

## NAFTNA POLJA ĐELETOVCI, ILAČA I PRIVLAKA VAŽAN GOSPODARSKI ČIMBENIK U DOPRINOSU MIRNE REINTEGRACIJE HRVATSKOG PODUNAVLJA

Mirko ZELIĆ, Željko MLINARIĆ i Tvrtko GRGIĆ

INA-Naftaplin, Šubićeva 29 i Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

**Ključne riječi:** Naftna polja ĐIP, Sabirno-otpremni sustav, Produktivnost vodoravnih bušotina

Opisani su povijest otkrivanja, razrada i proizvodnja naftnih polja Đeletovci, Ilača i Privlaka (ĐIP) do trenutka okupacije tzv. JNA i Srbijom u jesen 1991.

Osim osnovnih fizikalnih i kemijskih svojstava ležišta, izgradnje sabirno-otpremni sustava i ratne kronologije, prikazana je kronologija postupaka i dinamika povratka tih naftnih polja u proizvodni sustav INA-c.

Izložena je dinamika i stupanj obnove te dovođenja bušotina i sabirno-otpremni sustava u funkciju, kao i perspektiva proizvodnje nafte primjenom novih tehnologija.

**Key-words:** Oil fields ĐIP, Gathering and transportation system, Productivity of horizontal wells

History of discovery, reservoir development and production of oil fields Đeletovci, Ilača and privlaka (ĐIP), to the moment of occupation by so-called JNA and Serbia at autumn 1991 are described.

Beside fundamental physical and chemical properties of oil deposits, erection of gathering and transportation system, and war chronology; the chronology of proceedings and dynamic of return these oil deposits into the INA production system are displayed.

Dynamic and grade of revival and bringing the wells and gathering and transportation system to the function, just like perspective of oil production by application of new technologies are quoted.

### Uvod

Nakon pet godina srpske okupacije, konačno su naftna polja Đeletovci, Ilača i Privlaka (ĐIP) vraćena u proizvodni sustav INE, što je službeno obilježeno 30. kolovoza 1996. godine kada je u zgradi mjerno-otpreme stаницe (MOS) u Đeletovcima (potpuno demoliranoj i opustošenoj) održan Kolegij generalnog direktora INE. Potom su simbolično puštene u proizvodnju prve tri eruptivne bušotine. Treba naglasiti da je proizvodnja s tehnološke osnove gledanja počela nekoliko dana ranije, kako bi se ispitala funkcionalnost svih tehnoloških linija.

Znakovito je naglasiti da je priprema za povrat navedenih naftnih polja su sustav INE započela koncem 1995. kada su formirana dva stručna tima radi eventualne sanacije polja, ukoliko bi se dogodio »Kuwait scenario«, odnosno za normalno osposobljavanje i revitalizaciju naftnih polja.

Naftna polja ĐIP puštena su u proizvodnju 1984. Proces proizvodnje odvijao se normalno sve do jeseni 1991. kada su pod nemilosrdnom najezdom srpskog agresora potpomognutog tzv. JNA polja okupirana i pritom proizvodnja obustavljena. Do tog trenutka proizvodnja sa sva tri polja iznosila je oko 1,5 milijuna t nafte i 145 milijuna m<sup>3</sup> plina.

Trideset bušotina tada je davalo naftu eruptivno, a u četrdeset se nafta dobivala s dubinskim sisaljkaama s klipnim šipkama. U nastavku izložit ćemo neke osnovne pokazatelje vezane za ležišta, bušotine i proizvodni sabirno-otpremni sustav.

Također, navest ćemo kronologiju postupaka glede povrata spomenutih naftnih polja i Jadranskog naftovoda u hrvatski naftni sustav. Uz to, prikazat ćemo postupak obnove naftnih instalacija na poljima ĐIP te način primjene novih tehnologija u cilju povećanja proizvodnje i konačnog iscrpka nafte.

