražnog bušenja bilo je masivno ležište, analogno poljima Molve i Kalinovac. Ležišta na ovom poljima predstavljena su sa 4 litofacijesa: lit. I vapnenci (kalkareniti), lit. II dolomiti (dolomitna breča), lit. III kvarciti i lit. IV. dijaftoriti. Primarni cilj istražne bušotine Severovci-1 bio je nabušiti lit. I vapnenci i lit. II dolomiti koji su pretpostavljeni na osnovu analize seizmičkih podataka i njihove analogije sa seizmičkim podacima na polju Molve. Tijekom bušenja istražne bušotine Severovci-1 (KD 3410 m), u razdoblju od prosinca 2017. do ožujka 2018. godine, registrirano je 46 pojava novog plina što je ukazalo na prisustvo zasićenja ugljikovodicima. Točan model brzine i strukturna interpretacija rezultirali su zanemarivom razlikom između prognozirane i nabušene dubine ležišta te potvrdili rasjed prema polju Ferdinandovac kao barijeru. Bušotina Severovci-1 nabušila je litofacijese I i III (vapnenci i kvarciti) čiji je udio u proizvodnji ugljikovodika okolnih polja gotovo



Slika 1. Položajna karta istražne bušotine Severovci-1 (Sev-1)

70%. Pojava novih plinova tijekom bušenja, relativne koncentracije do 17,1%, u trajanju od 40 minuta, kao i analiza karotažnih mjerenja, usmjerili su istraživanje na 4 intervala unutar kvarcita podloge neogena. Sukladno podacima jezgre-1 intervala 3293-3302 m, ležište unutar litofacijesa kvarcita je petrografski određeno kao metapješčenjak / metapelit s mjestimično gustim pukotinskim sustavom, visokim sadržajem pirita i UV pozitivnosti. Petrofizikalna XRMI interpretacija dokazala je postojanje ležišta s dvojnim porozitetom i prisutnošću dva pukotinska sustava prema regionalnoj analizi naprežanja što je potvrdilo inicijalnu strukturno tektonsku interpretaciju. Analiza jezgre kao i rezultati ispitivanja bušotine ukazuju na slabo propusno ležište s poroznošću 3-11% i propusnošću od 0,1-3 mD, veća propusnost vezana je uz pukotinske zone. Stimulacija bušotine koja je izvedena unutar slabo propusnog ležišta je povećala ukupnu proizvodnju na cca. 53 000 m<sup>3</sup>/dan uz visoki udio vode (GWR 1800 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) u opadanju, te proizvodnju kondenzata od 4 m<sup>3</sup>/dan. Nakon istražnog bušenja te ispitivanja bušotine dobiveni su podaci o proizvodnji ležišta, količinama ugljikovodika, tlaku i radijusu crpljenja, koji su bili potrebni za objavu komercijalnog otkrića.

## Abstract

Regional play analysis of the Croatian part of Pannonian basin revealed additional potential present in the Deep Drava structural setting. Molve, Kalinovac and Stari Gradac gas-condensate fields in the Drava-02 exploration block are located in footwall of the main

depression fault – Drava fault and represents transpressional anticline complex. Seismo-geological interpretation of structures in geotectonic unit Deep Drava on the present 3D seismic dataset (Molve and Molve south) resulted in defining prospect Severovci. The prospect is elongated NW-SE anticline a 3 way closure trap with two maxima. On the NE structure is bordered by normal fault, which was assumed to be sealing fault toward Ferdinandovac field. On SW part Severovci structure is divided from nearby fields Molve, Kalinovac and Stari Gradac by NW-SE trending strike slip fault, same as main digressional fault. The target was massive reservoir, analogue to fields Molve and Kalinovac. Reservoirs of Molve and Kalinovac fields are made of four lithofacies: Lith. I limestones (calcarenites), Lith. II dolomites (dol. breccia), Lith. III quartzites and Lith. IV diafforites. The primary target of Severovci-1 (Sev-1) well was Lith. I limestones and Lith. II dolomites which have been assumed by seismic data according to Molve field analogy. During drilling of exploratory well Severovci-1 well (TD 3410 m), in period from December 2017 to March 2018, 46 gas shows were registered, implying presence of the hydrocarbon saturation. Accurate velocity model and structural interpretation resulted in negligible difference between planned vs drilled entry reservoir depths and confirmed that fault to the Ferdinandovac field is a sealing fault. Exploration well Severovci-1 drilled Lith. I and III (limestones and quartzites) which has almost 70% of HC production share of the surrounding fields. New gas shows up to 17.1%, duration 40', as well as well log analysis, focused the exploration towards 4 intervals in the quartzites of the base Neogene sequence.





lokalno odražava u formiranju ekstenzijskih struktura kao što su, horstovi, grabe, polugrabe i romboidne grabe. U završnoj fazi osobito su izraženi pokreti u zoni Dravskog rasjeda koji uvjetuju uzdizanje prostora Bilogore. Dominantnu važnost u obuhvaćenom strukturnom sklopu ima zona Dravskog rasjeda.

U prostorima relativno veće kompresije ili pomaka struktura, postoje i veći skokovi (do 100 m) npr. duž JZ krila strukture Hlebine - Molve - Kalinovac). To je ujedno i prostor najveće aktivnosti Dravskog rasjeda. Rasjedi iz zone Dravskog rasjeda dopiru do površine, znači da zadiru i u najmlađe kvartarne naslage, što potvrđuje njihovu recentnu tektonsku aktivnost (Slika 2).

### 3. Seizmička interpretacija

Prilikom interpretacije i analize ovog dijela istražnog prostora korišteni su seizmički i bušotinski podaci istražnih i razradnih bušotina okolnih EP. Područje interpretiranog istražnog prostora prekriveno je 3D seizmičkim podacima. Radi se o 3D seizmičkom volumenu površine 500 km<sup>2</sup> nastalom spajanjem i reobradom postojećih seizmičkih podataka 3D Molve snimljenog 1997. (GES) i dijela 3D Molve jug iz 1998. (Schlumberger) od swatha 1 do swatha 20. Ovaj volumen prekriva širi prostor EP Molve, Kalinovac, Gola i dio EP Ferdinandovac, koji čine jedinstvenu tektonsku cjelinu. Stvaranje jedinstvenog volumena i reobrada seizmičkih podataka napravljena je s ciljem evaluacije prostora od interesa i pronalaženja novih istražnih prospekata. Kvaliteta 3D seizmičkih podataka pokazala se vrlo dobra za strukturnu interpretaciju i definiranje geometrijskih odnosa na nivou krovine ležišta (Rs<sub>7</sub>). Rezultati bušenja bušotine Sev-1

pokazali su da seizmički podaci nisu dovoljno rezolutni u dubljim sekcijama za izdvajanje litotipova karbonata od magmatsko metamorfnog kompleksa na istražnom prostoru.

