

Franka Grubišić ▶ preddiplomski studij, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, e-mail: fgrubisic@geof.hr

Uloga geoprostorne znanosti i tehnologije za razvoj održive budućnosti

SAŽETAK: Geoprostorna znanost i tehnologija imaju veliku ulogu u razvoju održive budućnosti integriranjem obnovljivih izvora energije, planiranjem i izgradnjom pametnih gradova te nadziranjem promjena u okolišu. Jedan od najvažnijih alata u geoprostornoj tehnologiji koji se koristi pri implementiranju svega navedenog u svrhu razvoja održive budućnosti je GIS. U ovom radu prikazana su dosadašnja teorijska saznanja i primjene u praksi kao i razvojni planovi za budućnost. Prikazani su i konkretni primjeri dosadašnje primjene GIS-a u svrhu razvitka pametnih gradova na primjeru gradova Edinburgha u Škotskoj i Kristiansanda u Norveškoj na temelju usporedne analize, nadziranja okoliša na primjeru Ringkøbing Fjorda u Danskoj te integraciji obnovljivih izvora energije na primjeru Bostona i Južne Dakote u SAD-u.

KLJUČNE RIJEČI: geoprostorna znanost, tehnologija, obnovljivi izvori energije, pametni gradovi, geoinformacijski sustav, zaštita okoliša

Geospatial Science and Technology towards a Sustainable Future and Development

ABSTRACT: Geospatial science and technology have an important role in the development of sustainable future, integrating renewable energy sources, planning and building smart cities and monitoring environmental changes. One of the most useful tools in geospatial technology which is used to implement all of the above for the purpose of development a sustainable future is GIS. In this paper, previous theoretical knowledge and practical applications are shown, as well as the development plans for the future. Some concrete examples of current GIS implementation for the purpose of development of smart cities are shown in the examples of the city of Edinburgh in Scotland and Kristiansand in Norway, using comparative analysis, environmental monitoring in the example of Ringkøbing Fjord in Denmark and the integration of RES in the example of Boston and South Dakota in the USA.

KEYWORDS: geospatial science, geospatial technology, renewable energy resources, smart cities, geo-information system, environment protection

POPIS KRATICA

GIS	geoinformacijski sustav	NREL	National Renewable Energy Laboratory
OIE	obnovljivi izvori energije	FZOEU	Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost
HROTE	hrvatski operator tržišta energije	RH	Republika Hrvatska
HOPS	hrvatski operator prijenosnog sustava	GPS	Global Positioning System

1. UVOD

1.1. UVOD

Posljednjih par stoljeća svijet je doživio golem urbanistički rast i razvoj potaknut globalizacijom. Danas, u svijetu stalnih promjena u kakvom živimo, svaki se događaj ili učestala pojava mora detaljno proučiti i analizirati za svačiju korist. Upravo zbog tog ubrzanog rasta, znanstvenici i stručnjaci diljem svijeta posvećuju se projektiranju pametnih gradova kako bi populacija što manje patila te kako bi svijet što bolje funkcionirao s predviđenih 10 milijardi ljudi 2050. godine.

Geoprostorna znanost i tehnologija u samom idejnom projektiranju pametnih gradova uz integraciju obnovljivih izvora energije imaju veliku ulogu. Koncipirane su tako da detektiraju probleme zaštite okoliša povezane sa svakim obnovljivim izvorom energije kako bi što učinkovitije eliminirali i smanjili te utjecaje koji postaju sve veći problem modernog doba. Također, pripomoći će i u uspoređivanju različitih projektnih planova grada sukladno projektantima, društvu i potrebama zemljišta te njegove upotrebe, prometa, prirodnih izvora i zaposlenja.

Brojne državne vlade veliku pažnju pridaju ekspanziji obnovljivih izvora energije dajući poticaje proizvođačima i kogeneracijskim postrojenjima jer je većina tih postrojenja zastarjela, a potražnja za energijom raste iz dana u dan, te se pojavljuju zahtjevi za gradnju novih. Geoprostorna tehnologija nudi širok raspon inovativnih rješenja za održivost okoliša i integraciju obnovljivih izvora energije. Uporabom satelitske tehnologije, geovizualizacije i baze podataka pojednostavnilo se identifikiranje, opisivanje i kategoriziranje problema urbanog svijeta.

1.2. ŠTO JE GIS?

GIS je najbolji alat geoprostorne tehnologije koji služi za razumijevanje geografskih odnosa i donošenje pametnih odluka jer su odluke temeljene na geografiji ugrađene u ljudsku logiku razmišljanja – razumijevanjem geografije i veze između lokacija donose se odluke o načinu na kojem živimo na planetu.

GIS organizira geoprostorne podatke tako da osoba koja koristi kartu može izabrati podatke koji su joj nužni na određeni zadatak. Karta ima organizirani sadržaj svih podataka te je korisniku omogućeno dodavanje novih slojeva i sadržaja na karti temeljno na *real-world* lokaciji. Naprimjer, analitičari mogu označiti područje koje ih zanima na karti te u sadržaju odabrati da im se prikažu podatci o razini obrazovanja i starosti te će tad te podatke koristiti za potrebnu analizu.

