

# Podzemna skladišta prirodnog plina u jugoistočnoj Europi

---

**Pehar, Ines**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:149:176171>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Ines Pehar

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Ines Pehar

**PODZEMNA SKLADIŠTA PRIRODNOG PLINA U  
JUGOISTOČNOJ EUROPI**

**ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada: prof. dr. sc. Igor Sutlović

Članovi ispitnog povjerenstva:

prof. dr. sc. Igor Sutlović

prof. dr. sc. Veljko Filipan

dr. sc. Andrej Vidak

Zagreb, rujan 2020

*Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Igoru Sutloviću na pomoći i strpljenju te izvrsnom mentorstvu tijekom pisanja ovog završnog rada. Posebno zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima koji su mi uvijek bili neizmjerena potpora tijekom ove tri godine studiranja.*

## PODZEMNA SKLADIŠTA PRIRODNOG PLINA U JUGOISTOČNOJ EUROPI

Sažetak rada:

U radu se ukazuje na važnost skladištenja prirodnog plina i njegove uloge u plinskoj infrastrukturi. Opisuje se značaj zemalja jugoistočne Europe za dobavu plina iz različitih pravaca koji su bitni za funkcionalnu plinoopskrbu ostatka kontinenta.

Republika Hrvatska sa svojim položajem i budućim projektima u pogledu diversifikacije dobavnih pravaca prirodnog plina postaje konkurent na europskom tržištu plina te i sama postaje manje ovisna o ruskom plinu. Navedeni su postojeći kapaciteti skladištenja prirodnog plina kao i oni planirani kako u Hrvatskoj tako i u ostalim zemljama regije. Također su spomenuti i svi budući projekti važni za plinifikaciju jugoistočne Europe.

Ključne riječi: prirodni plin, jugoistočna Europa, skladište prirodnog plina

## UNDERGROUND GAS STORAGES IN SOUTHEASTERN EUROPE

### Abstract:

This paper points out the importance of gas storage and its role in gas infrastructure. It describes the significance of countries in southeastern Europe in gas supply from different paths that are necessary for functional provision of gas to the rest of the continent.

Republic of Croatia with her position and future projects in terms of diversification of supply paths for natural gas is becoming a competitor on the European market of gas and beginning to be less dependent on the Russian gas.

All the existent capacities of gas storage are listed as well as the planned ones in Croatia along with the other countries of the region. All the future projects important for the gasification of southeastern Europe are also mentioned.

Key words: natural gas, southeastern Europe, gas storage

## Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 1.1. Prirodni plin.....  | 1  |
| 1.2. Skladištenje prirodnog plina.....                             | 1  |
| 2. OPĆI DIO .....  | 2  |
| 2.1. Važnost skladištenja prirodnog plina u plinskom sustavu ..... | 2  |
| 2.2. Plinski transportni sustav u Republici Hrvatskoj.....         | 5  |
| 2.2.1. Podzemno skladište Okoli .....                              | 6  |
| 2.2.2. LNG terminal Krk kao geostrateški čimbenik .....            | 8  |
| 2.3. Plinifikacija jugoistočne Europe .....                        | 9  |
| 2.4. Podzemna skladišta plina zemalja u regiji .....               | 12 |
| 2.4.1. Mađarska .....  | 12 |
| 2.4.2. Austrija .....  | 14 |
| 2.4.3. Srbija .....  | 15 |
| 2.4.4. Češka.....  | 16 |
| 2.4.5. Rumunjska.....  | 16 |
| 3. ZAKLJUČAK .....   | 19 |
| 4. LITERATURA.....   | 20 |

# 1. UVOD

## 1.1. Prirodni plin

Prirodni plin (ili zemni plin) je najmlađe fosilno gorivo. U prirodi se nalazi većinom samostalno (95% zaliha) ili dolazi zajedno s naftom (naftni ili kaptažni plin).<sup>1</sup> Rabi se prvenstveno kao gorivo u kućanstvima i gospodarstvu te u petrokemijskoj industriji za proizvodnju amonijaka, metanola, formaldehida, vodika, ugljikova monoksida i mnogih drugih kemijskih proizvoda.

Taj energent je, kao i nafta, bio poznat prije više tisuća godina.<sup>2</sup> Prva moderna upotreba prirodnog plina vezana je uz američki grad Fredonia, država New York gdje je napravljena prva bušotina za prirodni plin 1821. godine i osnovana tvrtka za rasvjetu prirodnim plinom.<sup>1</sup>

Prirodni plin je plinska smjesa različitih ugljikovodika od kojih je najveći udio (veći od 90%) metana (CH<sub>4</sub>). U manjim količinama prisutni su ostali ugljikovodici (etan, propan, butan i primjese težih ugljikovodika), te ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) i dušik (N<sub>2</sub>). Porijeklo, vrsta i udio tih primjesa u prirodnom plinu ovise o vrsti matičnih stijena, o utjecaju magmatskih, odnosno hidrotermičkih procesa u litosferi i o procesima migracije prirodnog plina. Metan, kao glavna komponenta prirodnog plina, je bezbojan plin koji gori modrim plamenom.

Prirodni plin je ekološki najprihvatljivije fosilno gorivo jer njegov glavni sastojak, metan, sagorijeva gotovo u potpunosti i pri tome ne nastaje pepeo. Prirodni plin ima manju emisiju ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) od nafte i ugljena, pa se njegovim korištenjem smanjuje emisija stakleničkih plinova. Bitno je napomenuti da njegova ekološka prihvatljivost ne utječe na njegovu iskoristivost, već omogućava manje zagađenje okoliša uz zadržavanje visokog stupnja iskorištenja i komfora uporabe.<sup>3</sup>

## 1.2. Skladištenje prirodnog plina

Prirodni plin je roba koja može biti skladištena u neodređenom vremenskom periodu u podzemnim skladištima plina koja imaju funkciju pohranjivanja (skladištenja) plina u razdoblju manje potrošnje, uobičajeno kasnijem proljeću i ljeti, koja se onda koristi u razdoblju veće potrošnje tijekom zimskih mjeseci u sezoni grijanja.<sup>1</sup>



Metode skladištenja su:

Kriogeno skladište – u spremnicima (UPP) - potrebno je postrojenje za ukapljivanje, ukoliko plin ne dolazi kao UPP

LNG-terminal (eng. Liquefied Natural Gas) je pogon za proizvodnju, pohranu i distribuciju ukapljenog zemnog plina. Zemni plin se hladi na temperaturi ispod  $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ispod njegovog vrelišta, kada prijelazi u tekućinu, pa ga se transportira brodovljem - metanizerima (brodovima-hladnjačama) do prijamnih LNG-terminala, gdje ga se pohranjuje te ponovno pretvara u plinovito stanje.<sup>4</sup>

Podzemno skladište - iscrpljena ležišta, akviferi, solne dome<sup>5</sup>

Sustav podzemnog skladišta plina sastoji se od rudarskih objekata: jednog ili više ležišta u kojima se plin skladišti, radnih bušotina, kontrolno-mjernih bušotina, utisnih bušotina za slojnu vodu, nadzemnog postrojenja, priključnih i spojnih plinovoda.<sup>6</sup> Skladištenje plina integralna je tehnološka i poslovna djelatnost svakoga plinskog sustava, a podzemna skladišta plina temelj su sigurnosti i fleksibilnosti opskrbe.