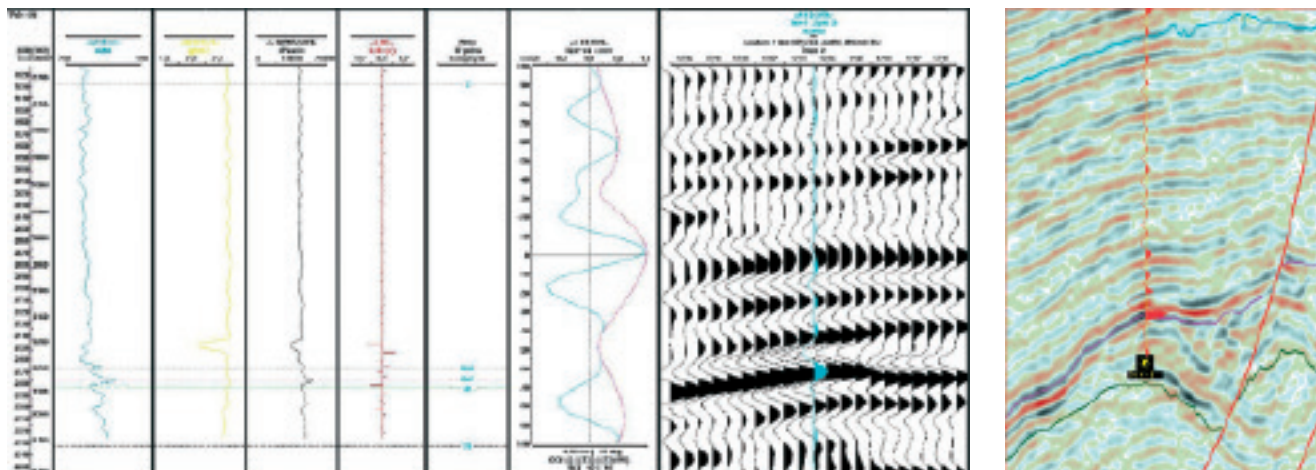
Ključne bušotine za interpretaciju prostora bile su bušotine istočnog dijela EP Molve (Mol-25, -28, -29, -41, -33, -33R, -31, -31R, -1IS, -38, -36, -32), sve bušotine s EP Kalinovac, 3 duboke bušotine s EP Ferdinandovac (F-8, -4, -1D) te geotermalna bušotina Dravka-1 (Drk-1).

Kalibracija bušotinskih i seizmičkih podataka inicijalno je napravljena na temelju izrađenih sintetskih seizmograma za bušotine Mol-1IS, Mol-38, Mol-36, Mol-41, Kal-1, Kal-1Z, Kal-14, F-1D, mjerenim zakonima brzina Mol-1, Mol-12, Mol-25, Mol-30.

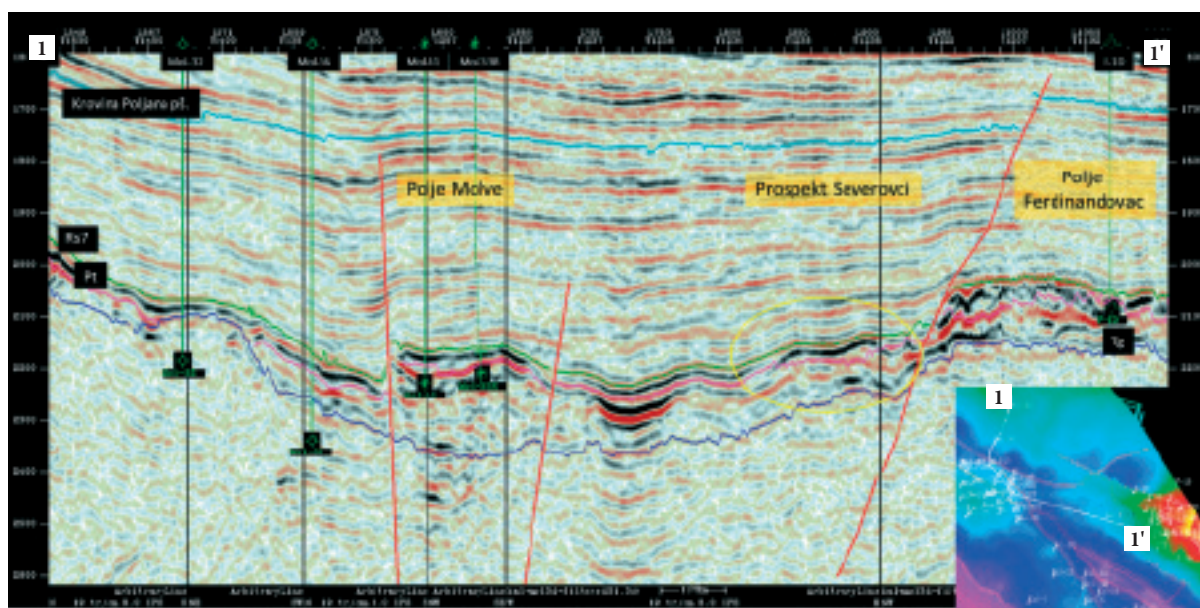
Podaci dobiveni mjerenjem VSP-a na bušotini Sev-1, te karotažna mjerenja brzine i gustoće, korištena su u svrhu izrade sintetskog seizmograma za bušotinu Sev-1. Izmjereni VSP te izrađeni sintetski seizmogram (Slika 3) koristio se u cilju provjere kalibracije bušotinskih i seizmičkih podataka, a koja je projektom bila određena na temelju okolnih bušotina. Na slici 3.1 prikazani su ulazni podaci, (krivulje brzine i gustoće), izračunata akustična impedancija i koeficijent refleksije, ekstrahirani reprezentativni valić sa najboljim koeficijentom korelacije te rezultat modeliranja-sintetski seizmogram.

