

# Proizvodne platforme eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran

---

Žiković, Vedran

Master's thesis / Diplomski rad

2015

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:927641>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij naftnog rudarstva

**PROIZVODNE PLATFORME EKSPLOATACIJSKOG POLJA  
SJEVERNI JADRAN**

Diplomski rad

Vedran Žiković

N 143

Zagreb, 2015.

PROIZVODNE PLATFORME EKSPLOATACIJSKOG POLJA SJEVERNI JADRAN

VEDRAN ŽIKOVIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za naftno inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Eksploatacijsko polje Sjeverni Jadran od velike je važnosti za Republiku Hrvatsku zbog velike proizvodnje prirodnog plina. Unutar njega nalaze se plinska polja Ivana, Ida, Ika, Ika JZ, Annamaria, Irina, Ana i Vesna. Na polju se nalazi 15 proizvodnih te jedna servisna platforma. U radu su obrađene sve platforme na pripadajućim plinskim poljima.

Ključne riječi: Proizvodna platforma, plinska polja, proizvodnja plina

Diplomski rad sadrži: 46 stranica, 8 tablica, 18 slika i 11 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Prof. dr. sc. Zdenko Krištafor, redoviti profesor RGNF-a

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Zdenko Krištafor, redoviti profesor RGNF-a

Doc. dr. sc. Borivoje Pašić, docent RGNF-a

Prof. dr. sc. Katarina Simon, redovita profesorica RGNF-a

Datum obrane: 18. 12. 2015.

PRODUCTION PLATFORMS OF EXPLOATATION FIELD NORTH ADRIATIC  
VEDRAN ŽIKOVIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Department of Petroleum Engineering  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Summary

Exploitation field North Adriatic is of great importance for Croatia due to high natural gas production. Within it there are gas fields Ivana, Ida, Ika, Ika JZ, Annamaria, Irina, Ana i Vesna. There are 15 production platforms and one service platform. In thesis all platforms and gas fields are described.

Keywords: production platforms, gas fields, gas production

Thesis contains: 46 pages, 8 tables, 18 pictures, 11 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD. Zdenko Krištafor, Full Professor

Reviewers: PhD. Zdenko Krištafor, Full Professor  
PhD. Borivoje Pašić, Assistant Professor  
PhD. Katarina Simon, Full Professor

Date of defense: 18. 12. 2015.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PROIZVODNE PLATFORME</b> .....	<b>1</b>
<b>3. PLINSKO POLJE IVANA</b> .....	<b>4</b>
3.1. Platforma Ivana A .....	6
3.2. Platforma Ivana B .....	7
3.3. Platforma Ivana C .....	9
3.4. Platforma Ivana D .....	10
3.5. Platforma Ivana E .....	12
3.6. Platforma Ivana K .....	13
<b>4. PLINSKA POLJA IKA I IDA</b> .....	<b>16</b>
4.1. Plinsko polje Ika .....	17
4.1.1. Platforme Ika A, Ika B, Ida A, Ida B, Ida C .....	19
4.1.2. Platforma Ika A .....	21
4.1.3. Platforma Ika B .....	23
4.2. Plinsko polje Ika JZ .....	25
4.2.1. Platforma Ika JZ .....	25
4.3. Plinsko polje Ida .....	28
4.3.1. Platforma Ida A .....	29
4.3.2. Platforma Ida B .....	30
4.3.3. Platforma Ida C .....	31
<b>5. PLINSKO POLJE ANNAMARIA</b> .....	<b>34</b>
5.1. Platforma Annamaria A .....	35
<b>6. PLINSKO POLJE IRINA</b> .....	<b>38</b>
6.1. Platforma Irina .....	38
<b>7. PLINSKO POLJE ANA – VESNA</b> .....	<b>40</b>
7.1. Platforma Ana .....	40

7.2. Platforma Vesna.....	42
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>44</b>
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>46</b>

## POPIS SLIKA

Slika 1-1. Eksploatacijsko polje Sjeverni Jadran te polje Izabela .....	2
Slika 3-1. Platforme Ivana A i Ivana K .....	6
Slika 3-2. Platforma Ivana B .....	8
Slika 3-3. Platforma Ivana C .....	9
Slika 3-4. Platforma Ivana D .....	10
Slika 3-5. Platforma Ivana E.....	12
Slika 3-6. Platforme Ivana A i Ivana K .....	14
Slika 4-1. Situacijska karta razmještaja plinskih polja unutar eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran.....	16
Slika 4-2. Blok shema platformi i podmorskih cjevovoda na poljima Ika i Ida.....	20
Slika 4-3. Proizvodna platforma Ika A .....	21
Slika 4-4. Platforma Ika B .....	23
Slika 4-5. Platforma Ika JZ.....	26
Slika 4-6. Platforma Ida A.....	29
Slika 4-7. Platforma Ida B .....	30
Slika 4-8. Platforma Ida C .....	32
Slika 5-1. Platforma Annamaria A .....	36
Slika 7-1. Platforma Ana .....	40
Slika 7-2. Platforma Vesna.....	42

## POPIS TABLICA

Tablica 3-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja i broj bušotina platformi plinskog polja Ivana .....	4
Tablica 4-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja i broj bušotina platformi plinskog polja Ika .....	17
Tablica 4-2. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Ika JZ .....	25
Tablica 4-3. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Ida .....	28
Tablica 5-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Annamaria .....	35
Tablica 6-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Irina .....	39
Tablica 7-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Ana .....	41
Tablica 7-2. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Vesna .....	42



## 1. UVOD

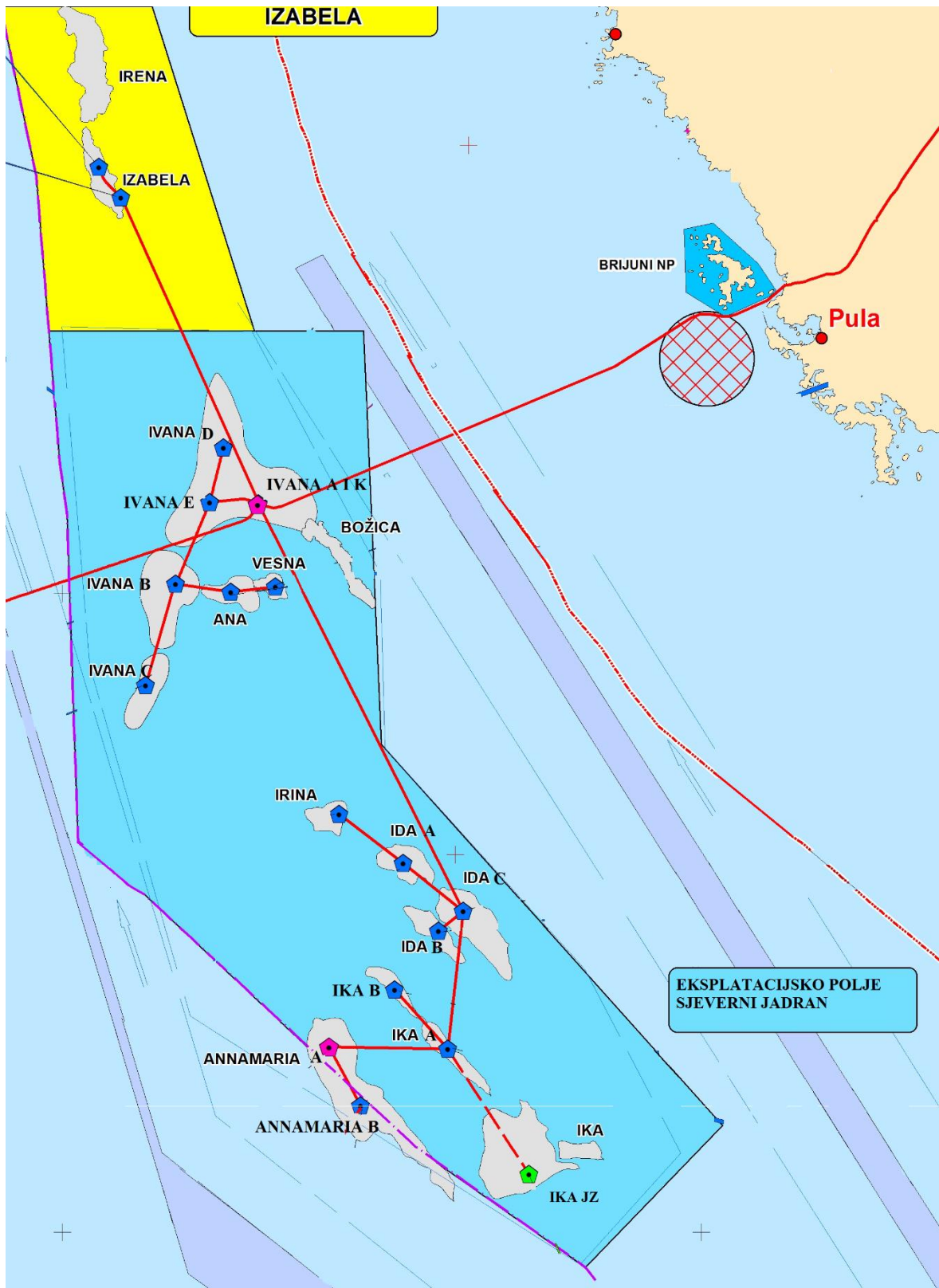
Eksploatacijsko polje Sjeverni Jadran nalazi se unutar epikontinentalnog pojasa Republike Hrvatske i obuhvaća 1756 km<sup>2</sup>, a odobreno je INA-Industriji nafte d.d. 1994. godine. Ugovor o koncesiji sklopljen je na 25 godina od početka eksploatacije. Temeljem potvrđenih količina i kakvoće rezervi plina u istražnom prostoru "Obalno more i epikontinentalni pojas", polja Ivana i Ika, 1996. godine odobreno je eksploatacijsko polje prirodnog plina "Sjeverni Jadran".

