

# 50 godina naftno-plinskog polja Beničanci

## 50 years of Beničanci oil and gas field

**Željana Kljaić**  
INA, Industrija nafte d.d.  
**Stefanija Novak-Zoroe**  
HUNIG

**Želimir Šikonja**  
HUNIG  
zelimir.sikonja@gmail.com



**Ključne riječi:** Beničanci, proizvodnja nafta i plina, sabirno-transportni sustav, zaštita okoliša

**Key words:** Beničanci, oil and gas production, gathering and transportation system, environmental protection



### Sažetak

U radu se govori o povijesnoj važnosti naftnog polja Beničanci kao bitnog proizvodnog subjekta u Ini, od puštanja polja u rad do danas te o njegovoj važnosti za Republiku Hrvatsku.

Naftno polje Beničanci od puštanja u proizvodnju 1972. godine do 20023. proizvelo je više od 20 milijuna kubika nafte. U najboljim godinama, u razdoblju od 1980. – 1985. proizvodilo je više od milijun kubika nafte na godinu, po čemu je ušlo u povijest hrvatskih naftaša kao jedino na kojemu je ostvarena tako visoka godišnja proizvodnja. Naftno-plinsko polje Beničanci su ispisali brojne proizvodne rekorde koje je teško ponoviti. No prirodni pad proizvodnje na svakom naftno – plinskom polju je neizbježan. Povećanje udjela vode u proizvodnji i prestanak eruptivnog načina pridobivanja utjecali su na smanjenje proizvodnje. Stoga su u cilju produljenja rada polja 1985. godine uvedene sekundarne metode proizvodnje, utiskivanje vode u ležište radi podržavanja slojnog tlaka polja, koje će povećati ukupni iscrpak nafte. Danas Beničanci proizvode 16 790 kubika nafte godišnje.

Nadalje, autori su se u radu osvrnuli i na ostala proizvodna polja koja se nalaze u sastavu nekadašnjeg radilišta, odnosno pogona Beničanci, kao što su polja: Števkovica, Crnac, Bokšić-Klokočevci, Kučanci-Kapelna, Obod, Obod-Lacići, Bokšić, Sječe, Dravica te geotermalno polje Bizovac.



### Abstract

The paper deals with the historic importance of the Beničanci oil field as an essential production asset in INA from putting it into production until now and stresses its significance for Croatia.

From production start-up in 1972 until 2023 more than 20 million m<sup>3</sup> of oil was produced from the Beničanci oil field. In its most productive years, from 1980-1985 more than a million m<sup>3</sup>/year of oil was produced, and Beničanci has made history as the only Croatian field achieving such record high annual production. The Beničanci oil and gas field holds many production records, which will be hard to beat. However, as natural production decline is inevitable in any field, increase in water cut and cessation of flowing production resulted in production decrease. Therefore, in 1985, in order to extend the life of the field, a secondary recovery method – waterflooding was introduced with the aim to improve recovery efficiency. Current rate of production from the Beničanci field is 16.790 m<sup>3</sup>/year of oil.

In addition, the authors also mentioned other producing fields which once comprised the Beničanci Production Area, namely: Števkovica, Crnac, Bokšić-Klokočevci, Kučanci-Kapelna, Obod, Obod-Lacići, Bokšić, Sječe, Dravica and the Bizovac geothermal field.

## 1. Istražni radovi

Prvi istražni radovi – gravimetrijski premjeri u području Panonske nizine, u Slavoniji, bili su u razdoblju od 1940. do 1942., superregionalnim gravimetrijskim premjerom Hrvatske. Već na toj gravimetrijskoj karti naznačen je kod mjesta Beničanci gravimetrijski nos, što je potvrđeno i premjerom 1954. – 1955.

Jedno od vrlo zanimljivih nadsvođenja u regionalnom smislu ustanovljeno je na potezu Našice – Donji Miholjac pa je tako 1958. godine položena mreža od pet seizmičkih profila. Interpretacijom podataka ustanovljeno je zasebno nadsvođenje pogodno za akumulaciju ugljikovodika. U dvije godine izrađeno je pet bušotina: Našice-1, Kučanci-1, Beničanci-1, D. Miholjac-1 i Klokočevci-1.

Geolozi INA-Naftaplina 6. svibnja 1959. locirali su bušotinu Be-1, oko četiri kilometra zapadno od sela Beničanci, na tjemenu seizmički utvrđene antiklinale. Bušena je od sredine rujna iduća dva mjeseca do dubine 2121 metara. Nabušene su dolomitno-vapnene breče, ali kako tijekom bušenja i nakon njega nisu izvedena ispitivanja slojeva s kolektorskim značajkama, bušotina je likvidirana kao negativna.

Iako je bušotina bila negativna, prikupljeni podaci o razvoju sedimenata upućivali su na postojanje dobrih rezervoar-stijena i pokrovnih stijena kao osnovnog uvjeta za akumulaciju ugljikovodika.

Ponovljenim gravitacijskim premjerom toga područja 1963. – 1964. godine dobivena je slična građa podzemlja kao i prilikom prvog premjera. Struktura Beničanci prikazana je u obliku zatvorene pozitivne gravimetrijske anomalije.

U nastavku istraživanja u razdoblju od 1966. – 1968. godine dopunjena je mreža seizmičkih profila. Na temelju rezultata novih mjerenja locirana je druga bušotina Be-2a.

„Bušilo se teško, osobito u vapnovitim stijenama koje su zgrušavale isplaku, pa je došlo do zaglave“ – zabilježili su očevici i zaključuju: „Kako se alatke nisu mogle izvaditi, odsječene su i postavljen cementni čep te je turbinom zasječena stjenka za novu bušotinu“.

Beničanci-2a je bušena od 16. srpnja do 4. kolovoza 1969. i dosegla je dubinu od 2215 metara. Geolozi su pomno bilježili sastav uzoraka iz isplake – od 1400 m svakih pet, a od 1850 m svaka dva metra. Uz to je vađeno devet mehaničkih jezgara od kojih je pet bilo pozitivno. Od 24 bočne jezgre dobiveno je samo 12, a osam je bilo pozitivno.

Prva pozitivnost uočena je u uzorcima iz isplake s 1873-1877 m. Jedan od nazočnih geologa rekao je: „Nešto mi je sumnjivo, idemo po jezgru. Spustili su aparat i izvadili 30-40 cm jezgre. Geolog je u baraci pogleda pod lampom, napravio i kloroform test i utvrdio da je pozitivna. Jezgra se na vrhu žutjela kao dukat.“

Tijekom noći bušotina je pripremljena za testiranje koje je obavljeno sutradan. Najprije je oko pola sata iz bušaćih cijevi šištao zrak, potom se pojavio plin, a odmah zatim i nafta! S intervala 1871,5-1883 m testiranjem je dobiveno deset kubika nafte. Otkriveno je novo polje, najveće u Slavoniji i treće u Hrvatskoj!

Kada se to dogodilo? U raznim zapisima i izjavama spominju se četiri datuma: 21., 22., 23. i 24. srpnja.



*Slika 1. Istražni radovi na Beničancima koncem 60-tih godina prošloga stoljeća*



Slika 2. Prva nafta na Beničancima prevozila se autocisternama

Možda je ipak najvjerodostojniji onaj iz geološkog dosjea gdje su nabrojena jezgrovanja od 1873-2213 m. Kako je prva od tih devet izvedena 22. srpnja 1969. i bila pozitivna, to se taj datum sigurno može držati otkrićem Beničanaca.