Interpretirani su seizmički horizonti krovina Poljana pješčenjaka (d. pont) te krovina regionalnog EK markera Rs<sub>7</sub> (d. - sr. miocen). Nakon završetka bušenja bušotine Sev-1 dodatno su interpretirani horizonti Z, Rs<sub>5</sub>, Pn i Tg (Slika 4)

Horizont krovina Rs<sub>7</sub> (d. - sr. miocen) predstavlja post riftnu diskordanciju ujedno i krovinu ležišta na poljima Gola, Molve, Kalinovac kao i na bušotini Sev-1. Iznad diskordancije regionalno se prostire vapnenački



Slika 3. Sintetski seizmogram za bušotinu Sev-1



Slika 4. Interpretirani seizmički profil preko bušotina Mol-32, -36, eksploatacijskog polja Molve, prospekta Severovci i eksploatacijskog polja Ferdinandovac

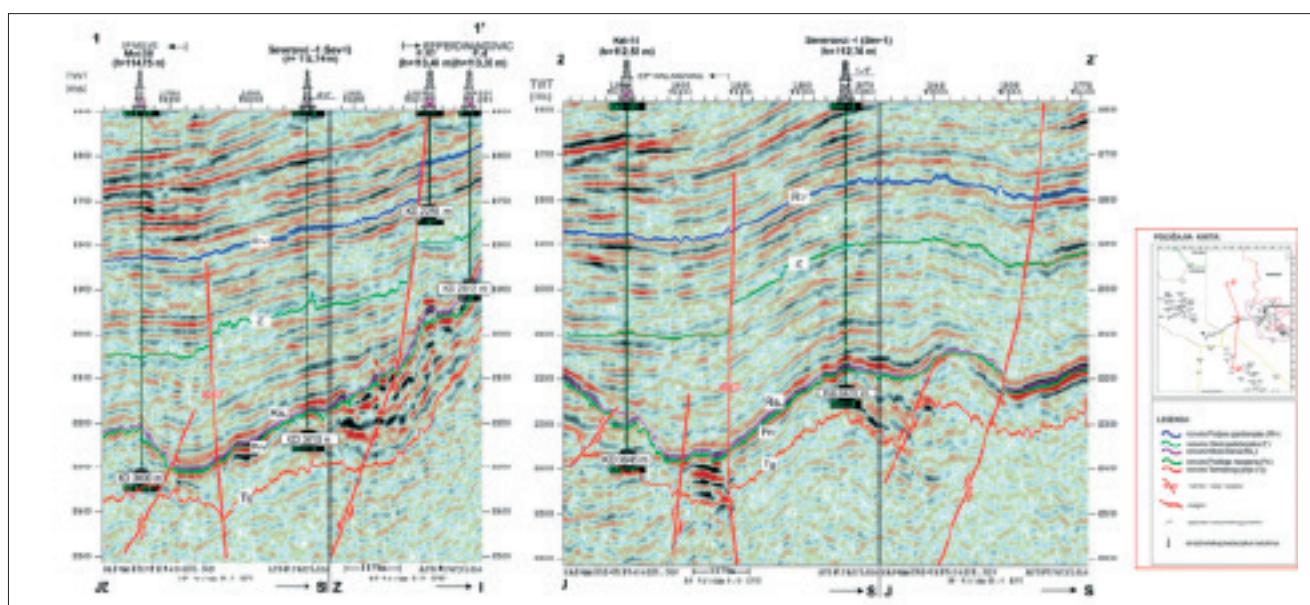
lapor koji predstavlja pokrov, dok se ispod nalazi paket mješovitih facijesa koji čine masivno ležište.

Na seizmičkim profilima interpretirani su strukturni elementi koji na razini krovine ležišta imaju važnu ulogu u definiranju prostora na području istražne bušotine. Normalni rasjed pružanja SZ-JI predstavlja granicu prema polju Ferdinandovac te je nakon bušenja dokazan kao nepropustan (Slika 5).

Model brzina izrađen u fazi projekta za bušotinu Sev-1 napravljen je na temelju zakona brzina, sintetičkih seizmograma, dubina zalijeganja regionalnih (EK) markera te volumena seizmičkih brzina skaliranog 6% i kalibriranog na bušotinske podatke. Konverzija

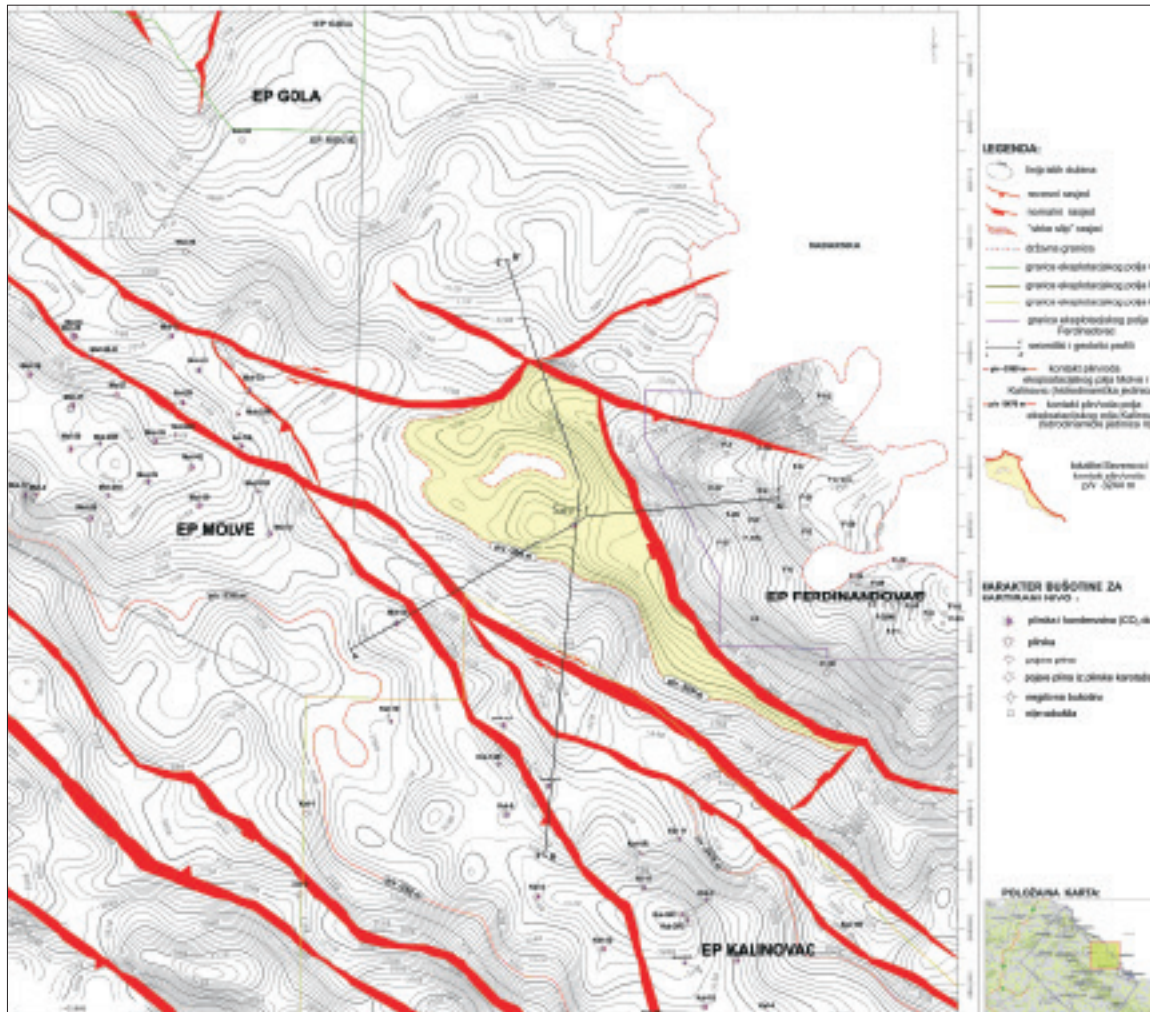
interpretiranog horizonta  $Rs_7$  u dubinu ovim modelom rezultirala je visokim stupnjem preciznosti, odnosno, prognozirana dubina krovine ležišta samo je 1 metar dublja od ostvarene dubine.

