

Analiza odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov s poudarkom na spletni dostopnosti in funkcionalnosti

Marko Urh, Uroš Rajkovič, Iztok Bitenc, Davorin Kofjač
 Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, 4000 Kranj
 marko.urh@um.si; uros.rajkovic@um.si; iztok.bitenc@um.si; davorin.kofjac@um.si

Izvleček

Prispevek opisuje analizo in izbiro odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov. V uvodnem delu je prikazan pomen geografskih informacijskih sistemov in odprtokodne programske opreme. Sledi predstavitev odprtokodne in brezplačne programske opreme ter njenih značilnosti. Odprtokodna in brezplačna programska oprema ima svoje prednosti in slabosti. Prispevek opisuje geografske informacijske sisteme, podatkovni koncept geografskih informacijskih sistemov, njihove funkcionalnosti ter namen in področja uporabe. Za analizo in ocenjevanje so bili izbrani nekateri najvidnejši predstavniki odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov. Analizirane so bile funkcije geografskih informacijskih sistemov. V prispevku so opisani nekateri kazalniki uradnih spletnih strani sistemov, kot so PageRank, TrustRank, GlobalRank, Bounce Rate in drugi. Ocena posameznega geografskega informacijskega sistema je bila narejena na podlagi večparametrskega odločitvenega modela, ki je temeljil na metodi Kepner-Tregoe. Na izbiro geografskega informacijskega sistema vpliva veliko dejavnikov, zato izbira ni preprosta.

Ključne besede: informacijski sistemi, geografski informacijski sistemi, odprtokodni in brezplačni geografski informacijski sistemi, večparametrsko odločanje.

Abstract

The paper illustrates the analysis and selection of open source and free geographic information systems. It first explains the terms geographic information systems and open source software and then presents the free and open source software focusing on its most salient features. We also look into the free and open source software advantages and disadvantages and describe geographic information systems, the concept of data in geographic information systems, functionalities as well as their purposes and applications. We closely look at some of the most prominent representatives of open source and free geographic information systems, which were selected for further analysis and evaluation. The functions of geographic information systems are also analysed in more detail. The paper also describes some of the indicators of the official websites of these systems, such as PageRank, TrustRank, GlobalRank, Bounce Rate etc. The assessment of the geographic information system was made using a multi-criteria decision model based on the Kepner-Tregoe method. The choice of the geographic information system is influenced by many factors and the decision for the best one is by no means an easy one.

Keywords: Information systems, geographic information systems, open source and free geographic information systems, multi-criteria decision making.

1 UVOD

Informatika je danes prisotna na večini strokovnih in znanstvenih področij. Zasledimo jo lahko v takšni ali drugačni obliki tako v poslovnem kot v zasebnem življenju. Področje geografije pri tem ni izjema. Na področju obdelave podatkov s prostorsko komponento so v svetu najbolj poznani in razširjeni tako imenovani geografski informacijski sistemi – GIS (angl. Geographic Information Systems). Namenjeni so pridobivanju podatkov, njihovi obdelavi, upravljanju, predstavitvi, analiziranju, shranjevanju in drugim funkcijam, povezanim s prostorskimi podatki. Geografski informacijski sistemi so izredno zmogljivi, saj omogočajo nove poglede in prikaze podatkov, kot so vzorci, odnosi in situacije, ki so v pomoč pri odločanju (ESRI, 2018). Tako kot pri večini programske opreme se tudi na področju geografskih informacijskih sistemov lahko odločamo za plačljive oz. licenčne sisteme ali odprtokodne in brezplačne sisteme. Vsi imajo svoje prednosti in slabosti. Značilnost odprtokodnih in brezplačnih geografskih sistemov je, da jih večinoma razvija širša skupnost, imajo številne vtičnike, številne uporabniške forume z naveti in podporo, omogočajo tako rekoč vse funkcije, ki jih lahko zasledimo v plačljivih sistemih, in drugo. Vseeno pa odločitev in izbira geografskega informacijskega sistema ni preprosta. Zato je dobro temeljito poznati določene kritične elemente, ki vplivajo na odločitev. V procesu odločanja se srečamo z določenimi aktivnostmi, ki imajo za posledico izbrano alternativo, kot so (Bohanec, 2006, str. 3): »spoznavanje odločitvenega problema; zbiranje in preverjanje informacij; identifikacija alternativ; predvidevanje posledic odločitve; odločitev, to je izbira alternative na osnovi presoje, osnovane na zbranih informacijah; obveščanje o določitvi in razlogih zanjo; vrednotenje odločitve«. Omenjena priporočila, vezana na odločitev in kasneje izbiro za neki geografski informacijski sistem je pametno upoštevati. Zato je izbira posameznega geografskega informacijskega sistema izredno zahtevna naloga. V nadaljevanju so predstavljene značilnosti odprtokodne in brezplačne programske opreme, ki jim sledi predstavitev geografskega informacijskega sistema. Glavni poudarek je v prikazu funkcionalnosti in kasneje izbiri sistema, ki je bila opravljena s pomočjo večparametrskega odločitvenega modela.

2 ODPRTOKODNA IN BREZPLAČNA PROGRAMSKA OPREMA

Kot je bilo že omenjeno v uvodu, na svetu obstajata plačljiva oz. licenčna programska oprema in brezplačna programska oprema. Vsaka ima svoje značilnosti, prednosti in slabosti. Uporaba in izbira sta pogosto vezani na posameznikove ali organizacijske preference, ki naj bi bile čim bližje optimalnim potrebam in zahtevam. Organizacija Open Source Initiative (2007) opredeljuje kriterije, ki definirajo odprtokodno programsko opremo:

- brezplačna distribucija – licenca ne sme omejevati nobenega uporabnika v smislu prodaje ali dajanja programske opreme kot sestavnega dela neke večje programske opreme, ki vsebuje programe iz več virov;
- izvorna koda – program mora vključevati izvorno kodo in omogočati distribucijo v izvorni kodi kot tudi v drugi obliki;
- izpeljanke kode – licence morajo omogočati, da spremenjene in drugače izpeljane verzije distribuiramo pod enakimi pogoji kot licence prvotne programske opreme;
- integriteta avtorske izvorne kode – licenca lahko omeji izvorno kodo pred distribuiranjem v spremenjeni obliki le pod pogojem, da licenca omogoča distribucijo popravkov datotek z izvorno kodo za namen spremembe programa v času izdelave;
- brez diskriminacije proti osebam ali skupinam – licenca ne sme diskriminirati nobene osebe ali skupine oseb;
- brez diskriminacije na različnih interesnih področjih – licenca ne sme biti omejevalne narave;
- distribucija licence – pravice, vezane na program, morajo veljati za vse, za katere se program distribuira, brez kakršnega koli dodatnega licenciranja;
- licenca ne sme biti specifična za izdelek – pravice, povezane s programom, ne smejo biti odvisne od programa, ki je del določene distribucije programske opreme;
- licenca ne sme omejevati druge programske opreme – licenca ne sme omejiti druge programske opreme, ki se distribuira skupaj z licencirano programsko opremo;
- licenca mora biti tehnološko nevtralna – nobena določba licence ne sme temeljiti na nobeni posamezni tehnologiji ali vmesniku.