U kasnijem geološkom izvješću je zapisano kako je na sapnicu 5 mm dobiveno oko 35 kubika nafte na dan, uz podosta plina. A iz intervala 2024-2027 m dobiveno je najprije osam, a na kraju 122 kubika

nafte. Potom je napucano još šest intervala između 1876 i 2010 m. Zajedno s prethodnim oni su dali čak 436 kubika nafte na dan bez vode!

Nafta je utvrđena u dolomitno-vapnenim brečama koje su nabušene na 1870-2097 m. Kako su u tom intervalu otkrivene znatne količine, odustalo se od daljnjih 200 m predviđenog bušenja koje je inače otežavalo zarušavanje škriljavih glina. Stoga je bušotina pripremljena za proizvodnju. Bilo je to 10. svibnja 1972., kada i u rad pušteno I istoimeno polje.

Već sredinom kolovoza te iste godine locirana je bušotina Be-3 koja se nalazi jedan kilometar istočno od Be-2, bliže selu Beničanci, na istočnom dijelu antiklinale. Prisustvo ugljikovodika je utvrđeno na približno istoj dubini kao i na Be-2 alfa, ali je ispitivanjem dobiveno manje nafte (oko tri kubika).

Bušotina je naravno pozitivna i u svibnju 1972. ušla u proizvodnju, a radila je još i krajem 2000-tih godine, kada je davala samo oko kubik nafte na dan.

## 2. Geološko-tehničke karakteristike ležišta i fluida

Ležište Beničanci, zasićeno naftom, badenske je starosti. Izgrađeno je uglavnom od siparišnih breča s pretežno dolomitnim detritusom (rjeđe vapnenačkim), te u nekim vršnim dijelovima od priobalnih brečokonglomerata jednakog sastava. Mjestimično se u vapneno-dolomitnim brečama javljaju proslojci lapora. Na središnjem dijelu južnog krila antiklinale

Tablica 1: Pregled karakteristika ležišta

Ukupni volumen kolektorske stijene, m <sup>3</sup>	649 950 400
Srednja efektivna debljina ležišta, m	74.3
Srednja poroznost ležišta, %	9.4
Početni ležišni tlak na težištu ležišta, bar	191.2
Tlak zasićenja ležišta, bar	147.1
Ležišni tlak u početku zavodnjavanja, bar	164.7
Početni objamski koeficijent za naftu	1.27
Objamski koeficijent za naftu kod tlaka zasićenja	1.28
Početni faktor otopljenog plina, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	80.5
Objamski koeficijent otopljenog plina kod tlaka zasićenja	0.007866
Viskoznost nafte kod početnog ležišnog tlaka, mPa·s	0.945
Viskoznost nafte kod tlaka zasićenja, mPa·s	0.875
Početno zasićenje ležišta vodom, %	29.3
Početno zasićenje ležišta naftom, %	70.7



Slika 3. Prvi zemljani radovi na budućim objektima sabirnog sustava Beničanaca

lateralno se izmjenjuju propusne vapneno-dolomitne breče i nepropusne finoklastične guste stijene, kvarcni doloareniti. U krovini kolektorskih naslaga dolaze badenski litotamnijski vapnenci, kalcitni lapori i lapori panonskog kata.

Ležište Beničanci formirano je u strukturnom izdignuću, a pripada tipu masivnih ležišta (I. O. Brod).

U ležištu je utvrđen jedinstveni kontakt nafta-voda na apsolutnoj dubini –1955 m.

Tablica 2: Karakteristike ležišnih fluida

Obujamska masa nafte, kg/m <sup>3</sup>	875
Relativna gustoća, °API	30.21
Viskoznost nafte kod 30°C, mPa·s	18.5
Sadržaj parafina, % mas	10.2
Sadržaj sumpora, % mas	0.39
Stinište, °C	+17
Relativna obujamska masa plina u odnosu na zrak	1.0999
Obujamska masa ležišne vode, kg/m <sup>3</sup>	1010.8
Salinitet, g <sub>NaCl</sub> /dm <sup>3</sup>	10.59
pH	7.48
Klasifikacija po Palmeru	razred – I; vrsta – alkalna

### 3. Razradni radovi

#### 3.1. Iskorištavanje ležišta pri djelovanju prirodnog energetskog režima

Iskorištavanje naftnog ležišta Beničanci započelo je 10. 5. 1972. godine sa 17 bušotina. Prema preliminarnom elaboratu iz 1972. godine konačni je iscrpak nafte dobiven na osnovu kompresibilnosti fluida i stijena te mehanizma plina otopljenog u nafti. Tada

je iznosio 23%. Prema toj prognozi ležišni tlak je već u prvoj godini proizvodnje trebao pasti ispod tlaka zasićenja (početni tlak ležišta  $p_1=191.2$  bar, tlak zasićenja  $p_b=147.1$  bar).

U prve dvije godine, praćenje kretanja tlaka, u odnosu na proizvedene količine nafte, potvrdilo je postojanje podinskog akvifera. Također, zamijećena je i različitost indeksa proizvodnosti bušotina (od 0.9 – 200 m<sup>3</sup>/d/bar), što uz heterogenost ležišta upućuje i na djelomičnu djelotvornost istiskivanja nafte režimom potiska podinske vode. S tim novim saznanjima da će tijekom godina proizvodnja nafte iz ležišta



Slika 4. Gradnja naftovoda u slavonskoj ravnici



Slika 5. Prvi inženjeri i tehničari na slavonskim naftnim poljima okupljeni oko „Fiće“

sa sve većim brojem bušotina omogućiti razvijanje manje djelotvornog režima otopljenog plina u nafti i drastičnog smanjenja davanja bušotina, krenulo se u detaljnu analizu proizvodnog tijeka.

Nakon analize geološke građe ležišta, proizvodnih pokazatelja te rezultata hidrodinamičkih mjerenja prišlo se konvencionalnom zavodnjavanju ležišta, kako bi se utiskivanom vodom podržavao veći tlak u ležištu od tlaka zasićenja i time postigao povoljniji konačni iscrpak nafte iz ležišta Beničanci.

### 3.2. Iskorištavanje ležišta u fazi zavodnjavanja

Zavodnjavanje ležišta Beničanci započelo je u srpnju 1975. godine. U početku utiskivanja ležišni je tlak bio oko 10% veći od tlaka zasićenja i iznosio je 164.6 bar.

Projektom je predviđeno da se tijekom zavodnjavanja održava ravnoteža između proizvedenih količina kapljevine i utisnutih količina vode u ležišnim uvjetima. Za realizaciju projekta odlučujuće su bile karakteristike ležišta: visoka propusnost, jedinstvena razdjelnica nafta-voda, ležište kao jedinstvena hidrodinamička cjelina i postojanje vodocrpilišta na polju.

Za izvođenje procesa zavodnjavanja ležišta, izabrana je tehno-ekonomski najpovoljnija varijanta po kojoj bi ukupni obroci crpljenja u prvom periodu bili 3000 m<sup>3</sup>/d, s konstantnom proizvodnjom tijekom 10 godina, a ukupno vrijeme proizvodnje 20 godina. Konačni iscrpak nafte bio bi 53.52%.

Realizacija projekta do 1984. godine kreće se u zadovoljavajućim granicama, odnosno nešto iznad tlaka zasićenja. Sniženje ležišnog tlaka ispod tlaka zasićenja bilježi se u periodu od 1985. do 1989. godine. Smanjenjem količina utisnute vode željelo se sniziti energetska razinu, a prijelazom na režim otopljenog plina, odnosno ekspanzijom plina unutar zaostale nafte, izazvati formiranje utrapljenog plina, kako bi se pospješilo istiskivanje zaostale nafte.