Dobar GIS program je u stanju obraditi brojne geoprostorne podatke iz raznih izvora i integrirati ih u kartu. Prostorna baza podataka najčešće je uključena u sam paket programa, dok se oni podaci koji nisu uključeni mogu dobiti od komercijalnih proizvođača ili pak vlade i njezinih agencija putem zahtjeva za korištenje.

GIS karte su interaktivne. Na računalnom zaslonu korisnici mogu pomicati kartu u svim smjerovima, zumirati prema van i prema unutra te prilagođavati prirodu informacija sadržanih na karti prema vlastitim preferencijama – koje ceste i koliko da se prikazuju na određenom području, da se prikazuje mreža plinovoda, električna mreža ili da se niti jedna od komunalnih usluga ne vidi na karti, položaj bolnica i ambulanta, vegetacija, promet. Neki programi su

dizajnirani da prate samo vrijeme, promet ili uzorke koji se ponavljaju u svrhu predviđanja prirodnih nepravilnosti i katastrofa.

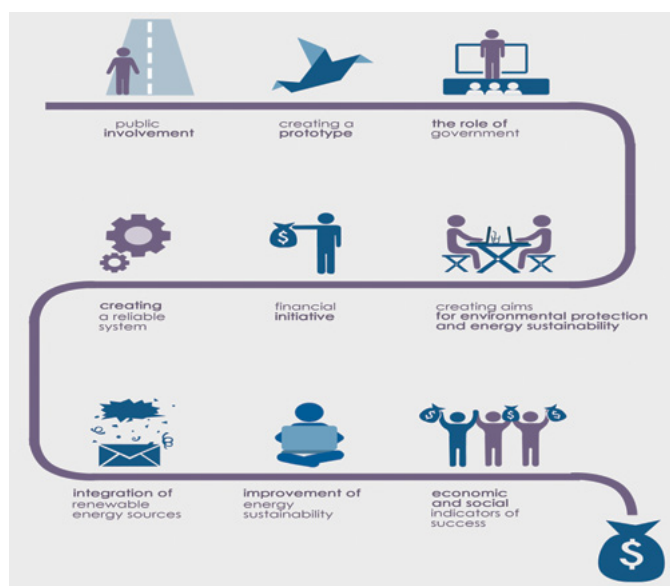
Sve od obavljanja rutinskih zadataka pa do složenih znanstvenih istraživanja, GIS, kao koristan alat za upotrebu u bilo kojem polju znanosti, nudi ljudima mogućnost da postanu produktivniji, samosvjesniji i odgovorniji građani.

2. OSNOVA OBNOVLJIVE ENERGIJE ZA PAMETNE I ODRŽIVE GRADOVE UZ POMOĆ GIS-A

2.1. IDEALNI PAMETNI I ODRŽIVI GRAD

Svjetska konkurentnost na ekonomskoj bazi, svjetska infrastruktura, centar za globalnu manufakturu i razmjenu te održivi razvoj doveli su do stvaranja nove pametne industrije i ekosistema koji se baziraju na ekološki, ekonomski i socijalno održivom okviru razvoja inteligentnih gradova u budućnosti.

Koncept pametnog grada sve se više razvija u smjeru uključivanja modernih urbanističkih faktora u zajednički okvir naglašavajući socijalni kapital, kao i kapital učinkovitosti okoliša, profilirajući tako jasnu granicu između pametnog grada i svih ostalih kako je prikazano na slici 2.1.1.



Slika 2.1.1. Prijedlog ekonomskih, gospodarskih i socijalnih sastavnica pametnog grada; Izvor: obrada autorice prema tekstovnim podacima iz literature *Karsidi, A., (2013), Updates on Development on Nationwide Geospatial Data Management, Geospatial Information Authority Agency, Republic of Indonesia, <raspoloživo na: https://ggim.un.org/docs/meetings/2ndHighLevelForum/Session%204/4-UNGGIM-DOHA_BIG_INDONESIA.pdf>, [pristupljeno 30. travnja 2014.]*.

Također, pametan grad je grad koji maksimalno koristi svoje značajke: pametnu ekonomiju, pametnu mobilnost, pametni okoliš, pametne ljude, pametni život i pametnu vlast. Pametna ekonomija obuhvaća inovativnost, produktivnost, poduzetništvo, ekonomske indikatore, fleksibilnost tržišta rada, međunarodnu suradnju te sposobnost preinačenja. Faktori pametne mobilnosti su lokalna i nacionalna pristupačnost, dostupnost infrastrukture te održivi, inovativni i sigurni transportni sustavi. Pametni okoliš se bazira na održivom upravljanju resursima, zaštiti okoliša, brizi o zagađenju te korištenju prirodnih resursa. Pametni ljudi imaju visoku razinu kvalifikacije, afinitet za cjeloživotnim učenjem, fleksibilni su, kreativni, spremni su svakodnevno otvoreno sudjelovati u javnom životu te se razlikuju po socijalnom i etičkom identitetu. Sastavnice pametnog života su kulturni sadržaji, zdravstveni uvjeti, osobna sigurnost, kvaliteta stanovanja, obrazovne ustanove, turistička atraktivnost te socijalna kohezija. Pametna vlast je koncipirana tako da sudjeluje u donošenju odluka, nudi javne i socijalne usluge te donosi političke strategije i planove za razvoj.