Objekt Severovci predstavlja izduženu antiklinalu s dva strukturna maksimuma koja se strukturno zatvara na normalni rasjed s njene SI strane, za koji je ujedno pretpostavljeno da ima funkciju barijere prema EP Ferdinandovac što je i dokazano rezultatima bušenja Sev-1. Horizontalni rasjed s desnim pomakom („*strike slip*“) pružanja SZ-JI prolazi između polja Molve i Kalinovac te prospekta Severovci. Kontakt plin-voda na EP Molve utvrđen je na -3380 m. Reversni rasjed



Slika 5. Interpretirani seizmički profili šireg područja Severovaca





Slika 6. Strukturna karta po krovini ležišta

pružanja SZ-JI predstavlja barijeru te dijeli polje Kalinovac u dvije hidrodinamičke jedinice: HD I s utvrđenim kontaktom plin/voda na -3380 m te HD II s dokazanim kontaktom plin/voda na -3470 m. Rasjed pružanja I-Z odvaja strukturu Gola s njene južne strane od EP Molve i prospekta Severovci. Bušotine Mol-36 i Mol-32 na sjeveroistočnoj strani EP Molve ujedno smještene sjeverno od opisanog rasjeda, u strukturalno su plićem položaju u odnosu na bušotine eksploatacijskog polja Molve, ali su nabušene ležišne stijene utvrdile zasićenje vodom (Slika 6).

Ležišta plina i kondenzata na susjednim EP Molve i Kalinovac nalaze se ispod EK markera  $R_{s7}$ . Radi se o masivnim ležištima koja su podijeljena u 4 litofacijesa: lit. I vapnenci, lit. II dolomiti, lit. III kvarciti i lit. IV dijaftoriti.

U rezervoarskom smislu ležište na bušotini Sev-1 prognozirano je analogijom sa obližnjim poljima, prvenstveno sa poljem Molve kojemu se ležište ugljikovodika sastoji od 4 litofacijesa i predstavlja masivno ležište.

**Litofacijes I** čine ležišne stijene donje do srednje miocenskog karbonatnog facijesa, biokalkareniti do biokalkruditi vrlo dobrih ležišnih svojstava, šupljikavosti od 8 do 22% i propusnosti od 0,41 do 8,8 mD i biomikriti lošijih ležišnih svojstava, šupljikavosti 1 - 8%,

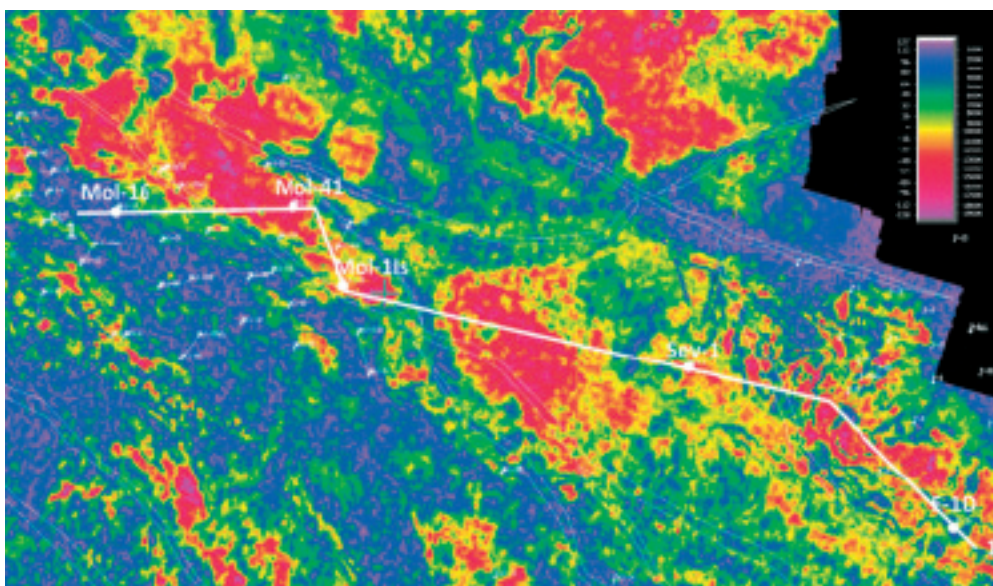
**Litofacijes II** su dolomiti i dolomitne breče podloge neogena s dominantnom pukotinskom šupljikavošću do 11%; te pukotinske propusnosti do 239 mD.