Odprtokodna programska oprema ima nekatere prednosti, kot so (Bridge, 2018):

- osnovna značilnost odprtokodne programske opreme je, da je večinoma brezplačna;
- z uporabo odprtokodne programske opreme niste zavezani k uporabi drugih programskih paketov ali licenc;
- odprtokodna programska oprema je neprestano v razvoju, saj omogoča, da jo različni razvijalci po vsem svetu dodajajo in spreminjajo; posledica tega je kakovostna in varnejša programska oprema z manj napakami (hrošči);
- odprtokodna programska oprema omogoča poljubno spreminjanje in prilagajanje lastnim potrebam, kar pa ni mogoče ali celo dovoljeno pri večini komercialne plačljive programske opreme.

Odprtokodna programska oprema ima poleg prednosti tudi pomanjkljivosti (Bridge, 2018):

- pomanjkanje potrebe po razvoju komercialne programske opreme je lahko vzrok, da se odprtokodna programska oprema razvija bolj v skladu z željami njenih razvijalcev kot pa v skladu s končnimi uporabniki oz. njihovimi potrebami;
- uporabniški vmesniki so lahko pri odprtokodni programski opremi manj prilagojeni številnim končnim uporabnikom, saj je v fazi razvoja lahko manj časa posvečeno prav temu delu;
- za razliko od komercialne programske opreme je pri odprtokodni programski opremi manj tehnične in druge podpore, ko se pojavijo težave;
- odprtokodna programska oprema je večinoma brezplačna, lahko pa se pojavijo stroški, vezani na zunanjo podporo, ali stroški, povezani s svetovanjem;
- pri identifikaciji programskih težav (hrošči) lahko nekateri, ki identificirajo napako, zamolčijo napako in jo zlorabijo.

Morgan in Finnegan (2007) v raziskavi, opravljeni na področju odprtokodnih programov, opisujeta določene prednosti in slabosti tehničnih ter poslovnih programov.

Prednosti:

- tehnične: večja zanesljivost in varnost, boljša kakovost, bolj prilagodljiva uporaba, velika skupnost razvijalcev in ljudi, ki testirajo programe, in drugo;
- poslovne: nižji stroški, prilagodljivost, vezana na licence, ni vezave na določenega proizvajalca,

večja stopnja sodelovanja, inovacije, dodatne poslovne funkcije in drugo.

Slabosti:

- tehnične: manj in težje združljivo z drugimi programi, manj strokovnega znanja, slabše dokumentiranje, različni vmesniki, pomanjkanje razvojnih načrtov ter določenih funkcionalnosti;
- poslovne: manj podpore uporabnikom, dostop do izvorne kode, manj tržne usmerjenosti, stroški, povezani z izobraževanjem, in iskanje kadra.

Free Software Foundation (FSF) opredeljuje brezplačno programska opremo kot opremo, ki ima določene lastnosti, kot so (FSF, 2018):

- svoboda poganjanja programa po lastni želji in z lastnim namenom;
- svoboda preučevanja programa v smislu, kako program deluje in njegovo svobodno spreminjanje; predpogoj je dostop do izvorne programske kode;
- svobodna distribucija kopij programa;
- svobodno distribuiranje kopij, ki smo jih sami spremenili, drugim osebam. S tem je celotni skupnosti omogočeno izkoriščanje spremenjenega programa. Predpogoj je dostop do izvorne programske kode.

Odprtokodna programska oprema je pogosto tudi brezplačna programska oprema in obratno. Odprtokodno in brezplačno programska opremo lahko najdemo na različnih področjih. Yoders, Crudello in Holland (2010) navajajo najbolj znane predstavnike odprtokodne in brezplačne programske opreme v uporabi (abecedni vrstni red): baze podatkov, brskalniki, dokumentacijski sistemi, operacijski sistemi, programska oprema za delo s slikami, programska oprema za proizvodnjo, različna specifična programska orodja in drugo. Med odprtokodno in brezplačno programska opremo najdemo tudi geografske informacijske sisteme.

3 GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEMI

Geografski informacijski sistemi so računalniški sistemi, ki omogočajo naslednje funkcije za obdelavo geografskih podatkov (Huisman, de By, 2009): zbiranje in priprava podatkov, upravljanje podatkov, vključno s shranjevanjem in vzdrževanjem, obdelava in analiza podatkov in predstavitev podatkov. Or-

organizacija ESRI (2018) predstavlja geografski informacijski sistem kot podlago za zbiranje, upravljanje in analizo podatkov ter integracijo veliko različnih podatkov v znanosti o geografiji. Omenjena organizacija navaja nekaj najbolj značilnih opravil, ki jih omogočajo geografski informacijski sistemi, in sicer analiziranje prostorskih lokacij, organiziranje različnih slojev informacij v vizualne prikaze z uporabo zemljevidov, 3D-prikazi in drugo.

Podatki v geografskih informacijskih sistemih so shranjeni v podatkovnih bazah. Prikazujejo se kot posamezne teme oz. plasti (angl. Layers). Prikazovanje različnih plasti na eni sliki daje geografskemu informacijskemu sistemu veliko spoznavno moč, ki ima za posledico nova spoznanja in uvide. Slika 1 prikazuje osnovni koncept prikaza podatkov v geografskem informacijskem sistemu. Haseeb (2013) navaja nekatere razloge za uporabo podatkovnih tem v geografskem informacijskem sistemu: 1) omogočeno je kreiranje novih tem; 2) preprosto odkrivanje novih povezav med različnimi temami; 3) omogočeno je kombiniranje različnih tem; 4) podatki so logično razdeljeni in prikazani na svoji temi.

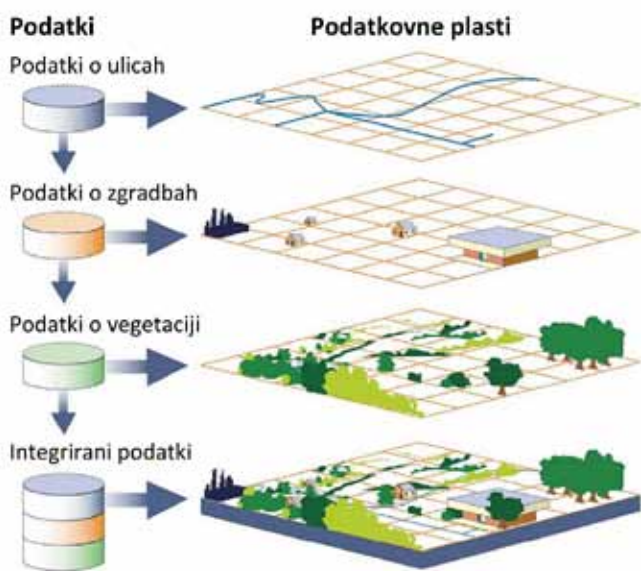
GISgeography (2018a) zelo preprosto povzema štiri osnovne funkcije, ki jih imajo geografski informacijski sistemi – ustvarjanje geografskih podatkov, upravljanje geografskih podatkov, analiziranje geografskih podatkov in prikazovanje podatkov na zemljevidu. Geografski informacijski sistem lahko

uporabljamo za različne funkcije in namene. Nekatero izmed njih so (po abecednem vrstnem redu) (GrindGIS, 2015; ZRC SAZU, 2019): bančništvo, geologija, gozdni požari, identifikacija določenih lokacij, informacije o zemljiščih, kmetijstvo, kriminal in nesreče, okolje, poslovanje, naravne nesreče, transport, prostorska uporaba, turizem, upravljanje živali, zatiranje škodljivcev in drugo.

