

ANALIZA SIGURNOSTI OPSKRBE PRIRODNIM PLINOM U REPUBLICI HRVATSKOJ AN ANALYSIS OF THE SECURITY OF NATURAL GAS SUPPLY IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Lidia Hrnčević – Igor Dekanić – Daria Karasalihović Sedlar,
Zagreb, Hrvatska

U suvremenom globaliziranom gospodarstvu energija nesumnjivo ima strateški karakter, a u sklopu opskrbe energijom i osiguranja primarnih izvora energije, posebnu ulogu ima nafta, te od početka XXI. stoljeća, sve više i prirodni plin. Posljednja dva desetljeća potrošnja prirodnog plina značajno raste, a prirodni plin, kao energent, poput nafte dobiva stratešku ulogu. Iako je nafta još uvijek dominantni energent u ukupnoj svjetskoj potrošnji, što se neće promijeniti ni u sljedećih nekoliko desetljeća, predviđa se da će udio prirodnog plina u svjetskoj potrošnji energije do 2050. godine porasti sa sadašnjih 23 % na gotovo 45 %.

Osiguranje opskrbe naftom i plinom temeljna je zadaća energetske politike svake zemlje. S obzirom na činjenicu da Hrvatska oko 70 % svojih potreba u primarnoj energiji podmiruje korištenjem tekućih i plinovitih goriva, iznimno je važno raščlanjivanje potreba, okolnosti i stanja dobave prirodnog plina kao i analiza sveukupne sigurnosti opskrbe prirodnim plinom kao pretpostavkom ukupne energetske sigurnosti Hrvatske.

In the global economy today energy certainly has a strategic importance, whereas in terms of energy supply and securing of primary energy sources a special role is played by crude oil and, to an increasing extent since the start of the new century, natural gas. In the past two decades the consumption of natural gas has been significantly rising and natural gas as energy source is gaining, like crude oil, a strategic importance. While oil is still a dominant energy source in the overall global consumption, which is not going to change in some decades to come, it is anticipated that the share of natural gas in the world energy consumption will go up by 2050 from the present 23 % to nearly 45 %.

Securing oil and gas supply is hence a primary task of the energy policy of any country. Considering the fact that 70 % of its primary energy needs Croatia meets by using liquid and gaseous fuels, it is extremely important to review the needs, circumstances and situations concerning natural gas supply and to analyze the overall security of natural gas supply as a prerequisite for Croatia's energy security as a whole.

Ključne riječi: energetska sigurnost; proizvodnja prirodnog plina; potrošnja prirodnog plina; sigurnost opskrbe prirodnim plinom
Keywords: energy security; natural gas production; natural gas consumption; security of natural gas supply



1 UVOD

Krajem XX. i početkom XXI. stoljeća energija i globalni prostorni raspored njenih resursa, tokova, proizvodnje i korištenja, postaju sve važniji kao glavne odrednice globalne politike i težnje za političkom moći u globaliziranom svijetu.

Tržište drugog povaznosti i sve brže rastućeg izvora energije, prirodnog plina, slijedi osnovne trendove potrošnje nafte iako su pritom zamjetne i određene razlike. Poput nafte u XX. stoljeću, početkom XXI. stoljeća prirodni plin je ušao u proces intenzivne globalizacije, osobito u svojem ukapljenom obliku. Za razliku od tržišta nafte, tržište prirodnog plina se do sada razvijalo kao skup nacionalnih tržišta čiji se stupanj integracije mogao pratiti na makro-regionalnoj, odnosno interkontinentalnoj razini. S obzirom na sve veću važnost ukapljenog prirodnog plina (UPP) (engl. *Liquefied Natural Gas* – LNG), plinsko tržište također sve više poprima globalne značajke, naročito u pogledu planiranja dobavnih pravaca i određivanja cijena.