**Litofacijes III** čine kvarciti, permotrijaske starosti, te ostale litološke jedinice istog tipa s nešto manje kvarca, a više feldspata odnosno tinjaca (Mol-9, -19, 11S, te Kal-6, -7, -8, -9 -10, -12 i -18). Šupljikavosti su im vrlo niske 1 - 3,5%, a iznimno do 5 - 6% ili vrlo rijetko do 9% s manjim ili većim udjelom pukotinske poroznosti.

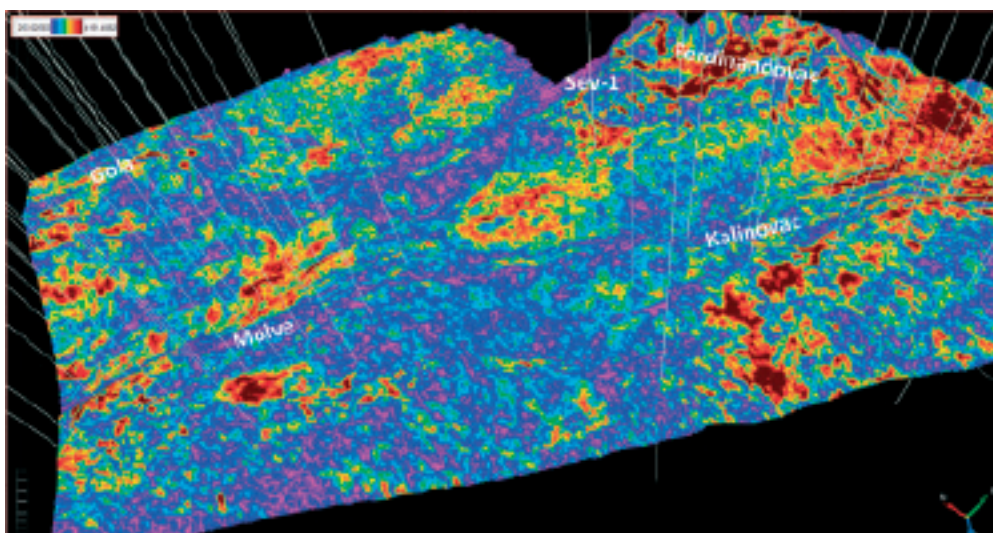
**Litofacijes IV** građen je od devonskih škriljavaca (dijaftoriti), koji se odlikuju pukotinskom šupljikavošću koja prosječno iznosi 2% i propusnošću od 0,2 mD.



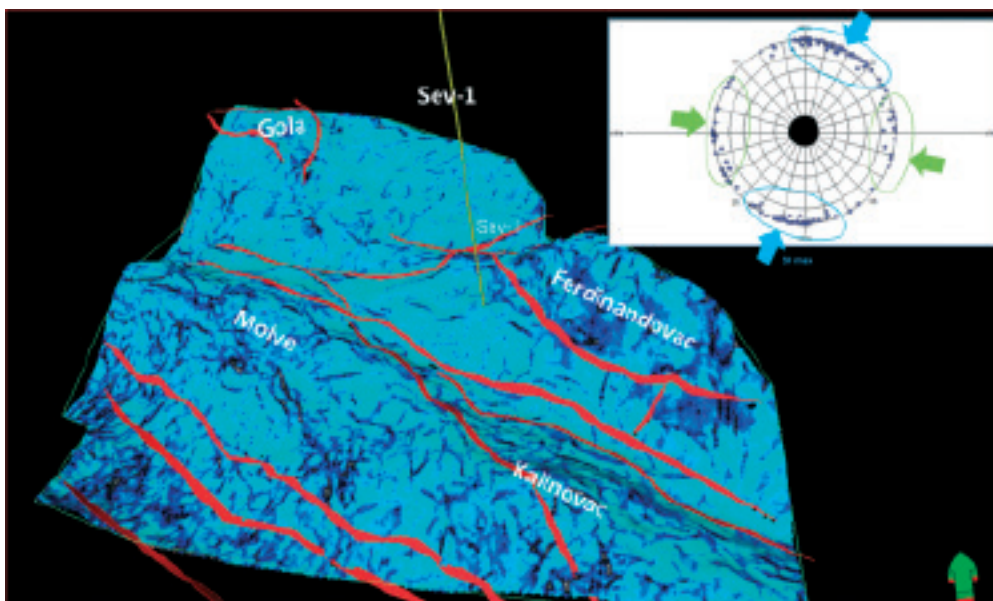




Slika 9. Atribut srednje snage refleksije izrađene po horizontu  $R_{s7}$

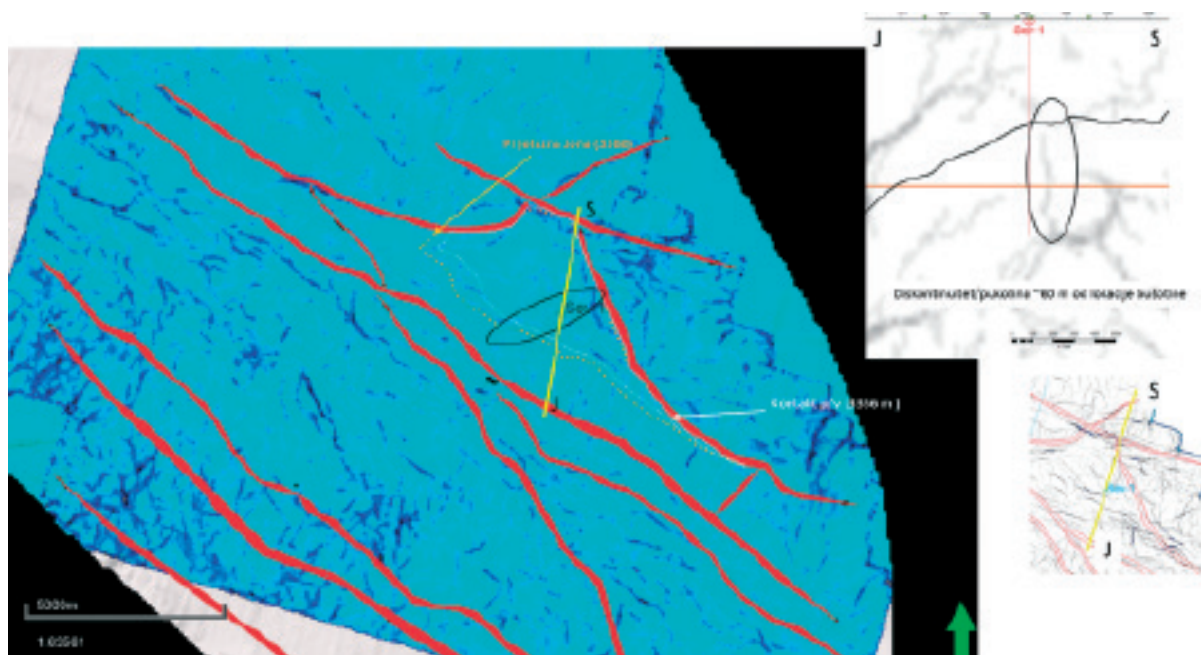


Slika 10. Atribut srednje snage refleksije 30 ms ispod horizonta  $R_{s7}$  prikazan za cijeli 3d volumen



