

# OTVORENI SUSTAV POTPORE PROSTORNOM ODLUČIVANJU NA PRIMJERU ODABIRA LOKACIJE ODLAGALIŠTA RADIOAKTIVNOG OTPADA

## OPEN SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEM: CASE FOR RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL SITE SELECTION

<sup>1)</sup> DARIO PERKOVIĆ, <sup>2)</sup> ADALETA PERKOVIĆ, <sup>3)</sup> AMMAR AVDIĆ

<sup>1)</sup> Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2)</sup> INA – Industrija nafte d.d., Lovinčićeva bb, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3)</sup> BDO Croatia, Trg J.F. Kennedyja 6b, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

**Ključne riječi:** Internet GIS, sustav za potporu odlučivanju, odabir lokacije, radioaktivni otpad

**Key words title:** Internet GIS, decision support system, site selection, radioactive waste

### Sažetak

U posljednje vrijeme se u znanstvenim i stručnim krugovima učestalo raspravlja o pronalasku odgovarajuće lokacije za odlaganje radioaktivnog otpada. Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku Uniju tema će se još više aktualizirati, a samo pitanje je politizirano s obzirom na činjenicu da nuklearnu elektranu Krško Republika Hrvatska dijeli sa susjednom Republikom Slovenijom. Sve potrebne studije o izboru pogodne lokacije odlagališta su već izrađene, a u njihovoj izradi su sudjelovali stručnjaci iz različitih područja. Također, svi stanovnici Republike Hrvatske bi trebali biti upoznati s tom tematikom na način dostupan široj javnosti i putem svih raspoloživih medija. Postavljaju se pitanja: Što su institucije poduzele po pitanju informiranja javnosti i može li to biti dovoljno?

Kod odabira pogodne lokacije, uz brojne parametre, osnovni element je prikladna geološka formacija, iako bi lokacija odlagališta trebala biti prihvatljiva i u širim društveno javnim krugovima. Uvriježene metode koje se koriste pri odabiru prihvatljivih područja su analiza višekriterijskog odlučivanja (engl. MCDA - Multi Criteria Decision Analysis), geografski informacijski sustav (GIS) i kombinirana GIS-MCDA metoda. Primjena navedenih metoda je od velike pomoći pri donošenju odluke o lokaciji odlagališta radioaktivnog otpada. Prikaz rezultata, osmišljen u obliku otvorenog sustava potpore prostornom odlučivanju, pomogao bi edukaciji i informiranju šire javnosti.

### 1. Uvod

Već desetljeće u Velikoj Britaniji postoji vrlo posjećena i aktivna URL adresa čiji naslov glasi „Exploring environmental decision making using Internet GIS“ (Carver et al., 2002). Internet stranica je namijenjena svima koje žele sudjelovati u planiranju i odlaganju državnog radioaktivnog otpada. Na desetak stranica mogu se naći informacije o svim neophodnim postupcima, parametrima i kriterijima koje je potrebno ispitati pri donošenju

### Abstract

In recent years the scientific and professional circles frequently discussed about radioactive waste and site selection for radioactive waste disposal. This issue will be further updated with accession of Republic of Croatia to the European Union and the only issue is politicized view of the fact that nuclear power plant Krško Croatia shares with neighbouring Republic of Slovenia. All the necessary studies have been made and these are attended by experts from different areas. Also, all Croatian residents should be familiar with this subject matter in a manner accessible to the general public through all available media. There are some questions: What are the institutions have taken on the issue of informing the public and can it be enough?

When selecting a suitable site, with many parameters, the basic element is suitable geological formation, although the landfill must be socially acceptable. Well established methods used in the selection of eligible areas are multicriteria decision analysis (MCDA), geographic information system (GIS) and combined GIS-MCDA method. The application of these methods is of great help in making decisions about the location of disposal of radioactive waste. Presentation of results, designed in the form of an open spatial decision support system, could help in education and informing the general public.

odluke o prihvatljivosti nekog područja za zbrinjavanje radioaktivnog otpada.