Dakle, pametni grad se razvija na temelju četiri glavna parametra: ekonomije, društvenog života, okoliša i prostora. Ključan proces

u razvoju pametnog grada je dinamičnost međusobnog ispreplitanja i komunikacije ta četiri parametra. Tako, uz vladajuće institucije i postojeće zakone, ljudske resurse, znanost i tehnologiju te političku regulaciju dolazi se do ugovorenih inovativnih rješenja i pristupa projektiranju pametnog grada koji teži poboljšanju kvalitete zraka, vode, prirodnih resursa te općenito standarda života.

2.2. ULOGA GIS-A U PLANIRANJU I RAZVOJU PAMETNIH GRADOVA

S obzirom na to da je urbanistički razvoj već odavno odjeknuo širom svijeta, snažne potrebe za brojnim istraživanjima, pametnim rukovođenjem i inteligentnim projektiranjem gradova našle su svoje mjesto u svjetskoj svakodnevnici.

Geoprostorna baza podataka i geoinformacijski sustav su neophodne sastavnice u planiranju i razvoju pametnih gradova. U današnjem digitalnom svijetu digitalne karte i baze podataka se sve više integriraju u gospodarenje zemljišta, urbano planiranje i promet. GIS više ne služi samo za arhiviranje podataka, nego i kao prostorni model koji potpomaže projektiranje pametnog grada.

Razvijene su brojne uspješne primjene u privatnim i javnim organizacijama korištenjem GIS-a kao platforme za objedinjavanje geoprostornih podataka, programa za analizu i prikupljanje istih. Aplikacije za pametne mobitele koje se temelje na korištenju i odašiljanju lokacije telekomunikacijskim operaterima danas su prijeko potrebne funkcije koje šire saznanja o povezanosti ljudi.

Gradovi Edinburgh i Kristiansand su odlični primjeri gradova čija je gradska vlast primijenila koristi i prednosti GIS-a u gradski razvoj.

Na primjer, Edinburgh koristi metapodatke¹ za opis i katalogizaciju slojeva karte. Slojevi se temelje na postojećim katastarskim podacima te su inkorporirani u digitalnu bazu podataka s tražilicom. Baza nije dostupna javnosti, već je samo za internu upotrebu članova vijeća koji mogu naknadno uploadati novostvorene slojeve omogućavajući tako osoblju neograničen pristup sve većem broju karata, što im olakšava administrativne aktivnosti.

GIS stručnjaci, nakon što su razvili niz geoinformacijskih usluga za građane – parking informacije, informacije o prometu i *route-planning*, prostorno planiranje itd. rade na razvitku *cloud computing*² jer *cloud-environment* nudi mogućnost smanjivanja kompleksnosti razvoja novih geoinformacijskih softvera.

Vijeće grada Edinburgha svoje je geoinformacijske usluge razvijalo dva desetljeća stalno nadograđujući i poboljšavajući mrežu te sustav infrastrukture. Sve su usluge dostupne građanima online na internetskoj stranici gradskog vijeća. Stranica je organizirana po tematskim skupinama gdje građani mogu pronaći poveznice za usluge koje im trebaju.

Za razliku od Edinburgha, Kristiansand ima radikalniji pristup uslugama na bazi GIS-a. Sustav se sastoji od brojnih karti s padajućim izbornicima koji sadrže duge popise georeferenciranih podataka koji su dostupni za prikaz.

Dok su neke geoinformacijske usluge prije bile dostupne samo vladi, planirani razvoj geoinformacijskih usluga bit će dostupan za korištenje i građanima potičući tako značajan porast njihovog korištenja, dosega i kapaciteta.

GIS aplikacija u gradskom razvoju je na primjeru Kristiansanda razvijana na način novorazvojnog, sveobuhvatnog geookoliša uz implementaciju geoprostornih informacija pa tako danas građani Kristiansanda mogu *online* pristupiti katastarskim planovima, *park-and-ride* informacijama, biciklističkim i planinarskim stazama, turističkim atrakcijama, upotrebi zemljišta, cestama i stanju u prometu, gradskim informacijama, demografiji, sportskim, zabavnim i rekreacijskim objektima itd.

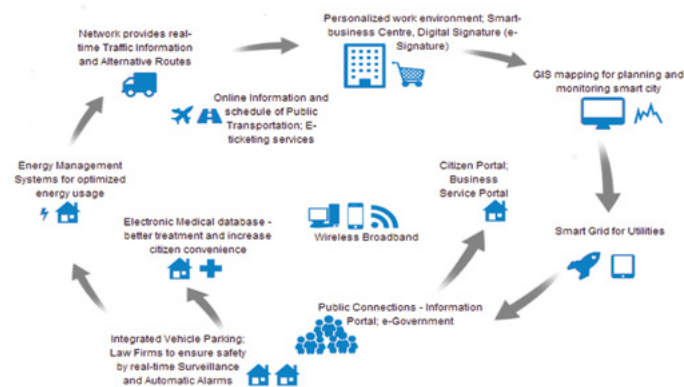
Oba pristupa, i onaj grada Edinburgha kao i Kristiansanda, su uspješna te oba učinkovito ispunjavaju svoju svrhu – pružaju impresivna rješenja te nude razne informacije i mogućnosti građanima.