Unutar Eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran nalaze se plinska polja Ivana, Ika, i Ida i lokaliteti Annamaria, Andreina, Irina, Ana, Vesna, Božica, Irna, Ivna, Koraljka itd. Ukupno postoji 15 proizvodnih i jedna servisna platforma. Na plinskom polju Ivana nalaze se platforme Ivana A, B, C, D i E te servisna (kompresorska) platforma Ivana K koja je mostom povezana s platformom Ivana A. Na plinskim poljima Ika i Ida nalaze se platforme Ika A, B i Ika JZ, odnosno platforme Ida A, B i C. Lokalitet Annamaria je u zajedničkom vlasništvu s Republikom Italijom te se na njemu nalaze platforme Annamaria A na hrvatskoj strani i Annamaria B na talijanskoj. Unutar plinskih polja Irina, Ana i Vesna nalazi se po jedna proizvodna platforma.

Prikaz eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran nalazi se na slici 1-1.

Značaj eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran je od velike važnosti za Hrvatsku jer se iz tog područja proizvode najveće količine prirodnog plina. Svih 15 proizvodnih platformi ukupno ima 33 bušotine te je do sada proizvedeno  $15,2 \times 10^9$  m<sup>3</sup> prirodnog plina.

Temeljem potvrđenih količina i kakvoće rezervi plina u istražnom prostoru "Obalno more i epikontinentalni pojas", polja Ivana i Ika, 1996. godine odobreno je eksploatacijsko polje prirodnog plina "Sjeverni Jadran".



Slika 1-1. Eksploatacijsko polje Sjeverni Jadran te polje Izabela

## 2. PROIZVODNE PLATFORME

Proizvodne platforme su konstrukcije koje se sastoje od dva osnovna dijela:

- čeličnog nosećeg postolja (*engl. jacket*), koje se polaže i učvršćuje na dno mora;
- čeličnog nadgrađa u kojem je na nekoliko paluba (*engl. deck*) smještena uglavnom sva tehnološka oprema.

Ovi djelovi se izgrađuju u brodogradilištu i dopremaju na lokaciju. Postolje se postavlja na noge uz pomoć dizalice, a na postolje se oslanjaju gornje palube. Uz pomoć pilota za temeljenje s otvorenim krajevima postolje se učvršćuje u tlo. Spoj između postolja i pilota za temeljenje se izvodi zavarivanjem odgovarajućih metalnih ploča na gornji kraj noge, a prstenasti međuprostor između vodilica postolja i pilota ispunjava se cementnom kašom.

Osnova za dimenzioniranje pilota za temeljenje su rezultatne sile iz proračuna same strukture platforme kao i prikupljeni geomehanički podaci za svaku od lokacija na kojoj je predviđeno instaliranje.

Nakon instaliranja čelične konstrukcije modula za prihvat erupcijskih uređaja bušotina, s kojeg se omogućava bušenje i opremanje bušotina prije instaliranja paluba s proizvodnom opremom vrši se nabijanje konduktor kolona na svakoj od bušotina. Ove se kolone uvode kroz vodilice na strukturi postolja i sukcesivno se zavarivanjem nadovezuju. Odgovarajućim strojnim čekićima zabijaju se u morsko dno do projektirane dubine koja, za uvjete tla i konstrukciju bušotina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran iznosi oko 50 m (Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana, 1997.).

Palube su projektirane tako da mogu nositi svu opremu i podnijeti opterećenja u pogonu te prilikom transporta. Svaka od ovih struktura koje su izvedene iz cijevnih segmenata, izvedena je na način da s jedne strane postoji vertikalna slobodna ravnina kako bi se omogućio pristup samopodižuće bušaće platforme. (*engl. pile*).

### 3. PLINSKO POLJE IVANA

Plinsko polje Ivana nalazi se u sjeverozapadnom dijelu jadranskog podmorja oko 50 km jugozapadno od Pule i to na dubini mora od oko 43 m, a otkriveno je 1973. godine bušotinom Jadran-6. Nakon toga izrađeno je 16 istražnih bušotina, od kojih su dvije negativne, a jedna zbog problema otpisana. Otkriveno je 13 ležišta plina: O, 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3, 4A, 4B, 5, 6A<sub>1</sub>, 6A<sub>2</sub>, 6B.

Prema Elaboratu o rezervama iz 1992. godine za proizvodnu razradu predviđena su ležišta plina 1A, 1B, 1C, 2B, 4A, 4B, i 5 s utvrđenim minimalnim rezervama plina od 9 769 019 990 m<sup>3</sup> plina. Do danas je ukupno proizvedeno 8 498 913 771 m<sup>3</sup> plina (tablica 3-1).

Tablica 3-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja i broj bušotina platformi plinskog polja Ivana (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Ivana A	1999.	2 757 965 777	5
Ivana B	2001.	1 723 224 253	2
Ivana C	2006.	162 571 339	1
Ivana D	2001.	837 802 675	1
Ivana E	2000.	301 7349 727	3
<b>Ukupno:</b>		<b>8 498 913 771</b>	<b>12</b>

Razradu ležišta čini grm bušotina (*engl. cluster*) te predviđeno dvostruko opremanje bušotina, tako da bi se jednom bušotinom moglo crpiti nezavisno iz dva ležišta. Time se je obuhvatilo više ležišta uz isti broj bušotina, tako da su uz ležišta 1A, 1B, 5 i 2B dvostrukim opremanjem za eksploataciju obuhvaćena još i ležišta 1C, 4A i 4B.

Kako bi se zadovoljili uvjeti za eksploataciju izrađeni su pješčani zasipi na svakom ležištu koje sačinjavaju slabo vezani pješčenjaci.

Proizvodnja plina se obavlja iz 12 bušotina preko pet proizvodnih platformi, Ivana A, B, C, D i E. Pridobiveni plin na platformama B, C, D i E se separira od slojne kapljevine te podmorskim plinovodima doprema na platformu Ivana A. Odvojena kapljevina se posebnim cjevovodima također doprema na platformu Ivana A. Prikaz duljine cjevovoda, nazivnog promjera i projektiranog tlaka prikazan je u tablici 3-2.

Tablica 3-2. Projektirani tlak i nazivni promjeri cjevovoda između platformi plinskog polja Ivana (Tehnička dokumentacija INAgip)

POLJE	Cjevovod	Duljina (m)	Nazivni promjer plinovoda	Nazivni promjer slanovoda	Maksimalni projektni tlak (bar)
IVANA	Ivana C – Ivana B	9300	168,3 mm (6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> "	88,9 mm (3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	82
	Ivana B – Ivana A	9520	273 mm (10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	88,9 mm (3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	82
	Ivana D – Ivana A	6600	168,3 mm (6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> "	88,9 mm (3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	82
	Ivana E – Ivana A	3800	273 mm (10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	88,9 mm (3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	82

Na platformi Ivana A se obavlja separacija plina od slojne kapljevine te osigurava otprema plina i kondenzata na kopno (KS Pula) i otpremu plina prema Italiji (platforma Garibaldi K).

Iz prikupljene slojne kapljevine se odvajaju ugljikovodici, a obrađena slobodna voda se ispušta u more. Ivana A radi s posadom dok su platforme Ivana B, C, D i E bez posade. (Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana, 1997.)

### 3.1. Platforma Ivana A

Proizvodna platforma Ivana A (slika 3-1.) je centralna sabirna proizvodna platforma sa stalnom posadom oslonjena na čeličnu strukturu s četiri noge. Nalazi se u plinskom polju Ivana na udaljenosti od oko 45 km od Pule, a instalirana je na dubini mora od 43 m. Spojena je s kompresorskom platformom Ivana K mostom dužine 50 m. U proizvodnji je puštena 1999. godine i od tada je proizvela 2 757 965 777 m<sup>3</sup> plina iz 5 bušotina.



Slika 3-1. Platforme Ivana A i Ivana K (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma ima tri procesne palube na tri etaže opremljene sustavima separacije plina i slojne vode, obrade slojne vode, sustavom za prihvat i otpremu plina, proizvodnjom električne energije, sustavom za vođenje procesa i zaštite. Platforma sadrži radno-stambeni prostor za smještaj i kretanje 37 ljudi i palubu za slijetanje i uzlijetanje helikoptera. Ima pristan brodova.

Platforma Ivana A ima sljedeću namjenu:

1. proizvodnja plina iz 5 bušotina,
2. prihvata i obrada plina sa satelitskih platformi,
3. prihvata otpadnih procesnih voda,
4. obrada otpadnih procesnih voda,
5. otprema plina do platforme Ivane K koja dalje šalje plin do kompresorske stanice Pula ili platforme Garibaldi K.