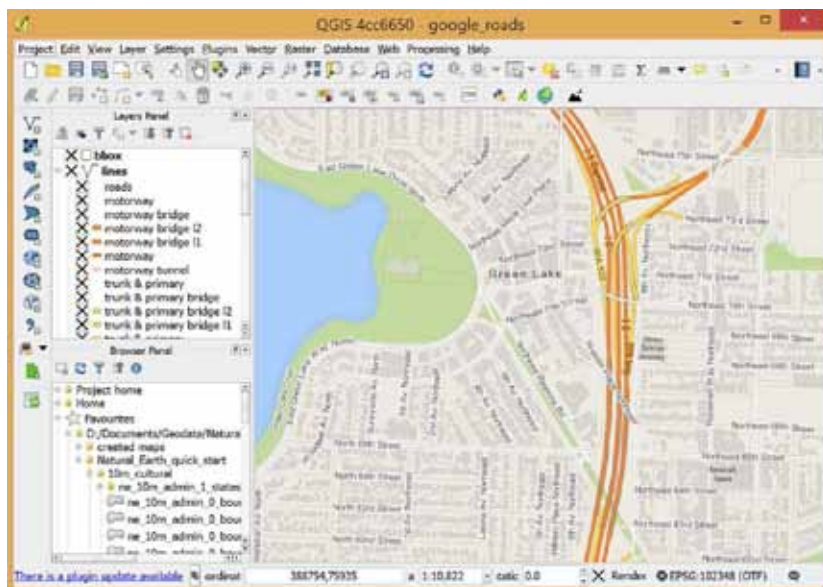
4 ANALIZA FUNKCIJ IN ZNAČILNOSTI ODPRTOKODNIH IN BREZPLAČNIH GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV

Sodobni in tehnično razviti geografski informacijski sistemi vključujejo številne funkcije, ki omogočajo delo z geografskimi podatki. Seveda obstajajo razlike med posameznimi sistemi glede funkcij, ki jih omogoča posamezni sistem. Prav tako obstajajo razlike med plačljivimi oz. licenčnimi ter odprtokodnimi in brezplačnimi geografskimi sistemi. Za potrebe prispevka smo s pomočjo spletnih iskalnikov in ključnih besed, kot so geographic information systems, open source geographic information systems, free geographic information systems, GIS, geografski informacijski sistemi, odprtokodni in brezplačni geografski informacijski sistemi, poiskali ter nato izbrali po našem mnenju najbolj reprezentativne sisteme in jih vključili v analizo. Seveda bi bil lahko nabor še večji oziroma drugačen, vendar je bil delni cilj prispevka nadaljevati ter predvsem razširiti raziskavo z vidika ocenjevanja odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov, ki jo je izvedel Urh (2018). Izbranih je pet odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov (abecedi red): GRASS GIS, gvSIG, QGIS, SAGA in uDig.

QGIS – Quantum GIS (<https://www.qgis.org/>). Organizacija GISgeography (2018b) omenja, da je bil QGIS predhodno poznan pod imenom Quantum GIS in da QGIS spada med vidnejše predstavnike odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov, s katerimi lahko ustvarjamo, urejamo, vizualiziramo, analiziramo in objavljamo prostorske informacije. V QGIS je na voljo več kot 400 vtičnikov in omogoča integracijo CAD-podatkov, izdelavo različnih kart, uporabo podatkov OpenStreetMap, analize LiDAR (angl. Light raDAR) LAStools, analize omrežij in drugo. QGIS ima tudi široko skupnost razvijalcev. QGIS ima številne prednosti, kot so: razširitvene funkcionalne možnosti z vtičniki, estetska kartografija in označevanje, velika uporabniška baza,



Slika 1: Podatkovni koncept geografskega informacijskega sistema (DOF, 2014)

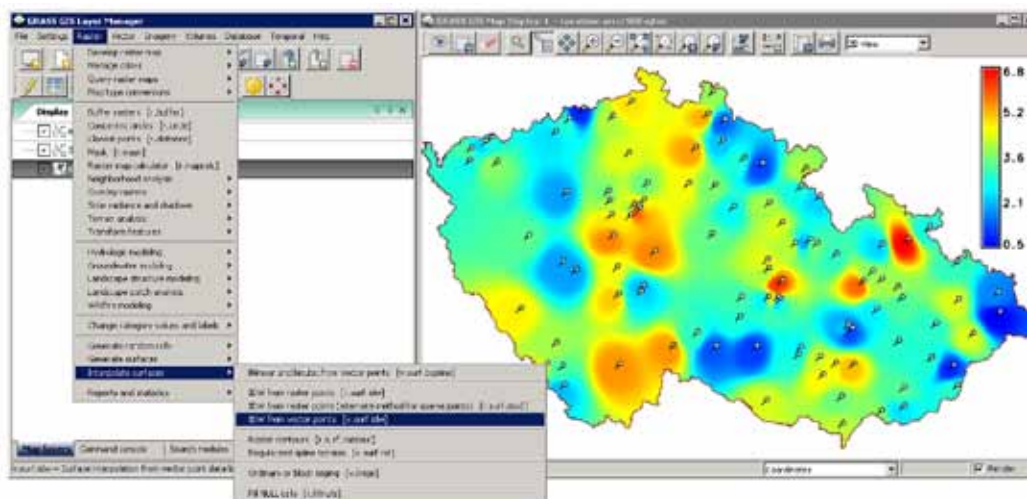


Slika 2: Uporabniški vmesnik v QGIS-u (QGIS, 2018a)

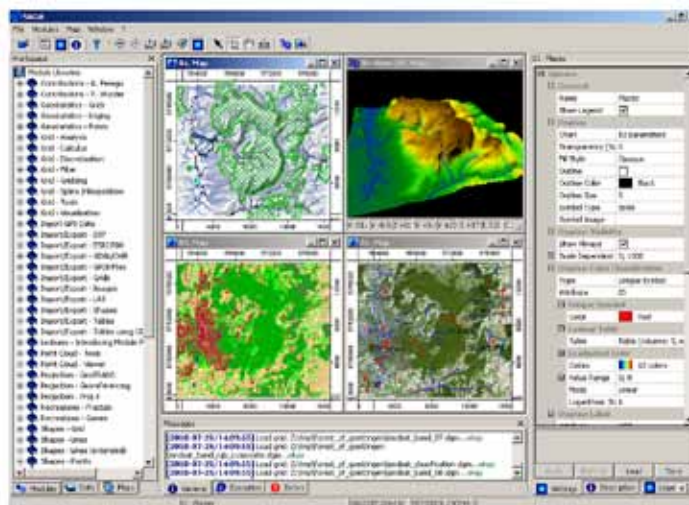
spletna podpora in temeljita dokumentacija; QGIS je večnamenski; QGIS je odprtakodni program, podprt s široko skupnostjo. QGIS ima tudi pomanjkljivosti. Največja med njimi je slaba organiziranost vtičnikov in orodij (GISgeography, 2018b).