Smanjenjem količina utiskivane vode (600 m<sup>3</sup>/d) nije došlo do očekivanog tempa sniženja tlaka jer je podinski potisak vode bio dovoljno snažan da uz utiskivanje ležišne vode znatno uspori pad ležišnog tlaka. Utiskivanje je nastavljeno s većim količinama 1989. godine.

Projektom zavodnjavanja predviđala se samo bezvodna proizvodnja, tj. zatvaranje bušotina u kojima se pojavi voda. Međutim, budući da se voda pojavila već u ranim fazama proizvodnje, izgrađeno je postrojenje za dehidraciju nafte pušteno u rad 1980. godine.

Iako se regulacijom i radovima pokušalo nadzirati i usporiti porast udjela vode u proizvodnji kapljevine,

snižena je energetska razina ležišta i bušotine koje prestaju eruptirati prelaze 1983. godine na sustav plinskog podizanja. Davanje bušotina tim je načinom smanjeno i od tada počinje lagani pad proizvodnog potencijala polja Beničanci.

Od rujna 1991. godine do veljače 1992. godine obustavljena je proizvodnja na svim poljima Pogona Beničanci zbog neposredne ratne opasnosti. Utiskivanje vode u ležište nije se prekidalo te je prije ponovnog puštanja bušotina u rad mjerenjem zabilježeno povećanje ležišnog tlaka 2 – 3 bar.

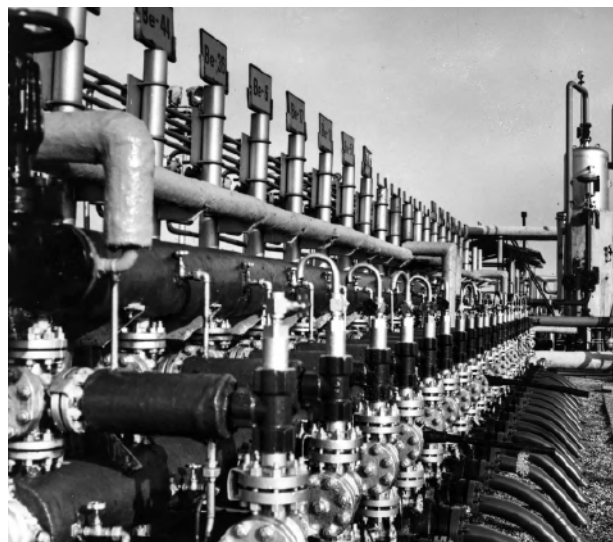
## 4. Sabirno-transportni sustav naftnog polja Beničanci

Početak razvoja sabirno-transportnog sustava naftnog polja Beničanci bilježimo 1972. godine, kada su izgrađene 3 mjerne stanice i otpremna stanica Beničanci.

Upravljanje mjernim stanicama bilo je poluautomatsko uz stalno prisustvo ljudi i rad u smjenama.

Puštanjem u proizvodnju naftnog polja Beničanci, na mjernim stanicama i otpremnoj stanici izdvajane su velike količine kaptažnog plina, koji je sagorijevao na bakljama. 1973. izgrađena su 2 kaptažna plinovoda do potrošača (Tvornica elemenata Našice i Kombinat Belišće) koji su preuzimali svu proizvedenu količinu kaptažnog plina u svoja energetska postrojenja.

Daljnjom razradom naftnog polja Beničanci i otkrivanjem polja Obod i Kućanci-Kapelna došlo je do znatnog povećanja proizvodnje nafte. Paralelno s tim u proizvedenoj kapljevini povećan je udio vode iznad 2%, te se 1975. godine pristupilo izgradnji triterske dehidracije na OS-i. Budući da svojim kapacitetom nije mogla zadovoljiti potrebe dehidracije pogona,



Slika 6. Razdjelivači bušotina

1977. godine započele su pripreme za rekonstrukciju mjernih i otpremnih stanica.

U razdoblju od 1977. do 1980. godine rekonstrukcijom su izgrađena postrojenja za prihvata i obradu 5.000 m<sup>3</sup>/dan nafte i 300.000 m<sup>3</sup>/dan kaptažnog plina.

#### 4.1. Mjerne stanice

- Zamijenjeni su postojeći razdjeljivači bušotina;
- Zbirni separatori S-4 zamijenjeni su separatorima S-1000;
- Vertikalni plinski separatori zamijenjeni su odvajачima kapljica SP-1;
- Postojeća grupa zagrijača vode zamijenjena je kotlovnicom s 2 kotla;
- Izgrađeni su novi tlačni naftovodi kapaciteta 2000 m<sup>3</sup>/dan MS-OS, a postojeći tlačni naftovodi predviđeni su kao pričuvni za kaptažne plinovode;
- Izgrađeni su novi aditovodi od OS-e prema MS-a, a postojeći su prenamijenjeni u vodove za transportiranje deemulgatora na mjerne stanice.

#### 4.2. Otpremna stanica

- Izgrađena je drugostupanjska separacija (3 IS-a) prije ulaza nafte u R-2100, a postojeći spremnici su prenamijenjeni u dehidratore;
- Izgrađena je procesna pumpaonica s pumpama kapaciteta 2.000.000 m<sup>3</sup>/god. s 2 horizontalna spremnika kapaciteta 100 m<sup>3</sup>, za prepumpavanje mokre nafte iz dehidratora u spremnike suhe nafte;
- Izgrađena su 4 spremnika suhe nafte R-5000, čime je omogućen prihvata 20.000 m<sup>3</sup>/dan suhe nafte;

- Rekonstruirana je postojeća otpremna pumpaonica ugradnjom novih otpremnih pumpi s reguliranim pogonom, koje su 16 sati dnevno omogućavale otpremu 2.000.000 m<sup>3</sup>/god. u utovarnu stanicu Ruščica;
- Priprema aditiva više se nije obavljala na otpremnoj stanici već je dopreman u tekućem stanju u izgrađeni spremnik R-50;
- Izgrađen je novi spremnički prostor za prihvata 50 m<sup>3</sup> deemulgatora.
- Uz postojeći spremnički prostor za prihvata deprecinta stiništa i deemulgatora izgrađena je pumpaonica slane vode i aditiva;
- Za pročišćavanje izdvojene vode iz dehidracije instaliran je separator otpadnih voda (SOV) i spremnik slane vode (RSV) te instalacije za utiskivanje slane vode u sloj;
- Instalirani su vijčani kompresori LMF za prikupljanje i transport kaptažnog plina s drugostupanjske separacije;
- Izgrađen je komandni centar (sinoptika) za kontrolu i upravljanje proizvodnjom i transportom nafte, plina, slane i bunarske vode, te opskrbu električnom energijom;
- Proširen je postojeći sustav zaštite od požara izgradnjom novog spremničkog prostora za uskladištenje vode, te hidrantske mreže;
- Izgrađena je nova pogonska zgrada u industrijskom krugu s laboratorijem, radionicama, garažama i prostorom za smještaj ljudi.

U posljednjoj fazi rekonstrukcije sabirno-otpremnog sustava polja Beničanci izgrađena je jama za sakupljanje otpadnih fluida 1991. godine. Izgradnjom



Slika 7. Radovi na izradnji otpremne stanice Beničanci



Slika 8. Prijevoz slavonske nafte Savom teglenicama od utovarne stanice Ruščica do rafinerije Sisak



Slika 9. Svečanost puštanja Beničanaca u rad

centralnog mjesta za obradu i ponovno vraćanje u proizvodni proces otpadnih fluida, nastalih kao posljedica remontnih i bušačkih radova, ekscesnih pojava



Slika 10. Prva plinska bušotina na Beničancima

i čišćenja posuda na našim postrojenjima zaokružen je razvoj sabirno-otpremnog sustava polja Beničanci. Tako je učinjen značajan korak u zbrinjavanju tehnološkog otpada i očuvanju okoliša.

