

UKLJUČENOST RGN FAKULTETA U PROJEKTE TEHNIČKE SURADNJE REPUBLIKE HRVATSKE S MEĐUNARODNOM AGENCIJOM ZA ATOMSKU ENERGIJU (IAEA)

INVOLVEMENT OF THE FACULTY OF MINING, GEOLOGY & PETROLEUM ENGINEERING IN TECHNICAL COOPERATION OF THE REPUBLIC OF CROATIA WITH THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

¹⁾ BILJANA KOVAČEVIĆ ZELIĆ, ²⁾ ŽELIMIR VEINOVIĆ, ³⁾ NEVENKA NOVOSEL

^{1), 2)} Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

³⁾ Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost, Frankopanska 11, Zagreb, Hrvatska

Ključne riječi: IAEA, DZNRS, tehnička suradnja, radioaktivni otpad, podzemni istraživački centri

Key words title: IAEA, SONS, radioactive waste, underground research facilities

Sažetak

U članku se problematizira pitanje proizvodnje energije iz nuklearnih izvora razmatrajući sve veću potrebu za energijom u svjetskim razmjerima, te prednosti i nedostatke korištenja nuklearne energije. Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA) promovira miroljubivu uporabu nuklearne energije, a Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost (DZNRS) nadzire uporabu izvora ionizirajućeg zračenja u Republici Hrvatskoj. Opisana je uloga programa tehničke suradnje IAEA u kojima sudjeluje i RH, a detaljnije je prikazan program pod nazivom INT9173 "Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities - URFs". Značaj uključenosti hrvatskih znanstvenika i eksperata u navedenom projektu tehničke suradnje iz područja gospodarenja radioaktivnim otpadom prikazan je kroz aktivnosti koje su provedene tijekom razdoblja od 2009. godine do danas, uzimajući u vidu obveze RH vezano za zbrinjavanje radioaktivnog otpada nastalog radom NE Krško.

Abstract

The article discusses the question of energy production from nuclear sources considering the growing demand for energy worldwide, the advantages and disadvantages of using nuclear energy. International Atomic Energy Agency (IAEA) promotes the peaceful use of nuclear energy, and the State Office for Radiological and Nuclear Safety (DZNRS) monitors the use of ionizing radiation sources in Republic of Croatia. Paper describes the role of the IAEA technical cooperation program involving Croatia (INT9173 "Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities - URFs"). The importance of the involvement of Croatian scientists and experts, in the said project of technical cooperation in the field of radioactive waste management, is presented through activities conducted during the period since 2009 to date, taking into account Croatia's obligations regarding the disposal of radioactive waste generated by operation of the nuclear power plant Krško.

1. Uvod

Potreba za energijom u svjetskim razmjerima stalno raste. Svaka država svojom nacionalnom energetsom strategijom određuje iz kojih će izvora dobiti potrebnu energiju. Veliki broj zemalja u manjoj se ili većoj mjeri oslanja na izvore nuklearne energije - Francuska primjerice zadovoljava preko 70% potreba za energijom iz nuklearnih elektrana. U Europskoj uniji gotovo jedna trećina potreba za energijom također dolazi iz nuklearnih izvora (<http://ec.europa.eu>, 2012). Opće je poznata činjenica da uporaba bilo kojeg izvora energije ima prednosti i nedostatke. Javnost je međutim čini se najviše senzibilizirana

upravo na uporabu nuklearne energije što je i razumljivo, ukoliko sagledamo posljedice nuklearnih nesreća koje su se dogodile (primjerice Černobil, Fukushima i sl.). Stoga se kontinuirano radi na razvoju sigurnijih nuklearnih reaktora i sigurnih sustava za transport nuklearnih tvari. U cijelom nuklearnom ciklusu vrlo važan aspekt predstavlja i gospodarenje nuklearnim otpadom. Pitanje sigurnog zbrinjavanja nuklearnog otpada može postati ključni razlog za prihvaćanje ili neprihvaćanje korištenja nuklearne energije.

