

# Uloga i perspektiva geodezije i geoinformatike u upravljanju okolišom

Bjelotomić Olga<sup>1</sup>, Markovinović Danko<sup>2</sup>, Hećimović Željko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska, [objelotomic@geof.hr](mailto:objelotomic@geof.hr)

<sup>2</sup>Državna Geodetska Uprava, Zagreb, Gruška 20, 10000 Zagreb, Hrvatska

**Sažetak.** U suvremenom društvu održivog razvoja, usmjerenom ka zaštiti okoliša i prevenciji zagađenja, u fokusu su sve više tehnologije za praćenje zaštite okoliša, otpada i njegove sanacije. Iako je primarna namjena gospodarenjem otpada bila njegova obrada i kontrolirana sanacija, iskorištavanje otpada postaje važna gospodarska djelatnost koja osim što smanjuje troškove zbrinjavanja otpada, štiti okoliš i sprječava daljnje akumuliranje; potiče gospodarski rast i neovisnost resursa proizvodnjom energije i njenom prodajom. Danas, kad se zemlje zapadne Europe međusobno natječu za dobivanje koncesija za gospodarenje otpadom, određivanje pozicije geodezije i geoinformatike u budućoj globalnoj mreži je iznimno bitno. Pouzdano prikupljanje geoprostornih podataka, njihovo analiziranje i distribuiranje će zasigurno biti temelj u strateškim odlukama zaštite okoliša te biološke održivosti. Obveza praćenja EU direktiva te primjena Zakona o Nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka daje temelje i smjernice za geodeziju kao struku, njen razvoj te interdisciplinarnost s drugim strukama. Također, u ovom radu analizirani su neki od neiskorištenih potencijala geodezije u zaštiti okoliša u Hrvatskoj, perspektiva financiranja kroz kohezijske fondove, te uloga geodezije u primjerima iz prakse.

**Ključne riječi:** zaštita okoliša, gospodarenje otpadom, geoprostorni podaci, direktive

## 1 Uvod

Jezgra geodetske profesije je prostorni podatak. U samim počecima geodezije, još u vrijeme Eratostenesa, glavna preokupacija geodeta bila je kako prikupiti što točniji prostorni podatak. Zatim kroz povijest, kako su se razvijale metode mjerenja i prikupljanja podataka, geodetska znanost se usmjerila u svrhu efikasnosti: prikupljanja velikih količina visoko preciznih podataka u što kraćem vremenskom razdoblju. Ta rapidna evolucija metodologije prikupljanja podataka u zadnjim dekadama, rezultirala je uspostavom baza podataka različitih svojstava i namjena. Danas, društvo usmjereno ka zaštiti okoliša i prevenciji zagađenja, nameće geodeziji fokus na tehnologije u praćenju zaštite okoliša i redefiniranje uloge geodezije i geoinformatike u upravljanju geoprostornim podacima.

Europska strategija za gospodarski rast nazvana „Europe 2020“ (Europe2020, 2010) obuhvaća razdoblje programiranja financijske pomoći Europske Unije od 2014. do 2020. godine. Programi pojedinih zemalja članica mogu se sufinancirati iz fondova Europske Unije ukoliko je predloženi projekt usklađen s obje strategije: nacionalnom strategijom Republike Hrvatske sadržanom u dokumentu Strategija o gospodarskom otpadu (NN178/04), te razvojnim ciljevima europske strategije Europa 2020. U okviru europske strategije, postoji 11 tematskih ciljeva. Perspektiva geodezije i geoinformatike pronalazi se u investicijama vezanim uz upravljanje vodama i otpadom, informacijski sustav otpada, nadzor onečišćenja, upravljanje u kriznim situacijama s razvojnim planovima za zaštitu i suzbijanje prirodnih rizika kao što su suše, požari i poplave (Slika 1), o čemu je detaljnije riječ u nastavku teksta.



Slika 1. Perspektiva geodezije i geoinformatike u zaštiti okoliša.

## 2 Upravljanje okolišem i održiv razvoj

Pojam održivog razvoja podrazumijeva ravnotežu između gospodarskog djelovanja, društvenog rasta i zaštite okoliša (Slika 2). Cilj održivog razvoja je kontrolirati negativan utjecaj razvoja na okoliš, zbog čijeg je štetnog utjecaja i eksponencijalnog gomilanja količina otpada zbrinjavanje i gospodarenje otpadom postalo jednim od najvećih problema ali i izazova modernog društva. Skladištenje i recikliranje otpada izvor je vrijednih sirovina te početak novog ciklusa održivog razvoja te pravilno gospodarenje otpadom predstavlja jedan od njegovih ključnih elemenata. Mogućnosti iskorištavanja otpada kao resursa za proizvodnju sirovina opravdavaju troškove odvojenih sakupljanja otpada i recikliranja, te smanjuju potrebu za eksploatacijom prirodnih sirovina čije su zalihe ograničene i odlaganje otpada na neprimjerenim deponijima.



