

Simon KOBLAR
 Andrej GULIČ
 Sergeja PRAPER GULIČ

UIRS atlas dostopnosti

V prispevku predstavljamo delovanje UIRS atlasa dostopnosti, ki smo ga razvili v projektu ASTUS. Gre za javno dostopno orodje, ki omogoča načrtovanje poti in analizo dostopnosti za izbrano lokacijo z različnimi potovalnimi načini. Njegova prednost v primerjavi z ostalimi orodji za izračun dostopnosti je večje število različnih potovalnih načinov in nadzor nad vhodnimi podatki. Poleg javno dostopne različice ga je mogoče uporabljati tudi za izdelavo bolj kompleksnih analiz. Eno izmed možnih analiz predstavljamo na primeru analize

sprememb v dostopnosti v Novem mestu po izgradnji novih brvi. Obstoječa različica atlasa je naletela na pozitivne odzive strokovne javnosti, kar kaže na velik potencial orodja. V prihodnje imamo načrtovanih še nekaj izboljšav.

Ključne besede: Novo mesto, prometna dostopnost, simulacije, trajnostna mobilnost

1 Uvod

Namen prispevka je predstaviti delovanje UIRS atlasa dostopnosti. V uvodnem poglavju predstavljamo delovanje atlasa, v nadaljevanju pa metodologijo in primer izdelave analize sprememb v dostopnosti po izgradnji nove prometne infrastrukture.

Atlas dostopnosti je bil izdelan v okviru projekta ASTUS – Premišljene prometne in urbane strategije za območje Alp, ki je sofinanciran iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj preko transnacionalnega programa Območje Alp. Za izdelavo smo se odločili zato, ker za Slovenijo ni bilo na voljo orodij, ki bi omogočala enostaven in celovit vpogled v dostopnost posameznih območij. Prosto dostopni načrtovalniki poti, npr. Google zemljevidi, sicer omogočajo načrtovanje posamezne poti in ogled voznih redov za posamezno postajališče, ne pa tudi celovitejših prostorskih analiz. Pri snovanju atlasa nam je bil za zgled TUM atlas dostopnosti, ki so ga razvili projektni partnerji iz Tehniške univerze v Münchnu (TUM) (Büttner idr., 2018).