U prilog korištenju nuklearne energije može se navesti da je to stabilan izvor te da se pri proizvodnji nuklearne energije ne proizvode staklenički plinovi. Neke procjene

čak ukazuju da se bez povećane primjene nuklearne energije neće moći postići ciljevi smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Još je jedna činjenica opće poznata, a to je da se kod nesreća uzrokovanih pri korištenju nuklearnih izvora utjecaji na okoliš šire ne poštujući državne granice. Zato su razumljiva nastojanja da se po pitanju korištenja nuklearnih izvora konsenzus postigne na globalnoj razini. Organizacija koja promovira miroljubivu uporabu nuklearne energije je International Atomic Energy Agency (IAEA) sa sjedištem u Beču (www.iaea.org).

U Strategiji energetskog razvoja RH (NN 130/09) navedeno je kako se nuklearna opcija ne može isključiti iz buduće energetske strukture, dapače da je isključivanje nuklearne energetike iz buduće energetske strukture rizično. I u tom se dokumentu ističe određena zabrinutost zbog pitanja vezanih za nuklearnu sigurnost i utjecaj na okoliš.

Iz svega navedenog može se konstatirati da je proizvodnja energije iz nuklearnih izvora u budućnosti neminovna kako u svijetu tako i u RH, a da se osobita pažnja osim razvitku tehnoloških rješenja treba posvetiti i odnosima s javnošću.

2. Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost (DZRNS) i Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA)

U Republici Hrvatskoj sve aktivnosti vezane za sigurnost izvora ionizirajućeg zračenja koordinira Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost (DZRNS) kao tijelo državne uprave zaduženo za poslove radiološke i nuklearne sigurnosti. Temeljem Zakona o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti (NN 28/10) Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost:

- koordinira poslove tehničke suradnje s Međunarodnom agencijom za atomsku energiju (IAEA) za sve sudionike iz Republike Hrvatske;
- provodi obveze koje je Republika Hrvatska preuzela prema međunarodnim konvencijama, ugovorima i sporazumima, a odnose se na zaštitu od ionizirajućeg zračenja, nuklearnu sigurnost i primjenu mjera zaštite u svrhu neširenja nuklearnog oružja; i
- surađuje s međunarodnim i domaćim organizacijama i društvima s područja zaštite od ionizirajućeg zračenja i nuklearne sigurnosti te imenuje svoje stručne predstavnike koji sudjeluju u radu tih organizacija i društava ili prate njihov rad.

Međunarodna agencija za atomsku energiju IAEA je nezavisna organizacija Ujedinjenih naroda, specijalizirana za međunarodnu suradnju na nuklearnom području. Tri glavna područja rada određuju njezinu misiju:

- sigurnost i zaštita;
- znanost i tehnologija; te
- mjere jamstva i kontrola.

Prema podacima iz studenog 2010. godine, IAEA ima 151 zemlju članicu. Hrvatska je postala zemlja članica IAEA 1993. godine (Valčić, Novosel, 1996).

2.1. Tehnička suradnja RH sa IAEA

Program tehničke suradnje je skup svih odobrenih projekata tehničke suradnje u svim zemljama članicama i regijama, kojima se omogućava prijenos nuklearnih i drugih tehnologija u svrhu miroljubivog korištenja nuklearne energije. Putem tečajeva, ekspertnih misija, stipendija, znanstvenih posjeta i nabavke opreme, program tehničke suradnje osigurava potrebne vještine i opremu za uspostavu održivih rješenja za probleme u zemlji ili regiji, koji se mogu riješiti upotrebom nuklearnih tehnika (<http://www-tc.iaea.org>, 2012-a).

Projekte tehničke suradnje predlažu jedna (nacionalni projekt) ili više zemalja članica (regionalni projekt). Nacionalni projekt je projekt odobren za provedbu u pojedinoj zemlji članici koji mora biti u skladu s dokumentom *Country Programme Framework* (CPF).

Regionalni projekt je projekt tehničke suradnje sročan tako da odgovori na iste ili slične potrebe više zemalja članica u određenoj regiji (<http://www-tc.iaea.org>, 2012-b). Hrvatska sudjeluje u gotovo svim regionalnim projektima u Europskoj regiji. Svaka zemlja članica koja sudjeluje u regionalnom projektu mora imenovati nacionalnog koordinatora za pojedini projekt, koji surađuje sa stručnjakom za provedbu projekta u IAEA (Valčić, Novosel, 1996). Posebna vrsta regionalnog projekta je interregionalni projekt, u kojem surađuje više zemalja članica iz različitih regija i IAEA.