Slika 2. Tri elementa održivog razvoja.

Komunalni otpad i njegovo gospodarenje postalo je prioritetom na globalnoj razini te su razvijene nacionalne i regionalne strategije za gospodarenje otpadom. Okvir za europsku politiku gospodarenja otpadom sadržan je u Rezoluciji Vijeća EU o Strategiji gospodarenja otpadom

(97/C76/01), a koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (75/442/EEC) i drugim europskim propisima na području gospodarenja otpadom. Tri su ključna europska načela: 1) sprječavanje nastajanja otpada, 2) recikliranje materijalnog otpada te 3) nadzirano odlaganje preostalog otpada. Ulaskom u Europsku Uniju, 01. srpnja 2013. godine, Hrvatska je obavezna ugraditi odredbe Waste electrical and electronic equipment (WEEE) Direktive-2002/96/EC i Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHS) Direktive-2002/95/EC u nacionalno zakonodavstvo.

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) najveća dopuštena masa komunalnog otpada koja se godišnje odlaže na svim neusklađenim odlagalištima u Republici Hrvatskoj iznosi 1.710.000 tona zaključno s 31. prosincem 2013., te se regulativom smanjuje prema ciljanom maksimumu mase otpada od 800.000 tona do 31. prosinca 2017., a nakon čega je zabranjeno odlaganje otpada na neusklađenom odlagalištu u Republici Hrvatskoj. Trenutno se količina komunalnog otpada procjenjuje se na 1.200.000 tona godišnje s godišnjim porastom od 10%, pri čemu nacionalna Strategija gospodarenja otpadom navodi 12 milijuna tona ukupnog otpada (NN130/05), dok je ukupna količina otpada u Europi oko 3000 milijuna tona, od čega je 306 milijuna tona komunalnog otpada (Kučar 2006). U Hrvatskoj je registrirano 126 službenih odlagališta i oko 3000 „divljih“ odlagališta otpada, pri čemu kapacitet 20 odlagališta za obradu komunalnog otpada iznosi po 50 000 tona godišnje (Strategija o gospodarenju otpadom NN 130/05) što je ukupno 1 milijun tona godišnje i ne zadovoljava realne potrebe.

## **2.1 Lokacija i sanacija deponija**

Prema Strategiji za gospodarenje otpadom Republike Hrvatske (NN130/05) svaki plan gospodarenja otpadom u gradovima i općinama mora sadržavati i mjere nadzora i praćenja gospodarenja otpadom. Jedan od ciljeva je i izgrađivati moderan informacijski sustav koji će osiguravati pouzdane i pravodobne podatke i informacije na temelju kojih će biti moguće redovito izvješćivanje o stanju otpada. Također, uspostavljanjem takvog informacijskog sustava za otpad moguće je vrlo pouzdano i korisno planirati, uspostaviti i održavati sustav s relativno niskim troškovima. Katastar odlagališta služi za praćenje stanja na odlagalištima i kao podloga u procesima izrade planova gospodarenja otpadom, planova sanacija i zatvaranja odlagališta (APO, 2004), te procesu uspostave regionalnih centara za gospodarenje otpadom od državne do općinske razine. Takav katastar uspostavljen je u Hrvatskoj 2005. godine pri Agenciji za zaštitu okoliša i bazira se na goreferenciranim bazama podataka o odlagalištima u RH.

Većina postojećih kapaciteta je premala ili neadekvatna te je potrebna rekonstrukcija i sanacija deponija pri čemu je u dokumentaciji za projektiranje odlagališta otpada nužna i geodetska dokumentacija (npr. posebna geodetska podloga). Za izradu takvog plana sanacije odlagališta otpada i trodimenzionalnih projektnih podloga pogodni su terestrički laserski skeneri (Kujundžić 2008). Njihovi dometi od približno 300 metara s točnošću mjerenja udaljenosti od 7 mm na 100 metara, rezolucijom od 3 mm na 100 metara i brzinom skeniranja od 5000 točaka u sekundi omogućuju efikasno, precizno određivanje područja deponija u kratkom vremenskom roku. S obzirom na procijenjene količine otpada po broju stanovnika -i propisane limite količina otpada na odlagalištima, takva metoda procjene područja odlagališta i kontinuirano praćenje trenutno je jedno od područja najvećih investicija, a još uvijek nepokrivenih kapaciteta.