Sustav je osmišljen kao javno dostupan ali eksperimentalan WEB servis s ugrađenim sustavom za potporu odlučivanju (engl. DSS – Decision Support System) u kojemu se posjetitelji u nekoliko koraka na edukativan način upoznaju s GIS tehnologijom ali i svim kriterijima koje je potrebno uzeti u obzir prilikom odabira lokacije za odlaganje radioaktivnog otpada.

Pitanja koja se ovih dana postavljaju u stručnim krugovima su: treba li i u Republici Hrvatskoj postojati sličan sustav, kako bi se koristio i što bi konkretno donio? Što jedan ovakav sustav treba uključivati ako je neophodan dio procesa za donošenje ovako značajne odluke?

U Hrvatskoj postoje brojni dokumenti koji se odnose na brigu o radioaktivnom otpadu: Plan gospodarenja, Strategija gospodarenja, Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti i Zakon o zaštiti od ionizirajućih zračenja i sigurnosti izvora ionizirajućeg zračenja. U čitav proces su uključeni predstavnici petnaestak mjerodavnih institucija koji se bave već dugi niz godina ovom problematikom, a završene su i planirane sve potrebne studije na tu temu. Međunarodna agencija za atomsku energiju (engl. IAEA – International Atomic Energy Agency) daje smjernice u kojima je detaljno opisano postupanje s radioaktivnim otpadom (Schaller, 1997).

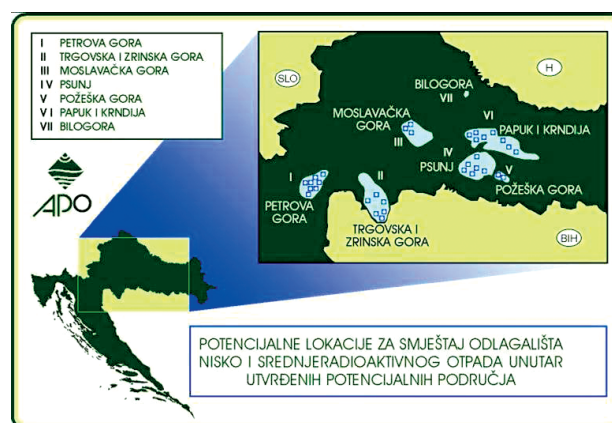
U Hrvatskoj postoje stručnjaci koji mogu povezati zakonsku regulativu, preporuke IAEA i sve dostupne geoprstorne podatke. No ipak, do sada se nedovoljno učinilo u približavanju ove vrlo aktualne tematike javnosti i pojedincima, pa se danas vrlo malo zna o tehničkim pojedinostima o procesu koji traje još od 1988. godine.

Općenito, analiza donošenja odluke o pogodnom području za posebnu namjenu uključuje usvajanje parametara i kriterija iz svih dostupnih (službenih i javnih) dokumenata te njihovo povezivanje s ažurnim geoprstornim podacima i odgovarajućim dodatnim opisnim podacima. Postoje brojni modeli metode višekriterijskog odlučivanja (engl. MCDM - Multicriteria decision making). Također, postoji i vrlo uvriježena metoda geografskih informacijskih sustava (engl. GIS - Geographical information systems) u kojoj su danas ugrađene sve mogućnosti prostorne analize. Te dvije metode se vrlo često kombiniraju pa se često radi o trećoj GIS-MCDM integriranoj metodi (Malczewski, 1999).

## 2. Zatvoreno prostorno donošenje odluka – primjer iz Hrvatske

Metodologija pri izboru odlagališta za radioaktivni otpad, koja je uspješno korištena u Republici Hrvatskoj, opisana je detaljno u dvije publikacije (Schaller, 1997; Matanić & Lebegner, 2001). Iako su te dvije publikacije i brojni novinski članci danas dostupni i na Internetu, čitav tijekom analize provedene u cilju odabira lokacije odlagališta radioaktivnog otpada prošao je bez aktivnog sudjelovanja javnosti. Korištena je GIS-MCDM metoda koja je rezultirala brojnim kartografskim prikazima i na kraju pogodnim potencijalnim područjima (slika 1.).