3. Uključenost RGN fakulteta u projekte tehničke suradnje s IAEA

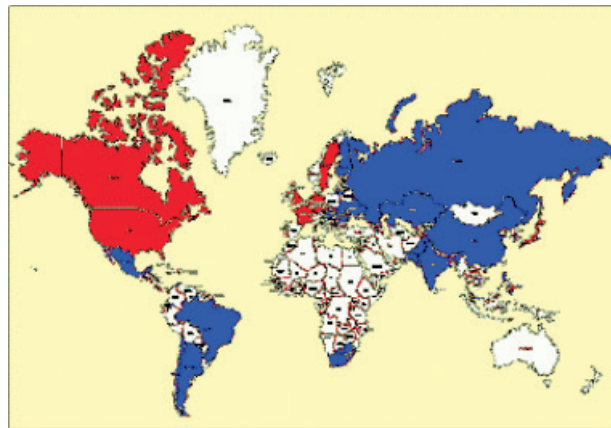
Putem DZRNS Rudarsko-geološko-naftni fakultet uključen je od 2008. godine u projekt *INT9173 "Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities-URFs"*. Radi se o Mreži IAEA centara izvrsnosti (*IAEA Network of Centres of Excellence*), projektu kojega je IAEA inicirala još 2001. godine da bi odgovorila na potrebe zemalja članica koje su razvijale nuklearne programe u smislu razvoja standarda i metodologije (tehnologije) sigurnog zbrinjavanja radioaktivnog otpada. Projekt vodi *Division of Nuclear Fuel Cycle and Waste Technology - Waste Technology Section*. Ovisno o vrsti radioaktivnog otpada (visokoradioaktivni otpad-HLW, istrošeno gorivo-SNF, srednje- i niskoradioaktivni otpad-ILW/LLW) razvijaju se različita rješenja i postrojenja za njihovo zbrinjavanje što uključuje pripovršinska i geološka odlagališta radioaktivnog otpada, a postoje i dvije mreže: URF za geološko odlaganje i DISPONET za pripovršinsko odlaganje radioaktivnog otpada. Putem tih mreža organizira se obuka za zemlje članice a partneri u projektu iz zemalja s razvijenim programima nude različite oblike obuke kao npr. radionice, tečajeve, stipendije za

znanstvena istraživanja i sl. Glavni ciljevi mreža su transfer znanja i tehnologije, promocija razmjene informacija i zajedničkih istraživanja te razvoj resursa u cilju rješavanja ključnih tehničkih problema te povećanja povjerenja javnosti u sigurno zbrinjavanje otpada.

U projektu *“Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities-URFs”* pod pokroviteljstvom IAEA, podzemni istraživački centri - URFs koji postoje u nekim državama ponuđeni su na upotrebu drugim zemljama koje nisu zbog velikih financijskih troškova u mogućnosti samostalno izraditi ovakve istraživačke centre. Mreža se sastoji od zemalja članica (među kojima je i RH) te zemalja partnera koje su dale na raspolaganje svoje URF:

- Belgija, HADES URF, Mol, upravlja SCK/CEN, URF izgrađen u sloju gline (Boom clay);
- Kanada, AECL URL, Lac-du-Bonnet, Manitoba, izgrađen u granitima;
- Češka, Czech Technical University JOSEF URF, vulkanska stijena, 50 km južno od Praga;
- Francuska, IRSN's Underground Test Facility, izgrađen u argilitima, Tournemire i ANDRA podzemni istraživački laboratorij, Bure;
- Njemačka, DBE Technology's;
- Japan, JAEA's URF Horonobe u sedimentnoj stijeni i Mizunami u eruptivnoj stijeni, te Tokai R&D Centre;
- Švedska, SKB Äspö Hard Rock Laboratory, izgrađen u granitima;
- Švicarska, Grimsel Test Site (GTS) u granitima i Mont-Terri URL u glinencima, NAGRA i Swisstopo;
- Ujedinjeno Kraljevstvo, Geoenvironmental Research Centre, Cardiff University;
- SAD, WIPP, Carlsbad, New Mexico, izgrađen u sloju soli, United States Department of Energy (US DOE) i Sandia National Laboratories.

