

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

**UNIVERSITY GOCE DELCEV - STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

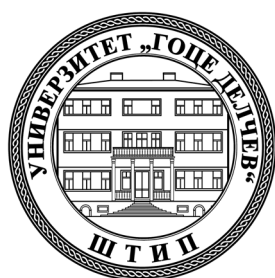
Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

**Број 14
No 14**

**Година 14
Volume XIV**

**Декември 2020
December 2020**

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technologies**

**декември 2020
December 2020**

**ГОДИНА 14
БРОЈ 14**

**VOLUME XIV
NO 14**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Лилјана Колева - Гудева
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Тодор Серафимовски
Проф. д-р Војо Мирчовски
Проф. д-р Тена Шијакова - Иванова
Проф. д-р Соња Лепиткова
Проф. д-р Гоше Петров
Проф. д-р Кимет Фетаху,
(Политехнички универзитет во Тирана, Р.Албанија)
Проф. д-р Ивајло Копрев,
(МГУ Софија, Р. Бугарија)
Проф. д-р Никола Лилиќ,
(Универзитет во Белград, Р. Србија)
Проф. д-р Јоже Кортник
Универзитет во Љубљана, Р. Словенија
Проф. д-р Даниела Марасова,
(Технички универзитет во Кошице, Р. Словачка)

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Liljana Koleva - Gudeva, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Todor Serafimovski, Ph.D
Prof. Vojo Mircovski, Ph.D
Prof. Tena Sijakova - Ivanova, Ph.D
Prof. Sonja Lepitkova, Ph.D
Prof. Gose Petrov, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
R. Albania
Prof. Ivajlo Koprev, Ph.D
R. Bulgaria
Prof. Nikola Lilik, Ph.D
R. Srbija
Prof. Joze Kortnik, Ph.D
R. Slovenia
Prof. Daniela Marasova, Ph.D
R. Slovacka

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Николинка Донева
Проф. д-р Марија Хаци - Николова

Editorial staff

Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Nikolinka Doneva, Ph.D
Prof. Marija Hadzi - Nikolova, Ph.D

Главен и одговорен уредник
Проф. д-р Афродита Зенделска

Managing & Editor in chief
Prof. Afrodita Zendelska, Ph.D

Јазично уредување
Весна Ристова
(македонски јазик)

Language editor
Vesna Ristova
(macedonian language)

Техничко уредување
Славе Димитров

Technical editor
Slave Dimitrov

Редакција и администрација
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Република Северна Македонија

Address of the editorial office
Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
Republic of North Macedonia

С о д р ж и н а / C o n t e n t s

Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска КОНТРОЛА НА ФИЛТРАЦИОНИТЕ ПРОЦЕСИ НИЗ ТЕЛОТО НА БРАНАТА НА ЈАЛОВИШТЕ 3-2 НА РУДНИК „САСА“ Vlagoj Golomeov, Mirjana Golomeova, Afrodita Zendelska CONTROLLING OF FILTRATION PROCESSES THROUGH THE BODY DAM OF TFS 3-2 AT MINE SASA	5
Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски КОМЕРЦИЈАЛИЗАЦИЈА НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН ВО ЗЕМЈИТЕ ОД ЕВРОПСКАТА УНИЈА Radmila Karanakova Stefanovska, Zoran Panov, Risto Popovski THE MAINSTREAMING OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN EUROPEAN UNION COUNTRIES	13
Ванчо Аџиски, Зоран Панов, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска МЕТОД НА ДИСКРЕТНИ ЕЛЕМЕНТИ (ДЕМ) ЗА АНАЛИЗА НА СЕГРЕГАЦИЈАТА НА ГРАНУЛАРНИ МАТЕРИЈАЛИ: АНАЛИЗА НА ОДЛАГАЛИШТЕ ФОРМИРАНО ОД ЛЕНТЕСТ ТРАНСПОРТЕР Vancho Adjiski, Zoran Panov, Risto Popovski, Radmila Karanakova Stefanovska DISCRETE ELEMENT METHOD (DEM) FOR SEGREGATION ANALYSIS OF GRANULAR MATERIALS: ANALYSIS OF STOCKPILE FORMED BY CONVEYOR BELT	19
Зоран Панов, Ванчо Аџиски, Афродита Зенделска, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска ОСВРТ КОН ПРИМЕНА НА МАТЕМАТИЧКО – МОДЕЛИСКИ ПРИСТАПИ ПРИ ГЕОМЕХАНИЧКИ ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА Zoran Panov, Vancho Adjiski, Afrodita Zendelska, Risto Popovski, Radmila Karanakova Stefanovska APPROUCH OF APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN GEOMECHANICAL LABARATORY TESTS	27
Дејанчо Тонев, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова МОДЕЛИРАЊЕ НА ДИСПЕРЗИЈА НА ПРАШИНА НА ПЛАНИРАНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП ЗА БАКАР И ЗЛАТО „ПЛАВИЦА“ Dejancho Tonev, Dejan Mirakovski, Marija Hadzi-Nikolova DUST DISPERSION MODELING WITHIN PLANNED COPPER AND GOLD “PLAVICA” SURFACE MINE	39
Иван Боев ПЕТРОЛОГИЈА НА ВУЛКАНСКИТЕ КАРПИ ОД ОБЛАСТА ДОБРО ПОЛЕ ГРАДЕШНИЦА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Ivan Bоеv PETROLOGY OF VOLCANIC ROCKS OF AREA DOBRO POLE-GRADESNICA NORTH MACEDONIA	49
Афродита Зенделска, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Ѓорѓи Димов ЕКОЛОШКИ ЕФЕКТИ ОД СПРОВЕДУВАЊЕ НА ПРОЕКТОТ „БИООТПАД“ ВО ОПШТИНА ПРОБИШТИП Afrodita Zendelska, Nikolinka Doneva, Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Gorgi Dimov ECOLOGICAL EFFECTS FROM THE IMPLEMENTATION OF THE PROJECT “BIOWASTE” IN MUNICIPALITY OF PROBISHTIP	63