Plin i slojna voda transportiraju se podmorskim sabirnim cjevovodima sa satelitskih platformi Ivana B, C, D, E na centralnu platformu Ivana A. Cjevovodi su položeni na morsko dno i pokriveni betonskim oblogom.

Putem podmorskih otpremnih plinovoda plin se transportira s centralne sabirne stanice na kopno u Kompresorsku stanicu Pula ili sustavom transporta plina prema Italiji (platforma Garibaldi K). Plinovodi su položeni na morsko dno i otežani betonskim oblogom. (Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana, 1997.)

### 3.2. Platforma Ivana B

Ivana B je proizvodna platforma oslonjena na čeličnu strukturu sa tri noge (slika 3-2). Nalazi se na plinskom polju Ivana u Sjevernom Jadranu na dubini mora od 43 m. Ivana B je satelitska platforma koja je povezana s centralnom platformom Ivana A plinovodom promjera 0,273 m (10 3/4").

Platforma je bez posade, bez stambenog dijela, bez stabilne proizvodnje električne energije. Plin i slojna voda transportiraju se podmorskim cjevovodima promjera 0,273 m odnosno 0,089 m prema centralnoj stanici Ivana A. Električna energija proizvodi se generatorom na pogon vjetrom (vjetrenjačom) i sunčanim ćelijama. U proizvodnju je puštena 2001. godine i od tada je proizvela 1 723 224 253 m<sup>3</sup> plina. Na početku je proizvodila iz tri bušotine, a trenutno proizvodi iz dvije.



Slika 3-2. Platforma Ivana B (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ivana B ima sljedeću namjenu:

1. proizvodnja plina iz dvije bušotine,
2. prihvatanje plina i procesne vode s platforme Ivana C,
3. separacija plina i vode,
4. transport plina i slojne vode do platforme Ivana A.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom na platformu Ivana A. Izdvojena voda iz separatora također se transportira podmorskim cjevovodom na platformu Ivana A u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od postolja na tri noge (tripod), paluba za smještaj proizvodne opreme na tri etaže i pristana za brodove. (Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana, 1997.)



### 3.3. Platforma Ivana C

Ivana C je proizvodna platforma koja se nalazi na plinskom polju Ivana u Sjevernom Jadranu, otprilike 43 km od Pule (slika 3-3). To je satelitska platforma koja je povezana plinovodom s platformom Ivana B. Proizvodi plin iz jedne plinske bušotine opremljene dvostrukim proizvodnim nizom te je od 2006. godine, kada je puštena u proizvodnju, proizvela 162 571 339 m<sup>3</sup> plina.



Slika 3-3. Platforma Ivana C (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma je bez posade, bez stambenog dijela, bez stabilne proizvodnje električne energije. Plin i slojna voda transportiraju se cjevovodom prema platformi Ivana B od kuda se dalje transportira prema centralnoj platformi Ivana A. Električna energija proizvodi se generatorom na pogon vjetrom (vjetrenjačom) i sunčanim ćelijama.

Proizvodna platforma Ivana C ima sljedeću namjenu:

1. proizvodnja plina iz jedne bušotine,
2. separacija plina i vode.

3. transport plina plinovodom promjera 0,168 (6 <sup>5/8</sup>"") do platforme Ivana B,
4. transport procesne vode cjevovodom promjera 0,088 m (3 1/2") do platforme Ivana B.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom do platforme Ivana B gdje se zajedno s plinom s platforme Ivana B transportira do platforme Ivana A. Izdvojena voda iz separatora također se transportira podmorskim cjevovodom na platformu Ivana B, a nakon nje zajedno s vodom s platforme Ivana B do platforme Ivana A u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od postolja na jednoj nozi (monopod), paluba za smještaj proizvodne opreme na tri etaže i pristana za brodove. (Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana, 1997.)

#### 3.4. Platforma Ivana D

Ivana D je proizvodna platforma koja se nalazi na plinskom polju Ivana u Sjevernom Jadranu na dubini mora od 43 m (slika 3-4). Ivana D je satelitska platforma koja je povezana plinovodom s centralnom platformom Ivana A. U proizvodnji je puštena 2001. godine i od tad je proizvela 837 802 675 m<sup>3</sup> plina iz jedne bušotine.



Slika 3-4. Platforma Ivana D (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma je bez posade, bez stambenog dijela, bez stabilne proizvodnje električne energije. Plin i slojna voda transportiraju se cjevovodom prema centralnoj platformi Ivana A, dok se električna energija proizvodi generatorom na pogon vjetrom (vjetrenjačom) i sunčanim ćelijama.

Proizvodna platforma Ivana D ima sljedeću namjenu:

1. proizvodnja plina iz jedne bušotine,
2. separacija plina i vode,
3. transport plina plinovodom promjera 0,168 (6 <sup>5/8</sup>" ) do platforme Ivana A,
4. transport procesne vode cjevovodom promjera 0,088 m (3 1/2") do platforme Ivana A.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom do platforme Ivane A. Izdvojena voda iz separatora također se transportira podmorskim cjevovodom na platformu Ivana A u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od postolja na jednoj nozi (monopod), paluba za smještaj proizvodne opreme na tri etaže i pristana za brodove. (Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana, 1997.)

### 3.5. Platforma Ivana E

Ivana E je proizvodna platforma jednakih konstrukcijskih karakteristika kao i platforma Ivana B (Slika 3-5). Oslonjena je na čeličnu strukturu sa tri noge. Nalazi se na plinskom polju Ivana u Sjevernom Jadranu, oko 4 km zapadno od platforme Ivana A te je s njom povezana podmorskim cjevovodima za plin, vodu i komprimirani zrak. U proizvodnju je puštena 2000. godine i od tad je proizvela 3 017 349 727 m<sup>3</sup> plina iz tri bušotine.



Slika 3-5. Platforma Ivana E (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma je bez posade, bez stambenog dijela, bez stabilne proizvodnje električne energije. Električna energija proizvodi se generatorom na pogon vjetrom (vjetrenjačom) i sunčanim ćelijama.

Platforma Ivana E ima sljedeću namjenu:

1. proizvodnja plina iz tri bušotine,
2. separacija plina i slojne vode,
3. transport plina i slojne vode do platforme Ivana A.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom na platformu Ivana A. Izdvojena voda iz separatora također se transportira podmorskim cjevovodom na platformu Ivana A u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od postolja na tri noge (tripod), paluba za smještaj proizvodne opreme na tri etaže i pristana za brodove.

### 3.6. Platforma Ivana K

Platforma Ivana K je kompresorska platforma koja služi za prihvatanje plina s proizvodnih platformi plinskih polja Ivana, Ika, Ida, Annamaria i Izabela, te priprema (komprimiranje i dehidracija plina) za daljnji transport u Republiku Hrvatsku i prema Italiji (slika 3-6).

Nalazi se na plinskom polju Ivana na dubini od 42,3 metra. Nema stalnu posadu, ali je povezana 50 metara dugim mostom s platformom Ivana A s koje se obavlja nadzor i upravljanje.



Slika 3-6. Platforme Ivana A i Ivana K (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ivana K ima sljedeću namjenu:

1. prihvata plina s proizvodnih platformi plinskih polja Ivana, Ika, Ida, Annamaria i Izabela,
2. komprimiranje i dehidracija plina,
3. transport plina do terminala Pula, odnosno platforme Garibaldi K.

Plin se doprema na platformu podmorskim cjevovodom promjera 0,4064 m (16") s platforme Ida C i s cjevovodom položenim na most s platforme Ivana A. Također, na platformu Ivana K doprema se podmorskim plinovodom plin s dvije platforme plinskog polja Izabela. Nakon prijema plin odlazi na komprimiranje. Sustav za komprimiranje dimenzioniran je na osnovu podataka o kretanju proizvodnih količina i raspoloživom tlaku.