Slika 11. AntTracking atribut izrađen u intervalu od 30 ms ispod krovine horizonta  $R_{s7}$  i stereonetki prikaz nagiba i pružanja ekstrahiranih diskontinuiteta





Slika 12. AntTracking atribut s prikazom položaja diskontinuiteta na lokaciji bušotine Sev-1

na području središnjeg dijela polja Molve, koji je zastupljen litofacijes III, na južnom dijelu polja Kalinovac te na polju Ferdinandovac. Ekstrakcija ploha diskontinuiteta iz izrađenog AntTracking atributa pokazala je da se na ovom području mogu identificirati dva glavna smjera pružanja pukotina, SZ-JI te SI-JZ, te se u oba slučaja radi uglavnom o subvertikalnim diskontinuitetima (Slika 11)

Nešto slabije raspucana zona nalazi se na području objekta Severovci, a zona sa vidljivim diskontinuitetom na karti atributa nalazi se otprilike 6 m od pozicije bušotine (Slika 12).

#### 4. Rezultati bušenja istražne bušotine Severovci-1

Bušotina Sev-1 probušila je slijed naslaga od pliocena (kvartara), gornjeg pontaa, donjeg pontaa, gornjeg panona, donjeg panona, srednjeg miocena, te konačnom dubinom od 3410 m nabušila metamorfite podloge neogena.

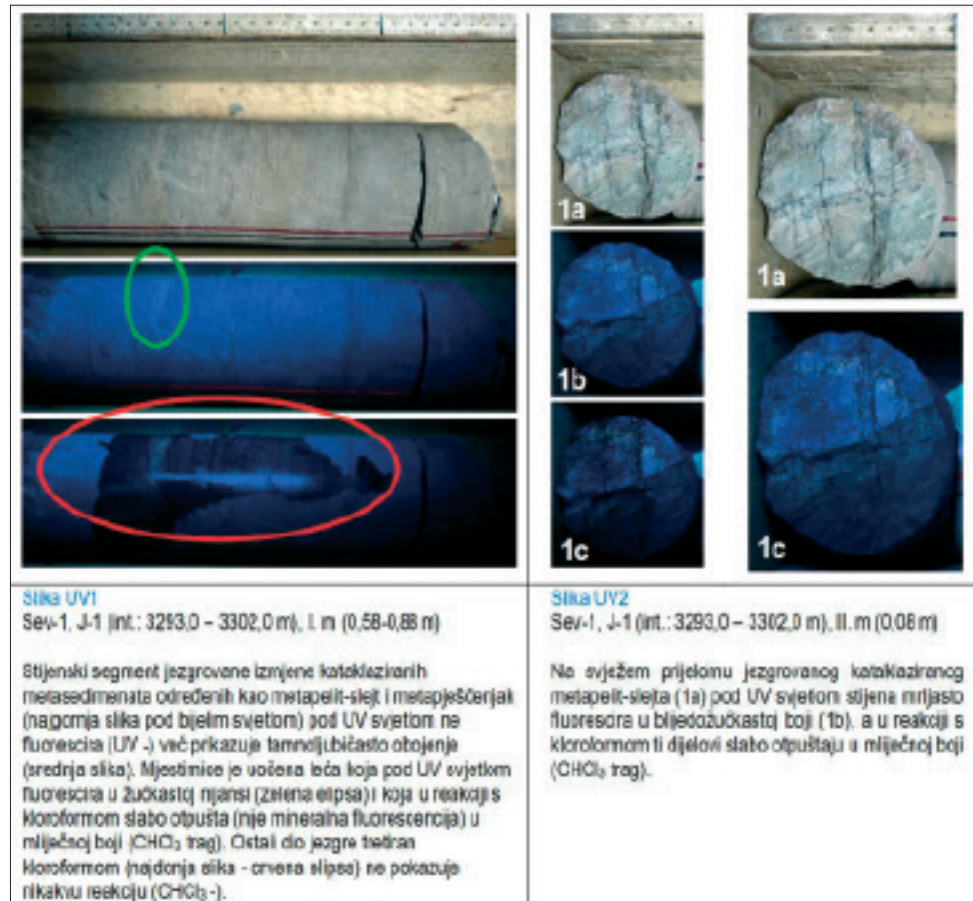
Na nivou ležišta bušotina Sev-1 probušila je naslage karbonatnog facijesa donjeg do srednjeg miocena u intervalu 3276 - 3288 m (12 m) koji predstavljaju ekvivalent litofacijesa I na EP Molve (Slika 2.1). Unutar karbonatnog facijesa raskriveni su biomikriti ograničenih ležišta svojstava.

U intervalu 3288 - 3410 m (122 m) nabušeni su metapješčenjaci i metapeliti-slejtovi podloge neogena

(Pn) čija krovina predstavlja krovinu intervala u zasićenju. Sedimenti podloge neogena su ekvivalent litofacijesu III na EP Molve.

U krovinskom dijelu podloge neogena izvršeno je jezgrovanje, te je mineraloško petrografskom analizom jezgre (J-1) iz intervala 3293 - 3302 m, utvrđeno da se radi o alteriranim i metamorfoziranim sedimentima - metapelitima i metapješčenjacima u međusobnoj izmjeni. Metapeliti su folijativni, građeni od minerala kvarca, tinjaca te feldspata. Uglavnom su hidrotermalno izmijenjeni. Metapješčenjaci su zastupljeni metagruvakama sastavljenim od minerala kvarca, alkalijskih feldspata (alteriranih i sericitiziranih), tinjaca i drugih filosilikata. Mjestimično je vidljiv pukotinski sustav, ali i dalje s prepoznatljivim reliktnim teksturama slojevitosti primarnog sedimenta. Matriks je sačinjen od minerala sericita, minerala glina te mikrokristalnog kvarca i alteriranih feldspata. Protolit metapješčenjaka su srednjeznaste sedimentne stijene, odnosno pješčenjaci koji su bili uslojeni te međusobno proslojeni pelitnim sedimentima. U stijeni su primjetni minerali pirita koji su značajnije prisutni kao ispune pukotinskog sustava (Slika 13).