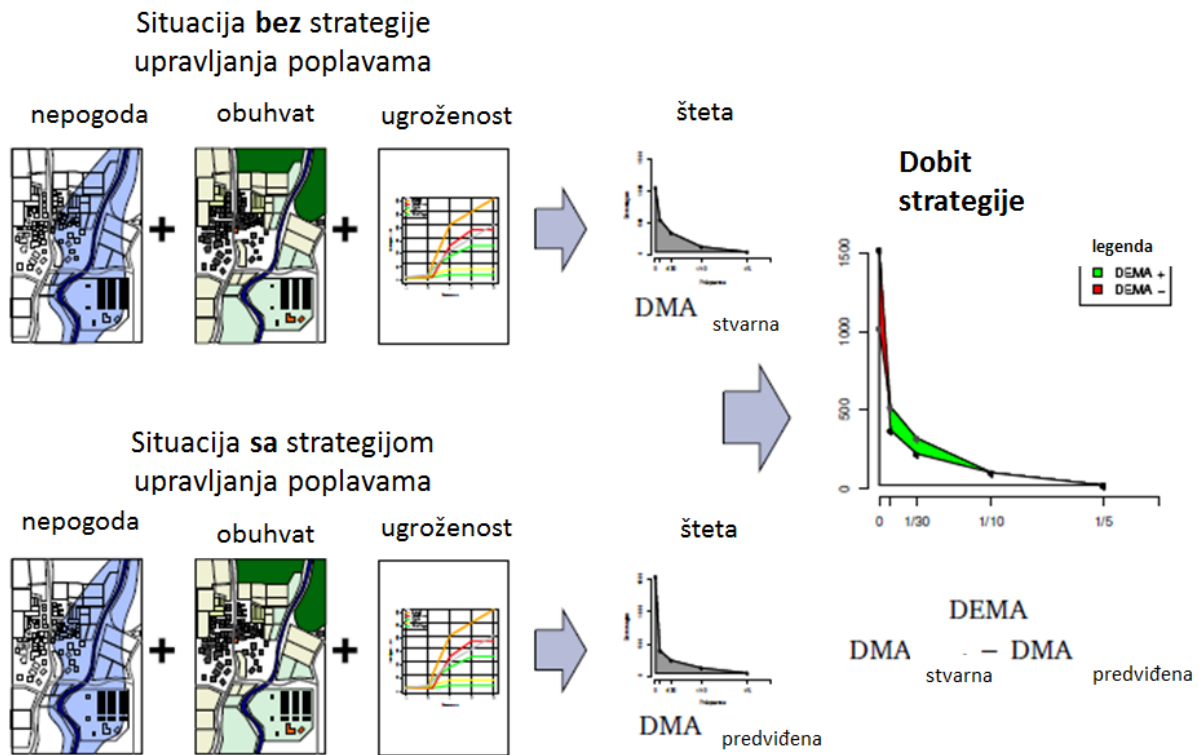
## **2.2 Praćenje okoliša**

Projekt *Jačanje i razvoj aktivnosti istraživanja Zemlje u pogledu okoliša na prostoru Balkana*, tzv. OBSERVE projekt, započeo je krajem 2010. godine u okviru FP7 programa s predviđenim

trajanjem od dvije godine. Projekt je obuhvatio 15 institucija iz 13 zemalja (Oluić 2012) s ciljem prikupljanja podataka, izrada studija i postavljanje zajedničkih normi na području Balkana u području zaštite okoliša. Budući da većina država obuhvaćenih projektom nisu članice Europske svemirske agencije (ESA), cilj projekta bio je uspostava regionalne zajednice za motrenje Zemljinih promjena (ibid) i sustavno praćenje i upravljanje okolišem temeljem zajedničke baze standardiziranih podataka. Krajnji korisnici i beneficijari tog projekta nisu samo lokalne istraživačke institucije i upravljačka tijela, nego i industrija te mala i srednja poduzeća. Upravo takvim projektima, u kojima je trend investicija u stalnom porastu, uloga geodeta i geoinformatičara je u poziciji dionika, tj. ponuditelja i korisnika podataka.