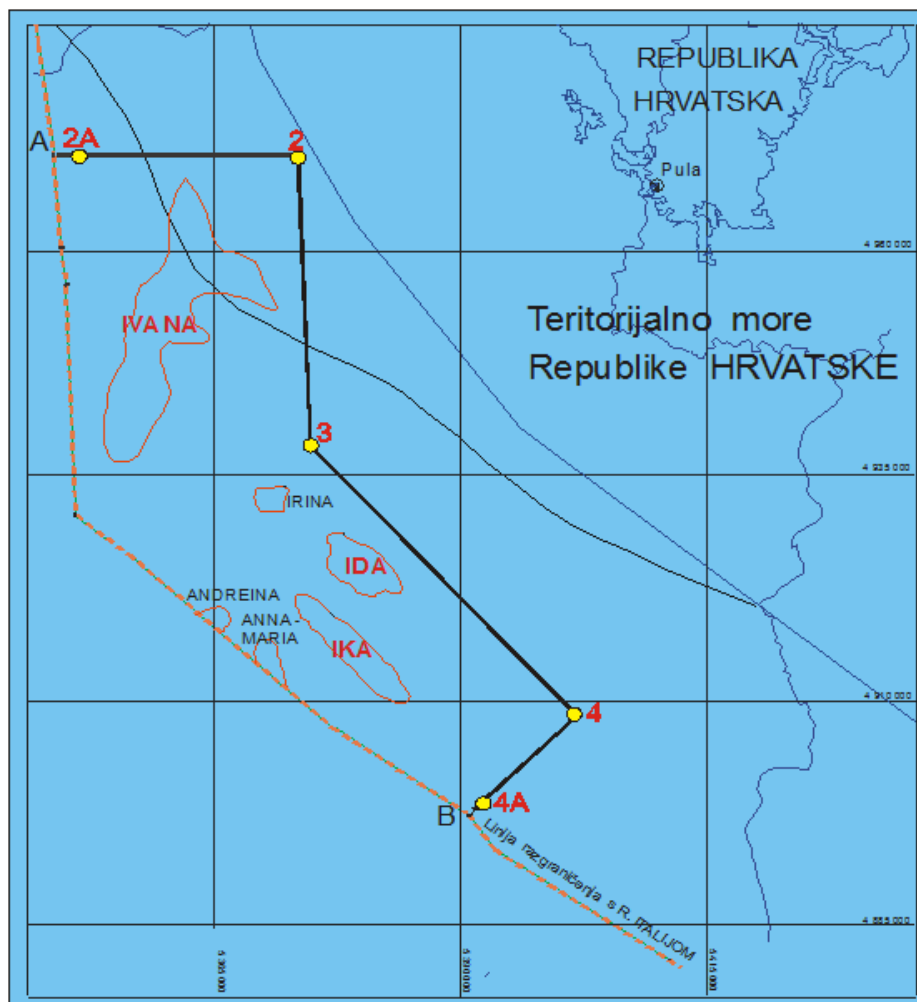
Platforma se sastoji od postolja na četiri noge koje se temelje na pobijenim pilotima. Sadrži tri procesne palube spojene na postolje te most koji spaja platformu Ivana K s platformom Ivana A. Spojni most je izveden kao čelična nosiva rešetkasta konstrukcija, trokutnog profila. Namjena mosta je povezivanje platformi u svrhu komunikacije

zaposlenog osoblja, kao i međusobnu povezanost tehnoloških cjelina obje platforme (procesni cjevovodi, signalni kabeli, energetske kabeli). (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran - plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana k)

#### 4. PLINSKA POLJA IKA I IDA

Plinska polja Ika i Ida nalaze se na južnom dijelu eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran (slika 4-1), oko 50 km jugozapadno od Pule i oko 30 km jugoistočno od proizvodnog plinskog polja Ivana. Oko 10 km sjeverozapadno od plinskog polja Ida nalazi se lokalitet Irina, a zapadno od plinskog polja Ika, na granici s Republikom Italijom, lokaliteti Andreina i Annamaria.

Dubina mora na ovom području iznosi od 45 m do 60 m. Sastav tla na dnu je morski mulj, glina i pijesak. (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – Plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)



Slika 4-1. Situacijska karta razmještaja plinskih polja unutar eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran, plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)



#### 4.1. Plinsko polje Ika

Geofizička istraživanja na ovom području započela su 1969. godine regionalnim seizmičkim mjerenjima, a završena su 1980. godine detaljnim seizmičkim mjerenjima.

Istražnom bušotinom Jadran-18/1 (J-18/1) utvrđeno je 1978. godine prisustvo plina na južnom rubu Istarske platforme, u klastičnim sedimentima kvartarne starosti. Godine 1979. izrađena je druga istražna bušotina J-18/2, kojom je utvrđeno prisustvo plina i u karbonatnim naslagama mezozoika. Posljednjom dubokom bušotinom na ovom prostoru, J-18/6a (1981. godine), završena je istražna faza na polju Ika. S ciljem dobivanja boljih prikaza mogućih plinskih zasićenja, u kompaniji "Western Geophysical" u Londonu su napravljene specijalne obrade i reinterpetacija seizmičkih podataka. Zbog ocjene proizvodnosti ležišta u karbonatima, izrađene su bušotine Ika-1 i Ika-2 u fazi geološke razrade. (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran, plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)

Rezerve plinskog polja Ika prvi su puta prijavljene sa stanjem 31.12.1994. godine. Kada su utvrđene rezerve plina, uvrštene su u B i C kategoriju i iznosile su 4 237 milijuna m<sup>3</sup>. Do danas je proizvedeno ukupno 2 088 127 899 m<sup>3</sup> plina kroz 6, a kasnije 5 bušotina (tablica 4-1).

Tablica 4-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja i broj bušotina platformi plinskog polja Ika (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Ika A	2006.	1 508 566 663	3
Ika B	2006.	579 561 236	3 (2)
<b>Ukupno</b>		<b>2 088 127 899</b>	<b>5</b>

Tijekom 1997. godine na plinskim poljima sjevernog Jadrana snimljena je 3D seizmika. Na bazi bušotinskih podataka i rezultata interpretacije 3D seizmike napravljena je *Studija isplativosti plinskih polja Annamaria, Ika i Ida*. Geološki i dinamički model plinskog polja Ika i proračunate rezerve plina, dokumentirani su *Elaboratom o rezervama prirodnog plina Eksploatacijskog polja "Sjeverni Jadran"*. Utvrđene rezerve plina svih ležišta na polju Ika uvrštene su u B kategoriju, a iznose 4 822,75 milijuna m<sup>3</sup>. Utvrđene rezerve plina ležišta koja će se privesti proizvodnji i koje su potvrđene u Ministarstvu gospodarstva, iznose 4 298,960 milijuna m<sup>3</sup>. (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – Plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)

#### 4.1.1. PLATFORME IKA A, IKA B, IDA A, IDA B, IDA C

Svi proizvodni sustavi svake od platformi smješteni su na palubama koje se nalaze na čeličnoj nosivoj konstrukciji koja je oslonjena i pričvršćena za morsko dno.

Ovisno o opsegu proizvodne opreme koja je smještena na platformama na svakoj od lokacija, odabrana je i konfiguracija konstrukcije na kojoj se palube smještaju.

Platforma Ika A, kao središnja platforma proizvodnog sustava plinskih polja Ika i Ida, osmišljena je kao platforma oslonjena na morsko dno čeličnom konstrukcijom s četiri noge.

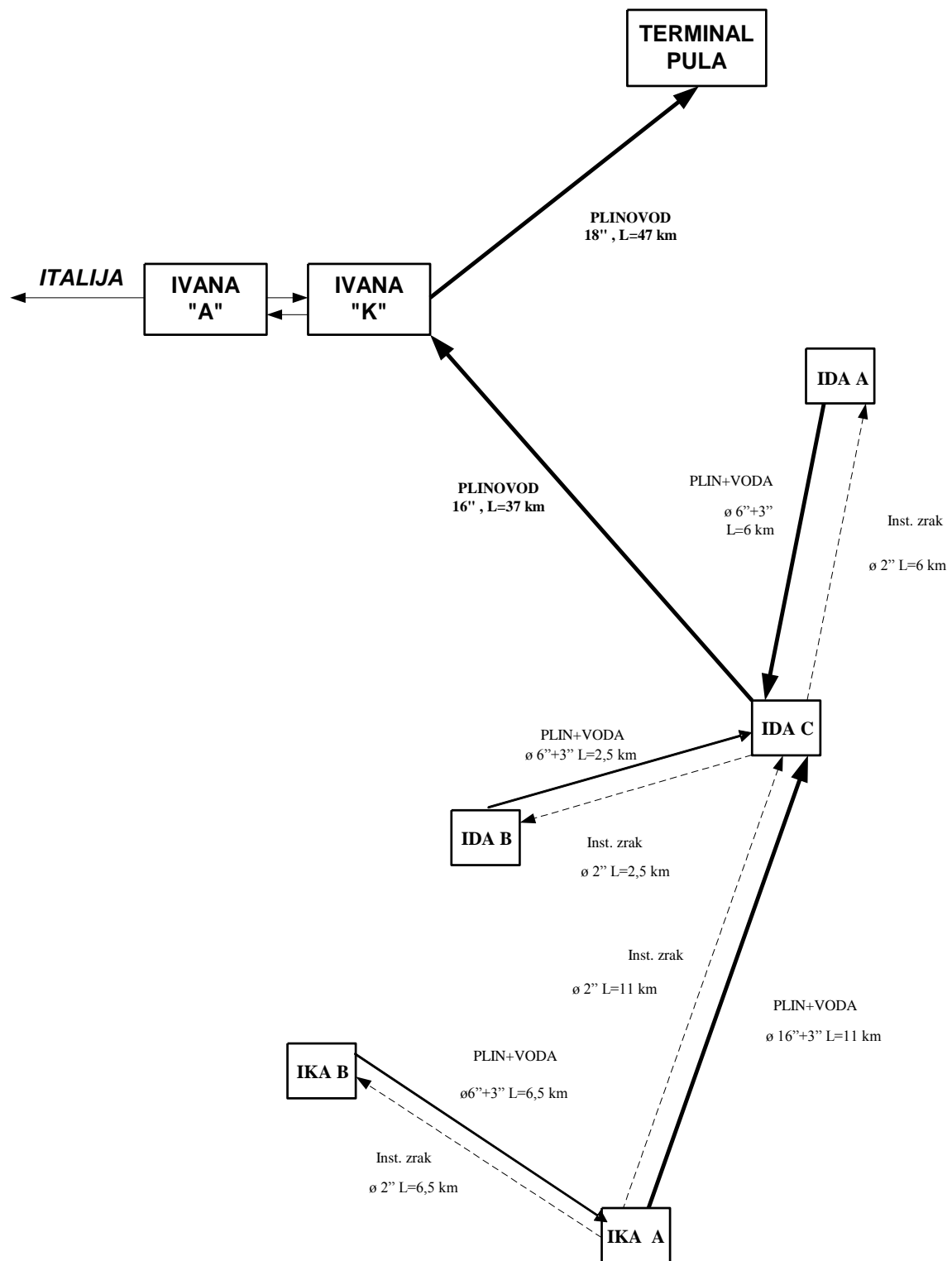
Platforme Ika-B, Ida A, Ida B i Ida C osmišljene su kao platforme oslonjene na morsko dno čeličnom konstrukcijom na jednoj nozi.