## **2. OPĆI DIO**

Jugoistočna Europa ima važnu ulogu u plinskom tržištu jer predstavlja glavnu poveznicu novih dobavljača plina i zapadne Europe. Stoga je plinska infrastruktura tog područja od iznimnog značaja jer pridonosi povećanju sigurnosti opskrbe plinom ostatku kontinenta. S obzirom na geopolitičku osjetljivost dobavnih pravaca prirodnog plina koji u Europu stižu pretežito iz Rusije, potrebno je realizirati različite alternativne rute kako bi se postigla diversifikacija dobavnih pravaca. To uključuje svakako postojeće i nove rute ruskog tržišta, kaspijsku regiju (TAP), i sjevernu Afriku, ali i ulaganje i u spremišta prirodnog plina – podzemno skladištenje i LNG terminali.<sup>7</sup>

### **2.1. Važnost skladištenja prirodnog plina u plinskom sustavu**

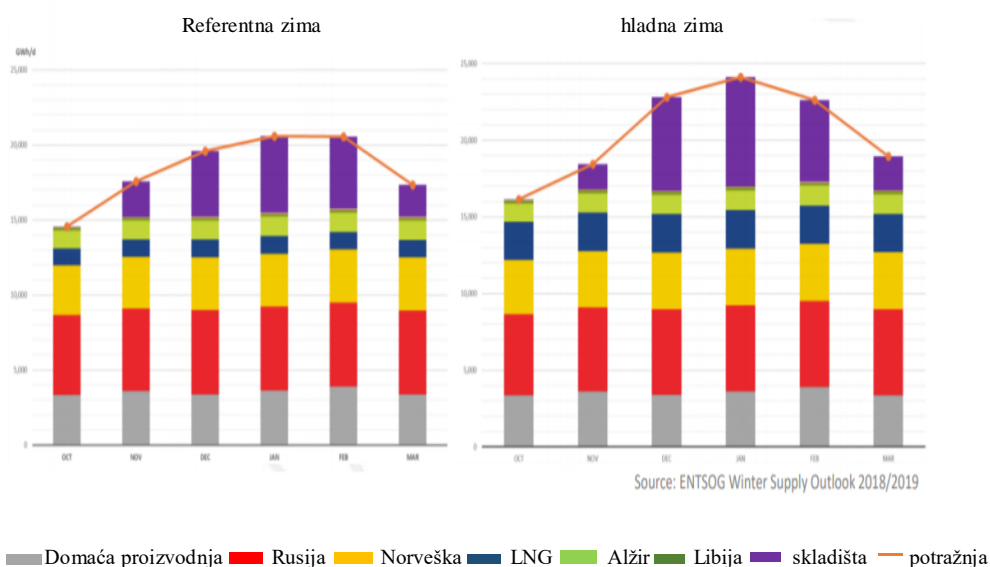
Podzemna skladišta plina su temelj sigurnosti i fleksibilnosti opskrbe plinom, a njihov značaj i uloga ogleđa se u:

1. Uravnoteženju dobave i potrošnje plina (sezonske i dnevne).
2. Optimalnoj (ujednačenoj) proizvodnji plina.
3. Povoljnijoj kupnji plina (satna dinamika dobave jednaka tijekom cijele godine)
4. Djelovanju kao strateška rezerva plina.

Osnovni problem dobave i opskrbe krajnjih potrošača plinom, bilo iz uvoza ili iz domaće proizvodnje, je pojava dnevnih i sezonskih oscilacija u potrošnji, primarno na strani distribucije (široke potrošnje, odnosno kućanstava).

Skladištenje plina u podzemnim, geološkim strukturama – podzemno skladište plina osmišljeno je kao način na koji bi se mogli pohraniti „viškovi“ plina koji se javljaju u toplijem dijelu godine i to u blizini krajnjih potrošača, u velikim količinama, na dugi vremenski period i u istom stanju u kojemu se i koristi, a kako bi se mogli (dijelom ili u cijelosti) iskoristiti u hladnijem dijelu godine kada plina „nedostaje“.<sup>8</sup>

Uvoz, transport, skladištenje i distribucija plina Europskim potrošačima osniva se na postojanju plinske infrastrukture. Skladišta plina su se pokazala kao ključna komponenta ovog složenog sustava jer dopuštaju velike sezonske oscilacije i omogućuju sustavu da se nosi s hladnim zimskim uvjetima (slika 1.). Nadalje, skladišta plina također pružaju fleksibilnost u kraćim periodima primjerice kada dođe do poremećaja u drugim infrastrukturama. Stoga je ključno prepoznati vrijednost ove strukture kao važan dio sustava.



**Slika 1.** Prikaz fleksibilnosti sustava u hladnoj zimi zahvaljujući skladištu plina

S obzirom na to da su smještena blizu potrošača, skladišta predstavljaju 'sigurnosni tampon' u sprječavanju poremećaja u opskrbi (najbrži odziv u odnosu na vrijeme koje je potrebno da plin