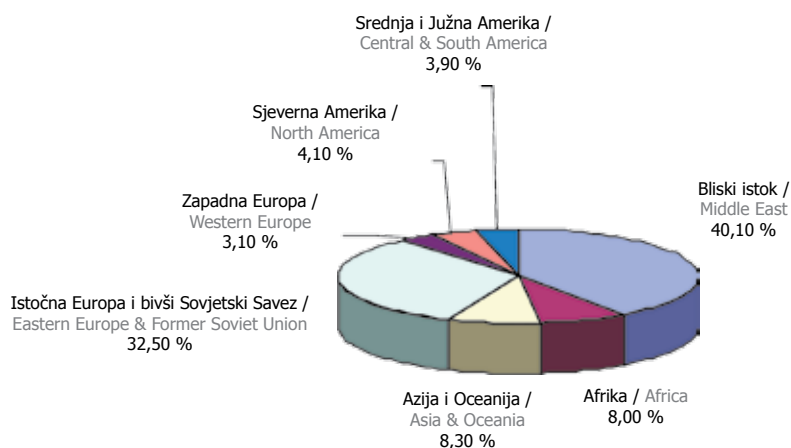
Globalna potrošnja prirodnog plina je tijekom proteklih desetak godina stalno rasla. Najveći dio potvrđenih rezervi prirodnog plina nalazi se na Srednjem istoku (oko 40 %). Na slici 1 je prikazan raspored svjetskih rezervi prirodnog plina, a na slikama 2 i 3 je prikazana svjetska potrošnja i proizvodnja prirodnog plina [2]. Kako je tržište prirodnog plina u značajnoj mjeri podložno kontinentalnim, odnosno regionalnim utjecajima, na slici 4 su prikazani glavni pravci trgovanja prirodnim plinom kao i ukapljenim prirodnim plinom. Iz slike 4 jasno se vidi ovisnost Europske unije, kao i ostalih europskih zemalja, o dobavi prirodnog plina iz Ruske Federacije i zemalja srednje Azije, odnosno Kaspijske regije [2].

1 INTRODUCTION

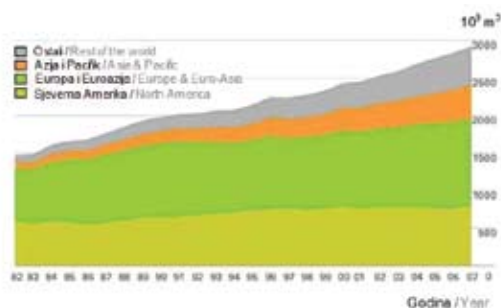
At the end of the last and the start of the present century, energy and the geographical distribution of its resources, trade movements, production and consumption have become increasingly important as key determinants of global policies and political power aspirations in a globalized world.

The market of the second in importance and faster and faster growing energy source, natural gas, follows the general trends of oil consumption, with certain differences though. Like oil in the last and present centuries, natural gas has become a part of intense globalization, especially in the field of liquefied natural gas (LNG). Unlike the oil market, the natural gas market has been developing so far as a sum of national markets, whose degree of integration could be followed at macro-regional or intercontinental level. In view of the growing importance of LNG, the natural gas market, too, is increasingly assuming global characteristics, especially in terms of planning the supply routes and pricing.

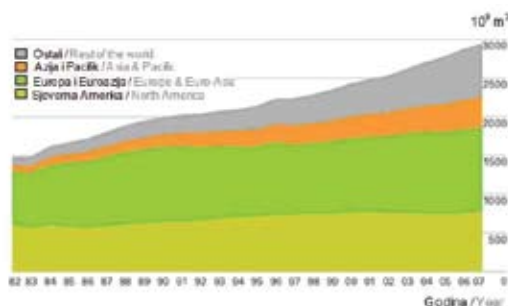
The global consumption of natural gas has been steadily rising over the past ten years or so. The highest share of natural gas reserves (about 40 %) is situated in the Middle East. Figure 1 shows the distribution of the global natural gas reserves and Figures 2 and 3 show the global natural gas consumption and production [2]. The natural gas market is significantly exposed to continental or regional influences, and Figure 4 shows the main routes of trading in natural gas as well as LNG. Figure 4 clearly illustrates the dependence of the European Union and other European countries on gas supplies from Russia and the countries of Central Asia or Caspian Sea region [2].



