



Review

Underground Gas Storage - Reliability of Energy Security

Подземно складиште гаса - Поузданост енергетске сигурности

М. М. Зечар^{*1}¹Друштво инжењера у Зрењанину

Abstract: The current geopolitical situation in the world confirms that the struggle for possession of mineral and energy resources is the most common reason for confrontations and conflicts across the planet.

Usually, natural gas and oil represents the most important energy resources, especially for powerful countries. Therefore, having sufficient capacities of underground gas storage is of particular importance in the economy and industry of each country.

This professional paper discusses the issue of uneven consumption of natural gas, the strategic importance of underground gas storage and the necessity of its construction in order to resolve the discrepancy between production and consumption, optimal exploitation of gas deposits, security and supply of gas, especially to large consumers, reducing production costs and leasing storage facilities, and more efficient use of the gas transportation and distribution system.

The intention of this article is to demonstrate the justification for building and possessing the necessary underground gas storage capacities, which would enable and guarantee the smooth functioning of the energy and industrial system of every country, including Serbia, especially in emergency conditions.

Keywords: deposit, storage, production, reserves, consumption

Анстракт: Актуелно геополитичко стање у свету само потврђује да је борба за поседовањем минералних и енергетских ресурса најчешћи разлог за конфронтације и сукобе широм планете.

Природни гас, уз нафту, обично представља најважнији енергетски ресурс, посебно моћних држава. Због тога је поседовање довољних капацитета за подземно складиштење гаса од посебне важности у привреди и индустрији сваке земље.

У овом стручном раду се разматра питање неравномерне потрошње природног гаса, стратешки значај подземног складишта гаса и неопходност његове изградње у циљу решавања несклада између производње и потрошње, оптималне експлоатације гасних лежишта, сигурности и снабдевања гасом, посебно великих потрошача, смањења трошкова производње и закупа складишта, ефикаснијег коришћења система за транспорт и дистрибуцију гаса.

Намера је да се покаже оправданост изградње и поседовања неопходних капацитета подземног складишта гаса које би омогућило и гарантовало несметано функционисање енергетског и индустријског система сваке земље, па тако и Србије, посебно у ванредним условима.

Кључне речи: лежиште, складиште, производња, резерве, потрошња

1 УВОД

Природни гас, као један од основних енергетских ресурса је и данас најатрактивнији енергент у свету и код нас, што претпоставља и знатно већу потрошњу, односно увоз гаса,

имајући у виду ограничене производне могућности домаћих гасних лежишта.

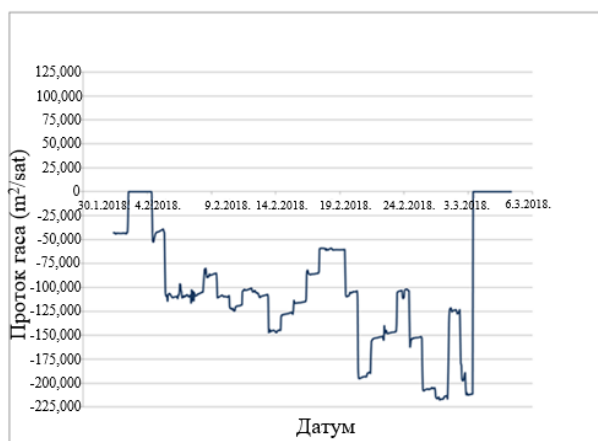
Удео гаса у укупној потрошњи енергије у свету износи 24%, само 3% мање од удела угља, што довољно говори о важности овог енергента у светским размерама (Графикон 1).



Графикон 1 – Структура потрошње енергије у свету

Знајући предности употребе природног гаса у односу на остале енергенте, може се рећи да је природни гас енергент садашњости и будућности.

