

Aktivnosti Ine u istraživanju plina u Hrvatskoj

INA gas exploration activities in Croatia

Josip Bubnić
MOL Plc.
josbubnic@mol.hu

Tomislav Baketarić
INA Industrija nafte, d.d.
tomislav.baketaric@ina.hr

Goran Jović
INA Industrija nafte, d.d.
goran.jovic@ina.hr



Ključne riječi: istraživanje plina, Panonski bazen, Jadran

Keywords: gas exploration, Pannonian Basin, Adriatic

Sažetak

Trenutna energetska kriza zahtijeva velike promijene u dobavnim pravcima plina što negativno utječe na sigurnost opskrbe u EU. Samim time domaća proizvodnja plina dobiva sve veći strateški značaj. Udio domaće proizvodnje plina u energetskom miksu RH godinama se smanjuje zbog prirodnog pada proizvodnje zrelih polja. Iako su i Panonski bazen i sjeverni Jadran visoko istraženi bazeni, INA kontinuirano provodi istražne aktivnosti. U posljednje tri godine, uz otkriće plina Severovci-1 u Podravini, bušotinom Irena-2 potvrđeno je otkriće plina na Jadranu. Također, INA je 2020. pokrenula novi istražni ciklus na kopnu radovima na istražnim koncesijama Drava-03 i SZH-01. Istražni radovi baziraju se na upotrebi novih tehnologija koje bi trebale znatno povećati šanse za uspjeh u istraživanju plinskih ležišta. U prvoj fazi snimljeno je 750 km² nove visokokvalitetne 3D seizmike upotrebom bežične tehnologije koja je omogućila gušće uzorkovanje podzemlja te povećanje vertikalne i prostorne rezolucije. Tako snimljeni podatci bili su pogodni za primjenu naprednih interpretacijskih metoda koje se temelje na direktnim indikacijama ugljikovodika te je njihovom upotrebom generiran

značajni istražni portfelj. Definirano je 5 bušotina koje će biti izrađene u 2023. i 2024. te postoji mogućnost za izradu još nekoliko u drugoj istražnoj fazi. Također nastavlja se intenzivna kampanja bušenja na sjevernom Jadranu kojom se kroz kombinaciju razradnih i potvrđnih bušotina planira preokrenuti trend pada proizvodnje jadranskih plinskih polja. Očekuje se da bi navedene aktivnosti mogle značajno povećati domaće plinske resurse te olakšati energetska krizu i tranziciju u RH.

Abstract

The current energy crisis requires major changes in gas supply routes, which negatively affects the security of supply in the EU. As a result, domestic gas production is gaining more and more strategic importance. The share of domestic gas production in the energy mix of the Republic of Croatia has been decreasing for years due to the natural decline in the production of mature fields. Although both the Pannonian basin and the northern Adriatic are highly explored basins, INA continuously carries out exploration activities. In the last three years, besides Severovci-1 gas discovery in Podravina area, gas resources were appraised with Irena-2 well on Adriatic. In addition, INA started a new onshore exploration cycle in 2020 by signing PSA for exploration concessions Drava-03 and SZH-01. Exploration activities are utilizing new advanced technologies which should increase chance of success in exploring