Zemlje članice ove mreže su: Argentina, Armenija, Brazil, Bugarska, Čile, Filipini, Finska, Hrvatska, Indija, Južnoafrička republika, Kazahstan, Kina, Litva, Mađarska, Meksiko, Pakistan, Poljska, Republika Koreja, Rumunjska, Ruska federacija, Slovačka, Slovenija i Ukrajina. Na slici 1 crvenom bojom označene su zemlje partneri a plavom zemlje članice.



Slika 1. Sudionici projekta *“Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities-URFs”* (<http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/WTS-Networks/URF/urfiles/URF-Brochure.pdf>)

Figure 1. Network partners and participants in the project *“Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities-URFs”* (<http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/WTS-Networks/URF/urfiles/URF-Brochure.pdf>)

Djelatnici RGN fakulteta su do sada sudjelovali na devet tečajeva/radionica u okviru ovog projekta:

- “Regional Training Course on Underground Testing in Hard Clays as Geological Formation for Radioactive Waste Disposal – Highlights from IRSN Safety Research Performed at Tournemire to Support Regulatory Review”, Tournemire, France, 2009.
- “Regional Training Course on Fundamentals of Geological Disposal in Sedimentary Environments”, Peine, Germany, 2009.
- “From Surface-Based to Underground Site Characterisation in Sediments and Hard Rocks”, Prohunice, Czech Republic and Meiringen, Switzerland, 2009.
- “Regional Training Course on Geological Disposal: From Research and Development (R&D) to Safety Case Development”, Mol, Belgium, 2010.
- “Training Course on Transport and Retention of Radionuclides in Argillaceous and Fractured Media under the Framework of TC Project RER9/103 - Training in Radioactive Waste Technologies Using Underground Research Facilities, Wurenlingen i Meiringen, Switzerland, 2010.
- Workshop on the Strengthening National Competencies in the Area of Stakeholder Dialogue for Radioactive Waste Disposal, Las Vegas, USA, 2010.
- “Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities”, Peine, Germany, 2011.
- Regional Training Course on Fundamentals of Geological Disposal Prague, Czech Republic, 2011.

- Workshop "Enhancing Confidence in Geological Disposal of Radioactive Waste: The Role of Natural Analogues and Safety Indicators", Nottingham, UK, 2011.

Na navedenim radionicama obuhvaćene su sve relevantne teme vezane za planiranje i izgradnju geoloških odlagališta radioaktivnog otpada kao što su:

- uključivanje interesnih skupina/dionika (stakeholders) u procesu traženja dozvola i izgradnje odlagališta radioaktivnog otpada;
- izbor lokacije za odlaganje visoko i srednje radioaktivnog otpada te istrošenog goriva;
- metode karakterizacija stijenske mase;
- istraživanje mehanizama transporta radionuklida u stijenskoj masi i određivanje parametara transporta;
- istraživanje mogućnosti odlaganja radioaktivnog otpada u različite geološke formacije kao npr. visoko plastične gline, sol, graniti, itd.

Također, sudionici radionica imali su priliku posjetiti većinu PII izgrađenih u Europi kao i neka druga važna postrojenja i objekte vezane za problematiku zbrinjavanja radioaktivnog otpada poput: odlagalište Richard, Josef Gallery - Underground Educational Facility, Češka (slika 2); Grimsel Test Site i Mont Terri Rock Laboratory, Švicarska; Tournemire, Francuska (slika 3); podzemni laboratorij Hades, Belgija; privremeno odlagalište Zwiilag (slika 4), podzemno odlagalište Konrad, podzemni laboratorij Gorleben i ispitno postrojenje opreme za rukovanje opasnim otpadom DBE Technology, Njemačka.



Slika 2. Galerija Joseph, Češka.

Figure 2. Joseph Gallery, Czech Republic.



Slika 3. IRSN podzemni istraživački centar u Tournemire, Francuska.

Figure 3. IRSN Underground Research Center at Tournemire, France.



(a)



(b)

- a) Istrošeno gorivo i visoko radioaktivni otpad u kontejnerima tipa Castor (Spent fuel & high level radioactive waste in containers – Castor type)
 b) Srednje radioaktivni otpad u bačvama (Casks with intermediate and low level radioactive waste)

Slika 4. Zwiilag - privremeno odlaganje radioaktivnog otpada, Njemačka..