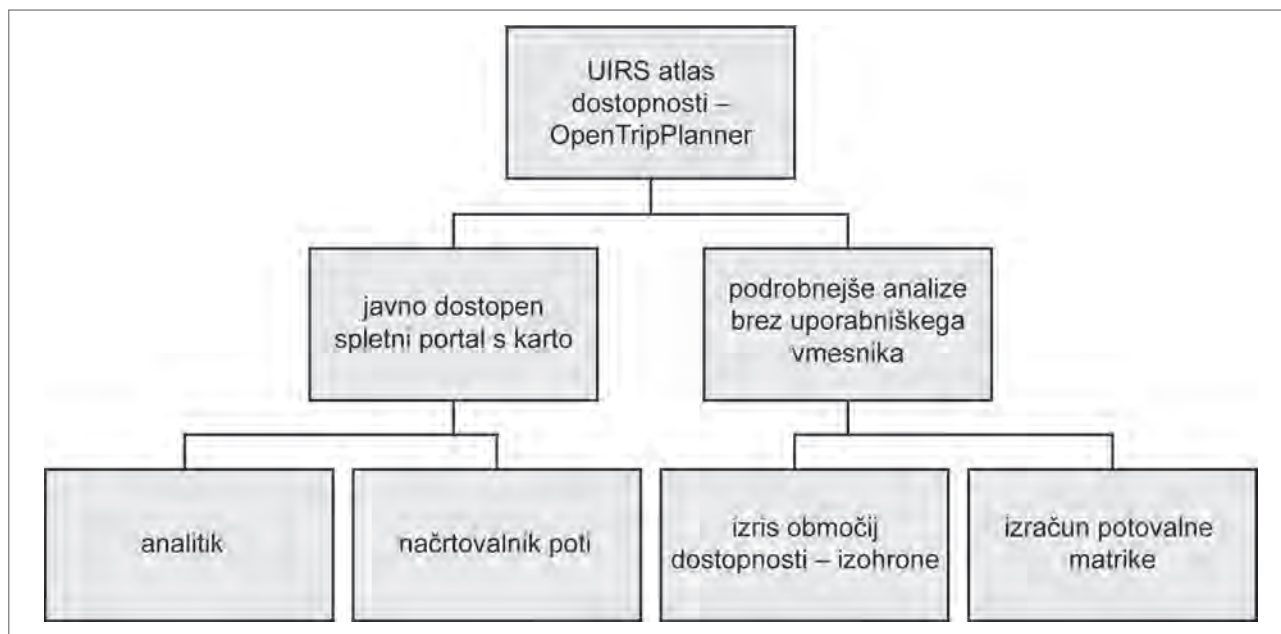
2 UIRS Atlas dostopnosti

Namen atlasa dostopnosti je omogočiti zainteresiranim strokovnjakom in javnostim vpogled v dostopnost določene lokacije z različnimi potovalnimi načini, s poudarkom na oblikah trajnostne mobilnosti. Tovrstne prostorske poizvedbe so bile

do sedaj z obstoječimi orodji težko izvedljive. Načrtovalniki poti – npr. Google zemljevidi, sicer omogočajo načrtovanje posamezne poti in ogled voznih redov za posamezno postajališče, ne omogočajo pa podrobnejših in kompleksnejših prostorskih analiz. Prav tako ne omogočajo spreminjanja vhodnih podatkov, zato so neuporabni za izdelavo scenarijev. Na voljo so sicer nekatera druga orodja, ki pa so zahtevna za uporabo, ali pa so zelo draga (Young, 2019). Zato smo se odločili, da v okviru projekta ASTUS razvijemo atlas dostopnosti za območje Slovenije, ki bo temeljil na odprtokodnem programu in javno dostopnih podatkih. Pred izdelavo atlasa smo opravili pregled razpoložljivih orodij, na podlagi česar smo nato izbrali najprimernejše orodje.

2.1 Pregled razpoložljivih orodij za izdelavo analiz dostopnosti

Za izdelavo analiz dostopnosti je na voljo več orodij, nekatera med njimi so brezplačna, druga so del večjih plačljivih programskih paketov, tu opisujemo le nekaj pomembnejših. Zaradi javno dostopne različice je najbolj poznan Google Maps API, kjer je določeno število poizvedb brezplačnih, za dodatne poizvedbe pa je potrebno plačati (Google Cloud, 2019). Pri namiznih različicah je pogosto uporabljeno orodje ArcGIS network Analyst, ki omogoča veliko mero fleksibilnosti ter integracijo v GIS sistem. Uporabljen je tudi v TUM Atlasu



Slika 1: Elementi atlasa dostopnosti (ilustracija: Simon Koblar)

dostopnosti (Büttner idr., 2018), njegova slabost je visoka cena programske opreme. Open Street Map Routing Machine (OpenStreetMap Wiki, 2018) deluje na podatkih OpenStreetMap in je uporabljen v številnih projektih (Github, 2019). HraphHopper je odprtokodno orodje, na voljo pa je tudi kot storitev, med drugim tudi kot brezplačna različica, ki pa ima omejeno funkcionalnost (GraphHopper, 2019). OpenTripPlanner je razvit kot odprtokodno orodje za načrtovanje multimodalnih poti (OpenTripPlanner, 2019). Od naštetih so za modeliranje dostopnosti z javnim potniškim prometom primerni le Google maps API, ArcGIS in OpenTripPlanner, ki se je izkazal kot najenostavnejše orodje, ki ima na voljo vse potrebne funkcionalnosti.

2.2 Uporabljeni podatki in programska oprema

Za območje Slovenije smo najprej pridobili vhodne podatke v ustreznem formatu, poleg tega pa smo naredili tudi nekaj sprememb v konfiguraciji programa in v izvorni kodi. Podatke o prometnem omrežju smo pridobili iz baze OpenStreetMap. Gre za prosto dostopno kartografsko bazo, ki jo soustvarjajo prostovoljci (OpenStreetMap, 2019). Podatki so za izdelavo analiz dostopnosti zelo uporabni, saj je podatkovna baza ustrezno strukturirana in vsebuje vse potrebne attribute, ustrezni so tudi s topološkega vidika. V tem pogledu je bistveno boljše od nacionalnih podatkovnih baz, ki jih vzdržuje geodetska uprava Republike Slovenije – sloj cest v sklopu Gospodarske javne infrastrukture in sloj cest v zbirki topografskih podatkov (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2019). V teh podatkovnih slojih namreč ni vključenih vseh kategorij poti – npr. stopnic, pešpoti, prehodov preko parkirišč, itd., zato je tovrstne podatke potrebno pred uporabo v mrežnih analizah