Proizvodni sustav podmorskih plinskih polja Ika i Ida sastoji se od pet satelitskih proizvodnih platformi, s platformom Ika A kao centralnom, i jedne kompresorske platforme bez posade, upravljanih i kontroliranih radio vezom s platforme Ivana A.

Plin iz plinskog polja Ika sadrži H<sub>2</sub>S koji mora biti odvojen kako bi se izbjegli problemi korozije u otpremnim podmorskim cjevovodima do platforme Ivana K i dalje do Pule ili prema Italiji. Na centralnoj platformi Ika A nalazi se procesna jedinica za izdvajanje H<sub>2</sub>S-a i jedinica za tretman vode sa svih satelitskih platformi. Obradena voda ispušta se u more. Također se na centralnoj platformi Ika A nalazi kompresorska stanica za instrumentalni zrak kojim se napajaju preostale četiri platforme.

Platforma Ika B povezana je podmorskim plinovodom promjera 15,24 cm (6") i slanovodom promjera 7,62 cm (3") s platformom Ika A. Obradeni plin transportira se preko platforme Ida C, na koju su podmorskim plinovodima spojene platforme Ida A i Ida B, plinovodom promjera 0,406 m (16") do platforme Ivana K, na kojoj se plin komprimira i dehidrira te se dalje transportira plinovodom promjera 0,4572 m (18") do Pule ili putem platforme Ivana A u talijanski transportni sustav (slika 4-2).

Zbog sadržaja H<sub>2</sub>S-a u plinu polja Ika na obje platforme polja Ika bilo je potrebno primijeniti posebne materijale za izradu procesne opreme i cjevovoda. (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – Plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)



Slika 4-2. Blok shema platformi i podmorskih cjevovoda na poljima Ika i Ida (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran, plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K)

#### 4.1.2. Platforma Ika A

Platforma Ika A je centralna proizvodna plinska platforma plinskih polja Ida i Ika oslonjena na čeličnu strukturu (*engl. jacket*) sa četiri noge (slika 4-3). Nalazi se u hrvatskom dijelu Jadranskog mora, te je instalirana na dubini mora od oko 60 metara. Platforma je bez posade, potpuno automatizirana i samoregularajuća. Od kada je puštena u proizvodnju, 2006. godine, proizvela je 1 508 566 663 m<sup>3</sup> iz tri bušotine.



Slika 4-3. Proizvodna platforma Ika A (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ika A ima sljedeću namjenu:

1. pridobivanje plina iz 3 bušotine,
2. odvajanje plina i slojne vode,
3. obrada voda sa svih satelitskih platformi,
4. prihvat plina s platforme Ika B,
5. čišćenje plina od H<sub>2</sub>S-a,
6. kompresija instrumentalnog zraka za napajanje preostale 4 platforme,
7. transport obrađenog plina preko platforme Ida C do platforme Ivana K.

Platforma Ika A je proizvodna platforma s tri plinske bušotine, od toga jedna opremljena dvostrukim proizvodnim nizom (*engl. dual completion*) i pet plinskih separatora.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu (*engl. choke*) i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Nakon mjernog mjesta plin ulazi u zbirni separator u koji dolazi i plin s platforme Ika B. Separirani plin koji sadrži sumporovodik prolazi kroz procesne jedinice za odvajanje H<sub>2</sub>S-a koje se sastoje od dvije paralelne jedinice: ulaznog separatora za uklanjanje kapljevine i dva kemijska reaktora (posude napunjene adsorbentom MeO na krutom nosiocu). Dalje se preko platforme Ida C transportira na platformu Ivana K. Izdvojena voda iz separatora ispušta se u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda. Procesna oprema na platformi izrađena je od posebnog materijala otpornog na koroziju uslijed djelovanja sumporovodika.

Platforma se sastoji od postolja sa četiri noge i procesnih paluba. Postolje je četveronožna cijevna konstrukcija učvršćena nabijenim pilotima. Instalirano je na dubini mora od 59,1 m. Ugrađene su četiri konduktor kolone za bušotine, usponske cijevi plinovoda koji ovu platformu povezuju s ostalim dijelovima sustava plinskog polja, pristan za brodove, odbojnici za brodove i dva kesonska ispusta u more.

Proizvodni modul sačinjavaju tri palube spojene na postolje i sletišta helikoptera. Konstrukcija postolja omogućuje izradu bušotina korištenjem bušaće platforme s mogućnošću izbacivanja tornja i podkonstrukcije (*engl. cantilever*) za 10,67 m (35 ft)

Na palube se smješta procesna oprema i prostorija za smještaj osoblja za slučaj redovitih obilazaka i izvanrednih popravaka. (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – Plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)

#### 4.1.3. Platforma Ika B

Platforma Ika B je proizvodna plinska platforma izrađena na čeličnoj cijevnoj strukturi (*engl.* monopod) s proširenim postoljem (slika 4-4). Nalazi se u hrvatskom dijelu Jadranskog mora te je instalirana na dubini mora od 55,2 metra. Platforma Ika B je proizvodna platforma bez posade s tri radne palube. Proizvodi plin iz jedne plinske bušotine s dva proizvodna niza i dva separatora. U proizvodnju je puštena 2006. godine i od tada je proizvela 579 561 236 m<sup>3</sup> plina. Na početku je proizvodila iz 3 bušotine, a sada iz dvije.



Slika 4-4. Platforma Ika B (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ika B ima sljedeću namjenu:

1. pridobivanje plina iz jedne plinske bušotine,
2. odvajanje kapljevine od plina,
3. mjerenje i transport plina koji sadrži H<sub>2</sub>S do platforme Ika A na obradu,
4. transport izdvojene vode na platformu Ika A.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin koji sadrži sumporovodik prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom na platformu Ika A gdje se sumporovodik izdvaja.

Pri pokretanju bušotina ili kod uvjeta za stvaranje hidrata injektira se metanol u cjevovod. Izdvojena voda iz separatora transportira se podmorskim cjevovodom na platformu Ika A u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od jednonožnog postolja i paluba za smještaj proizvodne opreme. Platforme Ika B, Ida A, Ida B i Ida C su iste po tipu čelične konstrukcije.

Postolje je cijevna konstrukcija na koju je postavljen i pristan za brodove. Uz nogu su postavljene sve neophodne instalacije kako za vlastite potrebe, tako i one koju ovu platformu povezuju sa cjelokupnim sustavom proizvodnje.

Palube platforme dimenzionirane su na način da se osigura smještaj sve procesne opreme. Na njoj nije predviđena paluba za slijetanje helikoptera. (Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – Plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K, 2003.)



#### 4.2. Plinsko polje Ika JZ

Plinsko polje Ika JZ nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Jadranskog podmorja, unutar eksploatacijskog polja „Sjeverni Jadran“ koje je smješteno u epikontinentalnom pojasu Republike Hrvatske. Udaljeno je približno 65 km jugozapadno od Pule, te oko 14 km jugoistočno od plinskog polja Annamaria. U odnosu na najbliže plinsko polje Ika, nalazi se neposredno uz njegov jugozapadni rub. Dubina mora u području zahvata iznosi od 58 do 65 m.

Ukupne utvrđene rezerve u ležištima plina polja Ika JZ, prema geološkom modelu, iznose 3 257 milijuna m<sup>3</sup>, a utvrđene rezerve plina ležišta predviđenih za razradu i eksploataciju plina iznose 2 966 milijuna m<sup>3</sup>. Sve utvrđene rezerve plina svrstane su u C<sub>1</sub> kategoriju. (Tehnička dokumentacija INAgip)

Do sada je proizvedeno 131 525 199 m<sup>3</sup> plina iz 5 bušotina (tablica 4-2).

Tablica 4-2. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Ika JZ (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Ika JZ	2014.	131 525 199	5
<b>Ukupno</b>		<b>131 525 199</b>	<b>5</b>

##### 4.2.1. Platforma Ika JZ

Platforma Ika JZ nalazi se u hrvatskom dijelu Jadranskog mora, te je instalirana na dubini mora od 64 metra (slika 4-5). Platforma Ika JZ je bez posade, potpuno automatizirana, samoregulirajuća, a daljinski nadzor i upravljanje obavlja se s postojeće platforme Annamaria A. Ika JZ je platforma tipa tripod odnosno ima postolje sa tri noge. U proizvodnju je puštena 2014. godine.