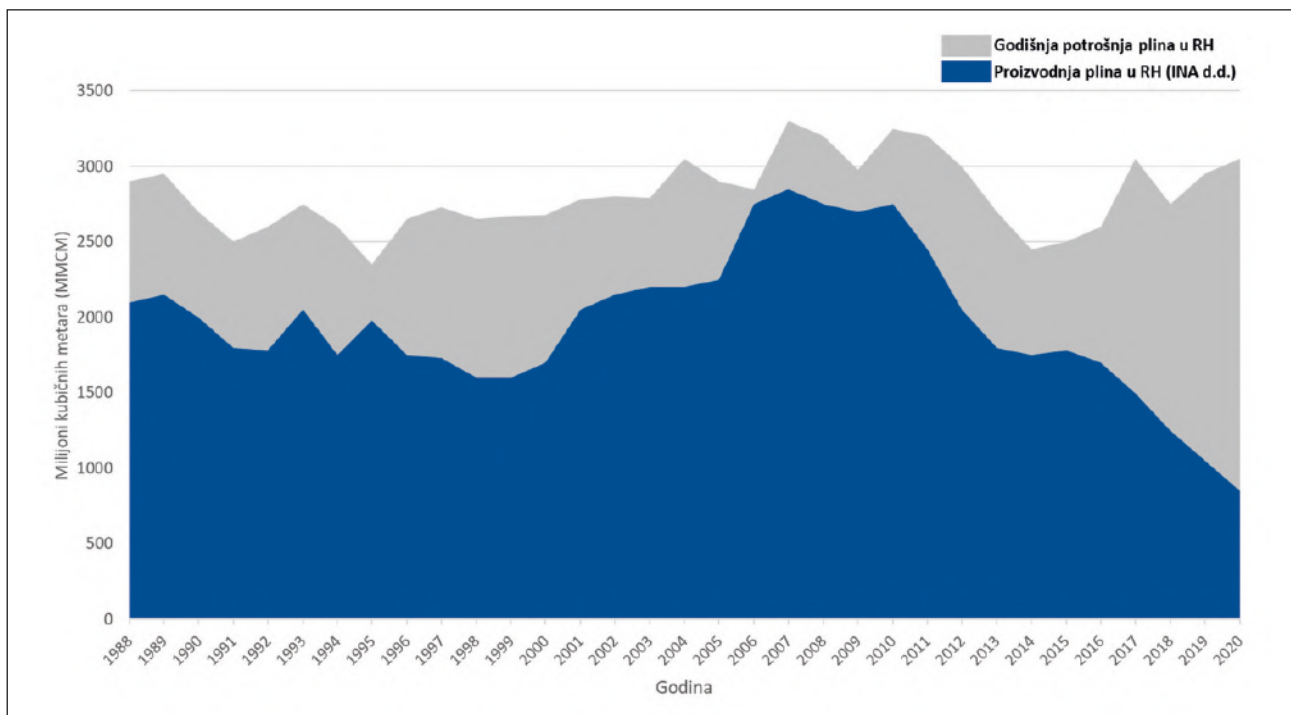
gas reservoirs. In the first phase 750 km² of new high-quality 3D seismic was acquired using wireless technology, enabling high density subsurface sampling and increase of both vertical and spatial resolution of the data. High density data was suitable for advanced direct hydrocarbon indicators (DHI) interpretation techniques thus allowing significant exploration prospect portfolio generation. So far, 5 wells have been selected for drilling in 2023 and 2024, and optionally few more wells could be drilled in the second exploration phase. Also, the extensive drilling campaign in the northern Adriatic is continuing with a combination of development and appraisal wells planning to reverse the trend of declining production of Adriatic gas fields. It is expected that those activities could significantly increase domestic gas resources facilitating energy crisis and transition in the Republic of Croatia.

Uvod

Trenutna energetska kriza u Europi uzrokovana je nedostatkom dostupne energije, povećanom cijenom energije i energenata te sve većom ovisnosti o izvorima energije izvan EU. Posljednjih godina EU je postala sve više ovisna o stranim konvencionalnim izvorima energije, posebice iz Rusije, koja je bila glavni izvor i smjer dobave plina za mnoge zemlje u Europi. Političke tenzije između Rusije i mnogih zemalja u Europi, uzrokovane

nedavnim ratom u Ukrajini, dovele su do poremećaja u isporuci plina te drugih izvora energije i naglim povećanjem cijena istih. Ovisnost Europe o različitim dobavnim plinskim pravcima, te relativno male domaće rezerve prirodnog plina učinile su je ranjivom na vanjske čimbenike te je otežano održavanje stabilnosti u pogledu dostupnosti energije i energetske sigurnosti.

Rješenje krize zahtijeva velike promjene u opskrbnim dobavnim pravcima plina što posljedično ima negativan utjecaj na sigurnost opskrbe i dostupnost energije u EU. Zbog toga, domaća proizvodnja plina u RH dobiva sve veću stratešku važnost te ima značajan utjecaj na ekonomski razvoj i energetska neovisnost RH. Trenutno je jedini proizvođač plina u RH kompanija INA-Industrija nafte, d.d. koja proizvodi plin na području Panonskog bazena i sjevernog Jadrana. Do kraja 2020. godine INA je proizvela više od 83 milijarde kubičnih metara plina u RH. Zadnjih par desetljeća, do 2015. godine, domaća proizvodnja plina zadovoljavala je uglavnom preko 60% domaće potrošnje plina. Od 2006. do 2010. godine Inina domaća proizvodnja plina gotovo je zadovoljavala potrebe potrošnje unutar RH (Slika 1). Udio domaće proizvodnje plina u RH zadnjih godina smanjuje se zbog prirodnog pada proizvodnje plina na zrelim postojećim eksploatacijskim poljima u Panonskom bazenu te sjevernom Jadranu. Prema podacima iz 2021. godine domaća proizvodnja plina pokriva nešto više od 20% potrošnje u RH.