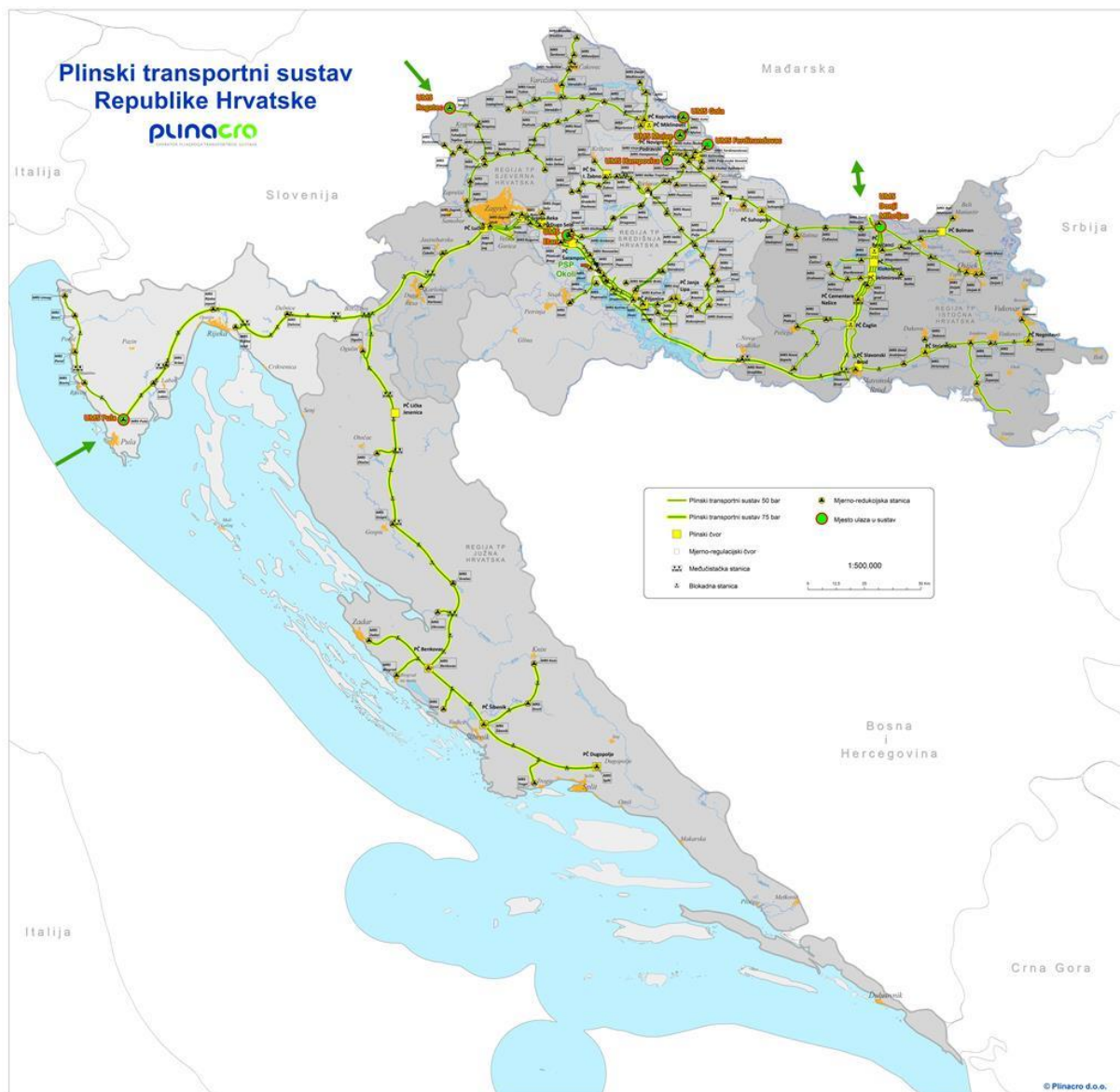
stigne od proizvođača ili terminala za ukapljeni prirodni plin). Također, skladištenje ima stabilizirajući učinak na cijene jer smanjuje izloženost porastu cijena radi naglih promjena u ponudi, odnosno potražnji, ali i kod zaštita od neočekivanih događaja velikog utjecaja kao što su, npr. tehnički kvar (proizvodnje, cjevovoda) ili određeni geopolitički rizik.

Način na koji europski operatori sustava skladišta plina pokušavaju komunicirati s tržištem i prenijeti mu jasnu viziju vrijednosti skladišta vidljiv je u interpretaciji skladišta koje je kao santa leda, gdje je tržišna vrijednost ono što je vidljivo, dok je ono nevidljivo optimizacija plinoopskrbnog sustava i sigurnost opskrbe. Kao takvo, skladište je interesantno trgovcima ako razlika u cijeni plina ljeti i zimi može pokriti troškove skladištenja i financiranja uskladištenog plina te je upravo to njegova osnovna vrijednost. No, uz nju postoji i niz sporednih vrijednosti, gdje korisnik usluge skladištenja plina može iskoristiti različite situacije na tržištu (kupiti povoljno ili prodati plin i sl.).

Važnost skladišta očita je i u politički osjetljivim situacijama, gdje u prvi plan dolazi veća moć pregovaranja. Sve to pomaže da se izbjegnu inače vrlo visoki troškovi vezani uz poremećaje na tržištu plina. Zemlje koje imaju dovoljno skladišnog kapaciteta sasvim sigurno imaju bolju pregovaračku poziciju i manje su osjetljive kod pregovora o strateškim investicijama na globalnoj energetske karti.<sup>9</sup>

Znajući da potražnja i opskrba neće uvijek biti jednake već će se uvijek pojavljivati oscilacije, skladišta plina moraju osiguravati i zadovoljavati potražnje potrošača bez obzira na količinu prirodnog plina u distribucijskoj mreži. Uzevši u obzir i nestabilnosti koje se javljaju na tržištu nafte i plina, razumljivo je da se broj skladišta plina u svijetu povećava.<sup>10</sup>

## 2.2. Plinski transportni sustav u Republici Hrvatskoj



**Slika 2.** Transportni sustav Republike Hrvatske<sup>5 11</sup>

Na slici 2. prikazan je plinski transportni sustav Hrvatske koji uključuje plinovode (75 bar i 50 bar), podzemno skladište plina Okoli i dvije interkonekcije sa susjednim državama: Rogatec sa Slovenijom i Donji Miholjac sa Mađarskom.

Početkom 2020. godine otvorena je prva kompresorska stanica na plinskom transportnom sustavu Republike Hrvatske u Velikoj Ludini.

Puštanjem ove kompresorske stanice u rad omogućena je uspostava stalnog dvosmjernog kapaciteta na postojećoj interkonekciji između Hrvatske i Mađarske, što će omogućiti i otpremu

plina s budućeg LNG terminala na Krku i mogućih novih izvora plina prema Mađarskoj i trećim zemljama.

Pored toga, njome je osigurana i fleksibilnost upravljanja postojećim transportnim kapacitetima i njihovo racionalno povećanje sukladno potrebama tržišta. Riječ je o investiciji vrijednoj 209,5 milijuna kuna.<sup>12</sup>

U planu je i izrada interkonekcije s Bosnom i Hercegovinom. Radi se o projektu Južna interkonekcija, plinovoda duljine 160 km na pravcu Zagvozd - Posušje - Novi Travnik s odvojkom za Mostar, za koji je izrada započela u kolovozu 2019. godine, kako je bilo i planirano.