Treba naglasiti da su lokalni Srbi u petogodišnjem razdoblju okupacije iscrpili oko 500 000 tona nafte i oko 50 milijuna m<sup>3</sup> naftnog plina.

### Prikaz tehnologije proizvodnje nafte i plina na poljima ĐIP do 1990. godine

#### Kratki pregled istražnih radova

Poduzeće Naftaplin započelo je istraživanje najistočnijih dijelova Hrvatske već 1954., a istražne bušotine Vukovar-1 (1956) i Tovarnik-1 (1963) potvrdile su perspektivnost ovog područja.

Do 1981. izbušeno je ukupno 20 bušotina prosječne dubine oko 1600 m po bušotini. Uvođenjem seizmičkih mjerenja, uz već poznate podatke dobivene gravimetrijskim metodama te analizom svih podataka uvrđena je povoljna struktura – oblik antiklinale na kojoj je 1981. dubokom istražnom bušotinom Ila-1 otkriveno polje Ilača. Naftno polje Đeletovci otkriveno je bušotinom Đe-1 (1982), a polje Privlaka (1983) bušotinom Pri-1.

Nakon otkrivanja ovih lokaliteta slijedili su intenzivni radovi na razradi sva tri polja, pri čemu su izbušene ukupno 72 proizvodne bušotine, od kojih su 70 naftnih i 2 plinske.

#### Geografski položaj i osnovni geološki podaci

Istražno područje na kojem su otkrivena ova tri polja zauzima prostor približno 3300 km<sup>2</sup>. Na jugu i istoku ono graniči sa susjednom državom BiH i Vojvodinom. Sjevernu granicu prema Dravskoj potolini čini potez Đakovo–Vukovar, a zapadnu, prema Savskoj potolini, predstavljaju obronci Dilj gore (Đakovo–Garčin). Tako omeđeno, to naftno područje najvećim dijelom pripada Vukovarsko-srijemskoj županiji, a samo malim dijelom Brodsko-posavskoj. Polja se nalaze u geološkom sklopu Slavonsko-srijemske potoline na velikoj antiklinali »Vinkovci« koja se proteže od Vinkovaca na sjeverozapadu do Tovarnika na jugoistoku. Ta antiklinala uvjetovana je paleo-reljefom temeljnog gorja a kroz dugu kontinentalnu fazu bila je izložena djelovanju erozivnih procesa. Sva tri lokaliteta su ležišta formirana u zamci strukturnog tipa i odlikuju se sekundarnom poroznošću.

#### Svojstva ležišta i ležišnih fluida

Stijene, nositelji ugljikovodika, različitog su porijekla, od eruptivnih i metamorfnih do sedimentnog kompleksa.

\*Izlaganje na znanstvenom skupu Rudarstvo, geologija i naftno rudarstvo u gospodarstvu Hrvatske, održanom 4. XII. 1996. u Zagrebu.

Tablica 1. Svojstva ležišta polja Đeletovci, Ilača i Privlaka

Svojstva ležišta	ĐELETOVCI	ILAČA	PRIVLAKA
<b>LEŽIŠNE STIJENE</b>	sedimenti, metamorfiti	metamorfiti, brečce	eruptivne stijene (granit), dolomit
Poroznost (naf. dio), dij. jed.	0,09204	0,0988	0,092
Poroznost (plin. kapa), dij. jed.	0,08229	0,1180	
Početno zasić. lež vodom (naf. dip), dij. jed.	0,3125	0,3681	0,339
Početno zasić. lež vodom (plin, kapa), dije. jed.	0,7161	0,3100	
Temperatura ležišta, °C	74,8	76,6	75,0
Početni ležišni tlak, bar	102,8	110,6	110,5
Početna količina plina otopl. u nafti m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	40,32	50,9	29,6
Srednja propusnost ležišne stijene, 10 <sup>-3</sup> μ m <sup>2</sup>	60	20	70,6
<b>Svojstva ležišnih fluida</b>			
<b>NAFTA</b>			
Obujamska masa, kg/m <sup>3</sup>	882	878	924
Obujamska masa, °API	29	29,6	21,6
Viskoznost pri 30 °C, mPa S	23,7	15,7	57,8
Sadržaj parafina, %	9,30	5,9	
Stinište, °C	+20	+13	+14
<b>NAFTNI PLIN</b>			
Relativna gustoća u odnosu na zrak, dij. jed.	0,6357	0,7113	0,6463
<b>VODA</b>			
Obujamska masa, kg/m <sup>3</sup>	1005,3	1003,0	1008,9
Salinitet, g NaCl/l	6,15	0,608	10,15
pH	7,75	8,20	7,07