Марија Хаци-Николова, Дејан Мираковски, Ѓорги Димов, Николинка Донева, Афродита Зенделска ПРИМЕНА НА АВТОНОМНИ КОМПОСТЕРСКИ ЕДИНИЦИ ВО УПРАВУВАЊЕ СО БИОРАЗГРАДЛИВИОТ ОТПАД Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Gorgi Dimov, Nikolinka Doneva, Afrodita Zendelska IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS COMPOSTING UNITS IN BIODEGRADABLE WASTE MANAGEMENT	71
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОДИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ОД ТАБАНОВСКА РЕКА СО ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ПОРАНЕШНИОТ РУДНИК „ЛОЈАНЕ“ Blagica Doneva, Marjan Delipetrev, Gorgi Dimov POLLUTION OF WATER AND SEDIMENTS FROM TABANOVSKA RIVER WITH HEAVY METALS FROM THE ABANDONED MINE LOJANE.....	79
Јане Томов, Зоран Десподов ПРИМЕНА НА МЕТОДИТЕ ЗА ПОВЕЌЕ КРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ ПРИ ДОНЕСУВАЊЕ НА ОДЛУКИ ВО ИНДУСТРИСКОТО ИНЖЕНЕРСТВО И ПРОИЗВОДСТВО Jane Tomov, Zoran Despodov APPLICATION OF THE METHODS OF MULTI CRITERIA DECISION MAKING IN INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANUFACTURING	87

КОМЕРЦИЈАЛИЗАЦИЈА НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН ВО ЗЕМЈИТЕ ОД ЕВРОПСКАТА УНИЈА

Радмила Каранакова Стефановска¹, Зоран Панов¹, Ристо Поповски¹

¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
radmila.karanakova@ugd.edu.mk, zoran.panov@ugd.edu.mk, risto.popovski@ugd.edu.mk

Апстракт. Модерната технологија, истражувањата и развојот повеќе од еден век ја турнаа подземната гасификација со јаглен (UCG) преку таканаречената "Proof of Concept" фаза. Од резултатите добиени од претходните испитувања се покажа дека UCG можат да ја експлоатираат енергијата од јагленот ефикасно и со лимитирано влијание врз животната средина споредено со конвенционалните технологии.

Многу земји од Европската Унија (дури и во светски рамки) се стремат да ги задоволат нивните потреби за енергија и покрај големите резерви на јаглен што ги поседуваат, коишто не можат да ги експлоатираат конвенционално поради длабочините на коишто се наоѓаат. Апликација на модерната UCG техника, нуди можност за екстракција на енергијата од јаглен од длабочините, и тие се со лимитиран импакт на животната средина. Неколку потешкотии како се: јавното мислење и ограничувањата на емисиите од јаглерод диоксид (CO₂) мора претходно да се надминат пред оваа технологија да се комерцијализира во Европската Унија.