Postupak izbora lokacije razvijao se u sklopu izrade studije „Prostorno-planerske podloge, istraživanja i ocjena podobnosti lokacija za termo-elektre i nuklearne objekte na prostoru Hrvatske“ (Urbanistički institut Hrvatske, 1991) a kronološki je prikazan u tablici 1.



Slika 1. Prikaz 34 potencijalne lokacije u 7 potencijalnih područja (Schaller, 1997)

Figure 1. 34 potential locations in eight potential areas (Schaller, 1997)

Tablica 1. Događaji tijekom izbora lokacije RAO (Schaller, 1997; Matanić & Lebegner, 2001)

Table 1. Events during radioactive waste siting process (Schaller, 1997; Matanić & Lebegner, 2001)

GODINA	DOGAĐAJ
1988.	Početak projekta izgradnje odlagališta RAO
1991.	Odabir metodologije i kriterija pri izboru
1993.	Izdvojeno 7 širih potencijalnih područja
1994.	Utvrđene 34 potencijalne lokacije
1997.	Odabrane 4 preferentne lokacije
1997.	Preostale samo Trgovska i Moslavačka gora
1999.	Preostala jedna lokacija - Trgovska gora

Tako je, nakon definirane metodologije i kriterija pri izboru, najprije utvrđeno 7 potencijalnih područja a ubrzo nakon njih i 34 potencijalne lokacije. Godine 1997. izdvojene su četiri preferentne lokacije: Trgovska gora, Moslavačka gora, Psunj i Papuk. Posljednje dvije lokacije su iste godine, uslijed političkih odluka i pritiska javnosti, odlukom Sabora prestale biti *kandidati* za odlagališta. Trgovska gora i Moslavačka gora su bila ravnopravna područja sve do 1999. godine kada Sabor bira Trgovsku goru kao najpovoljniju lokaciju. To se dogodilo tijekom postupka donošenja novog Programa prostornog uređenja Republike Hrvatske u koji je uvrštena preferentna lokacija Trgovska Gora (NN 50/99). Tako je ova lokacija ostala jedina određena za daljnja detaljna terenska istraživanja, kako bi se na temelju njih donijela konačna odluka o podobnosti lokacije za smještaj odlagališta nisko i srednje radioaktivnog otpada (Schaller, 1997; Matanić & Lebegner, 2001)..

U devet godina, od početka procesa pa sve do APO publikacije, stručni krugovi i javnost nisu bili dovoljno upoznati s tijekom procesa odabira najpovoljnije lokacije. Mediji su povremeno izvješćivali o ovom procesu ali bez tehničkih detalja koji bi mogli ipak zanimati širu populaciju i posebice stručnu javnost

Metodologija u procesu nije zaostajala za svijetom, ali nedostajala je umiješanost javnosti kroz Internet tehnologiju. To su bile godine kada su se GIS i Internet tehnologija strelovito razvijale, no uvijek se malo kasnilo za svijetom. Već tada su u Republici Hrvatskoj postojali stručni krugovi korisnika GIS-a koji su imali razvijenu predodžbu o tome kolike su prednosti integracije GIS-a i Interneta. No o spajanju te dvije tehnologije u cilju dobivanja jedinstvenog sustava za donošenje odluka, bilo je, čini se, preambiciozno razmišljati na kraju prošlog stoljeća. U svijetu se međutim na tom području, ipak, nešto događalo.

### 3. Otvoreno prostorno donošenje odluka – primjer iz Velike Britanije

Brojni su primjeri uspješnog javnog korištenja GIS-MCDM metodologije u odlaganju radioaktivnog otpada, no najpoznatiji je upravo sustav za otvoreno prostorno donošenje odluka (engl. OSDM – Open Spatial Decision Making) koji je zamišljen kao sustav za pomoć pri odabiru lokacija prema zadanim kriterijima. Razvio ga je Steve Carver 1996. godine, nakon čega je i publicirao brojne radove te je uz svoje suradnike, najzaslužniji što ovaj projekt još uvijek postoji i služi svojoj svrsi. Sustav je od tada doživio brojna poboljšanja, a opisan je i u mnogim radovima objavljenima u protekla dva desetljeća (Carver, 1991; Carver & Openshaw, 1992; Carver et al., 1998; Malczewski, 1999; Evans et al., 2004).