Na sva tri ležišta nalazi se veći broj rasjeda. Samo na ležištu Đeletovci dokazano je postojanje dvaju tektonskih blokova koji predstavljaju zasebne hidrodinamičke cjeline.

Dubine zalijeganja ležišta kreću se od 900 do 1150 m, a srednje efektivne debljine proizvodnog dijela ležišta od 4 do 12 m. Prosječna vrijednost poroznosti ležišta je u granicama od 0,021 do 0,081, a prosječna vrijednost propusnosti procijenjena je na  $60 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  (mD). Vrijednost početnog tlaka je  $p_i = 105,2$  bar, a početne temperature  $t = 76,5$  °C.

Najpovoljnija svojstva bušotina utvrđena su na polju Privlaka. Što se tiče svojstava nafte, one s polja Đeletovci i Ilača su parafinskog tipa s razmjerno visokim sadržajem parafina i visokim stiništem, dok je privlačka naftenske osnove i spada u rijetke vrste pogodne za proizvodnju specijalnih motornih ulja (u Hrvatskoj ovakva nafta proizvodi se još samo na polju Križ).

Osnovna svojstva ležišta i ležišnih fluida prikazana su u tablici 1.

Energetski režimi iskorištavanja sva tri ležišta su kombiniranog tipa. Na ležištu Đeletovci i Privlaka prevladava vodonaporni, a na ležištu Ilača režim otopljenog plina. Kako sva tri ležišta karakterizira dvojni sustav poroznosti i propusnosti, posebna pažnja posvećena je optimalnom režimu crpljenja kako bi se izbjegli prodori vode iz vodenog bazena ili plina iz plinske kape.

#### Izgradnja sustava za sakupljanje i otpremu nafte i plina

Od otkrića polja do njihovog puštanja u proizvodnju proteklo je nepune tri godine. Pripremni radovi na investicijskoj izgradnji sabirno-otpremnog sustava započeli su 15.04. 1984., a otvaranje i puštanje u rad cjelokupnog sustava bilo je 24.11. iste godine, s napomenom da je privremena proizvodnja iz četiri bušotine polja Đeletovci i dvije bušotine polja Privlaka počela već 05.10.1984. Već te prve godine proizvedeno je preko 26 000 t nafte iz 22 proizvodne bušotine koje su sve radile eruptivno, osim jedne na polju Ilača koja je radila pomoću dubinske sisaljke.

Nafta i naftni plin sa sva tri polja usmjereni su na mjereno-otpremnu stanicu (MOS) Đeletovci kao centralnom tehnološkom objektu cjelokupnog proizvodnog sustava na kojem se obavlja i proces pripreme i mjerenja nafte i plina prije dalje prerade ili potrošnje.