¹Metapodaci su podaci o podacima – strukturirani podaci koji opisuju, objašnjavaju, lociraju ili na neki drugi način omogućavaju lakše upravljanje resursima nekog izvora u digitalnom obliku. (Wikipedia)

²„Cloud“ u informatici kao pojam označava apstraktnu IT infrastrukturu koja se sastoji od računala, baza podataka i mreža. Ta struktura ubrzano postaje dom za hardware i software (Župan, 2013).

Najveće pitanje današnjice je kako upravljati brojnim prikupljenim geoprostornim podacima i primijeniti profesionalne funkcije GIS-a u *cloud computing* okolišu u svrhu razvitka pametnih gradova i njihova rukovođenja. Prednosti GIS-a u rukovođenju pametnim gradom kao informacijskim sustavom koji olakšava urbanističko modeliranje su te što omogućuje korisnicima da brzo i efikasno kreiraju i testiraju različite modele i planove te utvrde njihove utjecaje za potrebe zemljišta i da stvaraju buduće trendove omogućujući tako i vlastima lakše planiranje i pisanje ciljeva strateškog razvoja za budućnost.

Najopćenitiji nacrt sastavnica pametnog grada vidimo na slici 2. 2. 1. Koristeći GIS, internet i najnoviju tehnologiju pametni grad projektira se s naglaskom na međusobnoj povezanosti različitih institucija i inteligentnim infrastrukturnama s primjenom i integracijom što više obnovljivih izvora energije tamo gdje je to moguće te njezinom optimizacijom tamo gdje nije.



Slika 2.2.1. Planiranje pametnih gradova uz pomoć GIS-a; Izvor: obrada autorice prema tekstovnim podacima iz literature Karsidi, A., (2013), Updates on Development on Nationwide Geospatial Data Management, Geospatial Information Authority Agency, Republic of Indonesia, <raspoloživo na: https://ggim.un.org/docs/meetings/2ndHighLevelForum/Session%204/4-UNGGIM-DOHA_BIG_INDONESIA.pdf>, [pristupljeno 30. travnja 2014.].

Gledajući sa strane geoprostorne znanosti, *real-time* urbanistička istraživanja te očitavanja, trodimenzionalni modeli i njihova geovizualizacija omogućili su više prednosti GIS-a i u isto su vrijeme svojim metodama i tehnologijom izazvali međusobno suparništvo u smišljanju novih inovativnijih rješenja. Sa strane geoprostorne tehnologije, trend *World Wide Web* tehnologije koja korisnicima omogućava sudjelovanje u stvaranju internetskog sadržaja neizbježna je sastavnica koja omogućuje okvir koji približava GIS fotogrametriji i računalnoj vizualizaciji što pak snažno utječe na snagu pametnih uređaja i njihovih mogućnosti.

2.3. PROJEKTIRANJE PAMETNIH GRADOVA KORIŠTENJEM GIS-A: SMART-GRID I MINI-GRID

Pametni grad ne bi bio potpun bez *smart-grida*. On ovisi o *smart-gridu* kako bi osigurao otporan prijenos energije i njezinih brojnih funkcija, poboljšao efikasnost i najvažnije, omogućio povezanost i usklađenost „srca“ pametnog grada, rukovodilaca infrastrukture i glavnih i odgovornih za sigurnost javnosti.

Smart-grid prvenstveno služi za automatizaciju, daljinsko upravljanje i kontroliranje, moderniziranje elektroenergetskih sustava i uspostavljanje *mini-grida*. Korisniku on služi kao informativni i edukacijski alat za njihovo korištenje energije, troškove i druge opcije, kako bi im omogućio samostalno odlučivanje po pitanju kako i kada upotrebljavati energiju. Također, *smart-grid* omogućuje sigurnu i pouzdanu integraciju distribuirane i obnovljive energije. Sve to pridonosi inteligentnoj gradskoj infrastrukturi na kakvoj će se svi pametni gradovi budućnosti temeljiti.

Za komunalne usluge i uslužne programe, GIS pruža opsežan repozitorij sastavnica elektroenergetske razdjelne mreže i njihovih položaja (GPS koordinata u geoprostornoj bazi podataka). Sve ko-

munalne djelatnosti, odnosno njihovi operatori, trebat će GIS za donošenje boljih odluka oko aktualnih problema današnjice, kao što su prikupljanje podataka, instalacija senzora, nadgledanje instaliranih senzora, analiziranje statističkih podataka poput potrošnje pojedinog korisnika i povezivanje obnovljivih izvora energije.

Projektanti pametnih gradova bazirat će se na integraciji GIS-a u okviru gospodarsko-informacijskog sustava. Na taj će način GIS stvarati podatkovne servere o stupovima (električnim, za zračne vodove, betonske motke, itd.), žicama, transformatorima i svim ostalim komunalnim sastavnicama. Programeri i GIS stručnjaci će tad povezati prostorne podatke i korisničke sustave uz druge bitne informacije i aplikacije van samih komunalnih djelatnosti poput prometa i vremenske prognoze kako bi napravili višekorisnički informacijski sustav dostupan građanima, prikazan na slici 2. 2. 1.

GIS je također učinkovit u samoj analizi učinkovitosti *smart-grida*. Pomoću njega analiziraju se marketinške kampanje i obrazac ponašanja korisnika. S brojnim jednostavnim geoprostornim alatima, GIS pomaže odrediti optimalnu lokaciju za komponente *smart-grida* poput *smart-metersa*, senzora i posrednika stanica.