Figure 4. Zwiilag -temporary radioactive waste storage facility, Germany.

Svi sudionici procijenili su kako su radionice bilo iznimno dobro organizirane obzirom da se radi o kombinaciji teorijskih razmatranja s praktičnim primjerima, a predavači su vrlo kvalitetni i kompetentni. Prikazana su različita iskustva i pristupi rješavanju problema zbrinjavanja radioaktivnog otpada u većem broju država, a sudionicima je dan na raspolaganje veliki broj dokumenata. Također, sudjelovanje na radionicama omogućilo je sudionicima upoznavanje velikog broja eksperata za pojedina područja istraživanja, predstavnika akademske i istraživačke zajednice, te državnih institucija iz cijelog svijeta. Svakako treba spomenuti i financijsku pomoć koju redovito osigurava IAEA, pa možemo zaključiti da je sudjelovanje Hrvatske u ovom projektu iznimno korisno jer za rješavanje svih problema s kojima se RH može naći u narednom razdoblju u segmentu zbrinjavanja radioaktivnog otpada ima educirane predstavnike iz RH te kontakte u svim relevantnim institucijama u Europi i svijetu.

3.1. Značaj uključenosti hrvatskih znanstvenika i eksperata u projekte tehničke suradnje u području gospodarenja RAO

U Hrvatskoj trenutno postoje dva privremena skladišta radioaktivnog otpada nastalog u primjeni radioaktivnih tvari u zdravstvu i u znanstvenim istraživanjima, jedno unutar Instituta Ruđer Bošković, a drugo unutar Instituta za medicinska istraživanja u Zagrebu. Uz to, Hrvatska se obvezala zbrinuti polovinu otpada nastalog tijekom rada i nakon razgradnje nuklearne elektrane Krško. Uzme li se navedeno u obzir, čak i ako se iz buduće energetske strukture Hrvatske isključi nuklearna opcija, osim skupe i trenutno slabo vjerojatne mogućnosti izvoza radioaktivnog otpada, preostaje alternativa zbrinjavanja otpada na području Republike Hrvatske.

Zbrinjavanje radioaktivnog otpada, uz energetske krizu i globalno zatopljenje, predstavlja jedan od najizazovnijih „tehnoloških“ problema u svijetu. Izgradnja odlagališta je ključni dio problema gospodarenja radioaktivnim otpadom, što je jasno vidljivo iz činjenice da premda postoji nekoliko odlagališta nisko i sredneradioaktivnog otpada, prva odlagališta visokoradioaktivnog otpada u fazi su ishođenja lokacijske dozvole, nakon čega će uslijediti njihova izgradnja (npr. u Švedskoj, Finskoj, Francuskoj) (IAEA, 2010).

Jednako kao i cijeli proces gospodarenja radioaktivnim otpadom, izgradnja odlagališta uključuje suradnju velikog broja znanstvenika i eksperata različitih struka. Problemi su interdisciplinarnog karaktera a njihova rješenja treba pronalaziti u timskom radu no ovdje se detaljnije osvrćemo samo na doprinos geo-znanosti rješavanju tog problema. U užem smislu, radi se o inženjerskom problemu čijem rješenju u velikoj mjeri mogu doprinijeti stručnjaci koji se obrazuju na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu. Primjerice, izbor pogodne lokacije odlagališta radioaktivnog otpada i izgradnja odlagališta radioaktivnog

otpada, ne može se obaviti bez vrlo detaljnog poznavanja geološke sredine. Da bi se to ostvarilo potrebno je koristiti metode i postupke poznate u geološkom inženjerstvu, rudarstvu i geotehnici. Tehničko-tehnološki aspekt izgradnje objekata u podzemlju, pa i odlagališta otpada blizak je istraživanju i eksploataciji ležišta mineralnih sirovina, kao i izradi podzemnih rudarskih objekata i tunela. Opcija odlaganja radioaktivnog otpada u duboke bušotine isto tako predstavlja proces barem donekle sličan zbrinjavanju tehnološkog otpada u naftnoj industriji gdje se bušotine nekada korištene za dobivanje nafte i/ili plina sada koriste za odlaganje otpada.