Budući da se u početnoj fazi iz polja Đeletovci i Ilača dobivala nafta bez vode, ona se bez dodatne dehidracije otpremala naftovodom do utovarne stanice u Vinkovcima, a zatim vagon-cisternama u rafineriju Lendava. Nafta s polja Privlaka, zbog svojih osobitih svojstava, prikupljala se zasebnom tehnološkom linijom i otpremala auto-cisternama u rafineriju Zagreb. Kaptažni plin koristio se uglavnom za internu potrošnju, a dovršetkom otpremnog plinovoda do Vinkovaca plin se počeo prodavati tvornici građevinskog materijala »Dilj«. Izgradnjom i puštanjem u rad magistralnog naftovoda Đeletovci-Rušćica (1985) omogućena je racionalna i sigurna otprema nafte u rafineriju Sisak. Maksimalna proizvodnja postignuta je 1989. kada je proizvedeno 273 944 t nafte iz 32 eruptivne i 30 bušotina s mehaničkim sustavom podizanja. Kada se udio vode u nafti povećao preko 15% izgrađeno je postrojenje za dehidraciju nafte koje je u početku obuhvaćalo dva odvajača slobodne vode, a nakon toga uklapanje postojećih izmjenjivača topline, montažu separatora otpadne vode (SOV-a), izgradnju procesnih spremnika za moku i suhu naftu, proširenje procesne pumpaonice i rekonstrukciju ostalih pomoćnih objekata. Za odlaganje slane vode u ležište osposobljene su i dvije utisne bušotine s površinskim uređajima.

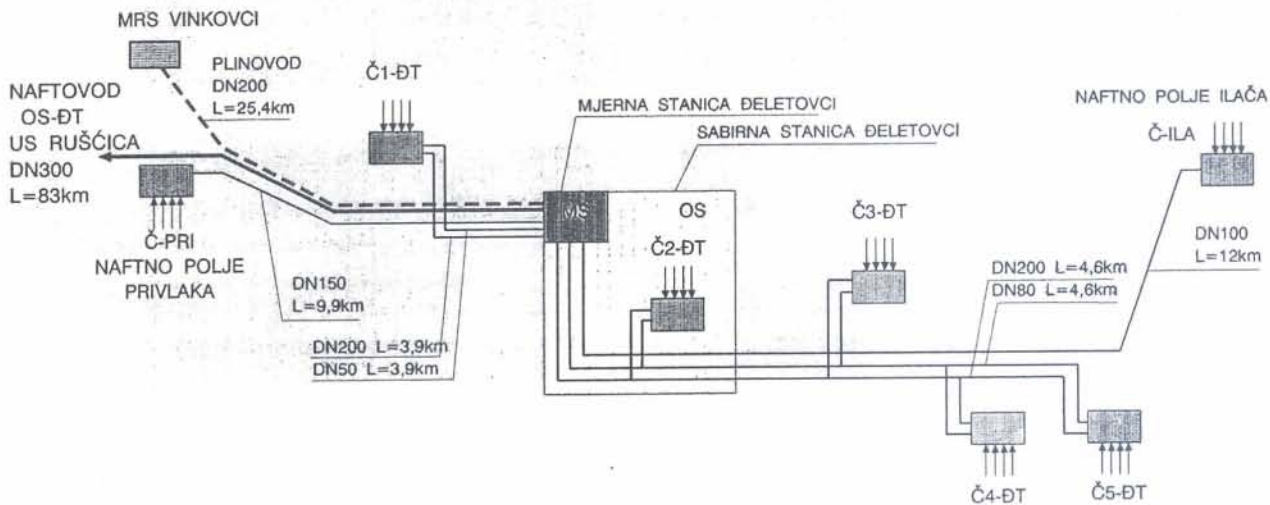
Blok shema sabirno-otpremnog sustava prikazana je na slici 1.

Proces proizvodnje nafte na naftnim poljima Đeletovci, Ilača i Privlaka obustavljen je u rujnu 1991. nakon srpske agresije i okupacije tog dijela Hrvatske.

Dnevna proizvodnja fluida na radilištu prije prestanka rada prikazana je u tablici 2.