### 2.3 Projekt procjene rizika od poplave

Projekti financirani iz sredstava fondova Europske Unije sve više su fokusirani na tzv. 'cost benefit' analize, odnosno ravnoteže troškova i dobiti projekta, proizašle iz rezultata analize financijske uštede ili dobiti predloženog projekta. Indikatori 'cost benefit' analize su mjera ekonomske učinkovitosti dodjele sredstava za lokalne projekte. Ti pokazatelji su jedan od standarda propisanih Europskom Direktivom o poplavama (Direktiva 2007/60/EZ).



Slika 3. Dobit strategije upravljanja poplavama.

Projekcija koristi projekta upravljanja poplavom može se izračunati prema standardnoj cost benefit formuli gdje je dobit projekta definirana sljedećim izrazom (Saint-Geours i dr. 2013)

$$\text{Dobit} = \text{MAAD} = \text{MADb} - \text{MADa}$$

gdje je MAAD srednja godišnja izbjegnuta šteta prema projektu, a MADb srednja godišnja šteta prije projekta i MADa srednja godišnja šteta poslije projekta. Indikator MAAD predstavlja augmentaciju maksimalno zahvaćenog područja nepogodom, tj. poplavom, predikcijom uništenog obuhvata, te faktorom ugroženosti određenog dijela promatranog područja.

Vrijednost MAAD-a izražava se u novčanim valutama, te se međusobno uspoređuje korist troškova i koristi od projekta prema simuliranoj verziji utjecaja poplave na promatranom području sa strategijom upravljanja kriznim situacijama (Slika 3), iz čega na primjeru projekta napravljenog na području Redon i Beziers u Francuskoj (ibid) predviđena ušteda od 11,2 milijuna eura, čime je projekt opravdao svoju financijsku potporu.

Točnost indikatora ovisi o nesigurnosti i preciznosti podloga na kojima se analiza provodi. Podloge korištene za takve analize su uglavnom DEM modeli, karte visine voda, korištenja zemljišta, učestalosti pojave poplava, koeficijentata ekstremnih poplava te krivulja materijalne štete. S obzirom na nesigurnosti podloga, MAAD indikatori se još ne smatraju dovoljno pouzdanima kao samostalnim faktorom za donošenje postupovnih mjera, nego se promatraju zajedno s sobolovim indeksima analize osjetljivosti (ibid).

### **3 Značaj Nacionalne infrastrukture prostornih podataka**

Nacionalna infrastruktura prostornih podataka (NIPP) je skup tehnologija, mjera, normi, provedbenih pravila, usluga, ljudskih kapaciteta i ostalih čimbenika koji omogućavaju djelotvorno objedinjavanje, upravljanje i održavanje dijeljenja prostornih podataka određenih Zakonom o NIPP-u (NN 56/2013). NIPP imaju svrhu zadovoljenja potreba infrastrukturnih prostornih podataka na nacionalnoj i europskoj razini. Nacionalna infrastruktura se razvija kao dio europske infrastrukture prostornih podataka definirane INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe (INSPIRE) direktivom koja je prvenstveno razvijana za potrebe zaštite i upravljanja okolišem te INSPIRE i NIPP definiraju prostorne podatke za potrebe upravljanja okolišem. Sustavi prostornih podataka za nadzor okoliša dio su treće skupine prostornih podataka obuhvaćene NIPP-om i daju prostornu osnovu za rješavanje problema u domeni zaštite i upravljanja okolišem.

Hrvatska Agencija za zaštitu okoliša uspostavila je sukladno Zakonu o zaštiti okoliša (NN 110/07) i Uredbi o informacijskom sustavu zaštite okoliša (NN 68/08) Informacijski sustav zaštite okoliša (ISZO) RH. Taj informacijski sustav je skup međusobno povezanih elektroničkih baza podataka s integriranim podacima važnim za praćenje stanja okoliša na nacionalnoj razini. Protorne baze podataka značajne za područje okoliša vode se u skladu s Nacionalnom infrastrukturuom prostornih podataka u nadležnosti Državne geodetske uprave. Tako su dosad formirani Katastar odlagališta otpada unutar Informacijskog sustava gospodarenja otpadom, georeferencirane baze podataka o potencijalno onečišćenim lokalitetima, georeferencirane baze eksploatacijskih i istražnih polja mineralnih sirovina u Hrvatskoj unutar Informacijskog sustava sastava tla, odnosno industrije i energetike, i slične baze geoprostorne podataka. Budući da su prikupljanje, obrada i interpretacija prostornih podataka te vođenje registara prostornih podataka i njihova vizualizacija osnova geodetske struke, NIPP ima veliki potencijal utjecaja na razvoj geodezija i njenog povezivanja s temama upravljanja okolišem.