Slika 1 — Raspored svjetskih rezervi prirodnog plina krajem 2005. [2]
Figure 1 — Global distribution of the world's natural gas reserves at the end of 2005 [2]



Slika 2 – Potrošnja prirodnog plina u svijetu [2]
Figure 2 – World natural gas consumption [2]



Slika 3 – Proizvodnja prirodnog plina u svijetu [2]
Figure 3 – Global natural gas production by region [2]



Slika 4 – Glavni pravci trgovanja plinom [2]
Figure 4 – Main natural gas trade routes [2]

2 ANALIZA STANJA U HRVATSKOJ S CILJEM UTVRĐIVANJA KRITIČNIH ELEMENATA U OPSKRBI PRIRODNIM PLINOM

Sigurnost opskrbe prirodnim plinom u današnje vrijeme predstavlja jedan od temelja, kako energetske strategije neke zemlje, tako i strategije gospodarske i nacionalne sigurnosti. To naročito dolazi do izražaja u suvremenim gospodarskim odnosima u kojima dostatna i kontinuirana op-

2 AN ANALYSIS OF THE SITUATION IN CROATIA AIMED TO IDENTIFY THE CRITICAL POINTS IN NATURAL GAS SUPPLY

Security of natural gas supply is nowadays one of the cornerstones of both the energy policy of a country and the economic and national security strategy. This is particularly exemplified by today's economic relations where sufficient and continuous energy supply is the groundwork for normal

skrba energijom predstavlja temelj normalnog funkcioniranja gospodarstva, naročito u zemljama koje, poput Hrvatske, uvoze značajne količine energije.

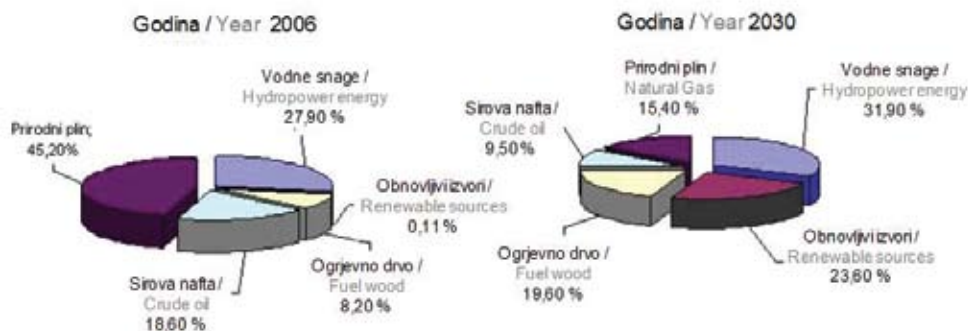
Hrvatska svoje potrebe za fosilnim gorivima samo djelomično podmiruje vlastitom proizvodnjom nafte i prirodnog plina, dok veći dio uvozi. Vlastita opskrbljenost ukupnom primarnom energijom je 1988. godine iznosila 65 %, 2000. godine 50 %, a 2005. godine oko 45 %. Prema predviđanjima, prateći dosadašnji trend smanjenja proizvodnje, 2030. godine vlastita opskrbljenost ukupnom primarnom energijom će iznositi svega 21 % do 23 %. S obzirom na navedena predviđanja, vidljivo je da će Hrvatska sve više ovisiti o uvozu energenata [3].

U domaćoj proizvodnji primarne energije najvećim udjelom sudjeluju nafta i prirodni plin, čiji će udio u razdoblju do 2030. godine biti na razini oko 25 % (slika 5). S obzirom da će nafta i prirodni plin u ukupnoj potrošnji energije 2030. godine sudjelovati s oko 60 % do 70 %, dostatne količine navedenih energenata će se osigurati uvozom [3]. Ovisnost o uvozu energije i energetske sirovine predstavlja rizik u osiguravanju ukupne potrebne energije, kako zbog tržišnih čimbenika (nestabilnosti i visoke cijene na svjetskom tržištu), tako i netržišnih čimbenika, kao što su promjena globalnih geopolitičkih odnosa, elementarne nepogode, opasnost od ratnog sukoba ili terorističkih napada i dr.

functioning of the economy, especially in countries, like Croatia, dependent on major energy imports.

Croatia meets its needs for fossil fuels only partially from domestic oil and natural gas production and imports them for a greater part. Domestic coverage of total primary energy needs amounted to 65 % in 1988, 50 % in 2000, 45 % in 2005. Judging by the diminishing production trend to date, it is anticipated that by 2030 the domestic share of total primary energy supply will be only 21 % to 23 %. In view of such forecasts, Croatia will be increasingly dependent on the imports of energy sources [3].