## 5. Plinska ležišta polja Beničanci

Tijekom razradnog bušenja iskušavana je B serija (donji pont) u bušotinama Be-35, Be-36, Be-38 i Be-85A. Zasićenje plinom utvrđeno je u ležištima B<sub>4</sub> i B<sub>6</sub> u bušotini Be-36 i u ležištu B<sub>6</sub> u bušotini Be-85A. Ispitivanjem bušotine Be-73 1989. godine, utvrđeno je zasićenje plinom u ležištu B<sub>9</sub>. Ispitivanjem bušotina

Tablica 3: Karakteristike ležišnih fluida

	Ležišta B <sub>9,811,81</sub>	Ležišta B <sub>7,6,5,4</sub>
Relativna obujamska masa plina u odnosu na zrak	0.7497	0.6893
Gradijent tlaka plina, bar/m	0.01186	0.01093
Obujamska masa plina u ležišnim uvjetima, kg/m <sup>3</sup>	120.3	107.6
Kondenzatnost, cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	119.8	73.6
Plinski ekvivalent (GE <sub>L</sub> )		169.0
Plinski ekvivalent za vodu (GE <sub>w</sub> )		1314
Sadržaj vode (vodenih para), cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	7.9	7.5
pH	-	6.08
Salinitet slojne vode, g <sub>NaCl</sub> /dm <sup>3</sup>	-	2.56

Be-66, Be-73 i Be-85A (1997., 1998., 1999. i 2001. godine) potvrđeno je zasićenje i u ležištima B<sub>4</sub> – B<sub>11</sub>.

Od ukupno izrađenih 106 bušotinskih kanala, u 24 je interpretacijom karotažnih mjerenja potvrđeno plinsko zasićenje u ležištima B serije. Od ukupnog broja, za razradu plinskih ležišta planirano je proizvodno opremanje tri bušotine i to: Be-66, 73 i 85A. Bušotina Be-73 je ispitana i nalazi se u probnoj proizvodnji. Također su ispitane i preostale dvije bušotine i bit će privedene proizvodnji nakon izgradnje odgovarajućeg transportnog sustava. Tim bušotinama osigurati će se ravnomjerno i istovremeno crpljenje gotovo svih rezervi plina na zapadnom i istočnom dijelu strukture ležišta.

Plinska ležišta B serije pripadaju ležištima tzv. „mokrog“ plina.

## 6. Ostala proizvodna polja pogona Beničanci

### 6.1. Naftno polje Bizovac

Prva gravimetrijska mjerenja strukture Bizovac obavljena su 1953. i 1964. godine u sklopu mjerenja šireg područja Baranje i istočne Slavonije.

Naftno polje Bizovac otkriveno je prvom bušotinom Biz-1 1967. godine.

U okviru naftnog polja Bizovac utvrđeno je 6 ležišta nafte te jedno ležište termalne vode. Oblik krovine strukture Bizovac predstavlja valoviti paleoreljef ispresijecan rasjedima. Ležišta su izdiferencirana na različitim dijelovima paleouzvišenja, a razdvojena su zonama bez kolektorskih svojstava. Izdvojena su ležišta Bizovac, Bizovac-1, Bizovac-2, Bizovac-3, Bizovac-4, Bizovac-5 te ležište termalne vode. Litologiju ležišta čine raspucani, hidrotermalno izmijenjeni bazalt i gnajs, te izmijene raspucalog pješčenjaka tipa grauvaka crvene i zelene boje probijene dijabazom, a moguća je prisutnost hidrotermalno izmijenjene gnajnsne breče sa sericitnim vezivom.

Na polju Bizovac je do sad izbušeno 17 bušotina (21 kanal bušotina).

Ispitna proizvodnja započela je bušotinom Biz-7 (24. 08. 1989.). Sljedeće godine u ispitni rad su puštene sljedeće bušotine: Biz-8 i Biz-3, da bi 1991. godine bila ispitana bušotina Biz-11.

Proizvodnja polja se prvotno ostvarivala eruptivnim načinom da bi se postupno uvodio mehanički način podizanja dubinskim sisaljka. Sustav sabiranja nafte i naftnog plina na polju Bizovac obavlja se priključnim naftovodima do Č-1i dalje kolektorskim

naftovodom do Č-5 naftnog polja Števkovica. Od Č-5 nafta i naftni plin polja Bizovac se otpremaju do MS Števkovica.

Do danas je na polju Bizovac proizvedeno 431 029 m<sup>3</sup> nafte.

### 6.2. Naftno polje Bokšić-Klokočevci

Naftna polja Bokšić i Klokočevci sjedinjenja su u polje Bokšić-Klokočevci jer nema strukturnih, ni ostalih razlika u svojstvima stijena i fluida u oba dijela polja.

Istočni dio, nazvan u istražnoj fazi polje Klokočevci, otkriven je bušotinom K-2 1975. godine. Tektonski je polje razlomljeno s nekoliko uzdužnih normalnih i reversnih rasjeda kao i nekoliko poprečnih normalnih rasjeda. Geološkim usklađivanjem izdvojene su serije A i B, C<sub>1</sub>, te E i F serije.

Zapadni dio polja (naftno polje Bokšić) otkriveno je tijekom razradnog bušenja na plin bušotinom Bk-12 1977. godine.

Pješčane serije A, B, C<sub>1</sub> su zasićene vodom osim na zapadnom dijelu polja, gdje je B serija zasićena plinom. Naslage serije E i F su nositelji nafte. Ležišta E<sub>0</sub> do E<sub>5</sub> općenito se sastoje od tamnosivih i sivosmeđih raspucanih lapora, pjeskovitih lapora, laporovitih vapnenaca, kvarcnokonglomeratnih pješčenjaka, zatim polimiktnih breča i brečokonglomerata, dok se ležište F uglavnom sastoji od kvarcnih breča s većim ili manjim udjelom tinjaca.

Polje je pušteno u proizvodnju u listopadu 1981. godine bušotinom Bk-24.

Do danas su izrađene 38 razradno-proizvodne bušotine (39 kanala) projektirane na naftna ležišta. Prema analizi dosadašnjeg rada, na gotovo svim bušotinama došlo je do naglog pada proizvodnje. To se može objasniti time, što je ležišni kolektor dvojne poroznosti, sastavljen od pukotina relativno dobre propusnosti i vrlo guste matične stijene, izrazito loše propusnosti i šupljikavosti. Zbog brzog pražnjenja fluida iz pukotina, uz vrlo slab dotok iz matične stijene, dolazi do drastičnog pada proizvodnosti i ležišnog tlaka u drenažnom području bušotine. Rezultat toga je kratak period eruptiranja većeg broja bušotina i početak mehaničkim načinom podizanja fluida.

Proizvodnja nafte se obavlja dubinskim sisaljka. Sabiranje nafte na istočnom dijelu polja (Klokočevci) obavlja se na tri mjesta pomoću češljeva te se kolektorskim naftovodom transportira na OS Beničanci.

Na zapadnom dijelu polja sabiranje nafte i naftnog plina obavljalo se na 5 mjesta češljevima, te dalje kolektorskim naftovodom na MS-3 Beničanci.