Iskustva znanstvenika i eksperata iz područja rudarstva, geotehnike, geologije i naftnog rudarstva svakako su primjenjiva na rješavanje problema prilikom planiranja, projektiranja, izgradnje i naknadnog praćenja (monitoringa) odlagališta radioaktivnog otpada. Treba naglasiti da tehnološki procesi prisutni u rudarstvu, geotehnici i naftnom rudarstvu iako u velikoj mjeri nalikuju onima kod odlaganja radioaktivnog otpada, nisu im ipak identični. Primjerice, klasične metode koje se primjenjuju za izradu podzemnih prostorija i tunela, za ugradnju materijala, za izradu dubokih bušotina i slično, često ne zadovoljavaju zahtjeve operativne sigurnosti tražene kod odlagališta radioaktivnog otpada. Drugim riječima, svi zahvati na koje ćemo naići kod odlaganja radioaktivnog otpada predstavljaju novi izazov za inženjerske struke, za koje treba pronalaziti inovativna rješenja. Dodatno obrazovanje i specijalizacija stručnjaka logičan je korak unutar svakog programa gospodarenja radioaktivnim otpadom. U tom smislu, Republika Hrvatska, putem Državnog zavoda za radiološku i nuklearnu sigurnost, te kroz uključenost u projekte tehničke suradnje s Međunarodnom agencijom za atomsku energiju (IAEA) profilira kadrove za eventualnu izgradnju budućeg odlagališta radioaktivnog otpada.

Govoreći o uključenosti djelatnika RGN fakulteta u projekte tehničke suradnje s IAEA-om, može se zaključiti da je korist višestruka. Osim transfera znanja i tehnologije, svakako je važna i mogućnost provođenja zajedničkih istraživanja. Iskustva i znanja djelatnika RGN fakulteta prepoznata su kod sudionika i organizatora tečajeva i radionica u okviru projekta „*Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities-URFs*“, čiji je nacionalni koordinator za Republiku Hrvatsku djelatnica RGN fakulteta. Također, jedan od djelatnika RGN fakulteta osnivač je Grupe za operativnu sigurnost pri projektu „*International Project on Demonstrating the Safety of Geological Disposal (GEOSAF)*“.

Suradnja RGN fakulteta s Državnim zavodom za radiološku i nuklearnu sigurnost te sudionicima tečajeva i radionica organiziranih od strane IAEA-e detaljnije je opisana kroz tematski broj znanstvene periodike „*Rudarsko-geološko-naftni zbornik*“, u kojoj je i ovaj prikaz objavljen.

4. Zaključak

Dva glavna scenarija po kojima Republika Hrvatska može riješiti zbrinjavanje radioaktivnog otpada koji se već nalazi na njezinom teritoriju, kao i otpada koji sporazumno pripada Hrvatskoj zbog rada NE Krško u Republici Sloveniji su: zbrinjavanje u nekoj drugoj državi (uključujući i mogućnost regionalnog odlagališta) ili izgradnja vlastitog odlagališta. Oba scenarija su izrazito skupa, a uključuju niz prednosti i nedostataka koje će mjerodavni za ovo pitanje trebati pozorno razmotriti u vrlo bliskoj budućnosti. Ukoliko opcija izgradnje vlastitog odlagališta postane aktualna, nužno je imati vlastite kadrove koji će biti u stanju odabrati pogodnu lokaciju, projektirati i izgraditi taj vrlo složen inženjerski objekt te osigurati nakanadni dugotrajni nadzor u skladu sa svim međunarodno dogovorenim standardima.

Obrazovanje znanstvenika i eksperata koji će raditi na budućem odlagalištu radioaktivnog otpada također je izrazito zahtjevan i dugotrajan zadatak. Hrvatska sudjeluje u gotovo svim regionalnim projektima, organiziranim od strane IAEA-e u Europskoj regiji. Glavni ciljevi ove suradnje su transfer znanja i tehnologije, promocija razmjene informacija i zajedničkih istraživanja te razvoj resursa u cilju rješavanja ključnih tehničkih problema te povećanja povjerenja javnosti u sigurno zbrinjavanje otpada. Sudjelovanje hrvatskih znanstvenika, uključujući i one s RGN fakulteta, na projektima organiziranim od strane IAEA-e iznimno je korisno jer za rješavanje svih problema s kojima se Republika Hrvatska može naći u narednom razdoblju u segmentu zbrinjavanja radioaktivnog otpada, imat će educirane predstavnike te kontakte u svim relevantnim institucijama u Europi i svijetu.