Oil and natural gas account for the bulk of the domestic primary energy production, and until 2030 that share will be about 25 % (Figure 5). As the share of oil and natural gas in total energy consumption will reach 60 to 70 % by 2030, sufficient quantities of these energy sources will have to be imported [3]. Dependence on the imports of energy and energy resources poses a risk in terms of meeting total energy needs, due to market factors (instability and high world market prices), as well as non-market factors, such as changes in global geopolitical balance, natural disasters, risks of war conflicts and terrorist attacks, etc..



Slika 5 – Udjeli u ukupnoj proizvodnji primarne energije u Hrvatskoj [3]
Figure 5 – Shares of energy resources in total primary energy production in Croatia [3]

2.1 Potrošnja i proizvodnja prirodnog plina u Hrvatskoj

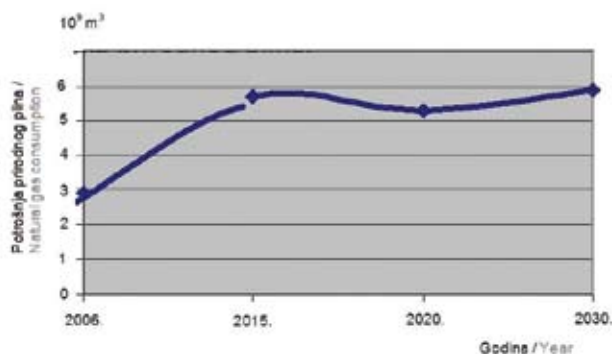
Na početku novoga stoljeća prirodni plin u Hrvatskoj u ukupnoj potrošnji energije sudjeluje s 25 %. Iako potrošnja prirodnog plina u proteklih dvadeset godina bilježi konstantan porast, s iznimkom ratnih 90-ih godina, Hrvatska je po potrošnji prirodnog plina još uvijek za otprilike 34 % ispod prosjeka potrošnje u Europskoj uniji [3].

2.1 Natural gas consumption and production in Croatia

At the start of the new century the share of natural gas in total energy consumption in Croatia stood at 25 %. Although natural gas consumption has been constantly increasing over the past twenty years, with the exception of the wartime nineties, natural gas consumption in Croatia is still by 34 % below the consumption average in the European Union [3].

Prema održivom scenariju neposredne potrošnje energije, predviđa se porast potrošnje prirodnog plina u neposrednoj potrošnji po stopi od 4,2 % godišnje do 2020. godine. Projekcija ukupne potrošnje prirodnog plina u Hrvatskoj dana je u slici 6 [4].

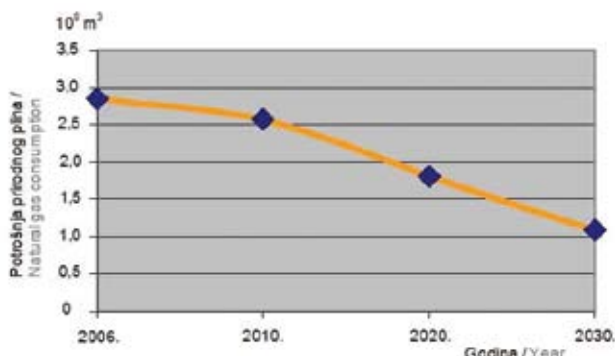
According to the sustainable scenario of direct energy consumption presented in the proposal of new Croatian energy strategy, direct natural gas consumption is expected to rise at the annual rate of 4,2 % until 2020. Figure 6 [4] shows the projected natural gas consumption in Croatia.



Slika 6 — Projekcija potrošnje plina u Republici Hrvatskoj [4]
Figure 6 — Projected natural gas consumption in Croatia [4]

U Hrvatskoj se prirodni plin proizvodi na 25 plinskih polja iz 101 plinske bušotine, čime se trenutačno podmiruje oko 60 % domaćih potreba za prirodnim plinom. Najznačajnija proizvodnja prirodnog plina je na eksploatacijskim poljima Molve, Kalinovac i Stari Gradac u sklopu kojih su izgrađena i postrojenja za preradu i pripremu plina za transport Centralne plinske stanice Molve I, II i III, te iz Sjevernog Jadrana. S obzirom na preostale rezerve, uz očekivani godišnji prirodni pad proizvodnje od 3 % do 7 %, predviđa se da će ekonomska proizvodnja prirodnog plina iz bušotina duboke Podravine trajati još oko 25 godina. Slika 7 prikazuje procjenu buduće proizvodnje prirodnog plina u Hrvatskoj u razdoblju do 2030. godine [4].