Zbog učestalih puknuća kolektorskog naftovoda Č-1 (Bokšić) – MS-3 Beničanci preusmjeren je tok nafte i naftnog plina sa zapadnog dijela polja (Bokšić) na sabirno transportni sustav istočnog dijela polja (Klokočevci). To je obavljeno u sklopu projekta dogradnje sabirno-transportnog sustava.

Na polju Bokšić-Klokočevci ukupno je proizvedeno 84 457 m<sup>3</sup> nafte.

### 6.3. Naftno polje Crnac

Naftno polje Crnac otkriveno je ispitivanjem bušotine Cr-2, 1976. godine. Do sada je izbušeno 19 bušotina projektiranih na naftna ležišta, od kojih je 7 iz istog ušća.

Strukturna forma šireg područja Crnca predstavljena je uzdignućem antiklinalnog oblika čija dulja os ima pružanje istok-zapad. Maksimalna struktura se nalazi u istočnom dijelu polja Crnac u području rasprostiranja ležišta Crnac-2. U području ležišta Crnac-3 na zapadnom dijelu polja također se radi o strukturnoj formi.

Polje je pušteno u proizvodnju u listopadu 1981. godine bušotinom Cr-2, koja radi mehaničkim načinom podizanja fluida (dubinska sisaljka). U veljači 1988. godine puštena je u proizvodnju bušotina Cr-3 eruptivnim načinom rada. Proizvodne bušotine na naftnom polju Crnac proizvode mehaničkim načinom podizanja dubinskim sisaljka.

Sabiranje i transport nafte i naftnog plina obavlja se priključnim naftovodima, češljevima i kolektorskim naftovodom do OS Beničanci.

Do danas je na polju Crnac ukupno proizvedeno je 586 892 m<sup>3</sup> nafte.



Slika 11. Proizvodna bušotina na polju Crnac

### 6.4. Naftno-plinsko polje Kućanci-Kapelna

Na temelju gravimetrijskih, magnetometrijskih i seizmičkih mjerenja, koja su bila regionalnog karaktera, locirana je bušotina Ku-1 1959. godine potvrdivši postojanje stijena nositelja ugljikovodika. S dvije duboke istražne bušotine La-1 i Ku-2 otkrivena su plinska i naftna ležišta. Eksploatacijsko polje obuhvaća strukture Ladislavci, Kućanci-sjever i Kućanci-istok. Geološko-fizikalnom razradom utvrđeno je postojanje tri plinska (B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>) i pet naftnih ležišta (E<sub>L</sub>, F<sub>1a</sub>, F<sub>1b</sub>, E<sub>k1</sub>, E<sub>k2</sub>).

Stijene kolektora su vrlo nehomogene. litološki su predstavljene vapnenačkim brečama, konglomeratično-brečolikim kvarc-kalkarenitima, tinjčastokvarcnim pješčenjacima, dolomitno vapnenim brečama, te dolomitima i vapnencima. Zastupljeni su primarni i sekundarni porozitet.

Naftno polje Kućanci-Kapelna pušteno je u pokusnu proizvodnju sredinom 1975. godine. Na polju je izbušeno 33 bušotine (41 kanala bušotine). Jedina plinska bušotina La-6 je likvidirana nakon što je crpljenje plinskih ležišta završeno 1991. godine. Iz bušotine je proizvedeno ukupno 85 690 407 m<sup>3</sup> plina te je ostvaren je iscrpak od 61,8%, koji se smatra konačnim. Sve naftne proizvodne bušotine opremljene su sustavom plinskog podizanja osim bušotine La-18β koja radi dubinskom sisaljkom.

Sabiranje i transport nafte i naftnog plina obavlja se priključnim naftovodima, češljevima i kolektorskim naftovodom do OS Beničanci. Plin, za potrebe plinskog podizanja, doprema se tehnološkim plinovodom sa CPS/KS Bokšić na polje, te se priključnim utisnim plinovodima dovodi na svaku proizvodnu bušotinu.

Polje Kućanci-Kapelna je do sada proizvelo 943 448 m<sup>3</sup> nafte.

### 6.5. Naftno-plinsko polje Obod

Prva istražna bušotina Ob-1 locirana je 1966. godine na temelju gravimetrijskih, magnetometrijskih i seizmičkih premjera. Tom je bušotinom otkrivena nafta u ekonomskim količinama u miocenskim stijenama. Akumulacije nafte gospodarskog značenja nalaze se u kolektorima sedimenata tortona i panona. Kolektorske stijene su lapori, vapnoviti lapori, laporoviti vapnenci i, u manjoj mjeri, krupnoklastične stijene-pješčenjaci i konglomerati s intermedijalnom pukotinskom poroznošću.

Izdvojena su ležišta nafte E<sub>0</sub>, E<sub>2+3</sub>, F, te ležišta plina B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub> i B<sub>10</sub>.



Slika 12. Proizvodna bušotina na polju Obod

Naftno-plinsko polje Obod pušteno je u proizvodnju u lipnju 1975. godine. Dosad je izrađeno ukupno 23 kanala bušotine od čega su 2 bušotine skretane i imaju zajedničko ušće. Trenutno su u proizvodnji dvije bušotine (Ob-4 i Ob-7a).

Do rujna 1995. godine na polju je ostvarena proizvodnja od 28 418 000 m<sup>3</sup> slobodnog plina što predstavlja 70,9% iscrpka. Plinska bušotina Ob-8 je likvidirana 1997. godine, te se plinski dio polja smatra iscrpljenim. Sabiranje nafte obavlja se zajedničkim priključnim naftovodom spojenim na MS Števkovica, gdje dolazi do separacije plina iz kapljevine, koja se dalje otprema na OS Beničanci.

Proizvodnja nafte ostvaruje se mehaničkim podizanjem fluida dubinskim sisaljka. Do danas je proizvedeno 504 517 m<sup>3</sup> nafte.

### 6.6. Naftno polje Obod-Lacići

Naftno polje Obod-Lacići otkriveno je bušotinom Ob-10 1979. godine tijekom razrade naftno-plinskog polja Obod. Godine 1983. ispitivanjem bušotine Ob-16 utvrđeno je zasićenje naftom u siparišnim, pretežito dolo-mitnim brečama miocenske starosti (Beničanci član), u kojima su glavne akumulacije nafte na ovom području.

Akumulacije nafte nalaze se u kataklaziranim razdrobljenim eruptivima (Lacići-2a, Lacići-1), ras-

pucanim donjokrednim karbonatima (Lacići-1) i u srednje miocenskim siparišnim brečama (Lacići-2b, Lacići-1, Lacići-1a). Manja akumulacija nafte utvrđena je i u banatica naslagama na istočnom dijelu polja.

Polje je pušteno u rad u prosincu 1979. godine bušotinom Ob-10. U fazi istraživanja i geološke razrade šireg područja izrađeno je 37 bušotina od čega je 11 bušotina skretano i imaju zajedničko ušće. Nafta se sakuplja na tri mjesta češljevima sa kojih se odvodi na MS-2 Beničanci. Na MS-2 Beničanci se također odvaja otopljeni plin iz pristigle nafte polja Obod-Lacići.

Proizvodnja nafte na naftnom polju Obod-Lacići obavlja se eruptivnim načinom i dubinskim sisaljka. Polje je do danas proizvelo 1 710 624 m<sup>3</sup> nafte.