Republika Hrvatska zasad raspolaže samo jednim podzemnim skladištem plina, u mjestu Okoli 50 km jugoistočno od Zagreba čiji je kapacitet oko 600 milijuna prostornih metara, a njime danas upravlja nacionalni operator skladišnog sustava - Plinacrova tvrtka kći Podzemno skladište plina d.o.o. Zbog svojih karakteristika tj. ograničenog kapaciteta povlačenja to skladište ne može u potpunosti pokriti vršnu potrošnju tijekom vrlo hladnog vremena što se mora nadomještati interventnim uvozom plina. Stoga se planira izgradnja još dva skladišta plina u Grubišnom Polju i Beničancima.<sup>1</sup>

### 2.2.1. Podzemno skladište Okoli

Podzemno skladište plina Okoli u probni je rad pušteno krajem 1987. godine, a u travnju 1988. započeo je prvi ciklus utiskivanja plina. Nakon više od 20 godina poslovanja u sastavu Ine podzemno se skladište plina Okoli početkom prosinca 2008. godine organizira u društvo Podzemno skladište plina d.o.o.

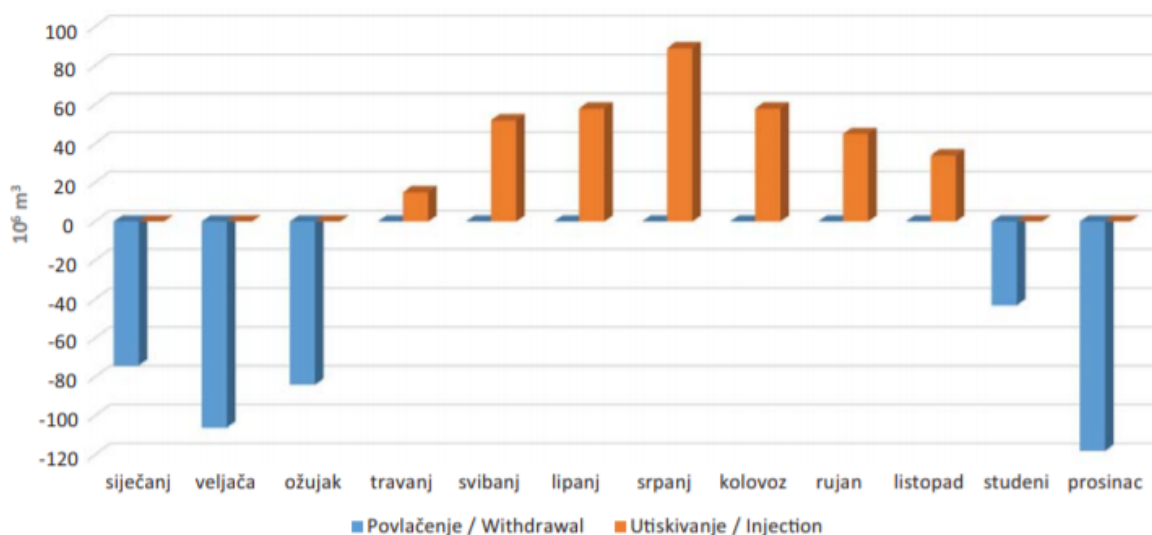
Ubrzo potom, 30. siječnja 2009. godine, nakon potpisivanja Ugovora o kupoprodaji poslovnog udjela u društvu Podzemno skladište plina d.o.o. s Inom, Plinacro stječe stopostotni vlasnički udio u tvrtki čija je osnovna djelatnost skladištenje prirodnog plina.<sup>11</sup>

**Tablica 1.** Tehničke karakteristike PSP-a Okoli<sup>5</sup>

|                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| radni volumen skladišta          | 553 mil. m <sup>3</sup>        |
| maksimalni kapacitet utiskivanja | 3,84 mil. m <sup>3</sup> / dan |
| maksimalni kapacitet povlačenja  | 5,76 mil. m <sup>3</sup> / dan |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| <b>Tehnološki proces odvija se u dva ciklusa:</b> |                           |
| <b>ciklus utiskivanja (travanj – listopad):</b>   |                           |
| minimalni kapacitet                               | 30.000 m <sup>3</sup> /h  |
| maksimalni kapacitet                              | 160.000 m <sup>3</sup> /h |
| <b>ciklus povlačenja (listopad – travanj):</b>    |                           |
| minimalni kapacitet                               | 20.000 m <sup>3</sup> /h  |
| maksimalni kapacitet                              | 240.000 m <sup>3</sup> /h |

U fondu skladišta je 37 bušotina od čega su 26 radne bušotine, 9 je mjernih bušotina (za praćenje stanja ležišta) te dvije utisne bušotine za povratno utiskivanje ležišne vode. Maksimalni satni kapacitet povlačenja plina iznosi 240 000 m<sup>3</sup> /h, a puštanjem u rad nove kompresorske jedinice MK-5N pogonjene elektromotorom, povećan je maksimalni kapacitet utiskivanja plina te sada iznosi 180 000 m<sup>3</sup> /h. Završetkom projekta nadogradnje kompresorske stanice povećan je maksimalni kapacitet utiskivanja, dobiveni su rezervni kapaciteti, omogućena je diversifikacija pogonskog energenta u smislu da se za rad pogonskog motora kompresora može koristiti prirodni plin ili električna energija, te se značajno poboljšao utjecaj na okoliš u smislu smanjene emisije štetnih plinova. Razina zapunjenosti skladišta na kraju prosinca 2018. godine bila je 65 milijuna m<sup>3</sup> manja nego istog dana prethodne godine.



**Slika 3.** Rad PSP Okoli u 2018. godini

Na slici 3. je prikazan rad podzemnog skladišta plina Okoli za 2018. godinu. Na slici možemo vidjeti u kojem se mjesecu vršilo utiskivanje koje je prikazano narančastim stupcima, a u kojim mjesecima se vršilo povlačenje koje je prikazano plavim stupcima. Tijekom 2018. godine u

skladište je utisnuto ukupno 366 milijuna m<sup>3</sup> plina, a tijekom ciklusa povlačenja povučeno je 418 milijuna m<sup>3</sup> plina.<sup>13</sup>

Tvrtka Podzemno skladište plina priprema izgradnju novog skladišta plina za vršnu potrošnju. Naime, budući da je krajem veljače 2018. godine Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta Republike Hrvatske proglasilo izgradnju vršnog skladišta plina u Grubišnom Polju strateškim investicijskim projektom, nacionalni operator sustava skladišta plina – tvrtka Podzemno skladište plina nastavila je s izvođenjem rudarsko-remontnih radova na bušotinama eksploatacijskog polja ugljikovodika Grubišno Polje, što je ujedno i preduvjet realizacije izgradnje budućega vršnog skladišta plina Grubišno Polje. Tako se, u okviru istražnih radova koje tvrtka PSP provodi na lokaciji eksploatacijskog polja ugljikovodika „Grubišno Polje“, obavljaju rudarski radovi i mjerenja na dvije postojeće istražne bušotine. Osnovni cilj tih mjerenja jest kvalitetna evaluacija eksploatacijskog polja i ležišta ugljikovodika. Za potrebne rudarske radove i mjerenja izrađeni su odgovarajući rudarski projekti na osnovi kojih je mjerodavno Ministarstvo zaštite okoliša i energetike RH odobrilo njihovo provođenje.<sup>14</sup>