Slika 4-5. Platforma Ika JZ (Fotodokumentacija INAgip)

Eksploatacijska platforma Ika JZ ima sljedeću namjenu:

1. pridobivanje plina iz pet bušotina,
2. prihvat i obrada plina,
3. otpremanje plina podmorskim cjevovodima promjera 273 mm i duljine oko 12 km do platforme Ika A,
4. otpremanje slojne vode odvojene od plina podmorskim cjevovodom promjera 88,9 mm do platforme Ika A,
5. prihvat instrumentalnog zraka s platforme Ika A podmorskim cjevovodom promjera 60,3 mm,
6. proizvodnja električne energije za potrebe pogona platforme.

Platforma se sastoji od:

1. pilota,
2. rešetkastog postolja,
3. modula ušća bušotina ,
4. paluba.

Postolje je pričvršćeno na morsko dno temeljnim pilotima otvorenog dna zabijenih kroz košuljice postolja. Povezivanje postolja i temeljnih pilota postiže se cementiranjem međuprostora između samih pilota i košuljica. Na postolje platforme postavljene su tri palube na kojima su ugrađena glavna i pomoćna procesna postrojenja za pridobivanje i otpremu ugljikovodika, te pristan za brodove.

Struktura platforme je tako konstruirana da se zadovolji uvjet čvrstoće konfiguracije konstrukcije tijekom različitih faza istovara, pomorskog prijevoza, podizanja instalacije i svih ostalih faza ili stanja koji imaju značajan utjecaj na konstrukciju ili njene komponente.

Konstrukcija postolja sastoji se od tri cijevne noge koje su pilotima učvršćene u morsko dno.

Cijevne noge (nosači) međusobno su povezani horizontalnim ojačanjima. Rešetkasto postolje s tri cijevne noge povezano je horizontalnim ojačanjima radi stabilnosti i sigurnosti postolja eksploatacijske platforme. Također, rešetkasto postolje ima i dijagonalna ojačanja.

Podstruktura (rešetkastog postolja) sastoji se od tronožnih cjevastih čeličnih okvira, prikladnih za podupiranje palube. Trajni temelji sastoje se od tri glavna zabijena pilota. Postolje je s pilotima povezano kroz košuljice. U privremenoj fazi do nabijanja pilota postolje podupiru ploče pričvršćene na donji kraj svake košuljice pojedine noge. Tronožac se ukrcava na baržu, prevozi na lokaciju na kojoj se uspravlja korištenjem barže dizalice, orijentira i oslanja na morsko dno. (Rudarski projekt eksploatacije ugljikovodika na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – plinsko polje Ika JZ)

#### 4.3. Plinsko polje Ida

Istražno bušenje na području polja Ida započelo je 1980. godine bušotinom J-15/1. Tijekom bušenja utvrđen je veliki broj plinskih pojava te se naknadnim ispitivanjem pokazalo da su sva ležišta zavodnjena. Nakon reinterpretacije podataka izrađena je bušotina J-15/2, kojom je, u naslagama pleistocenske starosti, otkriveno plinsko polje Ida na jugozapadnom rubu Istarske platforme. Od 1980. do 1989. godine izrađene su na ovom području slijedeće bušotine: J-15/1, J-15/2, J-15/3, J-15/4, J-15/5, J-15/6, J-15/7 i Ida-1.

Interpretacijom 3D seizmike, snimljenom 1997. godine, uočeno je postojanje strukturnog uzvišenja, koje je i potvrđeno ocjenskom bušotinom Ida-2, izrađenom u veljači 2000. godine. Ovom bušotinom utvrđena je prisutnost ležišta PLQ1-D4 i PLQ1-D7, kao najvažnijih razradnih objekata na strukturnom uzvišenju C, te nekoliko dodatnih ležišta manjeg značaja.

Nakon analize dobivenih podataka 2000. godine je izrađena studija plinskog polja Ida, a zatim i prvi *Elaborat o rezervama prirodnog plina eksploatacijskog polja "Sjeverni Jadran"*, plinsko polje Ida (stanje 31.12.2000. godine). Utvrđene rezerve plina svih ležišta na polju Ida iznose 4625,180 milijuna m<sup>3</sup>, a uvrštene su u B kategoriju. Utvrđene rezerve plina ležišta koja će se privesti proizvodnji i koje su potvrđene u Ministarstvu gospodarstva, iznose 4377,013 milijuna m<sup>3</sup>. Do danas je ukupno proizvedeno 1 571 160 910 m<sup>3</sup> plina iz 6 bušotina.

Tablica 4-3. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Ida (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Ida A	2006.	141 606 955	1
Ida B	2006.	521 837 011	2
Ida C	2006.	907 716 944	3
<b>Ukupno</b>		<b>1 571 160 910</b>	<b>6</b>

#### 4.3.1. Platforma Ida A

Platforma Ida A je proizvodna plinska platforma oslonjena na čeličnu strukturu s jednom nogom (slika 4-6). Nalazi se u hrvatskom dijelu Jadranskog mora u plinskom polju Ida te je instalirana na dubini mora od 46,2 metra. Platforma Ida A je proizvodna platforma bez posade s tri radne palube. Proizvodi plin iz jedne plinske bušotine s dva proizvodna niza. Ima dva separatora. Sustav sabiranja, proizvodnje i konstrukcija platforme sličan je kao i na platformi Ika B. Od 2006. godine, kada je puštena u proizvodnju, proizvela je ukupno 141 606 955 m<sup>3</sup> plina iz jedne bušotine.



Slika 4-6. Platforma Ida A (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ida A ima sljedeću namjenu:

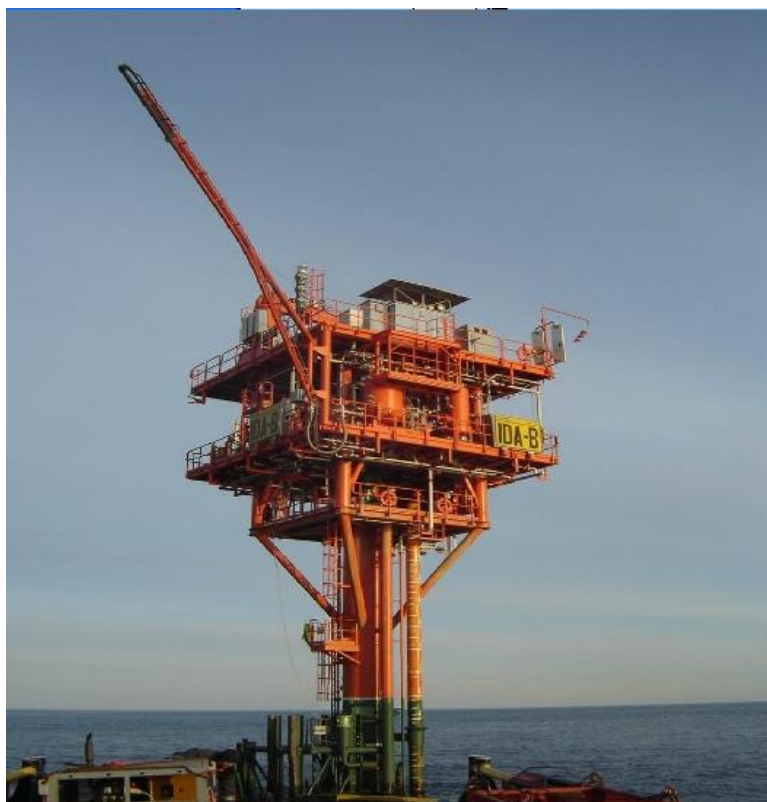
1. pridobivanje plina iz jedne plinske bušotine,
2. odvajanje kapljevine od plina,
3. mjerenje i transport plina do platforme Ida C,
4. transport izdvojene vode na platformu Ida C.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom na platformu Ida C. Izdvojena voda iz separatora transportira se podmorskim cjevovodom na platformu Ida C u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma ima postolje s jednom nogom i procesne palube za smještaj proizvodne opreme. Postolje je cijevna konstrukcija na koju je postavljen i pristan za brodove. Uz nogu su postavljene sve neophodne instalacije kako za vlastite potrebe, tako i one koju ovu platformu povezuju s cjelokupnim sustavom proizvodnje. Palube platforme su dimenzionirane na način da se osigura smještaj za svu procesnu opremu.

#### 4.3.2. Platforma Ida B

Platforma Ida B je proizvodna plinska platforma oslonjena na čeličnu strukturu s jednom nogom (slika 4-7). Nalazi se u hrvatskom dijelu Jadranskog mora u plinskom polju Ida te je instalirana na dubini mora od 52,7 metara. Ukupno je proizvela 521 837 011 m<sup>3</sup> plina iz dvije plinske bušotine. U proizvodnju je puštena 2006. godine.



Slika 4-7. Platforma Ida B (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ida B je proizvodna platforma bez posade s tri radne palube. Proizvodi plin iz dvije bušotine s jednim proizvodnim nizom svaka. Ima dva separatora. Sustav sabiranja, proizvodnje i konstrukcija platforme slični su kao i na platformi Ika B.

Platforma Ida B ima identičnu namjenu kao i platforma Ida A:

1. pridobivanje plina iz dvije plinske bušotine,
2. odvajanje kapljevine od plina,
3. mjerenje i transport plina do platforme Ida C,
4. transport izdvojene vode na platformu Ida C.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom na platformu Ida C. Izdvojena voda iz separatora transportira se podmorskim cjevovodom na platformu Ida C u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od jednonožnog postolja (monopod) i paluba za smještaj proizvodne opreme.