GRASS GIS – Geographic Resources Analysis Support System (<https://grass.osgeo.org/>). Organizacija GISgeography (2018b) omenja, da GRASS GIS spada med odprtakodne in brezplačne geografske informacijske sisteme, ki ga je razvila ameriška vojska. GRASS GIS se je uveljavil kot sistem, ki se je zelo hitro razvijal in se dobro uveljavil predvsem v akademskih krogih. V GRASS je na voljo več kot

350 modulov za analizo, v katero so vključene možnosti za upravljanje podatkov, obdelavo slik, grafično produkcijo, prostorsko modeliranje in vizualizacijo. Nekateri najbolj znani uporabniki GRASS GIS so NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), NASA (National Aeronautics and Space Administration), USGS (US Geological Survey) in drugi. GRASS GIS ima številne prednosti, kot so: procesiranje geografskih podatkov in obdelava, analize LiDAR (angl. Light raDAR) in analize omrežij, obsežna dokumentacija za pomoč. Nekatere slabosti so počasno učenje uporabe GRASS GIS; ne preveč uporabniško prijazen grafični vmesnik



Slika 3: Uporabniški vmesnik v GRASS GIS (GRASS GIS, 2018b)



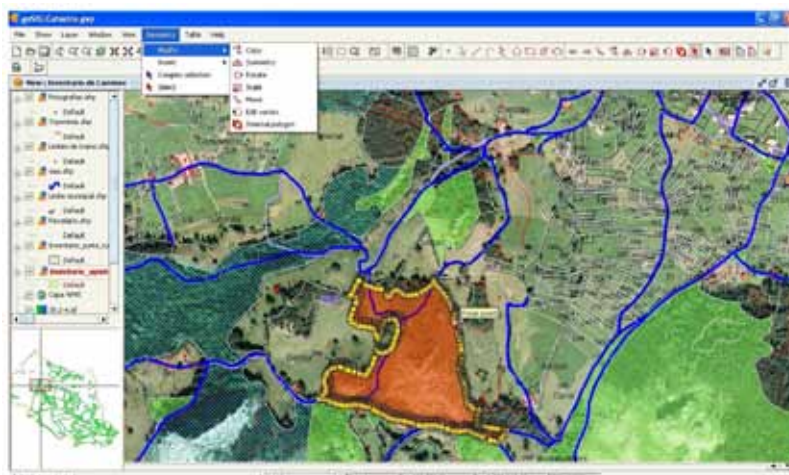
Slika 4: Uporabniški vmesnik v SAGA GIS (OSGeoLive, 2018a)

in definiranje projektov ob začetku (GISgeography, 2018b).

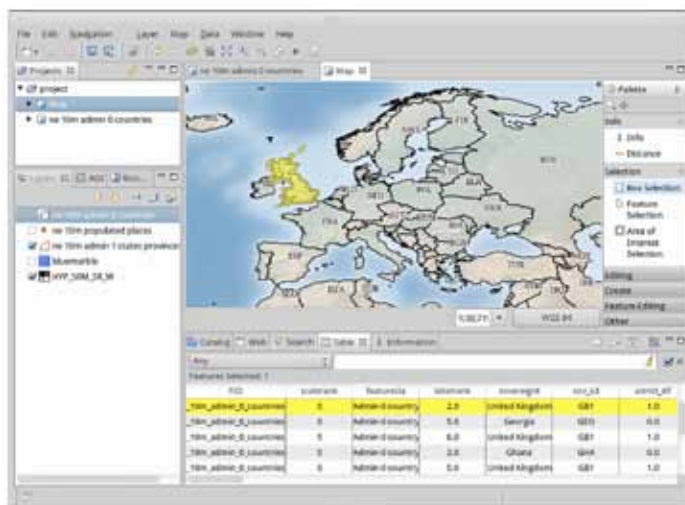
SAGA GIS – System for Automated GeoScientific Analysis (<http://www.saga-gis.org>). Organizacija GISgeography (2018b) omenja, da je SAGA robusten odprtokoden in brezplačen geografski informacijski sistem, namenjen bolj zahtevnim opravilom. Omogočeno je več kot 300 modulov za vizualizacijo in obdelavo rastrskih in vektorskih podatkov. Prav tako je omogočeno shranjevanje, upravljanje in ustvarjanje prostorskih podatkov. Omogočena je uporaba in nastavitve več oken (histogrami, podatkovni atributi, pogledi zemljevidov, postavitve tiskanja, razpršitev ploskev in drugo). Nekatere prednosti SAGA so: nabor orodij za geografske znanosti, izjemno močan za delo s podatki s terena in obdelavo rastrskih podat-

kov, prevajalnik ukazne vrstice. Nekatere slabosti so: slaba kartografija in linijski ter točkovni simboli in pomanjkljiva dokumentacija za nekatera orodja (GISgeography, 2018b).

gvSIG – Generalitat Valenciana, Sistema d'Informació Geogràfica (<http://sig.cea.es/>). Organizacija GISgeography (2018b) omenja, da ima gvSIG svoje začetke v Španiji. gvSIG omogoča obdelavo, zajem, shranjevanje in reševanje zapletenih geografskih problemov. Poudarek je na delu z vektorskimi in rastrskimi formati in na prijaznem uporabniškem vmesniku. gvSIG ponuja vrsto orodij, kot so poizvedbe, geoproceniranje, analiza omrežij in drugo. Nekatere prednosti gvSIG so: preprost grafično-uporabniški vmesnik, dobra dokumentacija, 3D-zmogljivosti in zmogljiva CAD-orodja, razvita je mobilna aplikacija,



Slika 5: Uporabniški vmesnik v gvSIG (Wikimedia, 2018)



Slika 6: Uporabniški vmesnik v uDig (OSGeoLive, 2018b)

na splošno zelo intuitivna uporaba in stabilna platforma. Slabost omenjenega sistema pa je zelo majhna skupnost uporabnikov (GISgeography, 2018b).

uDig – sestavljen iz uDig, JGrass in DivaGIS (<http://udig.refractions.net/>). Organizacija GISgeography (2018b) omenja, da je uDig uporabniku prijazen namizni geografski informacijski sistem, ki so ga razvili v organizaciji Refractions Research. Ta razvija in vzdržuje uDig in PostGIS, ki sta standardni prostorski bazi podatkov odprtega vira. uDig je delovna odprtokodna namizna aplikacija, ki spada med odprte razvojne platforme. Glavni fokus omenjenega sistema je pregledovanje in urejanje baz podatkov z bogato zbirko orodij in funkcij. Izjemno dobra lastnost uDig je dobra dokumentacija. Slabosti uDig pa so: ne ravno najboljše kartografska orodja in analize, nove različice

programa so manj pogoste v primerjavi z drugimi odprtokodnimi sistemi (GISgeography, 2018b).