### **2.2.2. LNG terminal Krk kao geostrateški čimbenik**

Hrvatski LNG terminal u Omišlju projekt je od europskog značaja, a taj status i službeno je verificiran uvrštenjem na listu europskih projekata od zajedničkog interesa. U financijskom smislu Europska unija je realizaciju projekta podržala sa 101,4 milijuna eura bespovratnih sredstava, namijenjenih tome da investiciju učine financijski održivom. Koji je interes Europske unije za krčki terminal, nije teško zaključiti, s obzirom na to da bi on trebao omogućiti alternativni dobavni pravac prirodnog plina za srednju i jugoistočnu Europu, na taj način povećati tržišnu konkurenciju u tom sektoru, pozitivno utjecati na cijene tog energenta te na sigurnost dobave.<sup>15</sup>

Taj dugo odlagani terminal za ukapljeni prirodni plin (UPP) na Krku Hrvatsku bi mogao pretvoriti u vodeću energetska silu u regiji.

SAD, koje guraju vlastite LNG planove za Europu, podržavaju slične projekte u Poljskoj i Njemačkoj kao način da se oslobode ovisnosti od ruskog plina. Terminal povećava značenje Hrvatske u geopolitici jugoistočne Europe. Osim na sjeveru Poljske, središnja Europa će sada dobiti pristup na dodatnom terminalu za LNG na jadranskoj obali i time Krk postaje prolaz Hrvatske za politiku središnje i istočne Europe. Kako EU

smanjuje vlastitu proizvodnju plina, ona će sve više ovisiti od uvoza u naredna dva desetljeća, što znači da će sadašnji izbori imati dugoročne posljedice za buduće putove opskrbe, energetsku i širu geopolitiku.<sup>16</sup>

### **2.3. Plinifikacija jugoistočne Europe**




Sve više novih plinovoda u okruženju, neizvjesnost na Bliskom istoku, terminal za LNG koji sve više dobiva obrise, sheme obveznih ušteda na energiji za opskrbljivače i distributere plina, otvaranje tržišta plina i za kategoriju kućanstava.

Ove godine je u pogon službeno pušten plinovod Turski tok kojim ruski prirodni plin ispod Crnog mora dolazi izravno do Jugoistočne Europe, zaobilazeći Ukrajinu, a već od prvog dana nove godine plin je kroz taj plinovod već počeo stizati u Grčku, Bugarsku i Sjevernu Makedoniju.<sup>17</sup>

Za povećanu plinifikaciju u jugoistočnoj Europi bit će potreban paralelni razvoj podzemnih skladišta plina. Nakupljanje mnogih malih opterećenja na distribucijskoj mreži će povećati i sezonsko opterećenje na plinski sustav i vršnu potrošnju kao odgovor na niske temperature. Očekuje se da će se pojaviti velika potražnja za kapacitetima skladišta kada poraste potražnja za plinom te plinifikacija sedam zapadnih tržišta jugoistočne Europe: Albanija, BIH, Hrvatska, Kosovo, Makedonija, Crna Gora i Srbija. Bugarska će plinifikacijom isto povećati potražnju za skladištima, dok je Rumunjska malo zrelije tržište koje je relativno opskrbljeno skladištima.<sup>7</sup>





|   |              |                                   |
|---|--------------|-----------------------------------|
|  | Funkcionalni | postojeći objekt                  |
|  | U izgradnji  | novi objekt/proširenje/dekomisija |
|  | Planirani    | novi objekt/proširenje            |

**Slika 4.** Podzemna plinska skladišta u jugoistočnoj Europi (Gas Infrastructure Europe 2018.)<sup>18</sup>

Na slici 4. prikazana je plinska infrastruktura jugoistočne Europe na kojoj se mogu primijetiti funkcionalna podzemna skladišta, kao i ona u izgradnji i planirana (Grubišno Polje u Hrvatskoj). Na karti su također naznačena dva buduća bitna plinovoda na tom području : IAP ( Ionian Adriatic Pipeline) i TAP (Trans Adriatic Pipeline).

**Tablica 2.** Radni volumeni plina u podzemnim skladištima u Europi (izraženo u TWh<sup>1</sup>)<sup>19</sup>

|                          | funkcionalni      | U izgradnji  | planirani     | UKUPNI          |
|--------------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------------|
| Austrija                 | 92,22             |              |               | 92,22           |
| Belgija                  | 9,00              |              |               | 9,00            |
| Bugarska                 | 6,27              |              | 11,42         | 17,69           |
| Hrvatska                 | 5,81              |              | 0,60          | 6,41            |
| Češka                    | 40,52             | 2,06         |               | 42,58           |
| Danska                   | 10,35             |              |               | 10,35           |
| Francuska                | 133,11            |              | 4,10          | 137,21          |
| Njemačka                 | 260,35            | 0,00         | 9,68          | 270,03          |
| Grčka                    |                   |              | 3,86          | 3,86            |
| Mađarska                 | 67,51             |              |               | 67,51           |
| Italija                  | 195,00            | 32,79        | 40,75         | 268,54          |
| Latvija                  | 24,15             |              |               | 24,15           |
| Nizozemska               | 129,9339          |              | 0,85          | 130,78          |
| Poljska                  | 35,85             | 1,67         | 9,00          | 46,52           |
| Portugal                 | 3,57              | 0,00         |               | 3,57            |
| Rumunjska                | 33,59             |              | 12,54         | 46,13           |
| Slovačka                 | 35,59             |              | 3,61          | 39,19           |
| Španjolska               | 31,98             |              |               | 31,98           |
| Švedska                  | 0,10              |              |               | 0,10            |
| Ujedinjeno Kraljevstvo   | 16,46             | 0,38         | 43,54         | 60,38           |
| <b>EU28</b>              | <b>1.131,3577</b> | <b>36,90</b> | <b>139,95</b> | <b>1.308,21</b> |
| Bjelorusija              | 15,44             | 5,52         |               | 20,96           |
| Ruska federacija         | 23,82             |              |               | 23,82           |
| Srbija                   | 4,53              |              | 5,54          | 10,07           |
| Turska                   | 35,02             |              | 100,89        | 135,91          |
| Ukrajina                 | 333,40            |              |               | 333,40          |
| <b>Ukupno izvan EU28</b> | <b>412,2181</b>   | <b>5,52</b>  | <b>106,43</b> | <b>524,16</b>   |
| <b>UKUPNO EUROPA</b>     | <b>1.543,5758</b> | <b>42,42</b> | <b>246,38</b> | <b>1.832,37</b> |

Iz tablice 2. je vidljivo da daleko najveći kapacitet skladišta plina posjeduje Ukrajina, zatim Njemačka i Italija. Također se može primijetiti da zemlje jugoistočne Europe – Hrvatska, Srbija, Bugarska i Rumunjska raspolažu relativno malim radnim volumenom skladišta, svega 50,2 TWh, pritom najveći dio – 33,59 TWh pripada Rumunjskoj koja je, kako je već rečeno najzrelije plinsko tržište u regiji.