Postolje je cijevna konstrukcija na koju je postavljen i pristan za brodove. Uz nogu su postavljene sve neophodne instalacije kako za vlastite potrebe, tako i one koju ovu platformu povezuju sa cjelokupnim sustavom proizvodnje. Palube platforme su dimenzionirane na način da se osigura smještaj sve procesne opreme.

#### 4.3.3. Platforma Ida C

Platforma Ida C također je proizvodna plinska platforma oslonjena na čeličnu strukturu s jednom nogom (slika 4-8). Nalazi se u hrvatskom dijelu Jadranskog mora u plinskom polju Ida te je instalirana na dubini mora od 51,3 metara. Platforma Ida C je proizvodna platforma bez posade, s tri radne palube. Proizvodi plin iz tri bušotine - dvije s dva proizvodna niza, jedna s jednim proizvodnim nizom. Ima ukupno pet separatora. Do sada je ukupno proizvedeno 907 716 944 m<sup>3</sup> plina. U proizvodnju je puštena 2006. godine.



Slika 4-8. Platforma Ida C (Fotodokumentacija INAgip)

Platforma Ida C ima sljedeću namjenu:

1. pridobivanje plina iz tri plinske bušotine,
2. odvajanje kapljevine od plina,
3. prihvata plina sa platformi Ida A, Ida B i Ika A,
4. mjerenje plina s plinskih polja Ida i Ika i transport na platformu Ivana K,
5. prihvata i pročišćavanje zauljenih voda s platformi Ida A i Ida B.

Plin iz erupcijskog uređaja prolazi kroz ručno podesivu sapnicu i ulazi u separator u kojem se odvaja kapljevina od plina. Separirani plin sa svih proizvodnih platformi plinskih polja Ida i Ika prolazi kroz mjerno mjesto i transportira se podmorskim plinovodom promjera 0,406 m (16") do platforme Ivana K. Izdvojena voda iz separatora transportira se podmorskim cjevovodom na platformu Ida C u jedinicu za pročišćavanje zauljenih voda.

Platforma se sastoji od jednonožnog postolja (monopod) i paluba za smještaj proizvodne opreme.



Postolje je cijevna konstrukcija na koju je postavljen i pristan za brodove. Uz nogu su postavljene sve neophodne instalacije kako za vlastite potrebe, tako i one koju ovu platformu povezuju s cjelokupnim sustavom proizvodnje. Palube platforme su dimenzionirane na način da se osigura smještaj sve procesne opreme.

## 5. PLINSKO POLJE ANNAMARIA

Plinsko polje Annamaria nalazi se u sjeverozapadnom dijelu jadranskog podmorja, na samoj liniji razgraničenja s Italijom, 65 km jugozapadno od Pule. Hrvatski dio polja nalazi se unutar granica odobrenog eksploatacijskog polja "Sjeverni Jadran" oko 25 km jugoistočno od plinskog polja Ivana. Plinsko polje zajedničko je s Republikom Italijom. Pritom hrvatski dio polja čini 51%, a talijanski 49%.

Proizvodna platforma Annamaria A smještena je na udaljenosti približno 65 km jugozapadno od Pule i 9,3 km zapadno od platforme Ika A.

Dubina mora na lokaciji je približno 57 m.

Proizvodnja prirodnog plina obavlja se putem dviju proizvodnih platformi, Annamaria A na hrvatskoj strani i Annamaria B na talijanskoj strani, međusobno povezanih u tehnološku cjelinu podmorskim plinovodom. Hrvatski dio projekta obuhvaća platformu Annamaria A, s pripadajućim bušotinama, koja je spojena podmorskim plinovodom s postojećom platformom Ika A u proizvodno – sabirnom sustavu plinskih polja Ika i Ida. Sustav je dalje podmorskim plinovodom povezan sa servisnom platformom Ivana K te podmorskim i kopnenim otpremnim plinovodom od servisne platforme Ivana K do Terminala Pula gdje se plin predaje u plinski transportni sustav Republike Hrvatske, a spomenuti spojni podmorski plinovod između proizvodnih platformi Annamaria A i Annamaria B omogućuje otpremu plina i u plinski sustav Republike Italije.

Otkriveno je ukupno 39 plinskih ležišta. Rezerve plina prema dopunskom rudarskom projektu, koje uključuju svih 39 plinskih ležišta, iznose 16 686 milijuna m<sup>3</sup>. Ukupne utvrđene rezerve plina po Elaboratu o rezervama iznose 16 258 milijuna m<sup>3</sup>, svrstane su u kategoriju C<sub>1</sub> i odnose se na 32 ležišta koja se planiraju proizvodno opremiti i privesti eksploataciji. (Dopunski rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – plinsko polje Annamaria.)

U posljednjih šest godina, od kad je platforma Annamaria A puštena u proizvodnju, proizvela je 2 214 172 586 m<sup>3</sup> (tablica 5-1).

Tablica 5-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Annamaria (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Annamaria A	2009.	2 214 172 586	6
<b>Ukupno</b>		<b>2 214 172 586</b>	<b>6</b>

### 5.1. Platforma Annamaria A

Annamaria A je proizvodna plinska platforma oslonjena na čeličnu strukturu sa 4 noge (slika 5-1). Opremljena je tako da omogući pridobivanje i prihvat prirodnog plina iz plinskih bušotina plinskog polja Annamaria, te separaciju i otpremu plina do platforme Ika A. Proizvodna platforma Annamaria A ima procesne palube na pet etaža i jednu palubu sa stambenim dijelom za smještaj 19 ljudi. Ima dva pristana za brodove te sletišta helikoptera.

U proizvodnju je puštena 2009. godine, i proizvodi plin iz 6 plinskih bušotina.



Slika 5-1. Platforma Annamaria A (Fotodokumentacija INAgip)

Proizvodna platforma Annamaria A ima sljedeću namjenu:

1. proizvodnja plina iz šest dvostruko opremljenih bušotina,
2. obrada i otprema plina podmorskim plinovodima prema hrvatskim i/ili talijanskim potrošačima,
3. obrada i zbrinjavanje slojne vode,
4. priprema komprimiranog zraka potrebnog za rad instrumenata,
5. osiguranje rada procesnih elemenata na siguran način,
6. Nadzor procesa, upravljanje procesom i prijenos podataka.
7. Zaštita od eksplozije i požara.

Proizvodna platforma Annamaria A sastoji se od četiri noge postolja s rukavcima pomoću kojih se ostvaruje čvrsta veza s temeljnim pilotima. Sadrži modul bušotinskih glava koji služi za ugradnju konduktor kolona – pripremu za rad bušačkog postrojenja. Ima pet proizvodnih paluba s procesnim i pomoćnim jedinicama, stambeno – smještajni prostor za rad i boravak 19 osoba i smještaj opreme te sletišta helikoptera.

Proizvedeni plin otprema se slijedećim spojnim podmorskim plinovodima:

- podmorski plinovod promjera 406,4 mm (16"), duljine 9,5 km od proizvodne platforme Annamaria A do proizvodne platforme Ika A,
- podmorski plinovod promjera 406,4 mm (16"), duljine 5,3 km od proizvodne platforme Annamaria A do proizvodne platforme Annamaria B (duljina podmorskog plinovoda u epikontinentskom pojasu RH je 3,7 km).

## 6. PLINSKO POLJE IRINA

Plinsko polje Irina nalazi se u hrvatskom dijelu Sjevernog Jadrana na dubini mora oko 48 metara. Od Pule je udaljeno oko 50 km i 25 km jugoistočno od plinskog polja Ivana. Ima jednu proizvodnu platformu Irina koja je tipa monopod – nalazi se na postolju s jednom nogom. (Irina field development project, Irina platform. Operating manual, 2009.)

### 6.1. Platforma Irina

Proizvodna platforma Irina nalazi se na plinskom polju Irina u Sjevernom Jadranu (slika 6-1). Oslonjena je na čeličnu strukturu s jednom nogom. Nema stalnu posadu. Opremljena je sustavom za obradu fluida koji dolazi iz plinskog ležišta te ga transportira do platforme Ida A. Ima jednu bušotinu koja je opremljena dvostrukim proizvodnim nizom. Puštena je u proizvodnju 2009. godine i od tad je proizvela 64 841 375 m<sup>3</sup> plina (Tablica 6-1.).



Slika 6-1. Platforma Irina (Fotodokumentacija INAgip)

Tablica 6-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Irina (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Irina	2009.	64 841 375	1
<b>Ukupno</b>		<b>64 841 375</b>	<b>1</b>

Proizvodna platforma Irina ima sljedeću namjenu:

1. prihvata plina iz jedne dvostruko opremljene bušotine,
2. separacija plina,
3. obrada zaušjenih voda,
4. transport plina plinovodom promjera 0,152 m (6") do platforme Ida A,
5. transport obrađenih voda cjevovodom promjera 0,076 m (3") do platforme Ida A.