Slika 1. Odnos godišnje potrošnje i proizvodnje plina u Republici Hrvatskoj od 1988. do 2020. godine (izvor: EIHP)

Aktivnosti Ine u istraživanju i razradi plinskih ležišta u Hrvatskoj

Iako Panonski bazen i područje sjevernog Jadrana predstavljaju već vrlo istražena područja, INA kontinuirano provodi istražne aktivnosti na kopnu i moru. Trenutno INA ima dozvole za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika na tri istražna prostora u Panonskom bazenu ukupne površine gotovo 5.700 km² (slika 2).

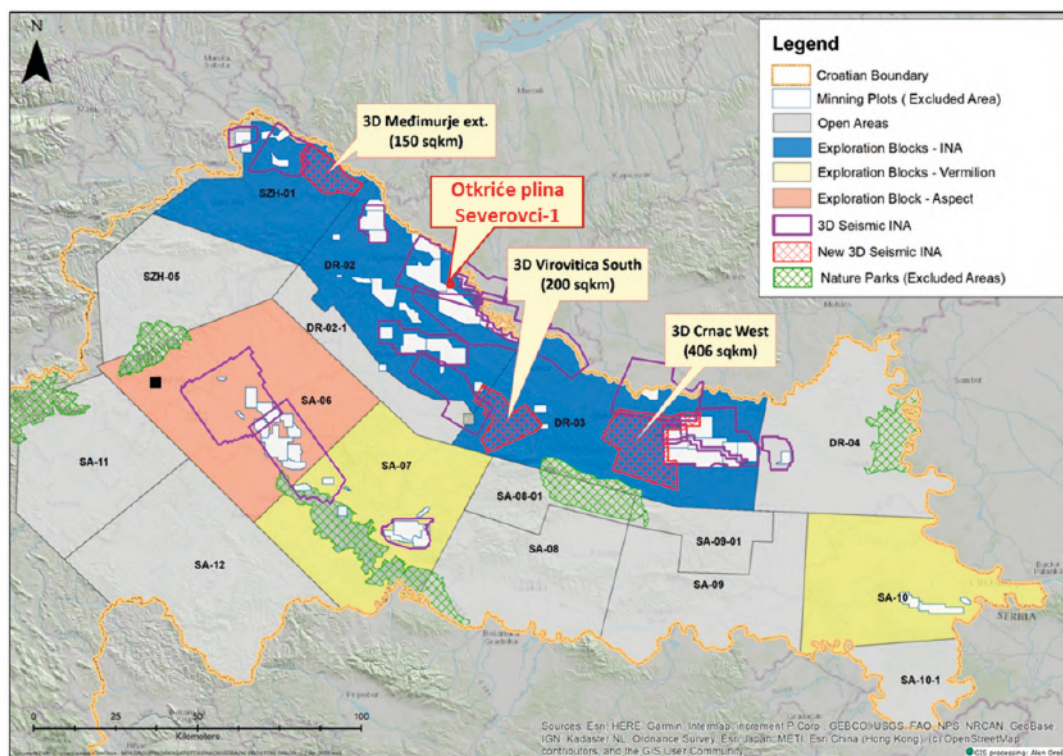
Potpisivanjem Ugovora o istraživanju i podjeli eksploatacije ugljikovodika (PSA) za istražni prostor Drava-02 (DR-02) 2016. godine, INA je započela novi ciklus istraživanja na kopnu. Istražni radovi rezultirali su s dvama komercijalnim otkrićima ugljikovodika na području Podravine. Istražnom bušotinom Severovci-1 utvrđeno je otkriće prirodnog plina, dok je otkriće naftutvrđeno izradom i testiranjem istražne bušotinom Jankovac-1. Istražnom bušotinom Severovci-1, konačne dubine 3.410m, utvrđeno je masivno plinsko-kondenzatno ležište u stijenskom kompleksu podloge neogena (metasedimenti). Trenutno su u tijeku aktivnosti ishoda svih potrebnih dozvola za privođenje polja proizvodnji, te se proizvodnja prvog plina sa polja Severovci očekuje 2024. godine.