### 6.7. Naftno polje Števkovica

Prvom bušotinom Štv-1 1977. godine otkriveno je ležište nafte u rezervoarskim stijenama bazaltandezita. Na tom je polju izdvojeno 5 eksploatacijskih objekata (An<sub>I</sub>, An<sub>II</sub>, An<sub>III</sub>, An<sub>IV</sub>, E). Na naftnom polju Števkovica do sada je utvrđeno 24 ležišta nafte.

Kolektorska svojstva ležišta karakterizira prisustvo sekundarnog poroziteta različite geneze u kombinaciji s primarnim intergranularnim porozitetom (sedimentne breče i pješčenjaci) i porozitetom koji je u osnovi uzrokovan tektonskim i hidrotermalnim djelovanjem, a u tehnološkom smislu iskazuju svojstva primarnog intergranularnog poroziteta.

Zajednička osobitost svih ležišta je pripadnost istom prirodnom rezervoaru. Ležišta su međusobno odvojena ili tektonskim ekranom ili prestankom kolektorskih svojstava. Gornju granicu svih ležišta čini erozijska diskordancija, a barijerne stijene su ne-



Slika 13. Puštanje u rad polja Obod-Lacići

propusne laporno-pješčane naslage različitih nivoa. Donja granica većeg broja ležišta je ujedno i donja granica trošne zone zamke, tj. granica prostiranja sekundarne poroznosti za naftu. Ležišta se nalaze u zamkama kombinirano stratigrafsko-strukturnog tipa.

Naftno polje Števkovica pušteno je u proizvodnju u srpnju 1979. godine i izbušeno je ukupno 64 kanala bušotina od čega je 16 bušotina skretano i imaju zajedničko ušće.

Proizvodnja nafte ostvaruje se mehaničkim načinom podizanja dubinskim sisaljka. Sabiranje nafte obavlja se priključnim naftovodima i češljevima, koji su povezani mjernom i zbirnom linijom sa MS Števkovica. Na MS Števkovica odvaja se naftni plin te mjere ukupne i pojedinačne količine. Iz MS Števkovica se otplinjena nafta s naftnih polja Bizovac, Obod i Števkovica otprema tlačnim naftovodom na OS Beničanci, a odvojeni plin kaptažnim plinovodom do MRS Belišće.

Polje Števkovica je ukupno proizvelo 1 025 870 m<sup>3</sup> nafte.

## 6.8. Plinsko polje Bokšić

Prvi značajni radovi na superregionalnom gravimetrijskom promjeru sjeverozapadne Hrvatske, u razdoblju od 1940. do 1942. godine, koju je izradio Petrolej d.d., zahvatili su i područje polja Bokšić. Regionalni promjer je ponovljen tijekom 1963. godine, nakon čega se 1964. pristupilo regionalnom seizmičkom profiliranju. Strukturni oblik polja Bokšić određen je nakon interpretacije tehničkih suvremenih seizmičkih profila 1972. i 1973. godine. Polje je otkriveno dubokom istražnom bušotinom Bk-1 u veljači 1973. godine. Tom bušotinom utvrđena je prisutnost plinovitih ugljikovodika u pješčanim slojevima „B“ serije pliocenske, donjopontske starosti – abichi sloj. Utvrđena su ova ležišta: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub>, B<sub>8I</sub>, B<sub>8II</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>10</sub> i B<sub>11</sub>. Kolektorske stijene su tip subgrauvake ili tinjčaste subgrauvake osrednje sortiranog i relativno dobro zaobljenog detritusa. Glavni sastojak je kremen uz pratnju tinjaca i feldspata (uglavnom kiseli plagioklasi) te čestica vapnenca, čerta i niskometamorfoziranih škriljevaca. Detritus je srednjevezan kalcij-karbonatnim vezivom.

Polje je pušteno u proizvodnju 18. 12. 1974. godine bušotinama Bk-1, Bk-6 i Bk-7. Dosad je izbušeno 35 bušotina od čega je 8 bušotina skretano i imaju zajedničko ušće.

Prirodni se plin priključnim plinovodima dovodi na Centralnu plinsku stanicu CPS Bokšić. Slobodna



Slika 14. Jedna od proizvodnih bušotina na polju Števkovica

se voda i plinski kondenzat odvajaju iz plina, vlažni plin se suši u dehidracijskim kolonama, mjere pojedinačne i zbirne količine plina te plin priprema za transport magistralnim plinovodom i za potrebe plinskog lifta polja Beničanci i Kućanci-Kapelna. Zbog pada ležišnog tlaka, u CPS Bokšić izgrađena je kompresorska stanica 1986. godine.

Do danas je proizvedeno 4 870 076 154 m<sup>3</sup> plina.

## 6.9. Plinsko polje Sječce

Geološko-geofizički radovi na ovom i širem području rađeni su 1940. – 1942. godine, a gravimetrijski promjeri i seizmička profiliranja u razdoblju od 1985. do 1970. godine. Mreža seizmičkih profila je proglašena na perspektivnim područjima 1970. – 71. godine i 1980. – 81. godine. Nakon obrade seizmičkih podataka započinje se s dubokim bušenjem 1982. godine.

Plinsko polje Sječce otkriveno je 1982. godine bušotinom Sj-1. U pješčanom sloju B<sub>4</sub> pješčane serije B, koja odgovara dubljem dijelu ponta, utvrđeno je zasićenje plinom.

Bušotina Sj-2 trebala je otkrivati ugljikovodike u dubljim naslagama. Osim plina u B<sub>4</sub> nije otkrila nova ležišta. Izradom tih bušotina završili su istražni radovi.



Slika 15. Sa svečanosti puštanja u rad plinskog polja Sječe

Na osnovi interpretacije seizmičkih profila utvrđeno je znatnije nadsvođenje sjeverno od spojnice bušotina Sj-1 i Sj-2. Stoga se pristupilo programiranju bušotine Sj-3 koja je trebala potvrditi pretpostavljeni razvoj plinskih ležišta B serije i zasićenja u njima. Međutim, pokazalo se da je utvrđeno nadsvođenje znatno manje visine od predviđenog seizmičkom interpretacijom, pa ležište B<sub>4</sub> zaliže dublje, a zasićenje plinom utvrđeno je u krovinskom dijelu B<sub>2</sub>.

Kolektorske stijene čine kvarcno tinjčasti pješčenjaci, koji su mikropetrografski određeni kao sitno do srednjezrni litoareniti donjopontske starosti. Izgrađeni su od čestica tinjaca, kvarcita, mikritnih i mikrokristalinih karbonata i slejta, povezanih kalcitnim cementom. Često su proslojeni lećama finoznog liotarenita, siltoznog lopora koji izgrađuju i stijene pokrova i podine ležišta.

U tijeku 1997. godine izvršena su 3D seizmička mjerenja. Početkom 1988. godine obrada i interpretacija, na temelju kojih je načinjena predstudija i studija. Na osnovi simulacijskog modela i rezultata proračuna utvrđene su rezerve.

U samo šest mjeseci obavljani su svi radovi na opremanju bušotina te izgrađeni nadzemni objekti – bušotinski krugovi za tri proizvodne bušotine, priključni plinovodi, otpremni cjevovod te plinska stanica. Krajem 2003. godine polje je pušteno u rad. Predviđalo se da će u deset godina bušotine ostvariti proizvodnju od oko 185 milijuna prostornih metara plina. Iako je to manje plinsko polje sva uložena sredstva vratila su se za samo dvije – tri godine proizvodnje.