#### Kako smo povratili naftna polja ĐIP u proizvodni sustav INE

U cilju mirnog povrata naših naftnih polja istočnog dijela Hrvatske u proizvodni sustav INE obavljeno je od konca 1995. do kolovoza 1996. godine niz razgovora i pregovora sa srpskom stranom i to u organizaciji Vladinog Ureda privremene uprave u Osijeku i UNTAES-a. Ovdje ćemo navesti ono najbitnije što je utjecalo na djelotvornost postupka:



Sl. 1. Shema sabirnog sustava polja Đeletovci, Ilača i Privlaka

Tablica 2. Dnevna proizvodnja fluida polja ĐIP, jesen 1991.

	Đeletovci	Ilača	Privlaka
kapljevina (m <sup>3</sup> /d)	548	46	144
nafta (m <sup>3</sup> /d)	415	32	133
voda (m <sup>3</sup> /d)	133	14	11
plin (m <sup>3</sup> /d)	21336	3691	9716

25. siječnja 1996. održan je sastanak predstavnika INE i Ministarstva gospodarstva (MG) s čelnicima Vladina Ureda privremene uprave u Osijeku (VUPU) gdje su dogovoreni osnovni pravci djelovanja na mirnom povratku naših naftnih polja da bi se, nakon toga sve do 30. kolovoza 1996. godine održalo oko 35 službenih sastanaka s predstavnicima lokalnih Srba.

03. travnja 1996. na inicijativu VUPU u Osijeku, a u organizaciji UNTAES-a, održan je sastanak predstavnika INE i JANAF-a s predstavnicima tzv. NIK-a na nadzornom mjestu Nemetin-Sarvaš, gdje se razgovaralo o tehničko-tehnološkom stanju JANAF-a i naftnih polja ĐIP, te o načinu puštanja u pogon JANAF-a uz uvjet obustavljanja proizvodnje i povrata naftnih polja pod kontrolu INE. Tom prigodom ukazana je mogućnost prelaska djelatnika NIK-a u INU.

17. travnja 1996. na temelju dogovora Ministarstva vanjskih poslova i SRJ održan je sastanak ekspertnih gospodarstvenih grupa u Beogradu u kojem su sudjelovali i predstavnici INE i JANAF-a. Na tom sastanku dogovoreno je o svim uvjetima i kriterijima sigurnosnog funkcioniranja JANAF-a te je postavljen zahtjev o obustavljanju rada naftnih polja ĐIP kao uvjet za puštanje u rad JANAF-a. Nakon dva dana obustavljena je proizvodnja nafte na poljima ĐIP.

14. svibnja 1996. obavljen je razgovor Inine delegacije na čelu s generalnim direktorom s g. generalom Kleinom i suradnicima u Vukovaru, gdje je generalni direktor INE Mr. Andrija Kojaković zahtijevao žurnu integraciju cjelokupne imovine INE (naftna polja ĐIP, benzinske crpke) uz obvezu uredne opskrbe svih derivata i mineralnih gnojiva u tom području Hrvatske te uredan rad JANAF-a. Gospodine general Klein je to obećao, uz

uvjet da INA preuzme sve djelatnike tzv. NIK-a. Predstavnici INE su pristali na to. Već sutradan UNTAES je s Jordanskim bataljunom preuzeo nadzor nad naftnim poljima ĐIP.

07. lipnja 1996. organiziran je pod nadzorom UNTAES-a zajednički obilazak naftnog polja Đeletovci Ininih predstavnika i predstavnika lokalnih Srba. Pri tom je utvrđeno relativno dobro stanje površinskih instalacija i bušotina.

03. srpnja 1996. održan je u Vukovaru sastanak stručnjaka za deminiranje ĐIP-a od strane INE (MUNGOS-a) i TNT-a, a gdje su definirani opsezi i uvjeti deminiranja.

24. srpnja 1996. na sastanku u Vinkovcima između predstavnika INE i tzv. NIK-a u organizaciji i vođenju UNTAES-a i Vladina Ureda dogovoreni su konačni uvjeti i dinamika deminiranja te program puštanja u rad naftnih polja ĐIP.