Najnoviji ciklus istraživanja na kopnu započeo je 2020. godine nakon nadmetanja na kojem je INA osvojila istražne prostore Drava-03 (DR-03), Sjevero-

zapadna Hrvatska-01 (SZH-01) i Dinaridi-14 (DI-14). Istražni prostori DR-03 i SZH-01 nalaze se unutar hrvatskog dijela Panonskog bazenskog sustava te obuhvaćaju područja koja se nalaze uz postojeća eksploatacijska polja s dokazanim rezervama plina koja se crpe već desetljećima (slika 2). Na istražnim prostorima DR-03 i SZH-01, INA se Ugovorom o istraživanju i podjeli eksploatacije ugljikovodika obvezala izraditi minimalno 5 istražnih bušotina uz potencijalnu mogućnost izrade još dodatnih 5 bušotina ukoliko se izdvojeni prospekti pokažu perspektivnima.

Isto tako, u sklopu radnog programa, INA se obvezala u prvoj istražnoj fazi tijekom trogodišnjeg razdoblja provoditi geofizičke aktivnosti koje uključuju 3D seizmička snimanja i obradu novo snimljenih seizmičkih podataka. Tako je prvi korak opsežnog radnog programa bila akvizicija i obrada 3D seizmičkih podataka. Na istražnom prostoru DR-03, u prvom kvartalu 2021. godine, provedeno je opsežno 3D seizmičko snimanje na dva poligona (Crnac Zapad i Virovitica Jug) ukupne površine 600 km² korištenjem najmodernije tehnologije (slika 2). Na području SZH-01 tijekom 2021. godine provedeno je 3D seizmičko snimanje područja površine 150 km². Ukupna ulaganja u prikupljanje i akviziciju seizmičkih podataka na kopnu premašila su 10 milijuna USD, a snimljeno je više od 5 Tb podataka što ovu kampanju seizmičke akvizicije zasigurno čini najopsežnijom u povijesti snimanja u kopnenom dijelu Hrvatske.

Slika 2. Karta s položajem novo snimljenih 3D volumena te plinskog otkrića Severovci-1



Kako je istraživanje u zrelim područjima sve izazovnije te zahtjeva upotrebu naprednih analiza i alata, INA je odlučila redefinirati pristup od same akvizicije i obrade seizmičkih podataka do kasnijeg izdvajanja istražnog ugljikovodičnog potencijala.

Po prvi puta prilikom akvizicije korištena je *wireless* tehnologija što je omogućilo snimanje velikih količina podataka vrlo visoke kvalitete i rezolucije u kraćem roku te s manjim utjecajem na okoliš i lokalno stanovništvo. Dosadašnji princip seizmičke akvizicije izvodio se pomoću geofonskih točaka koje bi sadržavale po 6/12/24 geofona postavljenih u figuri te međusobno povezanih kablom koji se spajao na prijenosne kablove do kutija koje su pretvarale analogni signal u digitalni te potom u sabirne kutije. Ovakvu dosadašnju praksu snimanja seizmike zamijenili su nodovi i bežična tehnologija (slika 3). Lagani i mali nodovi uvelike su pridonijeli bržem, efikasnijem i sigurnijem postavljanju opreme na raznim tipovima terena. Operativni benefiti omogućili su veliki iskorak i u samom planiranju seizmičke akvizicije, odnosno, u dizajnu parametara. Velike količine te dostupnost takvih vrsta prijemnika omogućuju dizajniranje puno gušćih seizmičkih akvizicija smanjivanjem razmaka između linija izvora i točaka prijemnika što u konačnici rezultira znatnim povećanjem broja snimljenih seizmičkih tragova te boljim prostornim uzorkovanjem seizmičkih podataka.

Snimljeni podatci obrađeni su upotrebom naprednih tehnologija i algoritama te su integrirani s re-obrađenim postojećim 3D volumenima tvoreći tako konsolidirane volumene većih površina koji su potom interpretirani. Takav pristup omogućio je definiranjem novog geološkog modela istražnih pod-