Sustav u suštini objedinjuje višekriterijsko odlučivanje, geografski informacijski sustav i Internet/World Wide Web tehnologiju. Na taj način nastaje GIS na Internetu zamišljen kao prostorni sustav za potporu odlučivanju utemeljen na WEB tehnologiji. Svrha takvog sustava je poboljšanje javnog pristupa podacima o okolišu i značajnije uključivanje javnosti u donošenje odluka. Takav sustav je temeljen na principima iz 90-tih godina prošlog stoljeća (Armstrong & Densham, 1990; Wiedemann & Femers, 1993)

Sustav se sastoji od 10 dijelova prikazanih u isto toliko stranica s vrlo konkretnim naslovom „Gdje odlagati radioaktivni britanski otpad“ (Carver et al., 2002).

Uvodni dio sadrži činjenice o značaju čitavog procesa pronalaženja područja za odlaganje radioaktivnog otpada, ali isto tako naglašava prije svega edukativni i eksperimentalni karakter čitavog WEB-a.

Nakon toga slijedi popis ciljeva i ishoda učenja koje dionici (u ovom slučaju korisnici sustava koji žele pomoći i doprinijeti svrsi sustava) treba usvojiti. Radi se prije svega o korištenju GIS-a i digitalnih kartografskih podataka u rješavanju problematike donošenja odluka u upravljanju okolišem na državnoj razini.

Sljedeći dio ima podnaslov „Uvod u zadatak i kako sustav radi“. Tu je objašnjena veza problematike s geografijom ali i kako GIS sa svojim ugrađenim metodama može pomoći u traženju najpogodnije lokacije odlaganja

radioaktivnog otpada. Ovdje su date i kratke upute za korištenje WebGIS sučelja jer korisnik može sam utjecati na izbor lokacija uključivanjem i isključivanjem pojedinih uvjeta i opcija. Sučelje je izrađeno u Java tehnologiji, prilagodbom otvorenog i besplatnog OpenSource GIS sustava Geotools (<http://geotools.org/>) što je vrlo značajno obzirom na današnje vrlo visoke cijene WebGIS softvera.

Nakon toga slijedi klasifikacija radioaktivnog otpada i načini specifičnog skladištenja, a iznesene su i procijenjene količine otpada koje će Velika Britanija imati 2030. godine.

Nadalje, opisuje se značaj sudjelovanja javnosti u čitavom procesu obzirom na dosadašnju i uvriježenu tajnost svih postupaka i događaja u vezi radioaktivnog otpada u većini zemalja svijeta.

Slijedi opis geografskog značaja u čitavom postupku jer je funkcionalnost GIS-a vidljiva u pretraživanju po čitavom području i vrednovanju izabranih kriterija karte. GIS tehnologija omogućuje sve tri etape istraživanja pogodne lokacije kao što je to navedeno i u smjernicama IAEA.

Prije izrade karte, obavezno je kreiranje vlastitog profila, odnosno popunjavanje obrasca s osobnim anonimnim podacima kao što su: spol i starosna dob, trenutni status na Sveučilištu (zaposlenik ili student), stupanj obrazovanja, mjesto stanovanja i dr.. Budući da su autori sustava djelatnici Sveučilišta u Leedsu, podaci su prvenstveno lokalno usmjereni prema tamošnjem sveučilištu i fakultetima koji se bave geoinformacijskim sustavima, geografijom, zaštitom okoliša, prostornim planiranjem i sl. Ali svi izvan sveučilišta mogu koristiti sustav i ostaviti svoje podatke

Nakon toga, podaci se automatski pohranjuju u bazu podataka te se povezuju s kartom koju će korisnik izraditi.