<sup>1</sup> 1 TWh ≈ 100 milijuna m<sup>3</sup>

Albanija, BiH, Kosovo, Makedonija i Crna Gora uopće ne raspolažu skladišnim kapacitetima prirodnog plina, ali povećanom potražnjom te plinifikacijom tog dijela Europe pitanje je vremena kada će to postati nužno, osobito kada se uzme u obzir da će se teritorijem tih država uskoro realizirati dva nova dobavna pravca.

## 2.4. Podzemna skladišta plina zemalja u regiji

### 2.4.1. Mađarska

#### HGS storage sites



**Slika 5.** Podzemna skladišta prirodnog plina u Mađarskoj

Mađarska trenutno ima četiri podzemna skladišta prirodnog plina čiji je ukupni radni volumen 67,51 TWh. Skladištima upravlja tvrtka Magyar Földgázkereskedő Zrt.

Ciklusi skladištenja:

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| početak utiskivanja | 1. travanj  |
| kraj utiskivanja    | 30. rujan   |
| početak povlačenja  | 1. listopad |
| kraj povlačenja     | 31. ožujak  |

## **Zsana**

- Radni kapacitet: 2170 milijun m<sup>3</sup>
- Kapacitet povlačenja: 28 milijun m<sup>3</sup>/dnevno
- Kapacitet utiskivanja: 17 milijun m<sup>3</sup>/dnevno

## **Hajdúszoboszló**

- Radni kapacitet: 1640 milijun m<sup>3</sup>
- Kapacitet povlačenja: 19,8 milijun m<sup>3</sup>/dnevno
- Kapacitet utiskivanja: 10,3 milijun m<sup>3</sup>/dnevno

Hajdúszoboszló je prijašnje najvažnije nalazište prirodnog plina u Mađarskoj. Period prirodnog plina u Mađarskoj započeo je eksploatacijom izvora pedesetih godina prošlog stoljeća. Na vrhuncu proizvodnje, 1,8 milijardi m<sup>3</sup> prirodnog plina godišnje je eksploatirano iz nalazišta Hajdúszoboszló.

## **Puszaederics**

- Radni kapacitet: 340 milijun m<sup>3</sup>
- Kapacitet povlačenja: 2,9 milijun m<sup>3</sup>/dnevno
- Kapacitet utiskivanja: 2,5 milijun m<sup>3</sup>/dnevno

Puszaederics skladište je tipa pješčanika nastalo za vrijeme Donje Panonije. Objekt je utvrđen koristeći Hahót-Ederics iscrpljeno plinsko polje.

## **Kardoskút**

- Radni kapacitet: 280 milijun m<sup>3</sup>
- Kapacitet povlačenja: 2,9 milijun m<sup>3</sup>/dnevno
- Kapacitet utiskivanja: 2,15 milijun m<sup>3</sup>/dnevno<sup>20</sup>

Na temelju ovih podataka vidljivo je da je najveće podzemno skladište u Mađarskoj Zsana s najvećim radnim kapacitetom, kao i kapacitetom potiskivanja i povlačenja, dok je najmanje Kardoskút.

### 2.4.2. Austrija



**Slika 6.** Podzemna skladišta plina u Austriji u vlasništvu OMV-a

**Tablica 3.** Kapaciteti podzemnih skladišta plina u Austriji u vlasništvu OMV-a

|                     | Schönkirchen | Tallesbrunn | Ukupno              |
|---------------------|--------------|-------------|---------------------|
| Radni volumen (TWh) | 20.72        | 4.52        | 25.24               |
| Povlačenje u MWh/h  | 10,848       | 1,808       | 12,656              |
| Utiskivanje u MWh/h | 7,345        | 1,413       | 8,758 <sup>21</sup> |

Sva skladišta prirodnog plina nalaze se u blizini najvažnijih plinovoda, kao i u blizini velikih gradova poput Beča i Linza.

Baumgarten predstavlja europsko čvorište plinskih pravaca. Preko plinskog čvorišta u Baumgartenu prolazi 1/3 ukupnih količina prirodnog plina, oko 47 milijardi m<sup>3</sup> iz nalazišta koje se nalaze u zapadnom Sibiru i dolaze u europske države. Baumgarten je odabran kao glavno čvorište, ne samo zato što je u blizini granice, nego zato što se pored njega nalaze iscrpljena pliska polja koja mogu poslužiti kao podzemna skladišta prirodnog plina. Kroz Baumgarten ne prolazi samo ruski plin, nego i norveški plin iz nalazišta u Sjevernom moru, kao i plin iz Alžira koji dolazi preko Italije itd. I glavnim plinskim središtem, Baumgartenom, upravlja tvrtka OMV. Na slici 2.4.2.1. možemo vidjeti plinovode koji se pružaju u više smjerova europskog čvorišta Baumgartena.<sup>10</sup>

### **2.4.3. Srbija**

U Srbiji trenutno postoji jedno skladište plina Banatski dvor za koje je planirano proširenje u skoroj budućnosti. Podzemno skladište plina Banatski dvor osnovano je na bazi istoimenog iscrpljenog plinskog nalazišta i danas je jedan od najvećih objekata skladišta plina u jugoistočnoj Europi. Aktivne količine skladištenja podzemnog spremišta iznose 450 milijuna m<sup>3</sup> plina, maksimalna proizvodnja - 5 milijuna m<sup>3</sup> dnevno. Podzemno skladište plina Banatski Dvor također ima potencijal za buduće širenje. Ono je važno kako za sigurnost opskrbe Srbije, tako i za isporuke ruskog prirodnog plina, uključujući i realizaciju projekta Južni tok. Skladište osigurava dodatnu sigurnost izvoznih isporuka ruskog plina u Mađarsku, Srbiju, Bosnu i Hercegovinu.<sup>22</sup>

U skladištu Gazprom drži udio od 51%, a Srbijagas ostatak. Također, u planu je gradnja još dva plinska skladišta u toj zemlji, kapaciteta milijardu m<sup>3</sup> plina, u Itebeju i kod Pančeva. Plin bi Srbiji bio koristan i za izgradnju plinskih elektrana u Beogradu, Nišu i Pančevu. To sve je potrebno jer će se kapacitet postojećeg skladišta Banatski dvor povećati s 450 na 750 milijuna m<sup>3</sup> plina jer bi plin iz Turskog toka kojem će se Srbija priključiti trebao puniti upravo to skladište.<sup>23</sup>