Клучни зборови: комерцијализација, јаглен, подземна гасификација, капитални инвестиции, Европска Унија, сингас.

THE MAINSTREAMING OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN EUROPEAN UNION COUNTRIES

Radmila Karanakova Stefanovska¹, Zoran Panov¹, Risto Popovski¹

¹ Faculty of natural and technical sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
radmila.karanakova@ugd.edu.mk, zoran.panov@ugd.edu.mk, risto.popovski@ugd.edu.mk

Abstract. Modern technologies over a century of research and development have pushed underground coal gasification beyond the proof-of-concept phase. From results of previous studies have shown that UCG can exploit the energy stored in coal efficiently and with limited environmental impact compared with conventional technologies.

Many countries in EU struggle to meet their energy needs despite containing very large reserves of coal, which cannot be exploited with conventionally due to its depths.

Application of modern UCG technologies offers the possibility of extracting coal energy from the depths and has a limited impact on the environment. However, several difficulties, such as public opinion and carbon dioxide (CO₂) emissions, must be overcome before this technology can be commercialized in European Union countries.

Kew words: commercialization, coal, underground gasification, capital investments, European Union, syngas.

1. Вовед

И покрај напорите да се намали загадувањето и емисијата од јаглерод диоксидот (CO₂) од фосилните горива, јагленот и другите фосилни горива ќе останат главен извор на енергија во иднина.

Според Меѓународната агенција за енергија (IEA, 2014), глобалната побарувачка за јаглен ќе се зголеми во просек од 1-2% годишно до 2020 година, главно водено од новите економии.

Порај зголемувањата на приносот од обновливите извори на енергија, тешко е да се види како целите за намалување на емисиите од фосилните горива ќе се достигнат со користење на конвенционално базирани технологии за јаглен. Клучот за балансирање на проблемот од зголемената употреба на јагленот и потребата за намалување на загадувањето (на пример: честички, азотен оксид (NO_x) и сулфур оксид (SO_x)) и емисијата на јаглерод диоксид е користењето на „чисти“ технологии за јаглен.

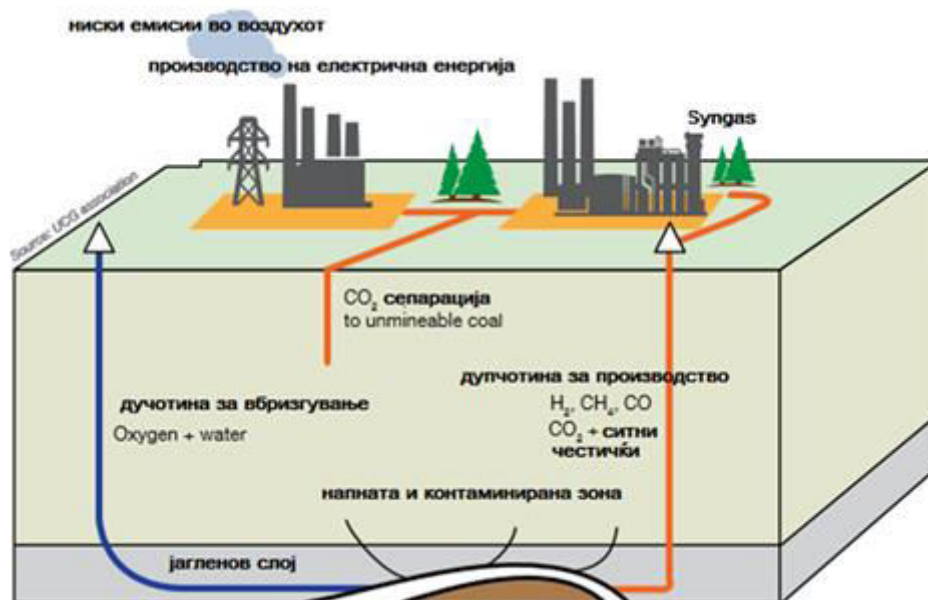
Една таква технологија е подземната гасификација на јаглен (Underground Coal Gasification), која има потенцијал да придонесе во идната потреба на енергија од јаглен во ЕУ (и во светски рамки) на почист и побезбеден начин[1].

Гасификацијата е истиот хемиски процес комерцијално користен на површинските центри за претворање на јагленот во смеса од претежно запалливи гасови (како метан, јаглерод монооксид и водород), попознати како синтетички гасови или "syngas".