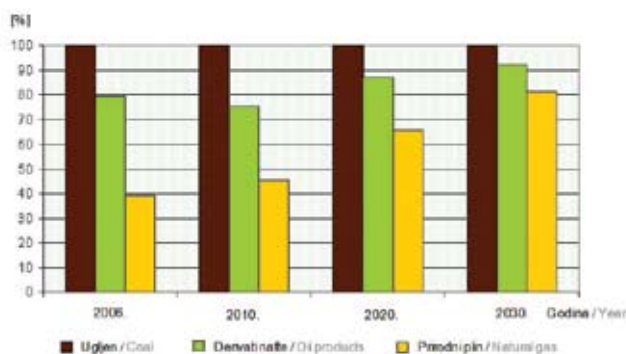
In Croatia natural gas is produced on 25 gas fields from 101 gas wells, which currently covers about 60 % of domestic natural gas needs. The most important natural gas production takes place on the exploitation fields Molve, Kalinovac and Stari Gradac (exploitation fields in geologically called Deep Podravina region) and exploitation field in northern Adriatic. On gas field Molve the Central Gas Station Molve I, II and III (gas processing plants) are built and used for processing and transport preparations of natural gas. Based on the remaining reserves and the expected production decrease at the annual rate of 3 % to 7 %, the economical production of natural gas from the wells of Deep Podravina is expected to last for another 25 years. Figure 7 shows the estimated future natural gas output in Croatia in the period up to 2030 [4].



Slika 7 — Procjena domaće proizvodnje prirodnog plina u razdoblju do 2030. godine [4]
Figure 7 — Estimated domestic natural gas production in the period up to 2030 [4]

Na temelju iznesenih procjena vidljivo je kako će nakon 2015. godine, a naročito nakon 2020. godine, proizvodnja prirodnog plina padati, a uvoz intenzivno rasti. Iz sve veće uvozne zavisnosti proizlazi i porast osjetljivosti energetskog sektora i time cjelokupnog gospodarstva Hrvatske o svim zbivanjima, pa i mogućim poremećajima, na međunarodnim tržištima energije. Posebna osjetljivost izražena je u odnosu na međunarodno tržište nafte i potom međunarodno tržište prirodnog plina. Izloženost gospodarstva Hrvatske oscilacijama međunarodnih energetskih tržišta s obzirom na uvoz prirodnog plina rast će, jer će se, prema predviđanjima, uvozom prirodnog plina 2015. godine zadovoljavati 50 % domaćih potreba za prirodnim plinom, a nakon 2020. godine 65 % domaćih potreba (slika 8).

The above estimates indicate that after 2015, especially after 2020, natural gas production is going to decrease, with imports surging. Increasing dependence on natural gas imports implies increasing vulnerability of the energy sector and thereby the entire Croatian economy to any developments, including possible disruptions, on international energy markets. Such vulnerability is particularly felt in relation to international oil market, followed by gas markets. Croatia's exposure to oscillations on international energy markets in respect of natural gas imports will grow, because, as predicted, by 2015 natural gas imports will cover 50 % of domestic needs, and after 2020 65 % (Figure 8).



Slika 8 — Ovisnost Hrvatske o uvozu energije [3]
Figure 8 — Croatia's dependence on energy imports [3]

Kao što je vidljivo iz navedenog, a i sa slike 8, predviđa se da će potrošnja prirodnog plina u Hrvatskoj sve više rasti, a posljedica će biti i povećanje uvoza prirodnog plina.

It follows from the aforesaid, and as shown in Figure 8, that natural gas consumption in Croatia will be increasing and the result of it will be an increase in natural gas imports.

Kako bi se osigurala dostatne količine prirodnog plina za zadovoljavanje buduće potrošnje, Republika Hrvatska će morati dugoročno osigurati nove dobavne pravce prirodnog plina.

In order to secure sufficient quantities of natural gas for future consumption, Croatia will have to assure new natural gas supply directions on a long-term basis.