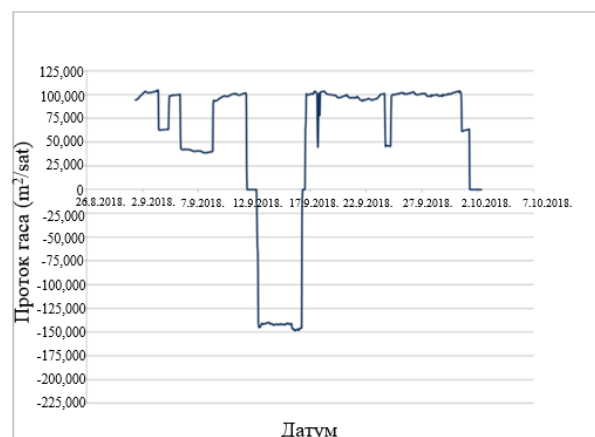
Велики индустријски потрошачи, којима је природни гас основна сировина за производњу морају бити посебно заштићени од варијација у снабдевању гасом. Њихова основна стратегија је обезбеђење континуираног снабдевања гаса са притиском према коме су пројектована постројења, без значајних осцилација (колебања). Међутим, те осцилације се реално догађају, некада и на дневном нивоу (Слика 1 а)), а Подземним складиштем гаса се ризици смањују и елиминишу (Слика 1 б)).



Слика 1 а) Усклађивање односа између потрошње гаса и постојећих ресурса (сезонски, месечно, дневно, у току данља)

Управо из наведених разлога, НИС-Нафтагас и енергетски сектор Р. Србије је средином осамдесетих година прошлог века кренуо са пројектом изградње Подземног складишта гаса на гасном пољу Банатски

Двор, које је изабрано као најбоље између неколико потенцијалних кандидата.



Слика 1 б) - Смањење и елиминисање ризика недостатка снабдевања гасом

Сва последња дешавања у бившој држави, санкције и ратно стање, су условили да се Пројекат изградње ПСГ Банатски Двор реализује четврт века касније, тј. 2011. године.

Подземно складиште гаса у нафтно-геолошком смислу је простор у геолошкој формацији, у чијем се порном простору може створити вештачка акумулација гасовите минералне сировине.

Претпоставка стварања вештачке акумулације је пре свега повољан структурни облик дефинисан геолошким елементима (Слика 2.):

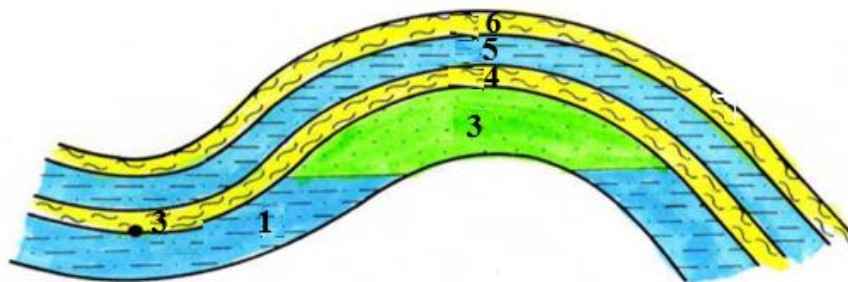
- Стене са добрим колекторским особинама;
- Заштитне (повлатне стене) без колекторских особина;
- Минералне сировине које ће бити акумулиране у стене са колекторским својствима.

Као најповољнија геолошка формација за складиште гаса је исцрпљено, односно делимично исцрпљено лежиште нафте или гаса, јер су у њему утврђени и познати сви битни фактори и параметри који омогућавају акумулацију угљоводоника.

Подземно складиште гаса може да се изгради и у воденом басену (аквиферу), уколико се пронађе повољан структурни облик са свим геолошко-технолошким елементима складишта.

Такође, Подземно складиште гаса може да се изгради и у саним домама и напуштеним

рудницима.



Slika 2 - Подземно складиште природног гаса

2 ЕЛЕМЕНТИ ПОДЗЕМНОГ СКЛАДИШТА ГАСА

Основни геолошко-технолошки елементи једне вештачке акумулације, односно, подземног складишта гаса (ПСГ) су:

1. Водоносни басен;
2. Лежиште – подземно гасно складиште;
3. Превојна тачка;
4. Заштитне стене складишта;
5. Горњи водоносни слој;
6. Заштитне стене горњег водоносног слоја.

Водоносни басен лежишта-складишта одређује режим у лежишту и има директан утицај на распон притиска у складишту, уток и смер утока воде, а индиректно и на остале параметре.

Лежиште - подземно гасно складиште, својим карактеристикама утиче на највећи број параметара, од којих су најважнији максимални капацитет складишта, јастучни гас, број и распоред бушотина, као и њихове производне карактеристике.