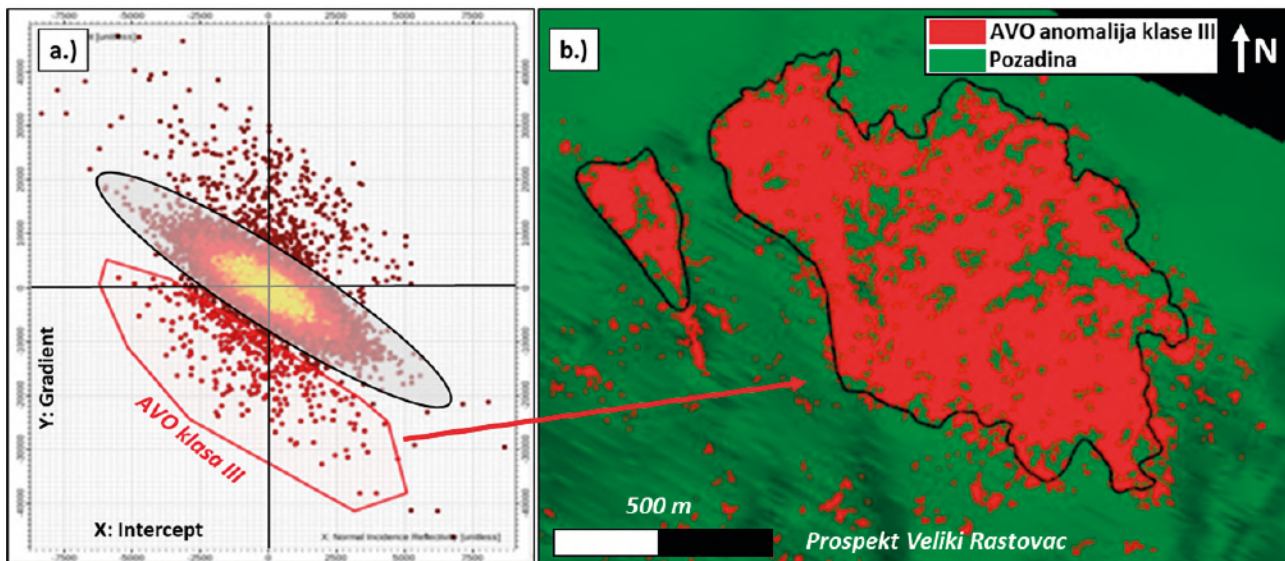
Slika 3. Primjer Quantum/TremorNet noda

ručja, pouzdanu upotrebu naprednih kvantitativnih seizmičkih analiza (poput AVO analize i seizmičke inverzije) te generiranje diversificiranog istražnog portfelja koji će u idućem periodu biti testiran novim istražnim bušotinama.

Novi interpretirani 3D seizmički podatci otkrili su ugljikovodični potencijal unutar panonskog *play*-a u prospektima koji sadrže direktne indikatore ugljikovodika (DHIs – eng. *direct hydrocarbon indicators*). Direktni indikatori ugljikovodika unutar panonskog *play*-a predstavljeni su anomalijama seizmičkih amplituda koje nastaju zbog promjene vrste fluida unutar pora pješčenjačkih ležišta, odnosno ukazuju na mogućnost prisutnosti plina. Direktni indikatori ugljikovodika primijećeni su na postojećim naftnim i plinskim poljima (poput plinskih polja Bokšić i Obradovci) te na prospektima koji se nalaze u blizini istih. Naprednim tehnikama seizmičke kvantitativne analize poput AVO inverzije potvrđeni su direktni indikatori ugljikovodika na istražnim prospektima koji će se testirati u prvoj istražnoj fazi (slika 4).

AVO (eng. *Amplitude versus Offset*) inverzijom koristeći dijagram atributa Intercept i Gradient izvlače se i omeđuju AVO klase, odnosno amplitudne anomalije. Ti podatci zatim se uspoređuju s izrađenim AVO modelima koji se izvode upotrebljavajući karotažne podatke postojećih bušotina, prvenstveno brzine P i S valova te gustoće. Iz tih podataka konstruira se sintetski AVO model za slučaj plinskog ležišta, naftnog ležišta, zasićenja slojnom vodom te volumnom (postotnom) kombinacijom spomenutih. Prilikom kreiranja AVO modela snimljene brzine S valova su ključne, međutim svega nekolicina bušotina ima takvo mjerenje u hrvatskom dijelu Panonskog bazenskog sustava te je u budućnosti potrebno snimati te podatke prilikom izrade svake bušotine. Usprkos prednostima same analize, ona ima i svoja ograničenja. Najveće ograničenje metode je to što ona ne razlikuje plinska ležišta od onih koja imaju samo djelomično zasićenje plinom, odnosno gdje je pretežito veće zasićenje vodom. Isto tako, metoda je prvenstveno uspješna na mlađim te slabije konsolidiranim ležištima, koje se obično nalaze na plićim dubinama (do 2000 m dubine).