Smart-grid se oslanja na točne podatke. Mobilni GIS je najsigurniji način za brz i učinkovit prijenos informacija iz ureda na teren i obrnuto. Produktivnost pametne implementacije *smart-grida* može se povećati za kreiranje rasporeda i organiziranje komunalnog osoblja, čiji se položaj na terenu prati, a oni ažuriraju vlastiti status na terenu s kojeg imaju pristup kompletu aplikacijskih predložaka pomoću kojih ažuriraju i izvještavaju o napretku instalacije hardvera *smart-grida*.

Sama upotreba GIS-a u *smart-gridu* očituje se u sustavu tehničke podrške pri odlučivanju korištenja nekih važnijih metoda projektanta pametnih gradova kako bi mogli dobiti pristup mogućem lokalnom razvitku distribuiranih energijskih izvora i informacije o njemu. Nadalje, koristeći GIS i njegovu bazu podataka, stručnjaci i projektanti dobivaju uvid u gradski plan, odnosno plan susjedstva kao bazu *mini-grida* koji je pogodniji za korisničku uporabu. GIS, osim što koristi postojeće gradske planove kao bazu *mini-grida*, ukazuje i na jednu bitnu činjenicu današnje analitičke ekonomije – prostorna ograničenja koja nisu otkrivena kroz postojeću stvarnu vrijednost analize statističkih podataka utječu na distribuciju i adaptaciju OIE-a.

Na kraju, GIS obuhvaća pregled razvoja i implementacije *smart-grida*. Grafičkim i mrežnim izvještavanjem omogućeno je stvarno nadziranje aktivnosti preko GIS nadzorne ploče koja prikazuje status svih projekata, razna upozorenja i informacije te nove radne lokacije.

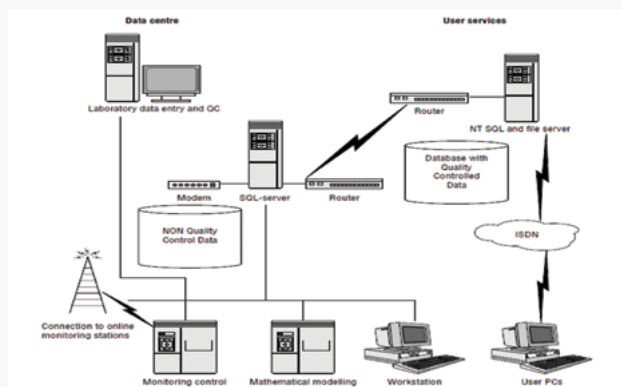
3. GIS U ODRŽIVOM RAZVOJU I ZAŠTITI OKOLIŠA

3.1. ULOGA GEOPROSTORNE ZNANOSTI U UČINKOVITOM NADZIRANJU OKOLIŠA

Važnost informacija o okolišu temelji se na stupnju njezine dostupnosti krajnjim korisnicima i mjeri do koje se te informacije mogu učinkovito međusobno dijeliti kako bi se doprinijelo razvoju nadziranja okoliša na globalnoj platformi informacijske infrastrukture. Uloga geoprostorne tehnologije u nadziranju okoliša upravo je korištenje GIS-a, satelita, GPS-a i tehnologije daljinskog istraživanja u svrhu rješavanja problema zaštite okoliša.

Geoprostorna znanost, upotrebom navedenih alata i tehnologija kako je prikazano na slici 3. 1. 1., došla je do inovativnih rješenja vezanih uz probleme okoliša poput istraživanja *sluma*¹, poplava, uništavanja okoliša izljevima nafte i sl., erozija itd. No, tipični korisnici GIS-a usredotočeni su na probleme u okolišu i njihovo rješavanje te im često nedostaje tehničkog znanja i prakse za razvijanje novih GIS aplikacija u svrhu nadziranja okoliša. Sve urbanističke promjene, uključujući i spomenute promjene okoliša, nadziru se daljinskim istraživanjima te dostupnim fotografijama, fotogrametrijom i kombinacijom različitih drugih tehnologija uz korištenje potrebnih softvera i algoritama za analizu dobivenih podataka.

³slum = a squalid and overcrowded urban street or district inhabited by very poor people (Oxford Dictionary)
 = predstavlja kaotično područje nekog grada koje ima lošu socijalnu, ekonomsku i estetsku formu (Wikipedia)



Slika 3.1.1. Protok podataka i hardverska mreža na primjeru nadziranja okoliša; Izvor: Larsen, L., GIS in Environmental Monitoring and Assessment, raspoloživo na <http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch71.pdf>, [pristupljeno 25. svibnja 2014.].

U nadzornom sistemu naglasak je na prikupljanje podataka, pripremu obradbu i kontrolu kvalitete. Analitički se sustavi usredotočuju na upotrebu GIS alata u svrhu manipulacije i modeliranja prikupljenih podataka dok se informacijski sustavi brinu o pohrani i rukovođenju istih. GIS je idealan alat za prikazivanje podataka prikupljenih od uvjetno raspoređenih mjernih postaja. Nažalost, većina GIS aplikacija ima određene nedostatke uzrokovane nedovoljno dobrom upotrebom svih njegovih funkcija pa su prirodne mogućnosti GIS-a kao alata za integraciju i analizu podataka često nedovoljno iskorištene.