#### 2.4.4. Češka



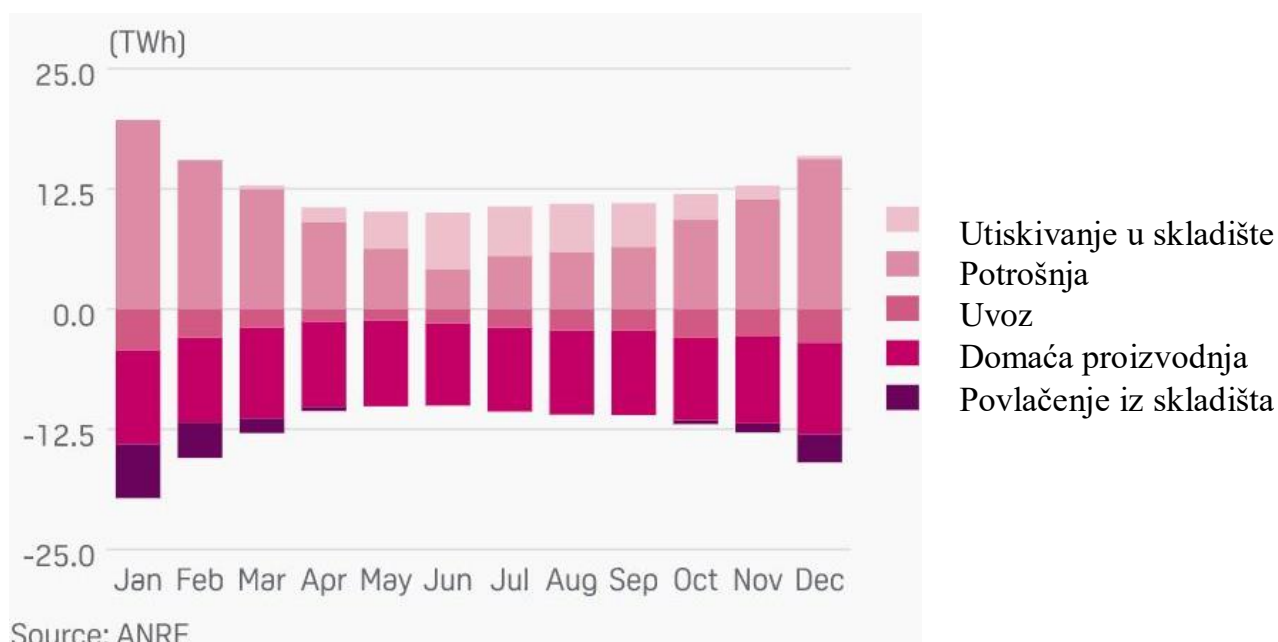
**Slika 7.** Plinska infrastruktura Češke

Češka trenutno ima kapacitet skladišta plina koji može pokriti približno 37% godišnje potrošnje prirodnog plina. Plin je spremljen u devet podzemnih skladišta ukupnog kapaciteta 2931 milijuna m<sup>3</sup>. Obzirom na veličinu ekonomije te zemlje, to ih čini jednim od najvećih kapaciteta skladišta u Europi. Očekuje se da bi se kapacitet trebao povećati i do 3700 milijuna m<sup>3</sup> do 2021.

Češka ima pogodne strukture stijena koje mogu biti potencijalna skladišta prirodnog plina, te upravo Vlada nastoji točno odrediti položaje tih potencijalnih skladišta plina.<sup>24</sup>

#### 2.4.5. Rumunjska

Osim što ima velike kapacitete skladišta prirodnog plina, Rumunjska je veliki proizvođač prirodnog plina. Iz domaće proizvodnje podmiruje više od dvije trećine potreba za orirodnim plinom. Treća je po redu u Europskoj uniji što se tiče proizvodnje – nakon Nizozemske i Njemačke. Odnos proizvodnje, potrošnje i skladištenja može se vidjeti na slici 8.



**Slika 8.** Bilanca plina u Rumunjskoj u 2019.godini<sup>25</sup>

Rumunjska raspolaže sa sedam skladišta plina koja su u funkciji te još četiri planirana. Od postojećih najvećim dijelom upravlja tvrtka Depogaz (nekad Romgaz) s udjelom u ukupnom skladišnom kapacitetu od 90,23%.

Objekti podzemnih skladišta vođeni od strane Depogaz-a:

|                      |         |                              |                  |                         |
|----------------------|---------|------------------------------|------------------|-------------------------|
| <b>Bilciurești</b> – | aktivni | kapacitet: <b>1,310</b> mil. |                  | m <sup>3</sup> /ciklus; |
| <b>Urziceni</b> -    | aktivni | kapacitet: <b>360</b> mil.   | m <sup>3</sup> / | ciklus;                 |
| <b>Bălăceanca</b> -  | aktivni | kapacitet: <b>50</b> mil.    | m <sup>3</sup> / | ciklus;                 |
| <b>Sărmășel</b> -    | aktivni | kapacitet: <b>900</b> mil.   | m <sup>3</sup> / | ciklus;                 |
| <b>Ghercești</b> -   | aktivni | kapacitet: <b>150</b> mil.   | m <sup>3</sup> / | ciklus;                 |

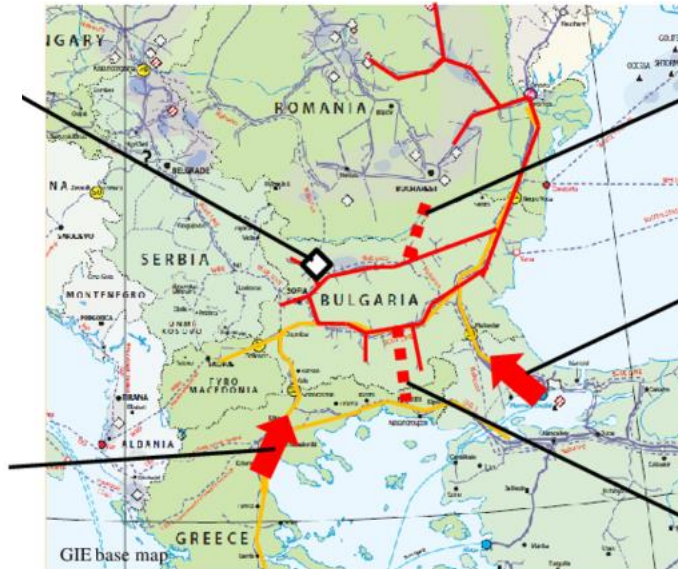
Ukupni aktivni kapacitet: približno **2,770** mil. m<sup>3</sup>/ ciklus.<sup>26</sup>

Ostala skladišta su u vlasništvu tvrtke Depomures.