Izrada karte je najznačajniji dio u čitavom sustavu. Ulazni podaci se sastoje od dva skupa tematskih geoprostornih slojeva: slojeva ograničenja i slojeva vrednovanja kriterija. Slojevi ograničenja su ulazni podaci za višekriterijsko odlučivanje i uključuju:

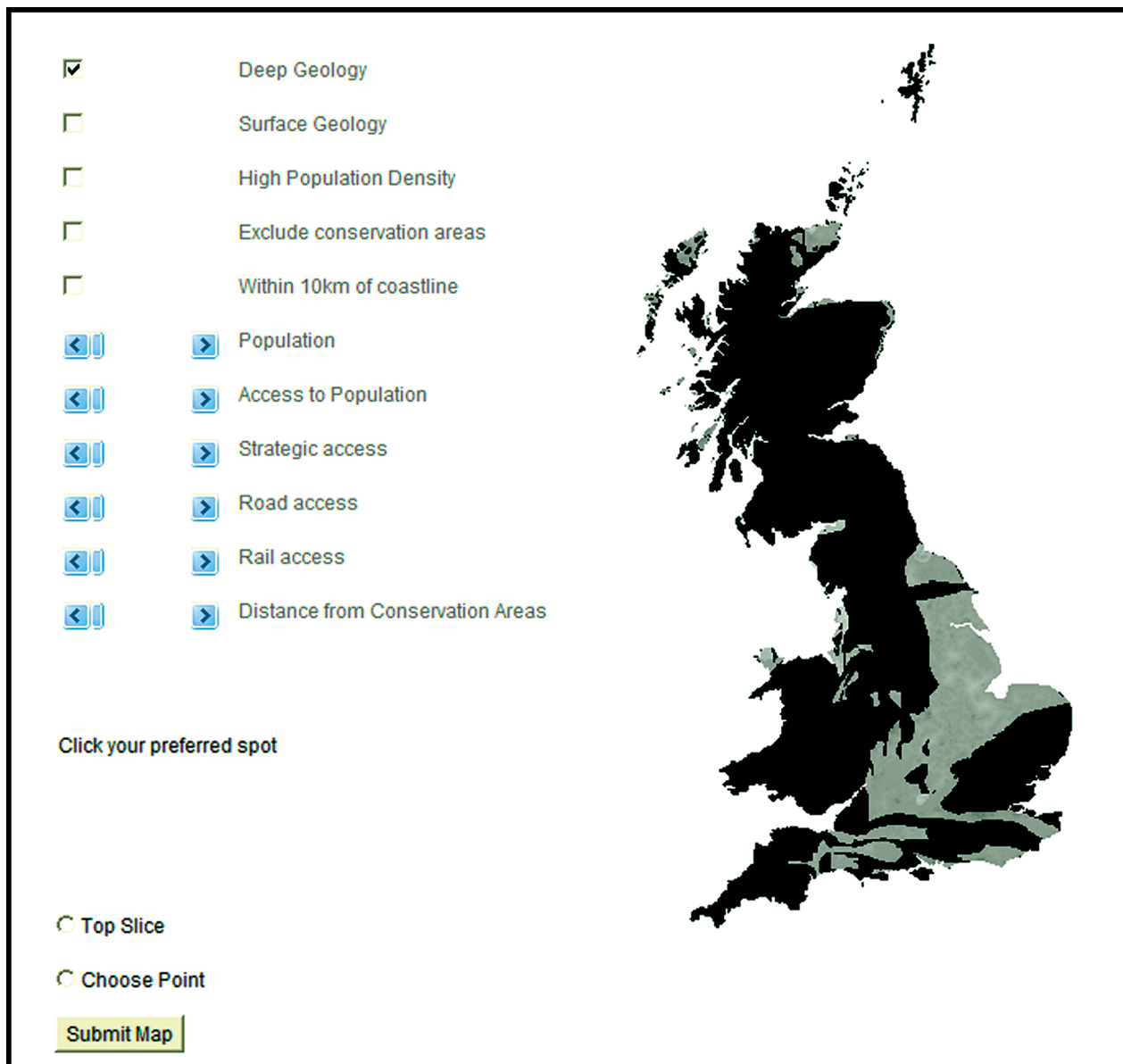
- stabilne geološke formacije na velikoj dubini,
- glinovite naslage na površini,
- zaštićena područja,
- obalni pojas (manje od 10 km) i
- područja s velikom gustoćom naseljenosti.