5. Literatura

IAEA, International Status and Prospects of Nuclear Power. 2010. para. 35.

http://ec.europa.eu/energy/observatory/eu_27_info, 2012.

<http://www-tc.iaea.org/tcweb/abouttc>, 2012-a.

<http://www-tc.iaea.org/tcweb/abouttc/terminology/glossary.pdf>, 2012-b.

Strategija energetskega razvoja RH (NN 130/09)

Valčić I, Novosel N. Program tehničke suradnje Međunarodne agencije za atomsku energiju. U: Kubelka D, Kovač J, ur. Zbornik radova Trećeg simpozija Hrvatskoga društva za zaštitu od zračenja; 20-22. studenoga 1996; Zagreb, Hrvatska. Zagreb: HDZZ; 1996. str. 43-48.

Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti (NN 28/10)

INVOLVEMENT OF THE FACULTY OF MINING, GEOLOGY & PETROLEUM ENGINEERING IN TECHNICAL COOPERATION OF THE REPUBLIC OF CROATIA WITH THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

The Energy Strategy of the Republic of Croatia (RC) indicates that the nuclear option cannot be excluded from future energy structure, and states that the exclusion of nuclear energy in future energy structures represents a risk. From the foregoing it can be concluded that the production of energy from nuclear sources in the future is inevitable in Croatia, and that special attention should be paid to the development of technological solutions as well as to public acceptance.

The article discusses the question of energy production from nuclear sources considering the growing demand for energy worldwide, the advantages and disadvantages of using nuclear energy.

International Atomic Energy Agency (IAEA) promotes the peaceful use of nuclear energy, and the State Office for Radiological and Nuclear Safety (DZNR) monitors the use of ionizing radiation sources in the Republic of Croatia. The main consideration for this paper is the role of IAEA technical cooperation program involving Croatia (INT9173 "Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities - URFs"). Under the auspices of the IAEA, an underground research centers - URFs that exist in some countries were offered the use of other countries that are not due to high financial costs alone are able to make such research centers. The network is composed of member states (including the RC) and the partner countries which have made available their URFs, namely:

Belgium, Canada, Czech Republic, France, Germany, Japan, Sweden, Switzerland, UK, and USA.

Faculty of the Mining, Geology and Petroleum engineering has participated in nine training courses/workshops within this project:

- "Regional Training Course on Underground Testing in Hard Clays as Geological Formation for Radioactive Waste Disposal – Highlights from IRSN Safety Research Performed at Tournemire to Support Regulatory Review", Tournemire, France, 2009.
- "Regional Training Course on Fundamentals of Geological Disposal in Sedimentary Environments", Peine, Germany, 2009.
- "From Surface-Based to Underground Site Characterisation in Sediments and Hard Rocks", Prohunce, Czech Republic and Meiringen, Switzerland, 2009.
- "Regional Training Course on Geological Disposal: From Research and Development (R&D) to Safety Case Development", Mol, Belgium, 2010.

- “Training Course on Transport and Retention of Radionuclides in Argillaceous and Fractured Media under the Framework of TC Project RER9/103 - Training in Radioactive Waste Technologies Using Underground Research Facilities, Wurenlingen i Meiringen, Switzerland, 2010.
- Workshop on the Strengthening National Competencies in the Area of Stakeholder Dialogue for Radioactive Waste Disposal, Las Vegas, USA, 2010.
- “Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities”, Peine, Germany, 2011. Regional Training Course on Fundamentals of Geological Disposal Prague, Czech Republic, 2011.
- Workshop "Enhancing Confidence in Geological Disposal of Radioactive Waste: The Role of Natural Analogues and Safety Indicators", Nottingham, UK, 2011.

The importance of the involvement of the Croatian scientists and experts, in the said project of technical cooperation in the field of radioactive waste management, is presented through activities conducted during the period since 2009 to date, taking into account Croatia's obligations regarding the disposal of radioactive waste generated by the operation of the nuclear power plant Krško.