## 2.4.6. Bugarska

Proširenje  
podzemnog  
skladišta  
Chiren



Interkonekcija  
Rumunjska -  
Bugarska

Obrnuti  
tok iz  
Turske

Obrnuti  
tok iz  
Grčke

Interkonekcija  
Grčka -  
Bugarska

**Slika 9.** Plinska infrastruktura Rumunjske i Bugarske

Bugarska trenutno raspolaže jednim podzemnim skladištem prirodnog plina koji je u fazi širenja i očekuje se završetak radova do 2022. godine.

Podzemno skladište Chiren izgrađeno je na bazi iscrpljenog plinskog polja otkrivenog 1963. u sjeverozapadnoj Bugarskoj. Trenutni radni volumen je 6,27 TWh dok se proširenjem očekuje povećanje do 11,42 TWh. Operacija skladištenja plina je ciklička – utiskivanje započinje u travnju i završi u listopadu dok povlačenje traje od studenog do kraja ožujka. Najveće sezonsko povlačenje je doseglo 390 milijuna m<sup>3</sup>, dok je u zadnje tri godine povlačenje bilo u granicama 300 milijuna m<sup>3</sup> ovisno o potrebama plina u državi.<sup>27</sup>

### 3. ZAKLJUČAK

Potrošnja energije u Europi u proteklih desetak godina smanjivala se kao posljedica politike učinkovitosti korištenja i restrukturiranja energetike u Europskoj uniji. Sve više se koriste obnovljivi izvori energije, smanjuje se upotreba nafte. Međutim civilizacija će još dugo ovisiti o fosilnim gorivima stoga je potrebno poduzeti sve kako bi se smanjio njihov utjecaj na planetu, posebice utjecaj stakleničkih plinova.

Prirodni plin kao najčišći energent bi trebao zauzimati vodeće mjesto u energetici budućnosti. Međutim nalazišta plina kao i nafte su najčešće u vrlo nestabilnim dijelovima svijeta pa tako Europa, čiji je glavni dobavljač prirodnog plina Rusija, mora provoditi diversifikaciju dobavnih pravaca plina jednako kao i drugih energenata.

Tu značajnu ulogu ima jugoistočna Europa koja predstavlja vrata Europske unije te čini glavnu poveznicu dobavljača s istoka i zapadne Europe. Obzirom da i samim zemljama te regije sve više raste potražnja za prirodnim plinom, neupitno je da se treba više ulagati u plinsku infrastrukturu.

S već pokrenutim projektima kao što su plinovodi Turski tok, IAP i TAP, potrebno je ukazati na važnost podzemnih skladišta prirodnog plina kao ključan dio sustava plinoopskrbe što je objašnjeno u ovom radu.

Dobar dio zemalja ove regije u zadnjih nekoliko godina ulaže u infrastrukturu, nove dobavne pravce i proizvodnju. Međutim manje razvijene zemlje i dalje stagniraju po tom pitanju u čemu je možda ključ razvijanja gospodarstva i ekonomije.

## 4. LITERATURA

1. [https://www.fkit.unizg.hr/\\_download/repository/6\\_predavanje\\_Energetika\\_UE\\_prema\\_\\_pred\\_u\\_Power\\_pointu\\_fosilna\\_\\_goriva\\_prirodni\\_plin.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/6_predavanje_Energetika_UE_prema__pred_u_Power_pointu_fosilna__goriva_prirodni_plin.pdf)
2. <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50450>
3. <https://www.ppd.hr/zasto-prirodni-plin-s83>
4. <https://www.elengy.com/en/Ing/what-is-an-Ing-terminal.html>
5. GOSPODARENJE PLINOVIMA 1 Predavanje: TRANSPORT I SKLADIŠTENJE PRIRODNOG PLINA Doc. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Zagreb, 2010.
6. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_06\\_50\\_1006.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_06_50_1006.html)
7. Eppert, Matija. "Budućnost plinskog tržišta jugoistočne Europe : diplomski rad." Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 2012.  
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:295140>
8. <https://www.psp.hr/o-skladistenju-plina>
9. <http://www.energetika-net.com/specijali/izdvajamo/uloga-podzemnog-skladista-plina-na-hrvatskom-trzistu-prirodnog-plina-18749>
10. Putnik, Aleksandra "ULOGA SKLADIŠTA PRIRODNOG PLINA U PLINSKOM SUSTAVU" Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, 2016
11. <https://www.plinacro.hr/default.aspx?id=22>
12. <https://mzoe.gov.hr/vijesti/u-rad-pustena-prva-kompresorska-stanica-na-plinskom-transportnom-sustavu-republike-hrvatske/5730>
13. ENERGIJA U HRVATSKOJ, GODIŠNJI ENERGETSKI PREGLED 2018. Republika Hrvatska Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
14. <http://www.energetika-net.com/specijali/izdvajamo/psp-okoli-spremno-je-za-ogrjevnu-sezonu-27757>

15. <https://novac.jutarnji.hr/aktualno/video-bili-smo-na-gradilistu-najvaznijeg-energetskog-projekta-jugoistocne-europe/9656215/>
16. <https://www.dw.com/hr/terminal-na-krku-usred-geopoliti%C4%8Dke-bitke-za-europu/a-46572622>
17. <http://www.energetika-net.com/specijali/predstavljamo/sve-je-vise-izazova-u-plinskom-gospodarstvu-29765>
18. Gas Infrastructure Europe STORAGE MAP 2018
19. <https://www.gie.eu/index.php/gie-publications/databases/storage-database>
20. <http://www.magyarfoldgaztarolo.hu/en/Tevekenysegunk/Gaztarolok>
21. <https://www.omv-gas-storage.com/en/storage-austria>
22. <http://www.sogaz.co.rs/rs/more-about-clients/>
23. <http://www.energetika-net.com/vijesti/plin/srbija-zeli-biti-plinski-hub-za-ovaj-dio-balkana-28608>
24. <https://www.noerr.com/en/newsroom/News/Underground%20gas%20storage%20in%20the%20Czech%20Republic>
25. <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/natural-gas/041720-romania-hungary-gas-link-failure-augurs-ill-for-new-black-sea-projects>
26. <https://www.depogazploiesti.ro/en/about-us/profile>
27. <https://www.bulgartransgaz.bg/en/pages/chirenobshta-107.html>

## ŽIVOTOPIS

██ Osnovnu i glazbenu školu sam završila u Čitluku 2013. Nakon toga upisujem opću gimnaziju u Srednjoj školi dr. fra Slavka Barbarića također u Čitluku, koju završavam 2017. godine. Iste godine sam upisala Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu, studij Kemijsko inženjerstvo. Stručnu praksu sam odradila u DugaTehni u Čitluku. Govorim engleski i talijanski jezik.