Превојна тачка дефинише максималну могућу запремину складишта.

Заштитне стене складишта обезбеђују његову херметичност.

Горњи водоносни слој и заштитне стене горњег водоносног слоја су фактори сигурности, чије су функције да акумулирају и задрже ускладиштен гас, уколико неким случајем дође до његовог пробоја кроз заштитне стене складишта или дуж цементне облоге експлоатационих колона.

3 КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИЗБОР ПОДЗЕМНОГ СКЛАДИШТА ГАСА

Избор лежишта - објекта за подземно складиште гаса претставља прву и најважнију техничку одлуку. Одабрани објекат својом грађом, карактеристикама колектор стена и заштитних стена одређује целокупну концепцију складиштења гаса, па се из тог разлога избору лежишта поклања највећа пажња.

Основни параметри који зависе од изабраног објекта, односно гасног лежишта су:

- Максимални капацитет складишта;
- Максимални притисак у лежишту;
- Притисак пробоја заштитних стена;
- Број и распоред бушотина;
- Распон лежишних притисака у циклусима утискивања и прозводње;
- Капацитет и снага компресора;
- Надземне инсталације;
- Удаљеност од магистралних гасовода или већих потрошача.

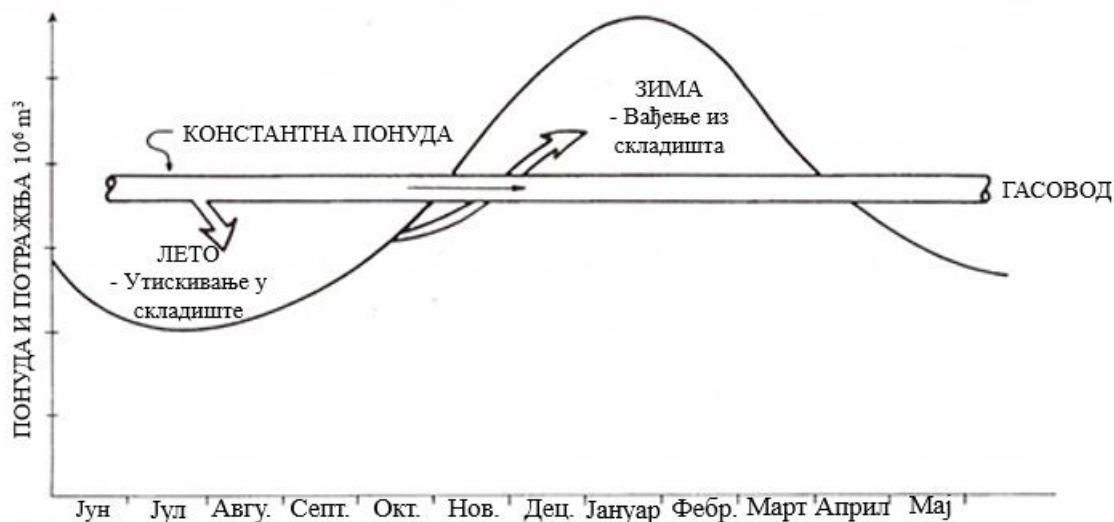
Критичан фактор у пројектовању складишта је одређивање максималног радног притиска на основу притиска пробоја заштитне стене. Величином притиска пробоја лимитирана је вредност максималног притиска у складишту, који се не сме премашити за време ињектирања и производње, поготово при крају пуњења лежишта.

4 ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИСАЊА ПОДЗЕМНОГ СКЛАДИШТА ГАСА

Основни принцип функционисања подземног складишта гаса је да у летњем периоду, када су потребе за гасом најмање и гас најјефтинији, утискује гас у постојеће

лежиште, користећи снагу компресорских јединица, да би се та иста утиснута количина гаса експлоатисала, “вадила” из лежишта у

зимском периоду, када су потребе највеће (Слика 3).



Слика 3. Улога гасног складишта у снабдевању тржишта гасом

При овом процесу морају бити задовољни следећи услови:

- Крајње ускладиштене количине гаса не смеју бити веће од почетних резерви гаса;
- После одређене производње активног гаса у току зиме, лети се мора утиснути иста количина гаса;
- Највећи притисак који се постигне на крају пуњења лежишта не сме бити већи од максимума одређеног на основу непропусности заштитне стене (притиска пробоја) (Слика 2).