Vsi predstavljeni odprtokodni in brezplačni geografski informacijski sistemi imajo svoje funkcionalnosti, ki se razlikujejo od sistema do sistema. V tabeli 1 so predstavljene nekatere najbolj značilne in pomembne funkcije omenjenih sistemov in na koncu tudi seštevek vseh funkcij.

Za potrebe analize in ocene izbranih odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov smo uporabili seštevek omogočenih funkcij posameznih sistemov (tabela 1) in nekatere kazalnike uradnih spletnih strani omenjenih sistemov. Omenjene karakteristike so prikazane v tabeli 2 in pojasnjene v nadaljevanju:

Tabela 1: Lastnosti izbranih odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov (prirejeno po GRASS GIS, 2018a; gvSIG, 2018; QGIS, 2018b; SAGA, 2018; uDig, 2018; Matrix3, 2018; Urh, 2018; Wikipedia, 2018)

Geografski informacijski sistem – naziv	GRASS GIS	gvSIG	QGIS	SAGA	uDig
Verzija	GRASS 6.4.0	Version 2.4	QGIS 3.2	SAGA 2.0.2	Version 1.1-RC12
DMR orodja (ustvarjanje terena – TIN)	Da	Da	Da*	Da	
DMR orodja (terenska analiza – naklon, usmerjenost ...)	Da	Da	Da*	Da	
DMR orodja (pogledi)	Da	Da	Da*	Da	
Funkcija skriptiranja	Bash Python Perl	Jython	Python	Python	Groovy BeanShell
Izdelava histogramov	Da*	Da			Da*
Izbiranje/delno izbiranje (kalkulator za attribute)	Da	Da		Da	
Izbiranje/delno izbiranje (orodje za nadzor kakovosti)	Da	Da			Da
Izbiranje/delno izbiranje (združevanje tabel)	Da	Da	Da*	Da	

Izdelava in urejanje vektorskih podatkov (risanje in urejanje)	Da	Da	Da	Da	Da
Orodja za analizo slik (georeferenciranje)	Da	Da	Da*	Da	
Orodja za analizo slik (ortorektifikacija)	Da			Da	
Orodja za analizo slik (filtriranje)	Da	Da	Da*	Da	
Orodja za generalizacijo (poenostavitev linij)	Da	Da	Da*	Da	Da
Orodja za raziskovanje podatkov (histogrami)	Da	Da	Da		
Orodja za raziskovanje podatkov (razvrstitve)	Da	Da	Da*	Da	
Podpora različnih projekcij/CRD	Da	Da	Da	Da	Da
Podprti operacijski sistemi	Windows Linux MacOSX BSD	Windows Linux MacOSX	Windows Linux MacOSX BSD	Windows Linux MacOSX BSD	Windows Linux MacOSX
Podprti standardi OGC	3	5	2	0	7
Poizvedbe	Da	Da	Da		Da
Poizvedbe nad bazami podatkov (SQL)	Da		Da		
Stili/kartiranje (točke)	Da	Da	Da	Da	Da
Stili/kartiranje (linije)	Da	Da	Da	Da	Da
Stili/kartiranje (poligoni)	Da	Da	Da	Da	Da
Stili/kartiranje (označevanje besedila)	Da	Da	Da	Da	Da
Tematsko kartiranje (grafikoni)	Da		Da	Da	
Tematsko kartiranje (razvrstitve)	Da	Da	Da	Da	Da
Tiskanje	Da	Da	Da	Da	Da
Ustvarjanje topologije (hitro urejanju topologije)	Da				
Ustvarjanje topologije (triangulacija – ravninska)	Da			Da	
Uvod in izvoz podatkov (branje rastrskih plasti)	Da	Da	Da	Da	Da
Uvod in izvoz podatkov (branje vektorskih plasti)	Da	Da	Da*	Da	Da
Uvod in izvoz podatkov (branje tabelarnih podatkov)	Da*	Da	Da	Da	
Uvod in izvoz podatkov (branje baz podatkov)		Da	Da	Da	Da
Uvod in izvoz podatkov (pisanje rastrskih plasti)		Da		Da	Da
Uvod in izvoz podatkov (pisanje vektorskih plasti)	Da	Da	Da	Da	Da
Uvod in izvoz podatkov (pisanje tabelarnih podatkov)		Da		Da	
Uvod in izvoz podatkov (pisanje baz podatkov)	Da*	Da	Da*		Da
Število podprtih jezikov	18	13	26	2	5
Spletne kartografske storitve	Da*		Da		
Vektorska orodja za prostorsko analizo (interpolacija)	Da	Da	Da*	Da	
Vektorska orodja za prostorsko analizo (prostorska statistika)	Da*	Da	Da*	Da	
Vektorska orodja za prostorsko analizo (cone oddaljenosti – medpomnenje)	Da	Da	Da*		Da
Vektorska orodja za prostorsko analizo (združevanje oblik glede na attribute)	Da	Da			
Vektorska orodja za prostorsko analizo (združevanje prostorskih atributov)	Da	Da	Da*		
Vektorska orodja za prostorsko analizo (analiza prostorske korelacije)	Da*	Da		Da	
3D-pogledi	Da		Da*	Da	
Omogočene funkcije	41	37	34	32	21

Opomba: (*) zahteva uporabo podpornega programa: R, GRASS-funkcije preko GRASS-vtičnikov in drugo.

- PR (angl. PageRank) – Ocena, ki jo izračuna algoritem za analizo povezav, ki ga uporablja Google, da pomaga določiti relativni pomen spletne strani (Adams, 2013).
- EB (angl. External Backlinks) – Povratne zunanje povezave, znane tudi kot vhodne povezave, so povezave do spletne strani. V osnovni terminologiji je povratna povezava vsaka povezava, ki jo prejme spletno vozlišče (spletna stran, imenik, spletna stran ali domena najvišje ravni) iz drugega spletnega vozlišča (Björneborn in Ingwersen, 2004).
- GR (angl. Global Rank) – Groba ocena priljubljenosti spletne strani. Razvrstitev se računa kot kombinacija povprečnih dnevniških obiskovalcev na strani in ogledov strani na tej spletni strani v zadnjih treh mesecih. Ocena se dnevno posodablja (Alexa, 2018).
- BR (angl. Bounce Rate) – Pomeni odstotek obiskovalcev na določenem spletnem mestu, ki zapustijo spletno mesto po ogledu samo ene strani (Rouse, 2018).
- DPVpV (angl. Daily Pageviews per Visitor) – Pomeni povprečno število ogledanih strani na obiskovalca na dan (Alexa, 2018).
- DToS (angl. Daily Time on Site) – Povprečno število minut, ki jih uporabnik preživi na spletni strani na dan (Alexa, 2018).
- TSLI (angl. Total Sites Linking In) – Pomeni število povezav, ki kažejo na določeno spletno stran (Alexa, 2018).
- TR (angl. TrustRank) – TrustRank lahko opredelimo kot pokazatelja, s katerim se merijo tako imenovani »zaupni signali« in s katerim se ocenjuje, ali so glavni signali rangiranja (povezave in vsebina) legitimni. TrustRank služi spletnim iskalnikom tudi kot pomoč proti spletni neželeni vsebini (Dean, 2018).
- Funkcije – Seštevek vseh funkcij posameznega odprtokodnega in brezplačnega geografskega informacijskega sistema (tabela 1).