Ovi slojevi služe ograničavanju geografskih područja i broja potencijalnih mjesta za razmatranje. Svako ograničenje je prikazano kao binarna karta; ako se lokacija smatra pogodnom, dobiva vrijednost 1, u protivnom dobiva vrijednost 0. Podaci o vrednovanju kriterija sastoje se iz 6 GIS slojeva kriterija:

- gustoća naseljenosti na području 2 x 2 km,
- broj ljudi koji žive unutar polumjera 25 km od potencijalne lokacije,
- strateški pristup (prometna veza od nuklearne elektrane do odlagališta),

- cestovna povezanost sa svim postojećim putovima u okolici,
- željeznička povezanost s okolnim prugama i
- udaljenost od zaštićenih područja.

Svih 11 parametara (5 ograničenja i 6 kriterija vrednovanja) su detaljno zasebno opisani sustavom pomoći i to u grafičkom i tekstualnom obliku.



Slika 2. Izrada karte pogodnih područja na temelju slojeva ograničenja i slojeva vrednovanja kriterija

Figure 2. Design of map with suitable areas based on constraint layers and evaluation criterion layers

Konačno, sustavu se šalje željena korisnička karta prema ponuđenim ograničenjima i kriterijima. Može se poslati karta s lokacijom (jedna točka) ili manjim ili većim područjem izraženim u jedinicama površine (km<sup>2</sup>) (slika 2.).

Posljednji dio ima naslov „Istraživanje prostornog donošenja odluka kroz online GIS“ i ta je stranica koncipirana u obliku upitnika koji je podijeljen na:

- općeniti dio o radioaktivnom otpadu (terminologija, nadležnost, postupanje),

- pitanja o sudjelovanju javnosti i
- vrednovanje samog sustava kao informatičkog rješenja u ovoj problematici.

#### 4. Diskusija

Nedavno je skupina studenata Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kreirala upitnik o odlaganju radioaktivnog otpada u obliku Google dokumenta. Poveznica (link) na dokument je poslana svim zaposlenicima fakulteta ali i osobama izvan fakulteta po

kriteriju slučajnog odabira. Upitnik je, kako i priliči, anonimn (kao i britanski otvoreni sustav) i za mnoge sudionike istraživanja je predstavljao možda i jedini do sada oblik informiranja o problematici lokacije odlagališta u Republici Hrvatskoj. Ako je tako, treba se pitati zašto? Zašto javnost nije bolje informirana o tome? Vrlo je jednostavno informirati sve ustanove koje sudjeluju i one s kojima usko stručno i znanstveno surađuju u obliku tribina, okruglih stolova, fakultetskih vijeća, javnih rasprava i veće angažiranosti medija.

Višekriterijskim odlučivanjem i GIS-om ne mogu se baviti svi, već samo određeni broj znanstvenika i stručnjaka. Bez obzira na specifičnost tematike, neophodno je izraditi jedan otvoreni Internet GIS sustav za potporu prostornom odlučivanju jer svi neophodni podaci postoje. Prema svojim znanstvenim i stručnim djelatnostima, kao i prema sudjelovanju u čitavom procesu, može ga izraditi Rudarsko-geološko-naftni fakultet. Djelatnici fakulteta već 20 godina koriste GIS tehnologiju a sve potrebne geoprostorne podloge (koje su također navedene kao neophodne u WebGIS sustavu Velike Britanije) postoje za Republiku Hrvatsku.