За разлика од површинската гасификација, подземната се изведува на лице место во длабочина, преку внимателно избрани јагленови слоеви кои не можат да се експлоатираат (Слика 1).

Јагленот се гасифицира со инектирање на оксиданти преку дупчотини (инекциони дупчотини) во самиот слој на јаглен при што настанува делумно согорување на јагленот.

Синтетичките гасови протекнуваат со многу мала брзина и под притисок до вториот тип на дупчотини (производни дупчотини), а потоа до површината, притоа оставајќи ја пепелта од согорениот јаглен зад себе. Комбинацијата на поврзување помеѓу инекционите и производните дупчотини е познато како модул ("module").



Слика 1. Шематски приказ на подземна гасификација на јаглен
Figure 1. Schematic of underground coal gasification

На површината, конвенционалните технологии се користат за да се отстранат преостанатите загадувачи и за да произведат електрична енергија или да произведат течни горива и индустриски хемикалии од синтетичките гасови.

Споредено со конвенционалните технологии за експлоатација на јаглен, подземната гасификација има значително многу мало влијание на животната средина, бидејќи јагленот не се ископува, транспортира или обработува и поради тоа самата технологија генерира значително многу мало количество на потрошни материјали (на пример: пепел) и други загадувачи[2].

Во комбинација со постоечките технологии за „фаќањето“ на јаглеродниот диоксид, гасификацијата има потенцијал да ја поврати енергијата од јагленот со редуцирано количество на јаглероден диоксид[3].

И покрај нејзиниот потенцијал и развојот повеќе од еден век, оваа технологија никогаш не е комерцијализирана. Сепак, како и да е, резултатите од неколкуте тестирања на терен и новите технологии (како на пример насоченото дупчење) ја поместија гасификацијата од "proof-of-concept" фазата до фаза на комерцијализација.

1.1. Барање за подземна гасификација во земјите од Европската Унија

Многу земји членки на ЕУ зависат од единствен снабдувач на примарна енергија, вклучувајќи шест земји кои се целосно зависни од увоз на природен гас.

Како одговор на зимските прекинати на гас во претходниот период и неодамнешните геополитички проблеми, потребата за разновидност, издржливи и домашни извори на енергија со нула емисии на јаглероден диоксид е од исклучително значење за Европа. И покрај напорите да се користат обновливите извори на енергија кои во последните неколку години достигнаа значителен успех, сепак се очекува потрошувачката на примарна енергија од употребата на фосилни горива да биде до 66%, најрано до 2035 година [4].

Европските ресурси на јаглен се големи, но подземната експлоатација на јаглен станува сè потешка, поопасна и скапа за разлика од експлоатацијата на јаглен на плитки длабочини, коишто се едноставни за експлоатација. Експлоатацијата под 500 м воглавно е несекономична, меѓутоа 80% од

европските ресурси на јаглен се наоѓаат под оваа длабочина. Овие ресурси можат економично да се експлоатираат со користење на подземната гасификација, која е единствена технологија со која се експлоатира јаглен од длабочините, со мален импакт на животната средина, споредено со конвенционалните технологии за експлоатација на јаглен (површинска и подземна).

Постои ограничен број на соодветни податоци за ресурсите на јаглен на кои би се применила технологијата за гасификација во Европа, па така според British Geological Survey се проценува дека Британија поседува околу 16.7 Bt на јаглен соодветен за гасифицирање, кој според UCGP (Underground coal gasification partnership 2017), изнесува приближно 1 700 милијарди m³ природен гас или тоа се резерви за 17 години. За слични наоѓалишта во други земји, како Полска и останатите Источноевропски земји, оваа технологија може да биде значаен фактор во намалувањето на зависноста од увозен гас.

1.2. Добиеени сознанија за време на фазата на комерцијализацијата

До сега се направени околу 50 тестирања за подземната гасификација на јаглен во поранешниот СССР, САД, Канада, Европа, Јужна Африка, Нов Зеланд и Африка. Покрај тоа што повеќето од тестирањата биле краткорочни, проектот во Ангрен, Узбекистан (Yerostigaz опстојува повеќе од 50 години), повеќе од 15Mt јаглен е гасифициран, односно континуирано се произведува сингас од 1 милион m³/дневно уште од 1961 год., додека во Австралија во рудникот Чинчила се конструирани постројки за претворање на сингасот во течност (gas to liquid production). [5].