5 OCENA ODPRTOKODNIH IN BREZPLAČNIH GEOGRAFSKIH INFORMACIJSKIH SISTEMOV

Po analizi funkcionalnosti izbranih geografskih informacijskih sistemov je bilo opravljeno ocenjevanje. Za izhodišče ocenjevanja je bil uporabljen večparametriški odločitveni model, ki temelji na metodi Kepner-Tregoe (Kepner, Tregoe, 1981). Omenjeni model so uporabili za ocenjevanje na različnih področjih (Moseley idr., 2008), med drugim za ocenjevanje spletnih strani za e-izobraževanje (Pintar, Jereb, Vukovič, Urh, 2015). Bohanec (2006) opisuje metodo Kepner-Tregoe kot metodo, ki omogoča številčno ocenjevanje (kvantitativno) ali simbolično (kvalitativno) glede na posamezne parametre. Dobljene delne ocene so podlaga za postopek združevanja, ki poda končno oceno za vsako alternativo, ki je v našem primeru posamezni geografski informacijski sistem. Najboljša izbira je alternativa z najvišjo oceno.

Tabela 2 prikazuje vrednosti izbranih alternativ po izbranih devetih parametrih. Podatke smo pridobili na spletu, kjer so prosto javno dostopni in so podlaga za izračun ocen po posameznih kriterijih. Posamezni značilnosti geografskega informacijskega sistema (npr. značilnost funkcije) smo določili minimalno in maksimalno vrednost oz. najboljšo in najslabšo vrednost, kot je razvidno iz tabele 2. Nato smo najboljši vrednosti pri posamezni značilnosti (npr. funkcije) določili vrednost ena, najslabši pa vrednost nič. Vrednosti oz. ocene geografskih informacijskih sistemov so določene s pomočjo linearne interpolacije med vrednostima najboljše in najslabše alternative in so prikazane v tabeli 3. Tako npr. alternativa, katere numerična vrednost je enaka aritmetični sredini med najboljšo in najslabšo vrednostjo, prejme oceno 0,5. Alternativa GRASS je pri značilnostih funkcije prejela oceno 1, alternativa gvGIS 0,80, QGIS 0,65, SAGA 0,55 in uDig 0,00 po istem parametru. Na opisani način so bile določene vse vrednosti tudi za druge značilnosti geografskih informacijskih sistemov (PR, EB, GR, BR, DPVpV, DToS, TSLI in TR) (tabela 3).

Tabela 2: Značilnosti spletnih strani in omogočenih funkcij odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov (Checkpagerank, 2018; Alexa, 2018; SEOmastering, 2018)

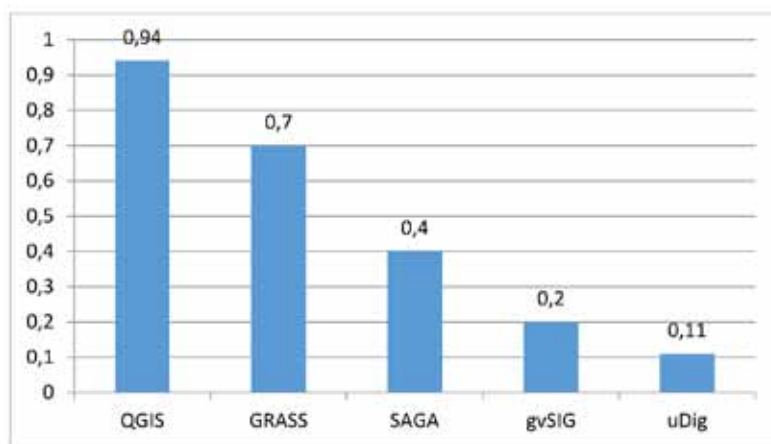
Naziv GIS-a	Funkcije	PR	EB	GR	BR	DPVpV	DToS	TSLI	TR
GRASS GIS	41	6	215.774	69.668	59,10	2,10	2:24 min	2.894	4,76
gvSIG	37	4	17.625	1.046.857	72,20	1,60	1:59 min	306	2,14
QGIS	34	6	997.621	27.765	52,80	2,85	3:11 min	3.324	6,78
SAGA	32	4	10.742	554.042	46,90	2,60	1:39 min	322	3,67
uDig	21	5	91.985	1.226.355	69,00	1,20	1:26 min	1.069	0,67
Minimalna vrednost	21	4	10.742	27.765	46,90	1,20	1:26 min	306	0,64
Maksimalna vrednost	41	6	997.621	1.226.355	72,20	2,85	3:11 min	3.324	6,78
Najboljša vrednost	41	6	997.621	27.765	46,90	2,85	3:11 min	3.324	6,78
Najslabša vrednost	21	4	10.742	1.226.355	72,20	1,20	1:26 min	306	0,64
Povprečna vrednost	33	5	266.749	584.937	60,00	2,07	2:07 min	1.583	3,60
Standardni odklon	7	1	416.808	548.106	10,65	0,68	0:41 min	1.434	2,36

Tabela 3: Ocene alternativ po posameznih parametrih

Naziv GIS-a	Funkcije	PR	EB	GR	BR	DPVpV	DToS	TSLI	TR	Povprečna vrednost ocen
GRASS	1,00	1,00	0,21	0,97	0,52	0,55	0,55	0,86	0,67	0,70
gvSIG	0,80	0,00	0,01	0,15	0,00	0,24	0,31	0,00	0,24	0,20
QGIS	0,65	1,00	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94
SAGA	0,55	0,00	0,00	0,56	1,00	0,85	0,12	0,01	0,49	0,40
uDig	0,00	0,50	0,08	0,00	0,13	0,00	0,00	0,25	0,00	0,11

Rezultati povprečnih vrednosti normiranih ocen po kriterijih geografskih informacijskih sistemov so prikazani na sliki 7. Ocena izbranih geografskih informacijskih sistemov pokaže, da se v našem primeru najbolje izkaže QGIS s povprečno vrednostjo ocen po posameznih kriterijih, ki znaša 0,94. Kot smo že

omenili, ocena temelji na več faktorjih, značilnih za uradne spletne strani omenjenih sistemov in funkcionalnosti sistemov. Pri izbiri odprtokodnega in brezplačnega geografskega informacijskega sistema moramo upoštevati različne elemente in ne zgolj samo funkcionalnosti.