29. srpnja 1996. održan je prvi, nedaleko od Nijemaca, a 01. kolovoza 1996. i drugi sastanak s djelatnicima tzv. NIK-a, pod šatorom JORBAT-a u Slakovcima (nazočno preko 200 Srba), gdje su se brojni lokalni Srbi (oko 180) prijavili za osnivanje radnog odnosa u INI.

14. kolovoza 1996. potpisan je Ugovor o deminiranju naftnih polja ĐIP između INE i TNT-a, a već 16. kolovoza 1996. počelo je deminiranje. Sukcesivno po deminiranju puštane su pojedine bušotine u proizvodnju.

20., 21. i 26. kolovoza 1996. organizirano je preuzimanje djelatnika bivšeg NIK-a u INU, nakon čega ih je primljeno 63.

30. kolovoza 1996. održavanjem Kolegija generalnog direktora INE o revitalizaciji naftnih polja obilježen je i službeno početak proizvodnje na naftnim poljima ĐIP. Danas je to normalno radilište kao i svako drugo u INI, gdje radi preko 200 djelatnika (od toga 67 Srba) na obnovi i revitalizaciji bušotina i površinskih instalacija. Radovi su u završnoj fazi, a nakon mjerenja i izrade novog elaborata dobit ćemo uvid u stanje ležišta i preostalih rezervi, na temelju čega će se pripremiti program zahvata u cilju povećavanja ili održavanja proizvodnje i konačnog iscrpka.

Od zahvata na obnovi moramo spomenuti slijedeće:

– popravljani su svi uređaji i dijelovi postrojenja na MOS-u koji je kompletno opskrbljen za prihvata, pripremu i uskladištenje nafte;

– popravljani su i osposobljeni za rad dijelovi bušotinskih uređaja i bušotinskog kruga većine bušotina na polju Đeletovci i Privlaka, pa je trenutno u proizvodnji 26 bušotina;

– kompletno je obnovljena upravna zgrada pri čemu je omogućeno normalno funkcioniranje uprave radilišta i prehrane djelatnika;

– osposobljen je magistralni naftovod za otpremu nafte od MOS-a Đeletovci do utovarne postaje u Rušćici. Nafta se iz Rušćice otprema cisternama do otpremne stanice Jamarice, a odatle naftovodom do Stručca, odnosno do rafinerije u Sisku.

Time je zaokružena cjelina djelovanja povrata i obnove naših naftnih polja, što je, inače, prihvaćen model uspješne mirne reintegracije dijela okupiranih prostora kao doprinos mirnoj reintegraciji hrvatskog Podunavlja u cijelosti.

### Mogućnost primjene novih tehnologija

Budući da su ležišta navedenih polja, posebice polja Đeletovci, s obzirom na režim iskorištavanja vrlo osjetljiva, tj. nije dopušteno neravnomjerno intenzivno crpljenje radi opasnosti konusiranja i prodora vode, poželjno je u budućem razdoblju razmotriti podobnost primjene vodoravnih bušotina kojima se povećava proizvodnja, a i konačni iserpak sa smanjenom opasnosti navedenih prodora vode.

Koliko bi se povećala proizvodnost primjenom vodoravnih bušotina pokazat ćemo u primjeru odabrane prosječne bušotine polja Đeletovci.

Primjer proračuna za bušotinu s potrebnim podacima:

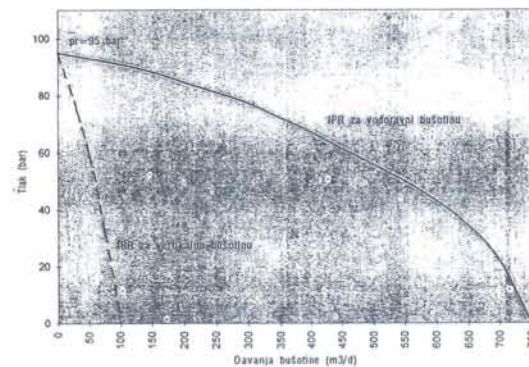
1. Srednji ležišni tlak:  $p_r = 95$  bar
2. Dubina bušotine:  $H_b = 1010$  m
3. Propusnost ležišta:  $k_h = k_v = k_x = k_y = k = 60 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$
4. Efektivna debljina ležišta:  $h = 11.5$  m
5. Poroznost ležišta:  $\phi = 0.25$
6. Volumni faktor nafte:  $B_0 = 1.133$
7. Viskoznost nafte:  $\mu_0 = 1.7$  mPs
8. Tlak zasićenja nafte:  $P_b = 155$  bar
9. Polumjer bušotine:  $r_w = 0.07$  m
10. Drenažna površina vertikalne bušotine:  $A_v = 243000$  m<sup>2</sup>
11. Drenažni polumjer vertikalne bušotine:  $r_{cv} = 278$  m
12. Drenažna površina vodoravne bušotine:  $A_h = 486000$  m<sup>2</sup>
13. Drenažni polumjer vodoravne bušotine:  $r_{ch} = 393$  m
14. Duljina vodoravne bušotine:  $L = 300$  m
15. Drenažna površina bušotine – kvadratna:  $2x_c/2y_c = 1$
16. Skin faktor:  $S = 0$
17. Koeficijent turbulencije:  $D = 0$

Na temelju ovih podataka, te korištenjem suvremenih korelacija za proračun proizvodnosti vodoravnih bušotina, dobiveni su rezultati koji su prikazani u tablici 3, a grafički na slici 2.

Prema analizi indikatorskih krivulja vidljivo je značajno povećanje proizvodnje vodoravne bušotine u odnosu na vertikalnu. Prema tome, valja ozbiljno razmotriti opravdanost primjene vodoravnih, razdjelnih ili lateralnih i istih postojećih kanala vertikalnih bušotina.

Tablica 3. Rezultati proračuna proizvodnosti bušotine u primjeru

$P_{wf}$ (bar)	$q_o$ (m <sup>3</sup> /d)
95	0
90	57
85	141
75	267
60	430
40	596
20	706
0	759



Sl. 2. Indikatorska krivulja za vodoravnu i vertikalnu bušotinu (Zelić, 1993)

### Zaključak

Na temelju izloženog možemo zaključiti slijedeće:

1. Nakon okupacije Srbi su iskorištavali naftna polja ĐIP u prosjeku oko 100 000 t/god., te je otpremali u rafineriju Pančevo.

2. Zahvaljujući djelotvornosti, hrabrosti i profesionalnosti Jordanskog bataljuna spriječen je tzv. »Kuwait scenario« (zapaljenje bušotine, budući da su većinom bile minirane) i većim dijelom sačuvane naftne instalacije.

3. Upornošću i strpljivošću Ininih predstavnika, članka Vladinog Ureda privremene uprave te UNTAES-a u pregovorima s lokalnim Srbima te slijedeći državnu politiku borbe za mirnu reintegraciju tog dijela Hrvatske, uspjelo se povratiti naftna polja ĐIP u Inin proizvodni sustav bez incidenata, bez posljedica i jedini je primjer uspješnog modela važnog gospodarskog čimbenika u doprinosu mirnoj reintegraciji hrvatskog Podunavlja.

4. Obnova i revitalizacija obavljena je vrlo uspješno i učinkovito tako da već sada ostvarujemo oko 70% konačno predviđene proizvodnje dnevno.

5. Opravdano je razmotriti rentabilnost primjene novih tehnologija (vodoravne bušotine) u cilju ravnomjernijeg i djelotvornijeg crpljenja nafte iz ležišta.

Primljeno: 1997-06-25

Prihvaćeno: 1997-07-10

### LITERATURA

- Tehnička dokumentacija INA – istraživanje i proizvodnja nafte i plina, Zagreb.
- Zelić, M. (1993): Productivity of Horizontal Oil Wells. *Nafta*, 44 (3), 169–180, Zagreb.