Danas, brojne organizacije za zaštitu okoliša prikupljaju i pohranjuju terabajte geoprostornih podataka koje potom tehnički i analitički stručnjaci obrađuju uz pomoć prostornog modeliranja i daljinskih istraživanja kako bi dobili pregledan opis novih podataka o utjecaju antropogenog zagađenja okoliša koje zatim mogu vizualizirati u 2D i 3D videima ili različitim kartografskim kompozicijama.

UNIX-based XDISP je sustav za nadziranje u Danskoj koji nadzire The Ringkøbing Fjord – plitku lagunu na zapadnoj obali poluotoka Jutlanda. Biotop lagune je visokoosjetljiv na bilo kakav pritisak iz okoliša. Najvažniji parametri same lagune su kisik i salinitet jer oni direktno utječu na floru i faunu lagune te njihov razvitak. Problem je u prevelikom dotoku vode iz fjorda u lagunu koja potom uzrokuje povećanje razine saliniteta i zapornog sloja kisika ugrožavajući tako cijeli biotop. Sam sustav ima dvostruku ulogu – dokumentira stanje okoliša u stvarnom vremenu i služi kao alarmni sustav za uzbunu. Koristi specijalizirani softverski program za prikupljanje podataka na temelju izmjerenih podataka na terenu što se postiže izvršenjem pozadinskih zadataka po točno određenom rasporedu komunikacije s hardverom. Svi prikupljeni podaci se potom unose u GIS-ovu geoprostornu bazu podataka koja ih organizira i arhivira. Koristeći mogućnosti i funkcije GIS-a, sadašnje stanje parametara je uvijek procijenjeno u realnom vremenu te je moguća usporedba s prethodnim mjerenim podacima što pruža izvrstan temelj za daljnju analizu omogućujući predviđanje mogućih posljedica u budućnosti.

Dakle, kako bi postojala mogućnost predviđanja pozitivnih ili negativnih utjecaja na okoliš, nužno je integrirati geoprostornu tehnologiju u svjetsku svakodnevicu ne limitirajući ju samo na vlast. Kada vlast u potpunosti počne koristiti sve funkcije, mogućnosti i prilike geoprostorne znanosti i tehnologije, većina će se problema i izazova u zaštiti okoliša moći suzbiti, a to vodi kontinuiranom rastu i razvoju zdravog života.

3.2. GIS U INTEGRACIJI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Suočeno s crnim predviđanjima opskrbe i potrošnje energije, čovječanstvo se značajnim naporima trudi uhvatiti i skladištiti višak energije. Razvija se potreba za razvitkom održivog planeta povećanjem korištenja energije vjetera, sunca, geotermalnih izvora i biomase te se traga za učinkovitim i za okoliš savjesnim metodama proizvodnje, predaje i distribucije energije.

Ova golega promjena i cjelokupan proces leže na geoprostornoj

tehnologiji. GIS ne samo da poboljšava način za proizvodnju i dostavu energije već mijenja način pogleda na zemljine prirodne izvore. Nove vjetroelektrane grade se iz dana u dan dok se u najsunčanijim mjestima maksimalno iskorištava potencijal solarne energije, a dodatni značajni napredak pridaje se geotermalnim izvorima i biomasi.

Pronalaženje tehnički pogodnih područja za integriranje OIE-a uključuje prikupljanje postojećih podataka naprimjer brzina i smjer vjetera, informacije o nagibu terena, broju sunčanih dana, zračenju i sl. Prikupljeni podaci moraju biti detaljno analizirani kako bi cjelokupan proces bio što točniji i potpuniji. Nakon što se uspostavi direktorij u geoprostornoj bazi, od prikupljenih podataka dobiva se uvid o mogućoj implementaciji odnosno optimizaciji OIE-a.

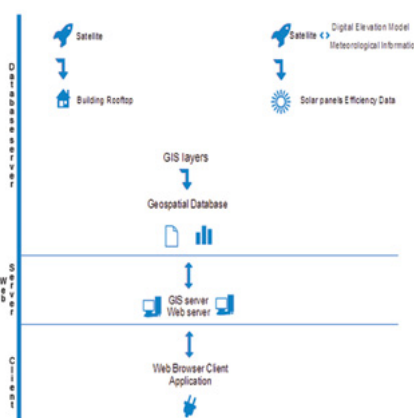
Digitalna baza geoprostornih podataka postaje sve manje strana svakodnevici geoprostorne tehnologije te se javlja potreba za proučavanjem predložaka i daljnjim razvojem geoprostorne znanosti kako bi krajnji korisnici imali što veću korist u budućnosti. Pronalaženje svih lokacija povoljnih za integraciju OIE-a sadrži jedan bitan zajednički korak – lociranje pogodnog područja s tehničkog pogleda uzimajući u obzir zabrane i vrijeme prijenosa energije, odnosno uspostavljanja mreže. Kako bi se najučinkovitije prikazali svi podaci, koristi se GIS koji prikazuje prikupljene podatke uz tematski organiziran prikaz svih okolnosti i mogućnosti nekog terena u geoprostornoj bazi podataka.