Upravo zato, plinska ležišta na sjevernom Jadranu odlikuju se direktnim indikatorima na ugljikovodike poput AVO anomalija te *pull-down* efekata. Samim time rizik pronalaska novih rezervi plina na području sjevernog Jadrana uvelike može biti smanjen.



Slika 4. AVO anomalija prospekta Veliki Rastovac: a.) dijagram atributa Intercept i Gradient s izdvojenom seizmičkom anomalijom pretežito klase III (crveni poligon) i pozadinskim trendom amplituda (sivo osjenčana elipsa) b.) prostorna distribucija AVO anomalije izdvojene na dijagramu na slici a

Na području sjevernog Jadrana INA je nastavila radove na postojeća 3 eksploatacijska polja: Izabela, Sjeverni Jadran i Marica koja obuhvaćaju 12 plinskih polja. Na eksploatacijskim poljima Sjeverni Jadran i Marica INA je samostalni operator, dok na eksploatacijskom polju Izabela INA surađuje s kompanijom Energean, putem zajedničke operativne kompanije ED-INA.

Opsežna kampanja bušenja u sjevernom Jadranu započela je 2020. godine bušenjem ocjenske bušotine Irena-2 unutar eksploatacijskog polja Izabela. Eksploatacijsko polje nalazi se u sjevernom dijelu hrvatskog dijela Jadrana, uz crtu razgraničenja epikontinentalnih pojasa Italije i Hrvatske. Bušotinom Irena-2 potvrđeno je veće plinsko otkriće unutar nekonsolidiranih pijesaka formacije Ravenna. Razradom plinskog otkrića Irena planira se izraditi još jedna dodatna bušotina te izgradnja dvijuplatformi. Početak proizvodnje plina očekuje se 2024. godine.

Unutar eksploatacijskog polja Sjeverni Jadran, gdje INA ima 100-postotni udio, izrađeno je još 4 bušotina, a sve su rezultirale otkrićem plinskih ležišta. Bušotina IKA B-1 R Dir, izrađena krajem 2021. godine, ciljala je stratigrafsku zamkutankih slojeva formacije Carola, odnosno ležišta tankih intervala nekonsolidiranih pijesaka (debljina manjih od 30 cm) proslojenih sa silto- vima i glinama. Bušotinom su otkrivene nove količine plina koje su privedene proizvodnji 2022. godine.



Slika 5. Karta eksploatacijskih polja na sjevernom Jadranu s lokacijama izrađenih i planiranih bušotina u trenutnoj kampanji

Kampanja bušenja na Jadranu je nastavljena u rujnu 2021. godine izradom bušotina Ilena-2, Ida-D1, Ira-1 te Ida-D2. Sve bušotine potvrdile su plinska ležišta, a trenutno je u tijeku evaluacija dodatnih otkrivenih volumena plina. Početak proizvodnje otkrivenih količina plina planirana je 2024. godine, nakon izgradnje novih platformi te potrebne proizvodne infrastrukture.

U iduće dvije godine planira se izraditi još 4 bušotine na Jadranu: Irena-3, Ika-C, Izabela JI 1 te Izabela JI 2. Ukoliko te bušotine pronađu plinska ležišta, ista se planiraju privesti proizvodnji tijekom 2025. godine.

Zaključak

Iako su Panonski bazen i sjeverni Jadran visoko istražena područja, INA je predana istraživanju preostalih

ležišta prirodnog plina. Novi plinski projekti unutar Ininog Istraživanja i Razrade polja usredotočeni su na ublažavanje prirodnog pada proizvodnje plina u RH te privođenju proizvodnji manjih i srednje velikih polja plina. Ključ stvaranja nove vrijednosti leži u poboljšanju učinkovitosti geoloških i geofizičkih analiza koje će smanjiti geološki, ali i komercijalni rizik, te uklanjanju regulatornih prepreka kako bi se smanjilo vrijeme do početka proizvodnje nakon otkrića. Prvi pozitivni utjecaji na odnos domaće proizvodnje i potrošnje plina bit će vidljiv nakon 2024. godine kada se većina novootkrivenih ležišta plina privede proizvodnji. Inine istražne aktivnosti na kopnu i moru mogle bi značajno povećati domaću proizvodnju plina u budućnosti te tako olakšati energetska krizu i tranziciju u Republici Hrvatskoj.

Literatura

1. Interna dokumentacija Ine
2. <https://www.inovageo.com/products/quantum>
3. EIHP, Energija u Hrvatskoj 2020