Досегашните истражувања направени во областа на ПГЈ покажаа дека големиот број на пилот проекти и испитувања биле спроведени речиси на сите типови на јаглен (од лигнит до антрацит), на различни длабочини, на слоеви со различна литологија, потоа најразлични геолошки и хидрогеолошки услови. Успехот бил од целосно незадоволителен, до целосно прифатлив.

Иако сите тестирања на ПГЈ не биле успешни дури и некои првични тестирања предизвикале оштетувања на околината (на пример тестирањето во САД во 70-тите години), сепак тие ни обезбедиле податоци за да ПГЈ премине преку proof-of-concept фазата. Добиеените сознанија се следните:

- Да се избира најефикасниот дизајн на модулите за ПГЈ;
- Да се работи и надгледува објектот според строги упатства;
- Да се управува со геолошките ризици;
- Да се избере точната локација на објектот;
- Комерцијализирањето да се врши постепено.

2. Резиме на активностите на подземната гасификација на јаглен во земјите од Европската Унија - Претходни испитувања

Европа има долга историја на започнување на испитувања на ПГЈ, тргнувајќи со експериментите во Bois-la-Dame, Белгија, во 1948 година, експериментите во Newman Spinney, во Велика Британија (1949-1959), до експериментите во полските рудници на јаглен во 2014 година. Овие експерименти беа изведени на плитки длабочини (<100m). Но, најзначајните испитувања за комерцијализација на ПГЈ биле изведени на поголеми длабочини.

Прв од тие експерименти е западниот белгиско-германски проект на ПГЈ, започнат во 1978 година со експериментални места кај Тулин (Белгија) кој поминал низ неколку фази. Главната цел на проектот била комерцијална демонстрација на можностите на ПГЈ, во типичните европски јаглени, за добивање на гас погоден за производство на електрична енергија, гас за горење и метанол.

При тоа, биле одредени техничките параметри на векот на работење на гасификаторот, широчината на зафаќање и ефикасноста на гасифицирањето за различни постапки на ПГЈ. Со "in situ" и лабораториски испитувања биле собрани податоци за потврда на погодноста на моделот и за проектирање на идни постапки.

Позитивни резултати од експериментот во Тулин се:

- Употреба на **висок инекциски притисок** (273 bar) и добивање на *гас со висока содржина на метан*, на калоричната вредност не влијае намалувањето на температурата на гасификација,
- Употребата на *гасификаторски агенси на кислород и пенеста вода* и можноста на нивно компримирање со висок притисок со едноставна опрема,
- Создавање на филтрирачка зона на јаглениот остаток помеѓу зоните на гасификација и производната дупкотина потекнува од латералното ширење на гасификаторот и го спречува директниот премин на кислородот кон производната дупкотина со што се оневозможува изгорување на произведениот гас.

Велика Британија има големи резерви на јаглен и на копно и во вода во Северното Море. Иницијатива за ПГЈ (2000-2005) водена од UK Coal Authority и поддржана од тогашниот Британски оддел за трговија и индустрија (ОТИ) ја истражувале остварливоста на ПГЈ во Велика Британија.

Главниот заклучок бил дека ПГЈ првично треба да се гледа како близу и вливот на технологија и локација биле идентификувани во Firth of Forth како можна пробна локација. Од 2008 повеќе од 20 лиценци биле издадени за истражување на ПГЈ на локациите во вода.

Главните учесници во истражувањата се: Clean Coal (Swansea, Cromer, Humberside, Canonbie и Sunderland), BCG (Firth of Forth), Five quarters (Newcastle) и владата на Велс (N Wales, Irish Sea). Cluff Natural Resources од неодамна се приклучиле кон напорите, со дозволи за истражување и пет локации во вода во Шкотска, Велс и Камбрија во Англија.

2.1. Резиме на тековните истражувачки студии финансирани од ЕУ

По испитувањата на ПГЈ, Фондот за истражување за јаглен и челик со седиште во ЕУ обезбедува значително финансирање за поддршка на понатамошни истражувања.

Првиот во Европа важен и неодамнешен проект преземан од GIG во Полска е водородно ориентирана подземна гасификација на јаглен за Европа (или “HUGE“) проект (2007-2010), и неговиот наследник HUGE2 (2012-2015) финансиран од Фондот за истражување на јаглен и челик (Research Fund for Coal and Steel) донесувајќи соработувачки партнери од седум земји членки. Во Унгарија, Wildhorse Energy го завршила истражувањето за пред-остварливост за проектот на ПГЈ во Mecsek hills (во 2012), кои заклучиле дека проектот е атрактивен и економски и технички.