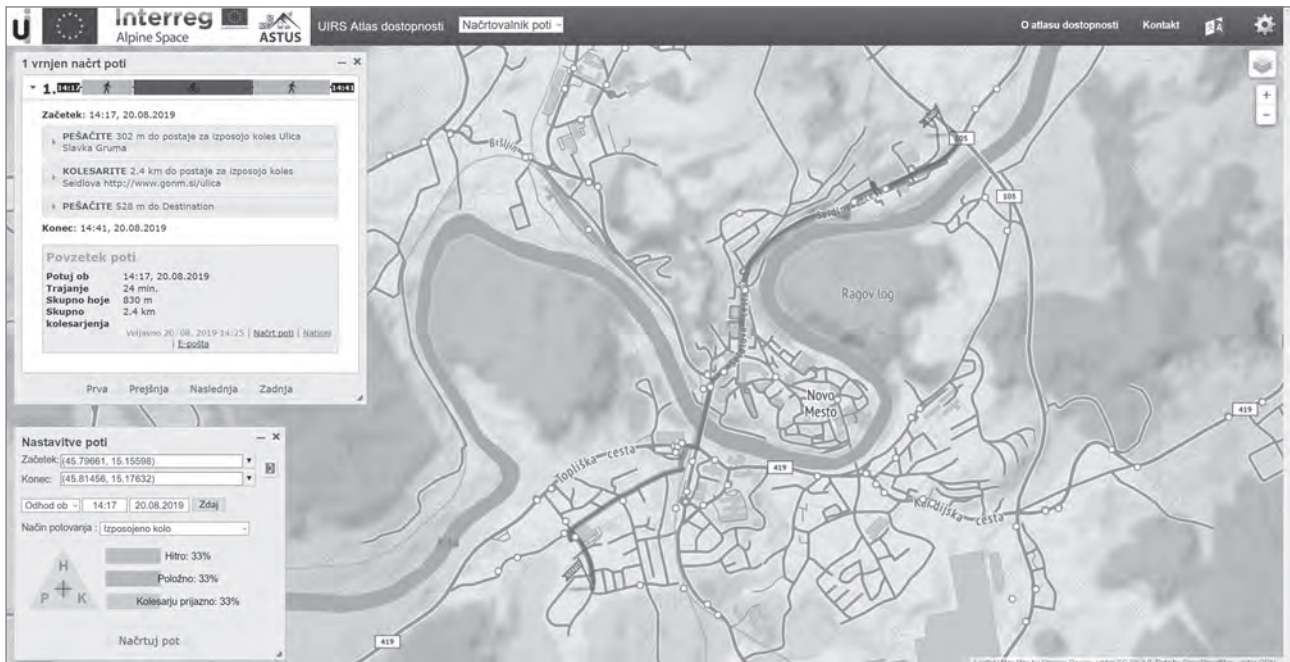
še ročno dopolnjevati, dopoljeni podatki pa nato niso prosto dostopni drugim raziskovalcem (Koblar, 2017; Kozina, 2010; Tiran, Koblar, 2017; Tiran, Mladenovič, Koblar, 2015). Zato menimo, da je primernejša uporaba in dopolnjevanje baze OpenStreetMap, kjer se popravke omrežja vnaša v javno dostopno podatkovno bazo, ti podatki so nato na voljo tudi za druge uporabnike, ki lahko bazo še dodatno izpopolnijo. To smo za pilotni območji v projektu ASTUS iz Slovenije – Novo mesto in Velenje – naredili tudi mi, s čimer smo zagotovili natančnejše rezultate.

Podatki o javnem potniškem prometu se črpajo iz podatkovne baze GTFS. Za medkrajevni in železniški promet smo bazo pridobili na Ministrstvu za infrastrukturo, za območje Ljubljane in Maribora pa pri prevoznikih. Za Novo mesto in Velenje smo uporabili vozne rede, ki smo jih pripravili v okviru projekta ASTUS in smo jih tudi objavili na Google zemljevidih.

UIRS atlas dostopnosti temelji na odprtokodnem programu OpenTripPlanner, ki se je izkazal za dobro delujoče orodje (OpenTripPlanner, 2019; Young, 2019). Program je napisan v programskem jeziku Java in se ga lahko požene tako na osebnih računalnikih, kakor tudi na strežnikih, neodvisno od operacijskega sistema. Program smo zato preizkusili kar na osebni računalniku, javno dostopno različico pa smo zagnali na strežniku z operacijskim sistemom Windows.