У прогнози контакта гас - вода, на крају пуњења лежишта, треба водити рачуна о томе да не дође до преливне тачке приликом кретања истог.

5 ЗНАЧАЈ СКЛАДИШТА У ФУНКЦИЈИ ПОВЕЋАЊА ПРОИЗВОДЊЕ И ПОТРОШЊЕ ПРИРОДНОГ ГАСА

Природни гас и чврста горива су једини облици енергије који се могу непосредно употребљавати без енергетске трансформације, чиме се остварује висок учинак при њиховом коришћењу. Остали облици енергије морају се трансформисати у погодније облике, што захтева изградњу постројења за енергетске трансформације уз веће или мање губитке енергије и уз додатне инвестиције. Употреба

природног гаса има значајних еколошких предности, нарочито у великим урбаним срединама, јер је емисија штетних састојака при његовом коришћењу занемарљива.

5.1 ПРОИЗВОДЊА И РЕЗЕРВЕ ПРИРОДНОГ ГАСА У СВЕТУ

Откривене резерве, производња и потрошња природног гаса у свету имају наглашен тренд раста. Имајући у виду да се резерве природног гаса, како доказане тако и потенцијалне, значајно повећавају, логично је очекивати да ће и потрошња природног гаса пратити овај тренд, те да ће природни гас све више добијати на значају, узимајући у обзир чињеницу да ће потрошња енергије у овом веку расти. Доказане резерве природног гаса у свету значајно су расле у последњих 70 година.

Развој и примена нових технологија при истраживању и прозводњи гаса, као што се види, допринела је значајном повећању резерви, које већ задовољавају потражњу до краја овог века (рачунајући садашњи ниво потрошње).

Процењене додатне користи резерве природног гаса значајно континуално расту, надмашују потенцијалне резерве нафте и требало би да задовоље потражњу у следећем веку.

Државе са највећим доказаним резервама природног гаса су:

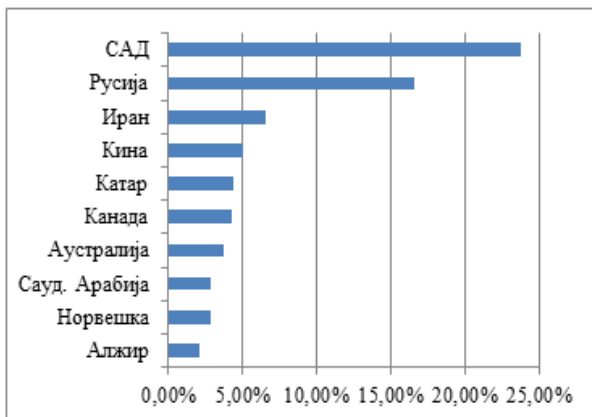
- Русија око 20 %
- Иран око 17 %
- Катар око 13 %

од укупно доказаних светских резерви гаса (Табела 1).

Табела 1 – Државе са највећом производњом гаса у 2020. и 2023. години

Држава	2020.	2020. 10 ⁹ м ³	2023. 10 ⁹ м ³
САД	23,7%	914,6	924,1
Русија	16,6%	638,5	670,1
Иран	6,5%	250,8	245,0
Кина	5,0%	194,0	88,6
Катар	4,4%	171,3	129,5
Канада	4,3%	165,2	237,0
Аустралија	3,7%	142,5	175,4
Сауд. Арабија	2,9%	112,1	83,7
Норвешка	2,9%	111,5	97,6
Алжир	2,1%	81,5	84,5

Највећи произвођачи гаса у свету су: САД (са течним гасом), Русија и Иран, чије производне количине су ограничене геополитичким односима у свету и економским санкцијама од стране већине западних земаља, Графикон 1.



Графикон 1 – Производња природног гаса 2020. године

У раздобљу од 1950. године до данас производња гаса у свету је увећана за више од 10 пута, а резерве преко 20. Тренд пораста производње наставио се и до садашњег времена.