Slika 7: Izračunane povprečne ocene odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov glede na izbrane parametre

Kot smo že omenili, je imel QGIS največjo povprečno vrednost normiranih ocen po posameznih kriterijih (0,94). QGIS je bil najboljše ocenjen po parametrih PR, EB, GR, DPVpV, DToS, TSLI in TR. Nadpovprečne ocene je imel pri parametrih funkcije in BR. Podpovprečnih vrednosti glede na druge alternative nima (tabela 3).

Drugo uvrščeni je GRASS, ki ima povprečno vrednost normiranih ocen po posameznih kriterijih 0,7. GRASS je prejel najboljše ocene po dveh parametrih, in sicer po številu funkcij in PR. Nadpovprečne ocene je imel pri parametrih GR, BR, DPVpV, DToS, TSLI in TR. Podpovprečno vrednost zasledimo pri parametru EB (tabela 3).

Najslabše uvrščeni je bil v našem izboru uDig, ki je dosegel povprečno vrednost normiranih ocen po kriterijih 0,11. Pri nobenem izmed analiziranih parametrov uDig ni presejal povprečnih vrednosti. Pri petih parametrih je prejel najslabšo oceno med analiziranimi alternativami. Vseh naštetih značilnosti posameznih geografskih informacijskih sistemov se moramo kot odločevalci zavedati in jih upoštevati pri sprejemanju odločitev.

Model lahko spreminjamo skladno s potrebami odločevalcev. To lahko opravimo na več načinov. Eden izmed načinov spreminjanja vrednotenja modela je dodajanje izključitvenih kriterijev, s katerimi po potrebi izključimo alternative, ki ne dosegajo spodnjega praga. Drugi način je uvedba uteži, ki jih lahko določi ekspertna skupina; ekspertno skupino praviloma ustanovljamo za vsak posamezni primer uvedbe ločeno, saj imajo naročniki lahko različne zahteve.

6 SKLEP

V prispevku so prikazani odprtokodni in brezplačni geografski informacijski sistemi, njihove lastnosti, področja uporabe, koncept podatkov, funkcije in drugo. Odprtokodni in brezplačni programi imajo v primerjavi s plačljivimi oz. licenčnimi določene prednosti in pomanjkljivosti. Zato je izbira nekega sistema za daljšo uporabo izjemno zahtevna in odgovorna naloga. Nekateri vzroki, ki otežujejo odločanje, so (Bohanec, 2006, str. 4): »veliko število dejavnikov, ki vplivajo na odločitev; številne oziroma slabo definirane ali slabo poznane alternative; zahtevno in pogosto nepopolno poznavanje odločitvenega problema in ciljev odločitve; možnost nepredvidljivih dogodkov, ki jih ni mogoče nadzorovati in ki povečujejo negotovost odloči-

tve; udeležba več odločevalcev, ki imajo nasprotujoče si cilje in omejitve časa in drugih virov za izvedbo odločitvenega procesa«. Pri izbiri geografskega informacijskega sistema moramo imeti v mislih tudi namen uporabe. Postopek izbire in sama izbira se namreč razlikujeta glede na področje, za katerega bomo uporabljali sistem. Pomembno je razlikovati in si odgovoriti na vprašanje, ali bomo sistem uporabljali za osebne, komercialne, vojaško/policijske zadeve, izobraževalne ali druge namene, saj sta občutljivost izbire in kasneje uporaba sistema zelo pomembni. Izbira odprtokodnega in brezplačnega geografskega informacijskega sistema naj bo čim bolj temeljita. Poleg funkcionalnosti, ki jih ima posamezni sistem, moramo upoštevati tudi druge lastnosti. Nekatero pomembno lastnosti in karakteristike pri izbiri sistema so: kako je sistem sprejet in razširjen v neki skupnosti, kako hitro se posodablja, ali se število uporabnikov veča ali manjša, kako močna je skupnost (npr. tehničnopodporni forumi), kakšni so morebitni finančni stroški (npr. svetovanja) in drugo. Za lažje odločanje so bili v prispevku zbrani nekateri kazalniki, ki kažejo nekatere značilnosti uradnih spletnih strani izbranih odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov in s tem posledično tudi atraktivnost med uporabniki. Zbrane kazalnike in funkcije sistemov smo uporabili v večparametrskem odločitvenem modelu, s katerim smo podali oceno za lažjo izbiro sistema.

Kot smo že omenili, smo za potrebe prispevka izbrali najbolj poznane in značilne kazalnike uradnih spletnih strani odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov. Omeniti pa moramo, da obstajajo tudi drugi kazalniki spletnih strani (manj pomembni in poznani), ki jih za potrebe tega prispevka nismo upoštevali. Za namen raziskovalne razširitve prihodnjih prispevkov bi lahko vključili še več različnih odprtokodnih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov. Poleg tega bi za ocenjevanje lahko upoštevali še druge, manj pomembne kazalnike spletnih strani ter po želji uporabili kakšen drug večparametrski odločitveni model. Seveda pa je treba pri izbiri upoštevati tudi želje uporabnikov sistema in njihovo uporabniško izkušnjo s sistemom.

LITERATURA

- [1] Adams, C. (2013). What Is Google PageRank and How Is It Earned and Transferred?, pridobljeno dne 10. 11. 2014 na <http://www.bruceclay.com/blog/what-is-pagerank/>.
- [2] Alexa. (2018). Traffic Statistics, pridobljeno dne 18. 9. 2018 na <https://www.alexa.com/siteinfo/alexa.com>.