3.3. GIS I SOLARNI SUSTAVI

Sunce je golem izvor energije koji nam omogućuje stvaranje čiste i održive energije bez zagađenja okoliša. Geoinformacijski sustav koristan je u promicanju tehnologije obnovljivih izvora koji se baziraju na sunčevoj energiji. GIS omogućuje vizualnu referencu uz pomoć svoje tehnologije koja nam pruža potrebne podatke u obliku karte uz pomoć koje možemo vidjeti sve zgrade u gradu koje već imaju solarne panele ili pak one s velikim potencijalom za njihovu instalaciju.

Zanimanje za sunčane elektrane nimalo ne jenjava iako postoje određeni ekološki učinci povezani sa solarnim panelima – gubitak staništa, gubitak vode, upotreba opasnih tvari i materijala u proizvodnji itd., no oni variraju zavisno o tehnologiji koja se koristi (fotovoltaične ćelije ili solarne termalne elektrane).

Na slici 3. 3. 1. objašnjen je princip dobivanja i korištenja podataka o ukupnoj energiji dobivenoj preko solarnih panela uz pomoć GIS-a. U bazu geoprostornih podataka spremaju se podaci dobiveni od satelita koji se potom obrađuju te mrežnim poslužiteljem dostavljaju korisniku koji ih pregledava i provjerava na svom osobnom računaru preko internetskog preglednika ili neke korisničke aplikacije te tako ima uvid u potrošnju energije i korisnost vlastitih solarnih panela.



Slika 3.3.1. Solarni sustavi na temelju GIS-a; Izvor: obrada autorice prema tekstovnim podatcima iz literature Zeller, A., (2013), Using Geospatial Solutions for Effective Environmental Monitoring, <raspoloživo na: <http://www.sensor-sandsystems.com/article/features/30132-using-geospatial-solutions-for-effective-environmental-monitoring.html>>, [pristupljeno 1. svibnja 2014.].

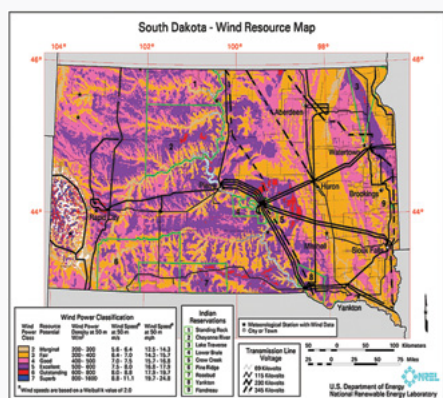
GIS-based mrežni servisi s ArcGIS servera prikazuju se u obliku internetskog sadržaja na brz i vizualno bogat način. Korištenjem najraširenijeg medija današnjice, interneta, i GIS-a kao očitog alata za vizualno referenciranje prikupljenih podataka, GIS stručnjaci uspješno su investitorima približili logiku i efektivnost instalacije i samog korištenja solarnih panela osiguravajući tako stalan dotok ulaganja.

3. 4. GIS I ENERGIJA VJETRA

Ekološki utjecaji razvoja vjetroelektrana uvijek se uzimaju u obzir kada države istražuju alternativne izvore energije za davanje poticaja. Prvobitan korisnik mapa vjetroelektrana je vlada koja smišlja strateški plan razvoja korištenja obnovljive energije u državi, dok su drugi razvojni programeri i izvođači koji traže nove instalacije obnovljivih izvora energije ili pak smišljaju nove inovativnije korisničke instalacije.

Karte vjetroelektrana jako su bitna sastavnica u primjeni energije vjetra. Korištenjem GIS-a kvalificirani stručnjaci mogu odrediti najbolje mjesto za gradnju vjetroelektrane temeljem saznanja o lokaciji, vjetroresursima, cijeni prijenosa, kao i nacrtu elektroenergetskog grida. Modeliranje karata uz pomoć GIS-a omogućuje analizu terena što pridonosi odabiru lokacije te naposljetku kvaliteti i ukupnoj snazi vjetroelektrane.

Laboratorijski tim NREL-a nedavno je dobio zadatak da nadopuni postojeće karte vjetroelektrana u svrhu izobrazbe projekatana i vlade kako bi dobili detaljniji prikaz postojećeg stanja te naposljetku razvili akcijski plan za budućnost integriranja OIE-a. Slika 3. 4. 1. prikazuje jednu od nadopunjenih karata (South Dakota, SAD). Karta prikazuje izvanredan resurs energije vjetra kao i mrežu naponskih dalekovoda. Primjena GIS-a u ovu svrhu omogućuje kako političarima tako i građanima u cjelini razumjeti i vizualizirati račvanje mreže vjetroelektrana te njihovu učinkovitost.



Slika 3.4.1. South Dakota – Wind Resource Map; Izvor: GIS to meet Renewable Energy Goals, <raspoloživo na: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall09articles/gis-to-meet.html>>, pristupljeno [26. svibnja 2014.]

Prednost GIS-a u rukovođenju vjetroelektranama je ta da daje projektantima i razvojnim programerima mnogo informacija koje oni pak koriste u donošenju bitnih odluka uz smanjenje pogrešaka pa i smanjenje troškova s obzirom na to da projektanti ne moraju ići na teren da vide isplati li im se sagraditi vjetroelektranu na predviđenom mjestu ili ne. NREL dodaje kako je pogodno koristiti GIS i za političku te provedbenu analizu kako bi na svim potrebnim razinama pomogli glavnima i odgovornima za donošenje odluka te kako bi u svakom trenutku znali s kojim podacima raspoložuju.