5.2 ПОТРОШЊА ПРИРОДНОГ ГАСА

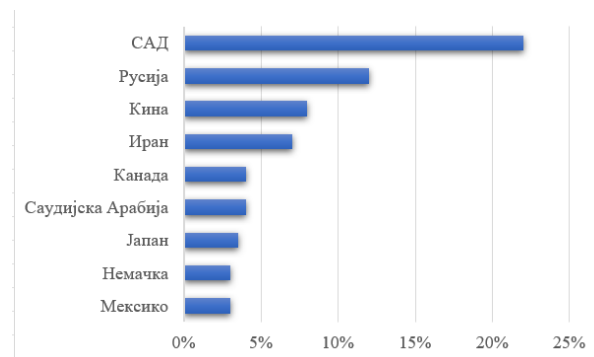
Највећи произвођачи природног гаса су уједно и највећи потрошачи (САД, Русија,

Кина и Иран), мада разлика између производње и потрошње у зависности од региона може бити и велика.

Очекује се да велики пораст потрошње природног гаса у апсолутном износу буде везан за сектор производње електричне енергије, док ће значајан удео бити и у сектору производње топлотне енергије, где ће се све више истискивати остала фосилна горива.

Потрошња гаса у свим секторима бележи раст у апсолутном износу, али удели појединих сектора у укупној потрошњи гаса се мењају. Тако, према предвиђањима, доћи ће до пада удела широке потрошње у укупној потрошњи гаса, јер је она већ достигла високо учешће у многим земљама (40% и више), док у великој већини земаља треба очекивати пораст удела малих потрошача у укупној потрошњи гаса.

Државе са највећом потрошњом гаса у 2020. години приказане су на Графикону 2. Удео гаса у укупној потрошњи енергије порашће у већини региона, а нарочито у земљама Западне Европе.



Графикон 2 - Потрошња природног гаса

5.3 ПРОИЗВОДЊА, ПОТРОШЊА, УВОЗ И СКЛАДИШТЕЊЕ ПРИРОДНОГ ГАСА У СРБИЈИ

У Табели 2 дате су вредности домаће производње гаса, увоз гаса, потрошња, као и количине утиснуте и истиснуте из подземног складишта.

Србија је слабо гасифицирана земља. Нарочито је мала гасифицираност домаћинства и мале привреде. Разлог томе је веома касно започет процес гасификације и неизграђена дистрибутивна мрежа.

Табела 2 - Домаћа производња, увоз и потрошња гаса (у милионима m^3)

Година	Домаћа производња*	Увоз	Потрошња	Истиснуто из складишта	Утиснуто у складиште
2018	335	2.069	2.204	241	218
2019	293	2.197	2.490	119	258
2020	265	2.164	2.405	289	203
2024	328	2.969	2.490		
* Испоручено потрошачима.					

Извор: Агенција за енергетику Србије

Национални план за смањење емисије главних загађујућих материја које потичу из старих великих постројења за сагоревање, предвидео је да се активности воде сходно Директиви 210/75/ЕУ Европског парламента и Савета о индустријским емисијама. То значи да треба уређајима смањити емисије штетних гасова и затварати рад старих постројења на угаљ.

Због потребе повећања производних капацитета, уз истовремено ограничавање емисије штетних гасова у атмосферу, да би прешла на друго фосилно гориво које има мању емисију штетних гасова, Електропривреда Србије је израдила „Анализу оправданости изградње и избор потенцијалних локација гасно-парних постројења у Србији“, која предвиђа изградњу термоелектрана са когенерацијом у комбинованим гасно-парним постројењима у више градова Србије. Укупно инсталисана снага ових постројења је 1.150 MW, а процењена потрошња гаса око 2,5 милијарде m^3 годишње.

Очекује се знатно повећање потрошње природног гаса у Србији и предвиђа се да ће 2030. годишња потрошња гаса бити изнад 4,5 милијарди m^3 , а 2040. године око 6,0 милијарди m^3 годишње.

5.3.1 Улога Подземног складишта гаса

Достигнути ниво коришћења природног гаса чини га значајним елементом енергетског система сваке земље, па тако и наше. Када се овоме дода тренд значајног повећавања производње и потрошње природног гаса на основу доказаних и потенцијалних резерви, онда природни гас са свим наведеним предностима у коришћењу у односу на остале

конвенционалне енергенте, с правом носи епитет “енергент будућности”.