- [3] Björneborn, L., Ingwersen, P. (2004). Toward a Basic Framework for Webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(14), 1216–1227.
- [4] Bohanec, M. (2006). *Odločanje in modeli*. Ljubljana: DMFA – založništvo.
- [5] Bridge, R. (25. 6. 2018). Open source software: Advantages & disadvantages, pridobljeno dne 11. 9. 2018 na <https://entrepreneurhandbook.co.uk/open-source-software/>.
- [6] Checkpagerank. (2018). Check PageRank, pridobljeno dne 18. 9. 2018 na <https://www.checkpagerank.net/>.
- [7] Dean, B. (15. 3. 2018). Google TrustRank: The Definitive Guide, pridobljeno dne 5. 9. 2018 na <https://backlinko.com/google-trustrank>.
- [8] DOF. (2015). Why GIS, Division of Forestry Geographic Information Systems, pridobljeno dne 22. 12. 2015 na <http://www.forestrymaps.alaska.gov/whyGIS.html>.
- [9] ESRI. (2018). What is GIS?, pridobljeno dne 2. 9. 2018 na <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>.
- [10] FSF. (2018). The Free Software Foundation, pridobljeno dne 24. 9. 2018 na <https://www.fsf.org/about/>.
- [11] GISGeography. (2018a). What is Geographic Information Systems (GIS)?, pridobljeno dne 15. 2. 2018 na <https://gisgeography.com/what-gis-geographic-information-systems/>.
- [12] GISGeography. (2018b). Mapping Out the GIS Software Landscape, pridobljeno dne 20. 9. 2018 na <https://gisgeography.com/mapping-out-gis-software-landscape/>.
- [13] GRASS GIS. (2018a). Geographic Resources Analysis Support System, pridobljeno dne 10. 9. 2018 na <https://grass.osgeo.org/>.
- [14] GRASS GIS. (2018b). User interface, pridobljeno dne 19. 9. 2018 na <https://grass.osgeo.org/screenshots/user-interface/>.
- [15] GrindGIS. (2015). 67 Important GIS Applications and Uses, pridobljeno dne 9. 1. 2018 na <http://grindgis.com/blog/gis-applications-uses>.
- [16] Haseeb, J. (2013). What is GIS - Basic Components, Functions, Methodology, Applications of GIS, pridobljeno dne 17. 12. 2014 na <http://www.enggpedia.com/civil-engineering-encyclopedia/79-geographic-information-system-gis/1581-what-is-gis>.
- [17] Huisman, O., de By, R. A. (2009). Principles of Geographic Information Systems: An introductory textbook, pridobljeno dne 10. 9. 2018 na https://webapps.itc.utwente.nl/library-www/papers_2009/general/principlesgis.pdf.
- [18] Kepner, C. H., Tregoe, B. B. (1981). *The New Rational Manager*. Princeton Research Press.
- [19] Matrix3. (2018). Pridobljeno dne 25. 9. 2018 na https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nNETjWBROepTzGgTjZ8PslWYv7z_QqzgF1uRSm-0at0/edit?authkey=CPGQ26EG&authkey=CPGQ26EG&authkey=CPGQ26EG#gid=0.
- [20] Morgan, L., Finnegan, P. (2007). Benefits and Drawbacks of Open Source Software: An Exploratory Study of Secondary Software Firms, IFIP International Conference on Open Source Systems, OSS 2007: Open Source Development, Adoption and Innovation, str. 307–312.
- [21] Moseley, J. D., Brown, D., Firkin, C. R., Jenkin, S. L., Patel, B., Snape, E. W. (2008). Kepner-Tregoe Decision Analysis as a Tool To Aid Route Selection. Part 2. Application to AZD7545, a PDK Inhibitor, *Organic Process Research & Development* 2008, 12, 1044–1059.
- [22] Open Source Initiative. (22. 3. 2007). The Open Source Definition, pridobljeno dne 23. 9. 2018 na <https://opensource.org/osd>.
- [23] OSGeoLive. (2018a). SAGA, pridobljeno dne 15. 9. 2018 na https://live.osgeo.org/archive/6.0/en/overview/saga_overview.html.
- [24] OSGeoLive. (2018b). User-friendly Desktop Internet GIS (uDig), pridobljeno dne 19. 9. 2018 na https://live.osgeo.org/en/overview/udig_overview.html.
- [25] Pintar, R., Jereb, E., Vukovič, G., Urh, M. (2015). Analysis of Web Sites for e-Learning in the Field of Foreign Exchange Trading, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 245–254.
- [26] QGIS. (2018a). QGIS - The Leading Open Source Desktop GIS, pridobljeno dne 27. 9. 2018 na <https://www.qgis.org/en/site/about/index.html>.
- [27] QGIS. (2018b). Quantum GIS, pridobljeno dne 10. 9. 2018 na <https://www.qgis.org/>.
- [28] Rouse, M. (2018). Bounce rate, pridobljeno dne 18. 9. 2018 na <https://whatis.techtarget.com/definition/bounce-rate>.
- [29] SAGA. (2018). System for Automated GeoScientific Analysis, pridobljeno dne 10. 9. 2018 na <http://www.saga-gis.org>.
- [30] SEOMastering. (2018). Trust Rank checker, pridobljeno dne 18. 9. 2018 na <http://www.seomastering.com/trust-rank-checker.php>.
- [31] uDig. (2018). uDig, JGrass, DivaGIS, pridobljeno dne 10. 9. 2018 na <http://udig.refractive.net/>.
- [32] Urh, M. (2018). Analiza odprtih in brezplačnih geografskih informacijskih sistemov, 37. mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti: organizacija in negotovost v digitalni dobi. 2018. Arsenijević, O. idr. (ur.). Maribor, Univerzitetna založba Univerze v Mariboru, str. 1121–1132, pridobljeno dne 10. 9. 2018 na <http://press.um.si/index.php/ump/catalog/view/326/283/554-1>.
- [33] Wikimedia. (2018). GvSIG, pridobljeno dne 20. 9. 2018 na https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GvSIG_-_GIS.jpg.
- [34] Wikipedia. (2018). Comparison of geographic information systems software, pridobljeno dne 15. 8. 2018 na https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_geographic_information_systems_software.
- [35] Yoders, A., Crudello, M., Holland, S. (2010). Open Source vs Proprietary CMS Software, <https://www.slideshare.net/yoders/open-source-vs-proprietary-software>.
- [36] ZRC SAZU. (2019). Oddelek za geografski informacijski sistem, pridobljeno dne 20. 1. 2019 na <https://giam.zrc-sazu.si/sl/oddelek/7815#v>.

Marko Urh je višji predavatelj na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Svojo strokovno in znanstveno pot je začel v policiji kot razvijalec geografskih informacijskih sistemov. Glavna področja njegovega raziskovanja so informacijski sistemi, e-izobraževanje, menedžment in razvoj kadrov. Objavil je več domačih in mednarodnih člankov in prispevkov z omenjenih področij. Aktivno sodeluje na domačih in mednarodnih konferencah ter je recenzent domačih in tujih publikacij.

■

Uroš Rajkovič je izredni profesor s področja informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Področja njegovih raziskovanj med drugim zajemajo odločanje s poudarkom na večkriterijskem modeliranju odločitvenega znanja z metodami ekspertnih sistemov. Sodeluje pri več mednarodnih projektih in pri organizaciji mednarodnih in domačih konferenc.

■

Iztok Bitenc je zaposlen kot predavatelj na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru na področju Informacijski sistemi, na katerem sodeluje pri predmetih s področja osnov informatike, različnih programskih jezikov, razvoja spletnih rešitev in baz podatkov. Je avtor več strokovnih in znanstvenih člankov, raziskovalno pa se udejstvuje pri iskanju praktičnih rešitev z uporabo sodobne informacijske tehnologije.

■

Davorin Kofjač je izredni profesor za področje informacijskih sistemov v Laboratoriju za kibernetiko in sisteme za podporo odločanju na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Njegova področja raziskovanja obsegajo modeliranje in simulacijo sistemov, sisteme za podporo odločanju, operacijske raziskave in umetno inteligenco. Sodeloval je v raznih mednarodnih in nacionalnih projektih. Rezultate raziskovalnega dela objavlja v uglednih znanstvenih revijah, monografijah in na konferencah. Je član društev ACM, INFORMS in SLOSIM.