## 4 Zaključak / diskusija

Održivi razvoj te praćenje i zaštita okoliša dobivaju sve veću važnost u razvoju društva. Direktive Europske Unije, koje su postale obvezujuće za Hrvatsku nakon postanka punopravnom članicom, jasno definiraju norme, mjere i aktivnosti u području upravljanja i zaštite okoliša. Te mjere i aktivnosti u velikoj mjeri ovise o prostornim podacima. Prepoznavajući ovu problematiku, EU je uvela INSPIRE direktivu koja definira prostorne podatke prvenstveno za potrebe zaštite okoliša. Zemlje članice EU preuzele su u svoje nacionalne legislativne sustav INSPIRE direktivu i razvijaju nacionalne infrastrukture prostornih podataka koje zadovoljavaju nacionalne potrebe i zahtjeve INSPIRE direktive, a koja je prerasla u EU infrastrukturu prostornih podataka. Mjere nadzora i praćenja okoliša su sastavni dio gradskih, županijskih i nacionalnih strategija i planova, te koristeći geoprostorne baze podataka sukladno Zakonu o Nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka otvaraju novi prostor mogućnosti za geodete i geoinformatičare.

### Literatura

APO: Novelacija Katastra odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj - fazno izvješće, APO d.o.o. Zagreb, elaborat, 2004

AZO: Program vođenja informacijskog sustava zaštite okoliša Republike Hrvatske za razdoblje 2009-2012, Zagreb, 2009

Direktiva 2007/60/EZ Europskog parlamenta i vijeća, Official Journal of the European Union, 288/27

Europe2020 A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth, European Commission, Brussels 2010

Kučar Dragičević S, Butučić J., Kufrin J.: Zbrinjavanje otpada u RH – postojeće stanje, Waste management in Croatia, Arh Hig Rada Toksikol 2006;57:263-266

Kujundžić D.: Izrada geodetske podloge za projektiranje kombinacijom GPS-a i terestričkoga trodimenzionalnoga laserskog skeniranja, Geodetski list, 2008, br.4, str. 249-256

Oluić M.: Europski projekt OBSERVE, Geodetski list, 2013, br. 3, str. 187-196

Radović S., Nujić R., Strategija gospodarenja otpadom na Republiku Hrvatsku, Časopis Gospodarstvo i okoliš, br. 60, Mtg-topograf, Velika Gorica, 2003., str.37

Saint-Geours N., Bailly J.S., Grelot F., Lavergne C.: Ranking sources of uncertainty in flood damage modelling : a case study on the cost-benefit analysis of a flood mitigation project in the Orb Delta, France Journal of Flood Risk Management, 2013, InPress

Screening of waste management performance of EU Member States, Report submitted under the EC project Support to Member States in improving waste management based on assessment of Member States' performance, Report prepared for the European Commission, DG ENV, BiPRO, July 2012

Sharma V.N., Mohammed J., Uppuluri S.: GIS in Environmental Studies - An overview, Map India conference, 2003

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Narodne Novine, br. 130/05

Zakono o Nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka, Narodne novine br. 56/13

Zakon o održivom gospodarenju otpadom, Narodne Novine br. 94/13

Zakon o zaštiti okoliša, Narodne Novine 110/07

## **Role and Perspective of Geodesy and Geoinformatics in Environmental Management**

**Abstract.** Today's society is more than ever focused on the environmental protection and pollution prevention. Consequently, technologies and methodologies represented in environmental monitoring, waste and its remediation are becoming more valuable. Although the primary purpose of waste management was his treatment and controlled rehabilitation, recovery of the waste has become an important economic activity, which in addition to reducing the cost of waste disposal, protects the environment and prevent further accumulation, stimulates economic growth and independence, resources and energy production and sale. Today, when Western European countries compete with each other to obtain concessions for waste management, the determination of the position of geodesy and geoinformation in a future global network is extremely important. Reliably collecting geospatial data, analyzing and disseminating will surely be the basis of policy decisions for environmental protection and biological sustainability. The obligation to follow EU Directives and the implementation of the National Spatial Data Infrastructure provides a foundation and guidelines for surveying as a profession, its development and interdisciplinary relations with other professions.

**Key words:** environment protection, waste management, geospatial data, Directives