Postoje novi demografski podaci popisa stanovništva iz 2011. godine. Geološka, inženjersko-geološka i hidrogeološka karta Republike Hrvatske postoje u Hrvatskom geološkom institutu u mjerilu 1:300.000. Bazu hidrogeoloških podataka i kartu evidencije gospodarenja podzemnim vodama posjeduje i održava Rudarsko-geološko-naftni fakultet. U izradi seizmičke i seizmotektonske karte sudjelovali su zaposlenici Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Karta zaštićenih područja pripada Ministarstvu zaštite okoliša i prirode.

Međusobna suradnja navedenih institucija postoji ali u nedovoljnoj mjeri. Suradnji i razmjeni podataka bi trebalo ići u prilog i obavezno (u praksi na žalost nije tako) korištenje GIS tehnologije jer je to još davnih 90-tih godina prošlog stoljeća dobilo svoju zakonsku potvrdu. Naime, na prijedlog tadašnjeg Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja, Vlada Republike Hrvatske prihvatila je 26. studenoga 1994. godine *Program razvitka informacijske infrastrukture za gospodarenje prostorom i okolišem* kao nacionalni program i donijela odluku o izradi konačnog prijedloga ovog programa. Želja je poticati upotrebu suvremene tehnologije i povećati djelotvornost funkcioniranja državnog upravljanja prirodnim resursima. Također, potrebno je poboljšati i olakšati dostupnost podataka i donošenje pouzdanih i odgovarajućih odluka. U sklopu gornjeg *Programa* formirane su grupe srodnih projekata (Bušelić, 1995):

- opći projekti
- projekti uređenja prostora
- projekti korištenja prostora i okoliša
- projekti zaštite okoliša

Među ovim grupama projekata ima projekata koji su već tada počeli rabiti GIS tehnologiju, no mnogi projekti je niti danas ne koriste. Glavni učinak pokretanja gornjih projekata jest cjelovitost i konzistentnost definiranja sustava gospodarenja prostorom i okolišem, tj. i strategije odgovarajuće informacijske infrastrukture.

## 5. Zaključak

Dugotrajan postupak odabira lokacije odlagališta radioaktivnog otpada je multidisciplinarni proces u koji su uključeni svi brojni relevantni sadržaji. Tijekom tog procesa, provedeno je nekoliko razina vrednovanja: cjelokupnog teritorija Republike Hrvatske, potencijalnih područja, potencijalnih lokacija i preferentnih lokacija. Konačnu odluku o lokaciji odlagališta donosi Vlada Republike Hrvatske, te je neophodno informirati cjelokupno stanovništvo, a posebice stanovništvo uže i šire okolice odabrane lokacije zbog mogućeg utjecaja na zdravlje i okoliš.

Izbor lokacije odlagališta radioaktivnog otpada je javno pitanje. Bez obzira na kontroverznost tematike, javnost želi i treba biti upućena i informirana o načinu odabira lokacije, kao i o mogućim posljedicama. U slučaju trenutnog (i još nezavršenog) procesa u Republici Hrvatskoj, mnogi će se složiti da stupanj informiranja javnosti nije bio na dovoljno visokoj razini. Bez obzira što su mnoge institucije bile uključene, čitav proces je prošao u nedovoljno transparentnom ozračju. Mediji su nedovoljno često izvještavali javnost, a nije postojao niti interni način informiranja u ustanovama o tijeku čitavog procesa.

Izbor odlagališta radioaktivnog otpada se s razlogom osporava starim geološkim kartama, provođenjem nedovoljno opsežnih terenskih istraživanja, političkim lobiranjem na razini općina i županija te općenito geslom „ne u mom dvorištu“ i nagađanjem hoće li Republika Hrvatska graditi odlagališta ili će skladištiti otpad daleko izvan svojih granica.

Britanski primjer pokazuje kako se uz radio, televiziju i novinske medije, informiranje javnosti može kvalitetno napraviti i pomoću Interneta.