## 6.10. Geotermalno polje Bizovac

Šezdesetih godina, u okviru programa istraživanja nafte i plina, u neposrednoj blizini mjesta Bizovac



Slika 16. Geotermalna bušotina Slavonka – 1

izbušeno je više istražnih bušotina. Bušotinom Biz-2 1967. godine otkrivene su veće zalihe geotermalne vode. Daljnjim radovima na bušotini Biz-4 dobivena je velika količina mineralizirane geotermalne vode. Na temelju rezultata izrađenih razradnih bušotina na naftnom polju Bizovac, dobio se precizniji uvid o rasprostiranju i kvaliteti voda na sjevernoj strani strukture Bizovac. U međuvremenu je izrađena bušotina Slk-1, te istražna bušotina NB-1 (1986. godine) iz koje su dobiveni korisni geološki i hidrodinamički podaci.

Geotermalno polje Bizovac stratigrafski je i litološki predstavljeno tipičnim razvojem naslaga u istočnom dijelu Dravske potoline.

Akumulacija geotermalne vode u ležištu Terme nastala je u krovinskom dijelu temeljnog gorja, te pojedinom dijelovima krupno i sitnozrnatih breča, brečokonglomerata i krupnozrnatih pješčenjaka nedeterminirane starosti. Pješčana ležišta A<sub>3</sub> i A<sub>4</sub> nalaze se iznad ležišta nafte. Ležišta sadrže vrlo slabo mineraliziranu vodu i imaju veliko arealno rasprostiranje.

Proizvodnja geotermalne vode počela je na negativnoj naftnoj bušotini Biz-2. U početku je davala znatnu količinu geotermalne vode (23,5 m<sup>3</sup>/d, 96°C na ušću bušotine). Kasnije je u proizvodnju uključena bušotina Biz-4, a budući da je vodonosnik procesno ograničen, bilo je potrebno podržavati slojni tlak, pa je bušotina Biz-2 preinačena u utisnu.

Ležište Osječki pješčenjaci (Slk-1) je veoma prostrano i s obzirom na temperaturu (86°C), količinu (9 m<sup>3</sup>/h) i povoljna balneološka svojstva, perspektivno je za trajnu proizvodnju.

Geotermalna energija, kao jedna od obnovljivih izvora energije, danas se u svijetu značajno vrednuje. Time se potvrđuje značenje geotermalnog polja Bizovac, kao prvog izgrađenog geotermalnog sustava u okviru INA-Naftaplina.

### 6.11. Plinsko-kondenzatno polje Dravica – Zalata

Plinsko-kondenzatno polje Dravica – jednim dijelom smješteno u Republici Hrvatskoj, a drugim dijelom u Mađarskoj. Polje je otkriveno bušotinom Zalata-1 2006. godine na teritoriju Mađarske. Na teritoriju Republike Hrvatske 2008. godine izrađena je bušotina Dravica-1 kojom je potvrđeno ležište plina s kondenzatom u srednjomiocenskim, polimiktnim brečama. Bušotina Zalata-1 udaljena je oko 1500 m u smjeru sjeverozapada od bušotine Dravica-1 (prilog 1). Bušotina Dravica-1 nalazi se približno 1200 m od sela Martinci Miholjački te područje administrativno pripada Osječko-baranjskoj i Virovitičko-podravskoj županiji.

Početkom veljače 2008. godine pušten je u rad kompresor za komprimiranje plina za potrebe plinskog lifta, a od 2016. za potrebe plinskog podizanja ugrađen je vijčani kompresor koji komprimira kaptažni plin u svrhu proizvodnje nafte.

Osim navedene optimalizacije procesa, kontinuirano se implementiraju nove tehnologije kako bi se ublažio prirodni pad proizvodnje i održala efikasnost procesa.

Tako je 2013. započela automatizacija rada bušotina na EP Crnac, a koja je kasnije obuhvatila sva proizvodna polja kako na području Beničanaca, tako i u ostatku Hrvatske.

Nadalje, 2021. započelo se sa opremanjem bušotina na način da se dubinske sisaljke zamijene s urošnjivim centrifugalnim sisaljka kako bi se smanjili troškovi održavanja i zaustavio pad proizvodnje.

## 7. Remontni radovi

Nakon brojnih geofizičkih istraživanja izrađena je bušotina Beničanci-2. 1960. godine ispitivanjem bušotine u intervalu solomitsko-vapnenih breča dobivene su industrijske količine nafte. Daljnja istraživanja i eksploatacijska bušenja pokazala su da je član Beničanci nositelj nafte na polju Beničanci. U tijeku bušenja kroz kaverozne dolomitske breče pojavili su se problemi zbog čestih gubitaka isplake. Prebrođeni su primjenom nove tehnologije bušenja. I početni remontni radovi na osvajanju i ispitivanju bušotina ukazali su na potrebu primjene nove tehnologije. Nabavkom specijalnih postrojenja izvedeni su radovi bez gubitaka isplake i bez oštećenja slojeva.

**Hidrauličkim remontnim postrojenjem** omogućeno je vađenje i ugradnja opreme iz bušotine bez gušenja, pod tlakom. Time je bez štetnih utjecaja na sloj

bušotina opremana za eruptivni rad, a kod potrebnih remontnih radova proizvodnja nafte nije prekidana.

**Postrojenje za rad s tekućim dušikom** omogućilo je osvajanje bušotina.

**Postrojenje sa savitljivim tubingom** koje se koristilo kod radova pri osvajanju bušotina, ispitivanja bušotina, kiselinskih obrada, čišćenja bušotina

Primjenom tih postrojenja, uz standardne remonte garniture, uveliko je poboljšana kvaliteta radova i opremanje bušotina odgovarajućom proizvodnom opremom.

Intenzitet remontnih radova na području Donjeg Miholjca najviše je porastao u razdoblju od 1973. – 1977. godine. To je bilo doba osvajanja, ispitivanja i opremanja bušotina za proizvodnju na naftnom polju Beničanci, te na novo otvorenim poljima Ladislavci, Kućanci, Obod, Crnac, Bokšić, Bizovac. Povremeno je radilo i pet remontnih postrojenja. Najviše su se zadržala postrojenja Cardwell III, Cardwell V, Cardwell VI.

1. Izvedeni rudarski remontni radovi:

- a) osvajanje i ispitivanje bušotina
  - remontni radovi izvodili su se za osposobljavanje bušotina za proizvodnju
  - bušotine za koje se utvrdila isplativa proizvodnja ugljikovodika opremale su se proizvodnom opremom
- b) kapitalni remont sloja
  - remontni radovi imali su za cilj povećati proizvodnju i bili su specifični za svaku bušotinu
- c) izvedeni radovi
  - ispitivanje pojedinih intervala ili ležišta
  - elektrokarotažna mjerenja
  - hidrodinamička mjerenja
  - odvajanje zavodnjelog ili plinskog intervala (čepom, cementom, gelom)
  - raskrivanje novog ležišta ili intervala
  - stimulacija sloja (kiselinsko pranje, obrada, hidraulički lom, frakturiranje)
  - sanacija izokolonske komunikacije utiskivanja cementa
  - sprječavanje dotoka vode i pijeska iz sloja u kanal bušotine
  - cementacija pod pritiskom

## 8. Sigurnost i zaštita okoliša

U projektiranju bušotina, objekata sabirnog i otpremnog sustava Pogona Beničanci ugrađeni su svi elementi sigurnosti i zaštite. Zaštita od požara, zaštita na radu, tehnička zaštita i zaštita okoliša sastavni su

dio procesa proizvodnje nafte i plina na pogonu Beničanci od izgradnje 1972.