3 OSIGURAVANJE NOVIH DOBAVNIH PRAVACA

3 ASSURANCE OF NEW SUPPLY DIRECTIONS

U Hrvatskoj više od dvije trećine prirodnog plina dolazi iz domaće proizvodnje, pri čemu se dio proizvodnje izvozi prema ugovoru o podjeli proizvodnje između INE d.d. i talijanske tvrtke Agip, koja je sudjelovala investiranjem u razradu i privođenje proizvodnji plinskih polja u Sjevernom Jadranu. Ostatak potreba se zadovoljava uvozom iz Rusije preko granične ulazne točke Rogatec u hrvatski plinski transportni sustav.

In Croatia more than two thirds of natural gas consumption is covered by domestic production, of which a part is exported under a long-term production sharing agreement between INA Co. and Agip, the Italian company which participated by investing in the joint venture project of gas exploration and production from northern Adriatic. The rest of the needs is covered by natural gas import from Russia via Rogatec border crossing point into the Croatian gas transport system.

Razvoj potreba za prirodnim plinom u Hrvatskoj i uključivanje u energetska infrastrukturu neposrednog i šireg europskog okruženja nalaže osiguranje novih pravaca uvoza prirodnog plina i dovršetak izgradnje hrvatskog transportnog sustava:

- izgradnja terminala za ukapljeni prirodni plin (UPP), izgradnja tranzitnog plinovoda i njegovo uključivanje u transportni sustav PLINACRO-a,
- dovršenje izgradnje magistralnog plinovodnog sustava tlaka 75 bara u istočnoj Slavoniji i prema Dalmaciji te izgradnja transportnog sustava na svim područjima gdje je to gospodarski opravdano u odnosu na opskrbu UNP-om,
- realizacija Jadransko – Jonskog pravca uvoza prirodnog plina.

4 POTREBE ZA IZGRADNJOM SKLADIŠNIH KAPACITETA

Hrvatska raspolaže jednim skladištem prirodnog plina (PSP) Okoli. Godišnje količine utisnutog plina u PSP Okoli kreću se u rasponu od $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ do $450 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, a godišnja proizvodnja plina sa PSP Okoli iznosi oko $220 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ do $380 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ [6]. S obzirom na sagledavanje budućih potreba i projekciju potrošnje te vrlo značajne sezonske razlike u potrošnji plina, koje će osobito doći do izražaja tijekom sljedećih desetak godina, bilo bi potrebno osigurati skladišne kapacitete otprilike na razini od 20 % godišnje potrošnje, što odgovara ukupnim kapacitetima skladišta od $0,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ 2010. godine te oko $1,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ skladišta u 2020. godini. To bi nalagalo izgradnju novih skladišnih kapaciteta od blizu $100 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ do 2010. godine, odnosno udvostručenje sadašnjeg ukupnog kapaciteta skladišta prirodnog plina do 2020. godine [4].

Direktivama Europske unije i zakonima Hrvatske nisu predviđene obvezne zalihe prirodnog plina (iako ih neke zemlje Europske unije propisuju). Sigurnost opskrbe prirodnim plinom bitno će se povećati izgradnjom terminala za UPP i njegovih velikih skladišnih kapaciteta.

Ocjenuje se stoga da je dovoljno da obvezne zalihe prirodnog plina budu na razini sedmodnevnih potreba u prosječnom, meteorološki najnepovoljnijem zimskom razdoblju, što iznosi oko 5 % godišnje potrošnje. Proizlazi da bi u 2020. godini za projiciranu razinu potrošnje prirodnog plina bilo nužno osigurati mogućnost skladištenja na razini 30 % godišnje potrošnje ili $790 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, od čega na sezonsko skladištenje otpada $660 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ [4].

Sve intenzivnija upotreba prirodnog plina, porast geopolitičke uloge prirodnog plina koji na istovr-

The growing needs for natural gas in Croatia and the inclusion in the energy infrastructure of the immediate and broader European surroundings requires new natural gas import directions and the completion of the Croatian transport system, viz.:

- construction of LNG-terminal, construction of transit gas pipe line and its connection with PLINACRO transport system,
- completion of the 75 bar gas pipeline in eastern Slavonia and towards Dalmatia, and construction of a natural gas pipeline system in all areas where commercially feasible in relation to LNG supply,
- realization of the Trans Adriatic Pipeline System project.