Mješavina vode i plina iz ležišta direktno se šalje na separatore koji omogućuju odvajanje slobodne vode. Postoje dva vertikalna separatora, svaki za pojedini proizvodni niz dvostruko opremljene bušotine. Sakupljeni plin se šalje do platforme Ida A plinovodom promjera 0,152 m (6"). Radi sprečavanja stvaranja hidrata, prema potrebi utiskuje se metanol. Otpremanje slojne vode odvija se podmorskim cjevovodom promjera 0,076 m (3"). (Irina field development project, Irina platform. Operating manual, 2009.)

## 7. PLINSKO POLJE ANA – VESNA

Plinsko polje Ana-Vesna nalazi se u hrvatskom dijelu Sjevernog Jadrana na dubini mora od oko 44 metra. Postoje dvije proizvodne platforme, Ana i Vesna. Obje platforme su tipa monopod – sastoje se od postolja s jednom nogom.

Plinsko polje Vesna nalazi se oko 15 km od granice s Italijom i oko 6 km južno od plinskog polja Ivana.

Plinsko polje Ana nalazi se oko 12 km od granice s Italijom i oko 7 km južno od plinskog polja Ivana. (Ana-Vesna field development project, 2009.)

### 7.1. Platforma Ana

Proizvodna platforma Ana je hrvatska platforma koja se nalazi u Sjevernom Jadranu na plinskom polju Ana (slika 7-1.). Oslonjena je na čeličnu strukturu s jednom nogom. Nema stalnu posadu. Opremljena je sustavom za obradu fluida koji dolazi iz plinskog ležišta te ga transportira do platforme Ivana B. Ima dvije bušotine koje su opremljene dvostrukim proizvodnim nizom. Ukupno je proizvela 531 996 931 m<sup>3</sup> plina od 2008. godine (tablica 7-1.). (Ana-Vesna field development project, Ana field, 2009.)



Slika 7-1. Platforma Ana (Fotodokumentacija INAgip)



Tablica 7-1. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Ana (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Ana	2008.	531 996 931	2
<b>Ukupno</b>		<b>531 996 931</b>	<b>2</b>

Platforma Ana također prima plin s platforme Vesna te i njega transportira do platforme Ivana B.

Proizvodna platforma Ana ima sljedeću namjenu:

1. prihvati plina iz 2 dvostruko opremljene bušotine,
2. separacija plina,
3. obrada zauljenih voda,
4. prihvati plina i obrađene vode s platforme Vesna,
5. transport plina i vode s plinskih polja Ana i Vesna do platforme Ivana B.

Mješavina plina i vode prolazi kroz separatorski sustav koji osigurava odvajanje slobodne vode. Sustav se sastoji od 4 vertikalna separatora, po jedan za svaku cijev dvostruko opremljenih bušotina.

Separirani plin se dalje šalje podvodnim plinovodom promjera 0,254 m (10") do platforme Ivana B. Radi sprječavanja stvaranja hidrata utiskuje se metanol.

Sva voda odvojena u separatoru dalje prolazi kroz sustav čišćenja zauljenih voda. Nakon toga se šalje zajedno s vodom s platforme Vesna do platforme Ivana B podvodnim cjevovodom promjera 0,0762 m (3").

## 7.2. Platforma Vesna

Proizvodna platforma Vesna je platforma koja se nalazi u Sjevernom Jadranu na plinskom polju Vesna (slika 7-2). Oslonjena je na čeličnu strukturu s jednom nogom. Nema stalnu posadu. Opremljena je sustavom za obradu fluida koji dolazi iz plinskog ležišta te ga transportira do platforme Ana. Ima jednu bušotinu opremljenu dvostrukim proizvodnim nizom (tablica 7-2.). (Ana-Vesna field development project, Vesna platform, 2009.)



Slika 7-2. Platforma Vesna (Fotodokumentacija INAgip)

Tablica 7-2. Ukupna proizvodnja, godina puštanja u rad i broj bušotina plinskog polja Vesna (Tehnička dokumentacija INAgip)

Platforma	Godina puštanja u proizvodnju	Ukupna proizvodnja do XI. 2015. (m <sup>3</sup> )	Broj bušotina u radu
Vesna	2009.	118 813 540	1
<b>Ukupno</b>		<b>118 813 540</b>	<b>1</b>

Proizvodna platforma Vesna ima sljedeću namjenu:

1. prihvat plina iz dvostruko opremljene bušotine,
2. separacija plina,
3. obrada zauljenih voda,
4. transport plina i vode do platforme Ivana B.

Mješavina plina i vode prolazi kroz separatorski sustav koji osigurava odvajanje slobodne vode. Sustav se sastoji od 2 vertikalna separatora, po jedan za svaku cijev dvostruko opremljene bušotine.

Separirani plin se dalje šalje podvodnim plinovodom promjera 0,254m (10") do platforme Ana. Radi sprječavanja stvaranja hidrata može se utiskivati metanol.

Sva voda odvojena u separatoru dalje prolazi kroz sustav čišćenja zauljenih voda te se takva šalje do platforme Ana podvodnim cjevovodom promjera 0,0762 m (3").

## 8. ZAKLJUČAK

Unutar Eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran nalazi se osam plinskih polja na kojima je raspoređeno 15 proizvodnih i jedna servisna (kompresorska) platforma. Većina platformi, njih devet, je tipa monopod odnosno imaju postolje s jednom nogom. Po tri platforme imaju postolja sa četiri odnosno tri noge.

Na plinskom polju Ivana postoji pet proizvodnih te jedna kompresorska platforma koja je mostom povezana s centralnom platformom Ivana A plinskog polja Ivana. Prva proizvodna platforma eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran puštena u rad 1999. godine je platforma Ivana A. Ukupno je na polju Ivana proizvedeno 8 498 913 771 m<sup>3</sup> plina iz 12 bušotina od 9 769 019 990 m<sup>3</sup> utvrđenih rezervi plina.

Na plinskom polju Ika nalaze se dvije proizvodne platforme koje su od 2006. godine proizvele 2 088 127 899 m<sup>3</sup> od 4 237 milijuna m<sup>3</sup> plina, u početku iz šest, a kasnije pet bušotina. Plinsko polje Ika JZ nalazi se u blizini polja Ika, i sadrži jednu proizvodnu platformu koja je proizvela ukupno 131 525 199 m<sup>3</sup> plina od ukupno 2 966 milijuna m<sup>3</sup> plina iz pet bušotina. Ika JZ je ujedno i najnovija proizvodna platforma eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran, a puštena je u proizvodnju 2014. godine.

Plinsko polje Ida sadrži tri platforme Ida A, B i C koje su od 2006. godine iz šest bušotina proizvele 1 571 160 910 m<sup>3</sup> plina od 4377,013 milijuna m<sup>3</sup> utvrđenih rezervi plina.

Plinsko polje Annamaria zajedničko je s Republikom Italijom, pritom hrvatski dio polja čini 51%, a talijanski 49%. Na hrvatskom dijelu nalazi se platforma Annamaria A, a na talijanskom Annamaria B. Annamaria A je do sada proizvela 2 214 172 586 m<sup>3</sup> plina iz šest bušotina od 16 258 milijuna m<sup>3</sup> utvrđenih rezervi plina.

Na plinskim poljima Irina, Ana i Vesna nalazi se po jedna proizvodna platforma. Njih tri zajedno daju ukupno proizvodnju od 715 651 846 m<sup>3</sup> plina.

Plinsko polje Ivana je najveće polje s najvećom ukupnom proizvodnjom plina. Plinsko polje Ika zajedno s poljem Ika JZ daje drugu najveću proizvodnju. Skoro isti volumen plina dala je platforma Annamaria A. Plinsko polje Ida sa svoje tri platforme nalazi se na četvrtom mjestu ukupne proizvodnje. Od plinskih polja Irina, Ana i Vesna, Ana daje najveću proizvodnju, a Irina najmanju.

Unutar eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran postoje još neka manja plinska polja odnosno lokaliteti (Ksenija, Koraljka, Irma, Božica, Andreina, Ivna i drugi) koja se nisu pokazala ekonomski isplativima te na njima nisu izgrađene proizvodne platforme.

## 9. LITERATURA

1. Ana-Vesna field development project, Ana platform. Operating manual. Zagreb: INA – Industrija nafte d.d., 2009.
2. Ana-Vesna field development project, Vesna platform. Operating manual. Zagreb: INA – Industrija nafte d.d., 2009
3. Dopunski rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – plinsko polje Annamaria. Zagreb: INA-Industrija nafte d.d.
4. Fotodokumentacija INAgip
5. Glavni rudarski projekt plinskog polja Ivana. Zagreb: INA-Industrija nafte d.d., 1997. godina.
6. Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – Plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana K. Zagreb: INA – Industrija nafte d.d., 2003.
7. Glavni rudarski projekt eksploatacije prirodnog plina na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran - plinska polja Ika i Ida i platforma Ivana k. Zagreb: INA-Industrija nafte d.d.
8. Irina field development project, Irina platform. Operating manual. Zagreb: INA – Industrija nafte d.d., 2009. godina
9. Rudarski projekt eksploatacije ugljikovodika na eksploatacijskom polju Sjeverni Jadran – plinsko polje Ika JZ. Zagreb: INA – Industrija nafte d.d.
10. Optimization study, North Adriatic gas fields. Zagreb: INA-Industrija nafte d.d.
11. Tehnička dokumentacija INAgip

**Izjava**

*Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko – geološko – naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.*

---

Vedran Žiković