Otvoreni sustav prostornog odlučivanja može se izraditi i u Republici Hrvatskoj. Budući se iza takvog sustava kriju analiza višekriterijskog odlučivanja analiza i geografski informacijski sustav, namjena mu može biti vrlo raznolika. Danas bi sustav poslužio za problematiku zbrinjavanja radioaktivnog otpada, a sutra može poslužiti za lociranje pogodnih odlagališta komunalnog otpada, spalionice otpada, tvornice za obradu otpada, tvornice za preradu vode itd..

## 6. Literatura

- Armstrong, M. P. & Densham, P. J. (1990): Database organization strategies for spatial decision support systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(1), 3-20.
- Bušelić, V. (1995): Vlada usvojila GIS kao nacionalni program, što čeka?, *BYTE* br. 28, str. 107-108
- Carver, S. (1991): Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems, *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3), 321-339.
- Carver, S. & Openshaw, S. (1992): A geographic information system approach to locating nuclear waste disposal sites. In: Clark, M., Smith, D. & Blowers, A. (eds.) *Waste location: spatial aspects of waste management, hazards and disposal*. London, Routledge, 105-127.
- Carver, S., Evans, A., Kingston, R. and Turton, I. (1998): GIS on the WWW: improving public participation in environmental decision making, European Association for the Study of Science and Technology Conference, Lisbon, Portugal.
- Carver, S., Evans A. & Kingston, R. (2002): Exploring environmental decision making using Internet GIS - Public participation in locating a nuclear waste disposal site, School of Geography, University of Leeds, URL: <http://www.ccg.leeds.ac.uk/teaching/nuclearwaste/>; (3.3.2012.)
- Evans, A., Kingston, R. & Carver, S. J. (2004): Democratic input into the nuclear waste disposal problem: the influence of geographical data on decision making examined through a web-based GIS, *Journal of Geographical Systems*, Vol 6. No. 2, 117-132.
- Malczewski, J. (1999): *GIS and Multi-Criteria Decision Analysis*, New York, John Wiley & Sons, 408 pp
- Matanić, R. & Lebegner, J. (2001): *Croatian radioactive waste management program: Current status*, IAEA.
- Schaller, A. (1997): Izbor mjesta odlagališta nisko i srednje radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj, APO novosti, Agencija za posebni otpad
- Urbanistički institut Hrvatske (1991): *Prostorno-planerske podloge, istraživanja i ocjena podobnosti lokacija za termo-elektreane i nuklearne objekte na prostoru Hrvatske*, Studija, Završni izvještaj, Zagreb
- Wiedemann, I. & Femers, S. (1993): Public participation in waste management decision making: analysis and management of conflicts, *Journal of Hazardous Materials*, 33, 355-368.

## OPEN SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEM: CASE FOR RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL SITE SELECTION

In recent years the scientific and professional circles frequently discussed about radioactive waste and site selection for radioactive waste disposal. This issue will be further updated with accession of Republic of Croatia to the European Union and the only issue is politicized view of the fact that nuclear power plant Krško Croatia shares with neighbouring Republic of Slovenia. All the necessary studies have been made and these are attended by experts from different areas. Also, all Croatian residents should be familiar with this subject matter in a manner accessible to the general public through all available media. Already a decade in the UK, there is a very active and visited URL, whose title is "Exploring environmental decision making using Internet GIS." The system is designed as a publicly available, but an experimental web service with integrated decision support system in which the visitors in several steps in an educational way learn about GIS technology and all of the criteria to be taken into account in site selection process for radioactive waste. The system essentially combines the multi criteria decision making, geographic information systems and Internet / World Wide Web technology. The purpose of such a system is to improve public access to environmental information and public involvement in major decisions. Recently, a group of students of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb, created a questionnaire on the disposal of radioactive waste as a Google document. Link to the document is sent to all faculty staff and persons outside the faculty according to the criteria of random selection. The questionnaire is anonymous (as the British open system) and for many participants represented perhaps the only information on the issue of landfill sites in the Republic of Croatia.

The application of these methods is of great help in making decisions about the location of disposal of radioactive waste. Showing results, designed in the form of an open spatial decision support system, could help in educating and informing of the general public.