4 NEEDS FOR NEW NATURAL GAS STORAGE CAPACITIES

Croatia possesses one underground natural gas storage (UGS) on Okoli field. The annual natural gas injection into UGS range from $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ to $450 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, and the annual gas production from UGS Okoli amounts to $220 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ to $380 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ [6]. Considering the future needs and the projected consumption, plus major seasonal differences in natural gas consumption, which will be particularly felt for the next ten years, it would be necessary to provide storage capacities at the level of 20 % of annual consumption, which corresponds to total storage capacities of $0,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ in 2010 and about $1,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ in 2020. This would require the construction of new storage capacities of nearly $100 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ by 2010, meaning that by 2020 the present natural gas storage capacities would be doubled [4].

The EU Directives and the Croatian legislation do not provide for any obligatory natural gas reserves (although some Member States do). The security of natural gas supply will be greatly improved by the construction of the LNG terminal and its large storage facilities.

For that reason, it is considered sufficient to have the obligatory natural gas reserves at the level of 7-day needs in an average winter season, worst in terms of weather conditions, amounting to approximately 5 % of annual consumption. Therefore, in 2020 for the projected level of natural gas consumption it would be necessary to ensure storability at the level of 30 % of annual consumption, or $790 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, of which seasonal storage accounts for $660 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ [4].

The increasing consumption of natural gas, its rising geopolitical role suggesting that natural gas will have the same kind of political importance in

stan način pridonosi politizaciji plina u budućnosti, kao što je danas slučaj s naftom, plinifikacija Hrvatske kao i porast potrošnje plina nameću potrebu stvaranja strateških zaliha plina u perspektivi.

5 ZAKLJUČAK

Do 2030. godine može se računati s neizvjesnostima na globalnim energetske tržištima, povremenim nestabilnostima pa i krizama, što će svakako imati za posljedicu veću osjetljivost energetske tržišta malih zemalja poput Hrvatske, osobito u odnosu na uvoz nafte i cijene nafte. To je bitna činjenica o kojoj se mora voditi računa i koja predstavlja kritični element opskrbe prirodnim plinom Hrvatske. Stoga stvaranje osjećaja energetske sigurnosti i širenje te spoznaje u okruženju već samo po sebi pridonosi jačanju gospodarske stabilnosti te time pridonosi i sveukupnoj razini nacionalne sigurnosti u Hrvatskoj.

the future as crude oil has today, the expanding gas supply network and rising gas consumption in Croatia, all this imposes a need to create strategic gas reserves in the future.

5 CONCLUSION

What can be reckoned with in the period until 2030 are uncertainties on global energy markets, occasional instabilities and crises, which is bound to result in greater vulnerability of the energy markets of small countries like Croatia, especially with regard to oil imports and prices. This should be taken into consideration when planning future natural gas supply in Croatia. Creating conditions for safe energy supply contributes to economic stability and thereby to the overall national security of Croatia.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] DEKANIĆ, I., Nafta: blagoslov ili prokletstvo, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb, 2007.
- [2] <http://www.bp.com>, BP Statistical Review of World Energy 2008, (26.6.2008.)
- [3] Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Energija u Hrvatskoj, Godišnji energetske pregled 2006., Zagreb, 2007.
- [4] Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Prilagodba i nadogradnja Strategije energetskeog razvitka Republike Hrvatske, Nacrt Zelene knjige, Zagreb: 17. srpnja 2008.
- [5] Plinsko gospodarstvo Hrvatske 2007, HSUP – Hrvatska stručna udruga za plin, Zagreb, 2008.
- [6] www.ina.hr, (23.10.2008.)

Adrese autora:

Authors' Adresses:

Dr. sc. **Lidia Hrnčević**
lidia.hrncevic@rgn.hr,
Prof. dr. sc. **Igor Dekanić**
igor.dekanic@rgn.hr,
Dr. sc. **Daria Karasalihović Sedlar**
daria.karasalihovic-sedlar@rgn.hr
Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Pierottijeva 6
10000 Zagreb
Hrvatska

Lidia Hrnčević, D.Sc.
lidia.hrncevic@rgn.hr,
Prof. **Igor Dekanić**, D.Sc.
igor.dekanic@rgn.hr,
Daria Karasalihović Sedlar, D.Sc.
daria.karasalihovic-sedlar@rgn.hr
University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Pierottijeva 6
10000 Zagreb
Croatia

Uredništvo primilo rukopis:
2009-01-22

Manuscript received on:
2009-01-22

Prihvaćeno:
2009-02-05

Accepted on:
2009-02-05