Вториот проект е познат како UCG & CO₂ Storage project (2010-2012), и моменталниот познат како Coal2Gas project (2015-2019) кој се изведува во Романија. Во моментот неколку Универзитети од ЕУ спроведуваат истражување за моделирање на ПГЈ [6] и складирање на јаглеродниот диоксид [7] со изведување на лабораториски експерименти [8]. Соработката и споделувањето помеѓу овие проекти е од клучно значење за развој на индустријата на ПГЈ.

3. Комерцијализација на подземната гасификација на јаглен: надминување на бариерите на европско ниво

3.1 Регулаторни пречки и политички прашања

Иако од досегашните истражувања и резултати ПГЈ е подготвена за комерцијализација, сепак технологијата останува нова за јавноста и за регулаторите. Политиката за лиценцирање во некои земји (на пример Австралија, Велика Британија, Канада, Нов Зеланд, Сад) се присутни, но општ недостаток на специфичните прописи или како да се примени постоечкото знаење за прописите, има ограничено поле на испитување и комерцијален развој во многу земји од Европската Унија.

Потребна е владина поддршка за изведување на теренски тестови за ПГЈ да се развие база на знаење и да се стекнат повеќе податоци за влијанието врз животната средина за да се привлечат повеќе приватни инвестиции.

Според Natakten et al, 2014; Walker, 2014[9] се знае дека инвеститорите имаат доверба во долгорочната иднина на ПГЈ како опција за производство на електрична енергија со ниско ниво емисии на јаглероден диоксид, технологијата треба да има намален ризик како економски, така и еколошки.

Ова може да се постигне со дозволување на употреба на теренски тестови со современи пристапи и најсовремена опрема, внимателно да се следат, да се регулираат и да се демонстрираат дека ПГЈ може да ја искористи енергија во ресурси на јаглен со намалено влијание врз животната средина споредено со конвенционалните технологии.

Покрај тоа, некои комерцијални теренски проекти може да послужат за да се тестира можноста за складирање на јаглероден диоксид во потрошените реактори во исто време оценувајќи и други технологии, како што е микробно производство на метан од јаглен и др.

3.2 Перцепција на јавноста

Пред да може да се спроведе теренски тест, неопходно е да се добие одобрување од локалното население, како и регулаторите на локална власт; клучна пречка за комерцијализацијата на ПГЈ е неповолната перцепција на јавноста. Разбирање на ставовите на јавноста и начини на кои самите се разбираат енергијата и технологиите и користената е од витално значење за технологијата да напредува кон комерцијализација[9]. Во Студијата спроведена од група на научници се посочува дека е отворен, транспарентен и консултативен процес на донесување одлуки. Работењето треба да се донесе до инвеститорите, операторот и регулаторот, исто така истражувањата треба да бидат лоцирани внимателно по можност во област со историја на индустриска експлоатација. Потребно е да се стави до знаење дека ПГЈ никогаш нема да биде стационирана во населени места или области со еколошка чувствителност.

3.3 Намалување на емисиите на стакленички гасови

За разлика од конвенционалните методи за експлоатација на јаглен во подземната гасификација на јаглен немаме одлагалишта за јаловина. Во текот на процесот, пепелот и тешките метали остануваат под земја со што се намалуваат трошоците и напорите за менаџирање со одлагалиштата. Сингасот произведен од ПГЈ содржи мешавина од: CO₂, CO, H₂, CH₄, вода и траги од загадувачи како што се: H₂S, HCN, NH₃ и други гасови [11].

Составот на суровиот произведен гас е сличен на оној произведен од површинските гасификатори и технологија за чистење на такви гасни состави коишто во моментот се на располагање. Накратко кажано, сулфурот и азотот излегуваат на површината заедно со гасот, а пепелта и повеќето тешки метали остануваат во празнината.

Процесот на ПГЈ елиминира производство на некои тешки загадувачи (на пример, SO_x, NO_x) и го намалува обемот на жива, партикулати и производство на сулфурни соединенија, со што се олеснува справувањето со загадувач. Намалената количина на загадувачи го намалува чинењето на отстранување на отпад и ракување со истиот. Намалениот обемот на отпад на површина, исто така ја намалува емисијата на стакленички гасови од отпадот и намалување на некои други влијанија врз животната средина како на пример одводнување на киселини од рудникот, обично предизвикани од дејство на површинските води [12].