4. ZAKLJUČAK

U današnjem svijetu, koji se razvija u smjeru održive i inteligentne budućnosti, stavljen je naglasak na poboljšanje učinkovitosti energije i korisnosti obnovljivih energetskih izvora uz projektiranje pametnih gradova korištenjem GIS-a.

Cilj pametnog grada i geoprostorne znanosti u nadziranju okoliša je međusobna povezanost ljudi i raspolaganja te dijeljenja informacija koje posjeduju radi poboljšanja buduće kvalitete življenja. Mnoge vlade rade na povezivanju svih ključnih čimbenika geoprostorne znanosti i tehnologije s drugim djelatnostima i tehnologijama kako bi što prije imali reprezentativan primjerak inteligentnog grada te tako doprinijeli razvoju održive budućnosti.

GIS, kao učinkovit alat geoprostorne tehnologije, omogućava inovativna rješenja u brojnim granama državne službe, gospodarstvu i industriji. Geoinformacijska tehnologija se koristi za izmjeru zemljišta, inženjering, prostorno planiranje te logističko prikupljanje, obradu, upravljanje i predstavljanje geoprostornih informacija.

Glavni razlog zbog kojeg vladine organizacije ulažu u GIS je nje-

gov potencijal za povećanje energetske učinkovitosti i razvoja održive budućnosti. GIS se može koristiti kako bi se razvili novi sustavi i nove vrste usluga, kao što su prijevoz i bolje servisne informacije za građane. On ujedinjuje prostorne podatke sa svim ostalima u jedinstveni sustav koji na koncu nudi specijalizirane procese za analizu prostornih problema poslije koje se dolazi do rezultata prema kojima se izrađuju akcijski planovi za razvoj održive budućnosti.

LITERATURA

- › Gobbo, B., (2014), Što slijedi nakon dominacije vjetroelektrana, EGE, broj 1/2014, str. 86.– 87.
- › Adams, A. C., Using Geographic Information Systems to provide better e-services, <raspoloživo na: http://www.northsearegion.eu/files/repository/20130404145457_Using_GIS_for_better_e-services_Smart_Cities.pdf>, [pristupljeno 24. svibnja 2014.].
- › ESRI, (2010), GIS for Renewable Energy, <raspoloživo na: <http://www.esri.com/library/bestpractices/renewable-energy.pdf>>, [pristupljeno 3. svibnja 2014.].
- › ESRI, (2012), GIS for Smart Grid, <raspoloživo na: <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-for-smart-grid.pdf>>, [pristupljeno 25. svibnja 2014.].
- › ESRI, <raspoloživo na: http://www.esri.com/industries/environment/business/renewable_energies>, [pristupljeno 25. svibnja 2014.].
- › ESRI, (2009), GIS to Meet Renewable Energy Goals, <raspoloživo na: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall09articles/gis-to-meet.html>>, [pristupljeno 25. svibnja 2014.].
- › Europe Space Agency, (2013), Sailing Satellites into Safe Retirement, Europe Space Agency, <raspoloživo na: http://www.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/Sailing_satellites_into_safe_retirement>, [pristupljeno 30. travnja 2014.].
- › European Smart Cities, The Smart City Model, <raspoloživo na: <http://www.smart-cities.eu/model.html>>, [pristupljeno 24. svibnja 2014.].
- › Gargiulo Morelli, V., (2012), Intelligently - Sustainable Cities?, <raspoloživo na: file:///C:/Users/f/Downloads/Thesis_VGM_-_Intelligent_and_Sustainable_Cities.pdf>, [pristupljeno 24. svibnja 2014.].
- › Karsidi, A., (2013), Updates on Development on Nationwide Geospatial Data Management, Geospatial Information Authority Agency, Republic of Indonesia, <raspoloživo na: https://ggim.un.org/docs/meetings/2ndHighLevelForum/Session%204/4-UNGGIM-DOHA_BIG_INDONESIA.pdf>, [pristupljeno 30. travnja 2014.].
- › Larsen, L., GIS in Environmental Monitoring and Assessment, raspoloživo na < http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch71.pdf>, [pristupljeno 25. svibnja 2014.].
- › Lucky, M., (2011), The Role of GIS Mapping in Renewable Energy Project Planning, raspoloživo na < <http://blogs.worldwatch.org/revolt/the-role-of-gis-mapping-in-renewable-energy-project-planning/>>, [pristupljeno 25. svibnja 2014.].
- › Zeller, A., (2013), Using Geospatial Solutions for Effective Environmental Monitoring, <raspoloživo na: <http://www.sensorsandsystems.com/article/features/30132-using-geospatial-solutions-for-effective-environmental-monitoring.html>>, [pristupljeno 1. svibnja 2014.].
- › Župan, S., (2013), „Cloud computing“ je iskorak sličan onom kad su se PC-jevi proširili u svijetu rada, <raspoloživo na: <http://www.business.hr/b-it/cloud-computing-je-iskorak-slican-onom-kad-su-se-pc-jevi-prosirili-u-svijetu-rada>>, [pristupljeno 3. svibnja 2014.].
- › Wikipedia, (2014), The Ringkøbing Fjord, <raspoloživo na http://en.wikipedia.org/wiki/Ringkøbing_Fjord>, [pristupljeno 26. svibnja 2014.].