Vatrozaštitni sustav gradio se istovremeno s otpremnom stanicom Beničanci i sastojao se od vatrogasne pumpaonice sa svom potrebnom opremom za gašenje i hlađenje,

Tijekom godina proširuje se hidrantska mreža i stabilni sustav za hlađenje i gašenje, a vatrogasna pumpaonica je rekonstruirana 1986. Tijekom 90-tih godina, donošenjem novih zakona iz područja zaštite od požara, uvode se novine i utvrđuju nove obveze u tom području. Slijedom toga izvršena je rekonstrukcija unutarnje hidrantske mreže radioničkog prostora OS Beničanci. Radovi su obavljani 1999.

Tijekom 90-tih godina, donošenjem Zakona o zaštiti na radu, izrađena je prva Procjena opasnosti po radnim mjestima na pogonu Beničanci. Bio je to još jedan korak prema kvalitetnijoj brizi za sigurnost i zdravlje zaposlenika.

Za rad na siguran način, redovito se obavljaju pregledi, ispitivanja i mjerenja svih sredstava i opreme. Od 1998. godine svake se dvije godine obavljaju mjerenja uvjeta radnog okoliša, kao što su mjerenje mikroklimatskih uvjeta u radnim prostorima, mjerenje rasvjete, buke, kemijske štetnosti, ventilacije 1998. godine osnovan je Odbor za zaštitu na radu, kao krovno tijelo za brigu o zaštiti na radu na pogonu Beničanci.

Tijekom izgradnje OS Beničanci ugrađeni su svi zaštitni elementi koji mogu spriječiti neželjene akci-

dente. Tako se, osim sigurnosnih tankvana oko spremnika za suhu naftu i dehidraciju, 1980. na glavnom ispustu oborinskih voda iz OS Beničanci ugrađuje uljni separator, a na svim se sporednim izlaznim kanalima oborinskih voda iz OS Beničanci postavljaju mehaničke filter pregrade.

Radi zadovoljenja sve strožih ekoloških kriterija, a i potreba pogona, tijekom 1991. godine, izgrađena je prva eko-jama na pogonu sa nepropusnom folijom. Jama za sakupljanje otpadnih fluida Beničanci bit će rekonstruirana tijekom 2002. To je još jedan korak prema ekološki čistoj proizvodnji i brizi za okoliš.

Sve isplačne jame na polju Beničanci, koje su tijekom bušenja služile za odlaganje izbušenog materijala, su sanirane. Preventivnim mjerenjima debljine stjenke, antikorozivnom zaštitom i zamjenom dotrajalih cjevovoda, propuštanja cjevovoda smanjena su na najmanju moguću mjeru.

## 9. Beničanci su ispisali brojne proizvodne rekorde koje je teško ponoviti

Na polju Beničanci izrađeno je 106 bušotina od kojih 12 istražnih i više od polovice pozitivnih (sedam), a šest ih je ušlo u proizvodnju. Sve su vrlo izdašne, a „sedmica“ je primjerice prilikom ispitivanja dala 400 kubika nafte na dan. Inače, među 15 najizdašnijih bušotina u Hrvatskoj, čak devet ih je beničanačkih od kojih prvih pet! Prva je Be-35, druga (istražna) B-8 i



*Slika 17. Zimska idila na Beničancima u vrijeme kada je polje proizvodilo više od milijun tona nafte na godinu*

treća Be-31, sve s više od milijun kubika! Četvrta je Be-19, peta Be-38, osma Be-17. Deveta je istražna kojom je otkriveno polje Be-2 alfa sa 583 tisuće kubika nafte. (Na listi su još četiri bušotine polja Stružec i jedna žutička Žu-8). Usput, najdublja na Beničancima je Be-5 (2960 m), a najplića Be-90 (1814 m).

Istražnim i razradnim radovima otkriveno je gotovo 40 milijuna kubika geoloških zaliha nafte od kojih je pridobivo više od 18 milijuna kubika, uz predviđeni iscrpak koji se bliži 50 posto, što bi bilo najviše među naftnim poljima.

Nažalost, moguće pridobive zalihe su sasvim pri kraju i iznose manje od jedan posto ukupnih zaliha. Razumljivo, ne računajući količine koje bi se mogle iscrpiti utiskivanjem ugljičnog dioksida (EOR metoda), što se ovdje i predviđa.

Plina je utvrđeno oko 3,6 milijardi prostornih metara, od kojih je pridobivo 1,9 milijardi kubika uz oko 58 posto iscrpka. I plina je već proizvedeno oko 1,7 milijardi, te je također ostalo vrlo malo.

Ako se plin „prevede“ u uvjetnu naftu i doda još oko 47 tisuća kubika utvrđenoga kondenzata, onda je na polju Beničanci otkriveno blizu 44 milijuna kubika uvjetne nafte. Po tomu su Beničanci četvrto hrvatsko polje, poslije Žutice, Molvi i Strušca, a samo po nafti treće polje.

Raskriveno je jedno naftno i 11 plinskih ležišta. U proteklih pedeset godina proizvedeno je više od 20 milijuna kubika, a najviše 1981. čak 1,288 milijuna kubika nafte. Više od milijun kubika na godinu pridobiveno je deset godina (od 1976., ili druge godine zavodnjavanja, do 1985.)!

Plina je proizvedeno oko 1,7 milijardi, a najviše 1982. – 116 milijuna prostornih metara. I još ovo: Beničanci su 1979. dali gotovo 37 posto od ukupno proizvedene nafte u Hrvatskoj. Polje bi trebalo proizvoditi do 2040. godine.

I još nekoliko podataka o Beničancima. Istoimena struktura oblika je izduljene antiklinale s pet vrškova odvojenih sedlima. Duga je osam, a široka oko 1,3 km. Podijeljena je na 13 tektonskih blokova. Kolektorske stijene su dolomitno-vapnene breče debljine do 306 m.

Ležište je jedinstvena hidrodinamska cjelina visoke propusnosti. Ubraja se u masivna ležišta volu-



*Slika 18. Nova istraživanja na području Donjeg Miholjca potvrdila su otkriće plina*

mena gotovo 953 milijuna kubičnih metara i srednje debljine 74 m. Početno zasićenje naftom bilo je preko 70 posto, početni ležišni tlak 195 bara, a temperatura 123°C. Nafta spada u teže parafinsko-naftenskog tipa.

Beničanci su po mnogo čemu rekorderi: dali su najviše nafte u jednoj godini, čak deset godina davali su milijun ili više kubika, s njihovom je proizvodnjom Naftaplin ostvario drugi i treći milijun tona nafte u jednoj godini, njihove su bušotine bile najizdašnije, „sedmica“ je zabilježila 400 kubika na dan.

Beničanci su se brzo uspjeli na vrh Ininih polja, tu se dugo održali, a onda brže od ostalih padali s proizvodnjom, spustivši se na 16 790 kubika 2022.

Čemu se može nadati Donji Miholjac, taj slavonski poljoprivredno-naftaški kraj danas, nakon što je iz Beničanaca izvađeno više od 20 milijuna kubika nafte? Može se nadati da će se nakon primarne faze proizvodnje, u kojoj je naftu iz ležišta donosila vlastita slojna energija, i sekundarne faze u kojoj je utiskivanjem vodom povećavana proizvodnja, sutra započeti i s tercijarnom fazom u kojoj će se, energijom utisnutog ugljičnog dioksida iz ležišta pridobiti još barem tri milijuna kubika nafte i tako doseći golemih 80 posto. Nakon toga Beničancima se obećava nov život. Ležište naftnog polja moglo bi e koristiti kao podzemno skladište prirodnoga plina. Ne treba zaboraviti niti na geotermalni potencijal koji čeka svoju valorizaciju.