4. Заклучок

Иако идејата за ПГЈ датира уште пред околу 100 години, таа никогаш нема да биде целосно комерцијализирана. Лекциите научени од претходно изведените испитувања, заедно со напредокот во клучните технологии што ја овозможуваат, неодамна ја истуркаа ПГЈ надвор од фазата за докажување на концептот, подготвувајќи ја истата за целосна комерцијализација.

Примената на модерните техники на ПГЈ, најсовременото дупчење, завршување и технологиите за набудување нудат можност за извлекување на енергија од длабоките ресурси на јаглен економски и со ограничено влијанието врз животната средина. Ова, комбинирано со фактори како што се енергијата, безбедност, неодамна предизвика нов интерес за ПГЈ во Европската Унија, особено во оние земји со голем, но вонбилансни ресурси на јаглен и ограничени резерви на нафта и гас.

Постојат неколку пречки, како што се јавната перцепција и регулаторната проблеми, кои мора да се надминат пред ПГЈ да може да се комерцијализира. Најзначајната пречка е да се намалат емисиите на јаглероден диоксид заеднички фактор за сите технологии кои користат енергија врз основа на фосилни горива. Иако не е некое чудо, подземната гасификација на јаглен нуди неколку предности во однос на конвенционалните технологии за експлоатација на јаглен бидејќи не бара експлоатација, преработка и транспорт на јаглен, но напредокот во „фаќањето и складирањето на јаглеродот“ (CCS) мора да биде направено пред ПГЈ да го реализира својот целосен потенцијал во ЕУ.

Европската Унија има долга историја на поддршка на истражувањата за ПГЈ и има финансирано некои од најзначајните испитувања на ПГЈ што се направени до денес. Соработката и споделувањето на информации, знаења и експертизи помеѓу проектите и владите со искуство во ПГЈ се клучни за развој на индустријата. Се бара континуирана поддршка од членовите на државите за да привлечат приватни инвестиции, да овозможат повеќе истражувања и да обезбедат експерти од светска класа кои ќе докажат дека ПГЈ е подготвена да обезбеди чиста енергија за земјите од Европската Унија во дваесет и првиот век.

Користена литература

1. Bhutto AW, Bazmi AA and Zahedi G (2013) Underground coal gasification: from fundamentals to applications. *Progress in Energy and Combustion Science* 39(1): 189–214, <http://dx.doi.org/10.1016/j.peccs.2012.09.004>.
2. Blindermann MS, Saulovb DN and Klimenko AY (2008) Forward and reverse combustion linking in underground coal gasification. *Energy* 33(1): 446–454, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2007.10.004>.
3. Boysen JE, Covell JR and Sullivan S (1990) Rocky Mountain 1 Underground Coal Gasification Test, Hanna, WY – Results from Venting, Flushing, and Cooling of the Rocky Mountain 1 UCG Cavities. Gas Research Institute, Chicago, IL, USA, GRI Publication No. 90/0156.
4. BP (2015) BP Energy Outlook 2035: Country and Regional Insights – EU. BP, London, UK.
5. Burton E, Friedmann J and Upadhye R (2006) Best Practices in UCG. Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA, USA.
6. Cena RJ, Britten JA and Thorness CB (1988) Resource recovery and cavity growth during the Rocky Mountain I field test. 14th UCG Annual Symposium, Chicago, IL, USA.

7. Couch G (2009) Underground Coal Gasification. International Energy Agency Clean Coal Centre, London, UK, Report No. CCC/151.
8. Creedy DP, Garner K, Holloway S et al. (2001) Review of underground coal gasification technological advancements. UK DTI Cleaner Coal Technology Transfer Program, London, UK.
9. Nakaten N, Azzam R and Kempka T (2014b) Sensitivity analysis on UCG–CCS economics. International Journal of Greenhouse Gas Control 26: 51–60, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijggc.2014.04.005>.
10. Shackley S, Mander S and Reiche A (2006) Public perceptions of underground coal gasification in the United Kingdom. Energy Policy 34(18): 3423–3433, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.07.010>.
11. Каранакова, Р., 2017. Неконвенционални технологии за експлоатација на јаглени со минимизирање на емисијата на штетни и гасови: Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, докторска дисертација.