Prema osnovnim petrografizikalnim analizama vrijednosti poroziteta su od 2,16 - 9,31% , iznimno do 15,56%, dok su vrijednosti apsolutne propusnosti od 0,03 do 0,59 mD, uz maksimalno 3,14 mD izmjereno pri standardnim uvjetima. Tijekom jezgrovanja registrirane su dvije pojave novog plina relativne koncentracije od 1,7 do 2,0%. Pod UV svjetlom i korištenjem



Slika 13. Detalji jezgre (J-1) iz bušotine Sev-1

CHCl<sub>3</sub> jezgra je generalno negativna, a tek se mjestimice uočavaju slabe reakcije s kloroformom.

Unutar ležišta podloge neogena registrirano je još 12 pojava novih plinova relativnih koncentracija 0,6 - 17,1%, trajanja od 5 do 60 minuta kromatografskog sastava C1-nC5, bez tragova pozitivnosti na krhotinama stijena iz isplake. U sastavu navedenih novih plinova registrirano je od 0,1% do 1% relativne koncentracije CO<sub>2</sub>.

#### 4.1. Petrofizičke karakteristike litofacijesa

Kvantitativna petrofizička interpretacija napravljena je korištenjem 3 mineralna modela i to posebno za klastično-karbonatnu, vapnenačku i metaklastičnu zonu unutar kanala bušotine Sev-1.

Za procjenu formacije primijenjen je probabilistički pristup. Formacijska voda je karakterizirana sa vrijednosti saliniteta u skladu s izmjerenim vrijednostima od 30 g NaCl/dm<sup>3</sup>.

Sukladno kvantitativnoj petrofizičkoj interpretaciji krovina intervala u zasićenju ugljikovodicima nalazi se na 3288 mMD (-3174 m). Najbolja ležišna svojstva prisutna su unutar zone neraspucanih čistih kvarcita u intervalu 3348 - 3356 mMD. Karbonati

vršnog dijela intervala 3276 - 3288 mMD imaju slabe ležišne karakteristike.

Uzimajući u obzir rezultate petrofizičke i XRFI analize izdvojene su dvije zone, koje se međusobno razlikuju kako po litološkom sastavu tako i po petrofizičkim parametrima te gustoći i tipu pukotinskog sustava.

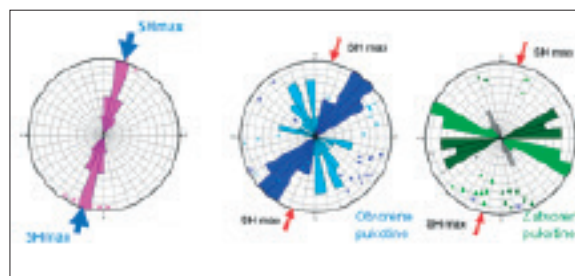
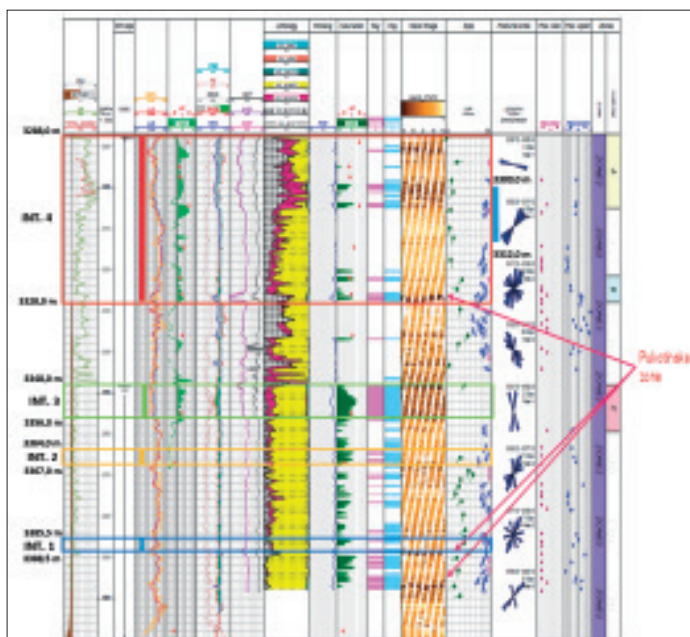
Zona 1 obuhvaća klastično-karbonatni interval od 3225,0 – 3288,0 mMD, vidljiva je ujednačena horizontalna slojevitost te su pukotine rijetko prisutne.

Zona 2, obuhvaća metaklastični interval od 3288,0 – 3400,0 mMD prisutna je uz primarnu poroznost i jasnije izražena pukotinska poroznost. Unutar zone 2 izdvojeni su intervali A, B i C. Intervale A i B karakterizira kako primarna tako i pukotinska poroznost dok je u intervalu C, prisutna samo primarna poroznost (Slika 14)

Na temelju orijentacije bušenjem izazvanih pukotina određen je smjer najvećeg horizontalnog naprežanja SH<sub>max</sub>, a to je smjer SSI-JJZ. Prirodne pukotine su, s obzirom na orijentaciju SH<sub>max</sub>, razdvojene u otvorene i zatvorene (Slika 15). Otvorenost pukotina je srednja do visoka.

Temeljem rezultata petrofizičke interpretacije definirani su intervali za ispitivanje (Slika 14).





Slika 15. Smjer maksimalnog horizontalnog stresa  $SH_{max}$  i orijentacija pukotina

Slika 14. Petrofizikalne i strukturne karakteristike metaklastičnog intervala u bušotini Sev-1

## 4.2. Rezultati ispitivanja bušotine Sev-1

U bušotini Sev-1 perforirana su i ispitana četiri intervala unutar litofacijesa III s ciljem utvrđivanja tipa zasićenja i proizvodnih mogućnosti. Rezultati hidrodinamičkih mjerenja (HDM) prikazani su u tablici 1.