Тиме и улога Подземног складишта гаса постаје значајнија, јер се њиме на најбољи начин решава несклад производње и променљиве потрошње гаса, која зависи, пре свега, од великих индустријских потрошача, од радних циклуса (дан - ноћ, радни - нерадни дан, лето - зима).

Подземно складиште гаса може осигурати потрошњу за дужи период, независно од сопствене производње гаса, или његовог увоза. Истовремено, омогућује оптималну експлоатацију гасних лежишта и висок коефициент искоришћења, односно равномерну производњу без драстичних осцилација.

Подземним складиштем гаса се избегава наплаћивање према принципу “преузми или плати” за уговорене а непреузете количине гаса, односно принцип “вози или плати” за неискоришћени транзит.

Из наведених разлога све развијеније земље поседују складишне капацитете око 30% у односу на потрошњу гаса, док би минимални капацитет складишта морао да задовољи 10 - 15% укупне потрошње гаса.

6 ЗАКЉУЧАК

- Поседовање Подземног складишта гаса омогућава стабилно снабдевање гасом свих потрошача, као и стабилност комплетног енергетског система, оптимално функционисање гасоводног система, континуални увоз и боље снабдевање потрошача, посебно великих

индустријских потрошача у зимском периоду;

- Функционисањем Подземног складишта гаса потпуно се заокружује технолошки концепт целокупног гасоводног система (производња, транспорт, дистрибуција), чиме се осигурава виши степен искориштења система и оптималан однос производња - потрошња;
- Са поседовањем довољних капацитета Подземног складишта гаса се искључује потреба за закупом складишних капацитета у иностранству, или се своди на најмању меру, што представља смањење трошкова, као и великог ризика због зависности снабдевања гасом од страног закупца;
- Њиме се омогућује куповина гаса по повољнијим ценама у летњем периоду;
- У Србији је до сада изграђено једно подземно складиште гаса ПСГ Банатски Двор, које је у потпуности оправдало своје постојање и уложена средства као предуслов изградње магистралних гасовода, односно гасификације било ког региона у Србији;
- Садашњи капацитет ПСГ Банатски Двор је недовољан за потпуну сигурност у функционисању гасоводног система и континуираног снабдевања потрошача гасом, посебно у ванредним условима, па би било неопходно повећати складишне капацитете. То значи да би требало реализовати другу фазу пројекта ПСГ Банатски Двор (што је у току), чиме би му се знатно повећао складишни капацитет, а тиме и енергетска сигурност земље;
- Логично је очекивати да се у Србији, као и у свакој другој земљи, временом оствари интензиван и позитиван индустријски и привредни развој, што би

условило и повећање потрошње гаса. Зато би требало изградити још једно подземно складиште гаса на неком од лежишта која по свему испуњавају геолошко-технолошке услове, како би се адекватно испратио и осигурао привредно-индустријски развој.

Све наведене чињенице у овом раду доказују велики значај и перспективност природног гаса у енергетици и различитим индустријским гранама, што потврђује да је поседовање довољних капацитета Подземног складишта гаса стратешки, али и геополитички интерес сваке земље, па тако и Србије.

Наравно, презентирани параметри не би могли у потпуности бити валидни у случају великих светских конфронтација, нарочито ратних сукоба међу државама и регионима, нажалост данас актуелних на више локалитета планете земље.

7 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зечар М., Ђокић С., Стратегијски значај подземног складишта гаса, Стручни часопис ДИТ НИС-Нафтагас, 1998.
- [2] Зечар М., Подземно складиште гаса Банатски Двор важан фактор енергетске сигурности Србије, Научно-стручни часопис ДИТ, 2020.
- [3] Марковић Р., Илић С., Костовић С., Активности на праћењу и контроли стања ПСГ Банатски Двор, Гасни форум, Нови Сад, 2019.
- [4] Инвестициони програм Подземног складишта гаса Банатски Двор, НИС-Нафтагас, Нови Сад, 1987.
- [5] Станчевић П., Критеријум за избор објекта Подземног складишта гаса, ДИТ НИС-Нафтагас, 1995.
- [6] Вулетић В., Ђајић Н., Природни гас у програму остваривања стратегије развоја, Симпозијум Соко Бања, 2009.