Interpretacijom podataka HDM-1 najdublje ispitivanog intervala (3388,5 – 3385,5 m) zaključeno je da se interval nalazi u prijelaznoj zoni. Analizom podataka HDM-2 drugog intervala (3367 – 3364 m) zaključeno je da se radi o nepropusnom intervalu. Treći perforirani interval (3356 – 3348 m) se nalazi u ugljikovodičnom zasićenju te je ispitivanjem HDM-3 na sapnicu  $\varnothing$  12,7 mm dobiveno 20 454 m<sup>3</sup>/dan plina, 1,69 m<sup>3</sup>/dan kondenzata uz 1,83 m<sup>3</sup>/dan vode. Hidrodinamičkim mjerenjem četvrtog intervala (3328 – 3288 m) HDM-4 dobiven je plin na baklji. Utvrđeno je da se radi o intervalu ograničenih proizvodnih mogućnosti koji je gotovo nepropustan. Iz tih razloga odlučeno je da će se obaviti stimulacija intervala 4 uz reperforiranje intervala od 3300 m do 3312 m. Hidrodinamičkim

mjerenjem nakon stimulacije, proizvodne karakteristike su povećane s 1150 m<sup>3</sup>/dan na 33 311 m<sup>3</sup>/dan plina (sap.  $\varnothing$  5,55 mm); 2,19 m<sup>3</sup>/dan kondenzata i 58,40 m<sup>3</sup>/dan vode (WGR = 1 800 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>).

## 5. Zaključak

Analizom „play-a“ hrvatskog dijela Panonskog bazena otkriven je dodatni potencijal unutar strukturne jedinice duboke Drave. Interpretirano područje smješteno je u spušenom krilu glavnog potolinskog rasjeda - Dravski rasjed i predstavlja transpresijski antiklinalni kompleks unutar Panonskog bazena. Lokacija istražne bušotine Severovci-1 (Sev-1) definirana je na temelju 3D seizmičke interpretacije po krovini potencijalnog ležišta miocenskih biokalkarenita, a nalazi se u okruženju eksploatacijskih polja (EP): Gola na sjeverozapadu, Molve na zapadu, Kalinovac na jugu/jugozapadu, te Ferdinandovac na istoku. Objekt Severovci

Tablica 1: Rezultati HDM perforiranih intervala

Mjerenje	Interval (m)	Efektivna debljina (m)	Sapnica (mm)	Q plin (m <sup>3</sup> /dan)	Qkon (m <sup>3</sup> /dan)	Qvode (m <sup>3</sup> /dan)
HDM-3	3356,0-3348,0	8	9,50	20.785	1,00	1,80
			12,70	20.454	1,69	1,83
HDM-4	3328,0-3288,0	40	9,00	1.150	-	-
HDM-4a nakon stimulacije	reperforiran i stimuliran int. : 3312,0-3300,0; ispitivan int. 4: 3328,0-3288,0	40	4,76	30.731	2,23	47,17
			5,55	33.311	2,19	58,4

predstavlja izduženu antiklinalu, s dva strukturna maksimuma, koja se strukturno zatvara na normalni rasjed s njene SI strane. Normalni rasjed pružanja SZ-JI predstavlja granicu prema polju Ferdinandovac te je nakon bušenja dokazan kao nepropustan. Horizontalni rasjed s desnim pomakom („*strike slip*“) pružanja SZ-JI prolazi između polja Molve i Kalinovac te objekta Severovci. Polje Gola od prospekta Severovci dijeli desni „*strike slip*“ rasjed pružanja I-Z. U tektonskom smislu interpretirano područje je vrlo kompleksno što je vidljivo po velikom broju rasjeda te pukotinskom sustavu čiji glavni smjer pružanja je potvrđen XRMI karotažnom analizom.

Izrađeni model brzina i strukturna interpretacija rezultirali su preciznom prognozom zalijeganja krovine

ležišta (bušotina Sev-1 nabušila je krovinu ležišta 1 m dublje od prognoze).

Bušotina je ostvarila cilj i utvrdila je zasićenje ugljikovodicima od dubine 3288 mMD (-3174 m) unutar alteriranih i metamorfoziranih sedimenata-metapelita i metapješčenjaka podloge neogena, koji odgovaraju litofacijesu III susjednih EP Molve, Kalinovac.

Na temelju petrofizikalne analize određeni su intervali za ispitivanje.

Nakon provedenih hidrodinamičkih mjerenja i stimulacije ležišta ukupna davanja bušotine iznose cca.53 000 m<sup>3</sup>/dan plina i cca.4 m<sup>3</sup>/dan kondenzata.

Istražnom bušotinom Sev-1 utvrđeno je plinsko-kondenzatno otkriće u stijenskom kompleksu podloge neogena (metasedimenti).

## Literatura

1. Rezultati geološkog praćenja istražne bušotine Severovci-1 (Sev-1) s interpretacijom podataka LNB, 2018.g., INA, Fond stručne dokumentacije
2. Elaborat o rezervama ugljikovodika eksploatacijskog polja Molve, 2004.g., INA, Fond stručne dokumentacije
3. Elaborat o rezervama ugljikovodika eksploatacijskog polja Kalinovac, 2014.g., INA, Fond stručne dokumentacije
4. Severovci-1 (Sev-1) Jezgra-1 (3293-3302 m) Mineraloško-petrografske analize i interpretacija, 2018.g., INA, Fond stručne dokumentacije
5. Severovci-1, Osnovne petrofizikalne analize i mjerenja, Jezgra 1 (3293,00-3302,19 m), 2018.g., INA, Fond stručne dokumentacije
6. Preliminarna analiza karotažnih mjerenja u bušotini Severovci (Sev) 1, 2018.g., INA, Fond stručne dokumentacije
7. Studija Severovci, procjena ugljikovodičnog potencijala šireg područja Severovci, Sedimentološki dio, Prilog evaluaciji bloka Drava-02, 2017.g., INA, Fond stručne dokumentacije
8. Završno izvješće bušotine Severovci-1 (Sev-1), Petrografsko-sedimentološke i biostratigrafske analize s interpretacijom, 2018.g., INA, Fond stručne dokumentacije
9. Geokemijska studija za istražni prostor DR-02, 2018.g., INA, Fond stručne dokumentacije
10. ROYDEN, L. H. (1988): Late Cenozoic tectonics of the Pannonian Basin System. In: ROYDEN, L. H. & HORVATH F. (Eds.): Pannonian Basin. A study in basin evolution. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 45, 394.