2.3 Delovanje atlasa dostopnosti

Atlas dostopnosti je sestavljen iz več elementov, ki so opisani na sliki 1. V ozadju teče program OpenTripPlanner, ki sprejema ukaze in generira rezultate. Za javnost je na voljo javno dostop-



Slika 2: Načrtovanje poti z UIRS atlasom dostopnosti (ASTUS, 2019)

pen spletni portal s karto, razdeljen v dva modula – analitik in načrtovalnik poti, med katerima lahko uporabnik poljubno preklaplja. Načrtovalnik poti (slika 2) omogoča načrtovanje posamezne poti (od A do B), pri čemer je zelo podoben Google zemljevidom, s to razliko, da omogoča večje število potovalnih načinov. V atlas je vgrajen tudi analitik (slika 3), ki omogoča izris območja dostopnosti za izbrano lokacijo z izbranim potovalnim načinom. Trenutno v javno dostopni različici uporabniki rezultatov analiz ne morejo shraniti kot prostorske podatke, omogočeno pa je tiskanje načrta poti in pošiljanje elektronske pošte z navodili za pot.

Poleg javno dostopnega spletnega portala je z atlasom dostopnosti mogoče izvajati tudi podrobnejše analize dostopnosti. Te analize se izvede brez uporabniškega vmesnika preko skripte, v kateri nastavimo parametre in z njo kličemo atlas dostopnosti, ki izračuna rezultat in ga zapiše bodisi kot prostorski podatek pri izohronah bodisi tabelarično pri ostalih analizah dostopnosti. Ta del atlasa je še posebej uporaben, saj omogoča veliko število poizvedb in s tem izdelavo kompleksnih analiz. S tako vrsto analiz je na primer mogoče izdelati potovalno matriko za večje število parov izvorov in ciljev potovanj in simulacijo sprememb na omrežju (zapore cest, nove povezave, spremembe v voznih redih, nove postaje za izposojanje koles, itd.). Te analize lahko po potrebi uporabnika izvedemo na UIRS.

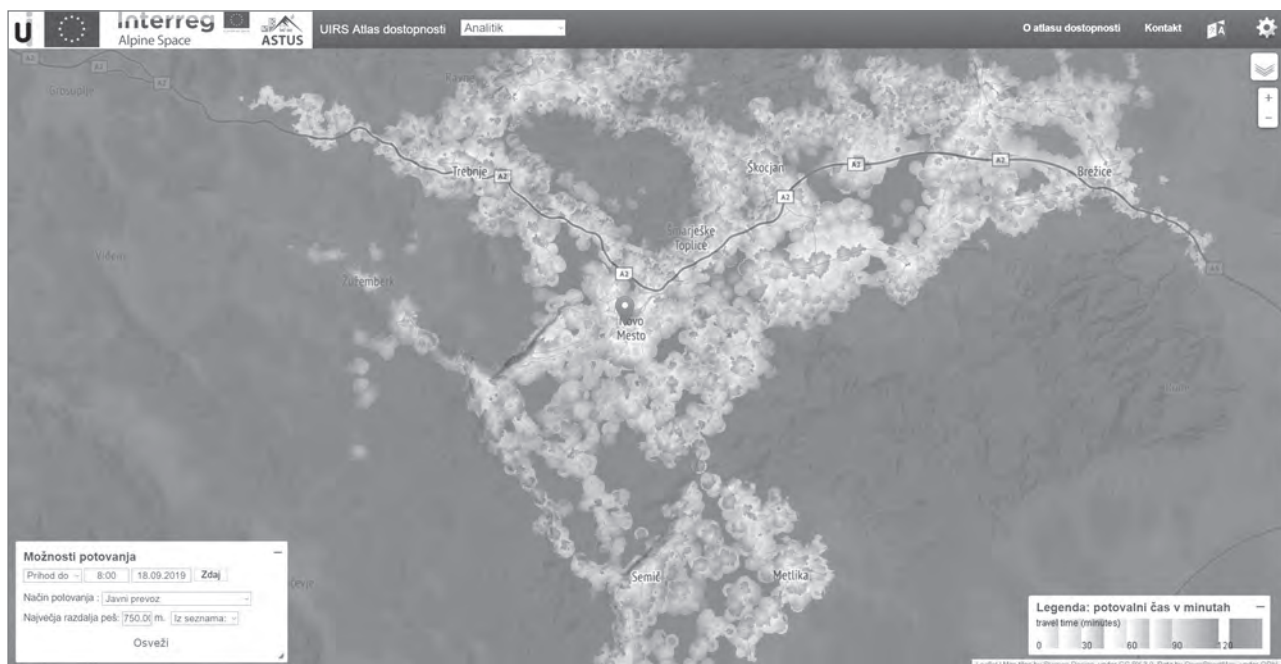
Ena od prednosti atlasa dostopnosti je široka možnost izbire potovalnih načinov, med katerimi je kar nekaj takih, ki jih druga razpoložljiva orodja ne podpirajo. Omogočenih je tudi nekaj multimodalnih kombinacij. Na voljo so naslednji potovalni načini:

- javni prevoz
- avtobus
- vlak
- kolo
- kolo in javni prevoz
- hoja
- parkiraj in se pelji
- sopotništvo v avtomobilu (ang. *kiss and ride*)
- izposojeno kolo
- izposojeno kolo in javni prevoz

Kakovost izračunane poti je odvisna predvsem od vhodnih podatkov. Za splošne analize je večina Slovenije dobro kartirana, vendar se pri podrobni analizi podatkov dostikrat izkaže, da so določeni deli omrežja pomanjkljivo ali pa nepravilno povezani. Prav tako je omejena funkcionalnost izposoje koles, kjer trenutno ni upoštevana dejanska razpoložljivost koles in stojal. Pri javnem potniškem prometu bo potrebno pridobiti podatke še za ostala mesta v Sloveniji, ki imajo urejen sistem mestnega javnega potniškega prometa.

3 Simulacija dostopnosti v Novem mestu po izgradnji novih brvi

Kot demonstracijo enega od mogočih načinov uporabe atlasa dostopnosti v nadaljevanju predstavljamo simulacijo dostopnosti v Novem mestu po izgradnji novih brvi za pešce in kolesarje. Za testen primer v Novem mestu smo se odločili zato, ker je Mestna občina Novo mesto v projektu ASTUS



Slika 3: Izris območja dostopnosti z UIRS atlasom dostopnosti (ASTUS, 2019)

sodelovala kot opazovalka. Izdelava simulacije je mogoča zato, ker atlas omogoča nadzor nad vhodnimi podatki, kar je lahko uporabno pri:

- prometnem načrtovanju – preveritve umeščanja nove prometne infrastrukture;
- prostorskem načrtovanju – preveritve nove poselitve in dejavnosti v prostoru.

Simulacije bi bilo mogoče izdelati tudi v prometnem modelu, vendar bi bil postopek izdelave analize veliko zahtevnejši in zamudnejši, zato se take preveritve izdelava le za večje infrastrukturne projekte. Naš cilj je izdelati enostavno analizo, pri kateri bi uporabili odprte podatke in odprtokodno programsko opremo, kar bi omogočalo širšo uporabo.

Pri dostopnosti do različnih lokacij v mestih so pešci in kolesarji pogosto soočeni s fizičnimi ovirami v prostoru, ki podaljšujejo poti, kar je zaradi nižje potovalne hitrosti še posebej problematično za pešce in kolesarje. V mnogih mestih predstavljajo največjo fizično oviro reke, zato je smiselno za pešce in kolesarje zagotoviti dovolj gosto mrežo mostov. Pri tem se poraja vprašanje o njihovem optimalnem številu in lokaciji. V Novem mestu reka Krka zaradi majhnega števila mostov na marsikateri relaciji močno podaljša poti, saj je trenutno v mestu le pet mostov. To lahko vpliva na izbiro potovalnega načina v škodo trajnostnim oblikam mobilnosti. Mestna občina Novo mesto zato načrtuje šest novih brvi za pešce in kolesarje – Irča vas, Portoval–Bršljin, Loka–Kandija, Pod Kandijskim mostom, Ločna–Ragovo in Mačkovec–Krka (3. razvojna os).

Z analizo smo številsko ovrednotili izboljšanje dostopnosti, kar smo naredili s simulacijo dostopnosti po obstoječi infrastrukturi in po izgradnji novih brvi. Analizo smo izdelali za tri lokacije v mestu (športni park v Češči vasi, Glavni trg in tovarna Krka), pri čemer smo računali potencial oseb, ki bi do teh lokacij lahko dostopale, ne glede na dejansko število ljudi, ki tja potujejo. Za tovarno Krka bi se ob pridobitvi naslovov bivanja zaposlenih lahko preverilo potovalne čase za vse zaposlene, kar bi analizi dodalo še večjo uporabnost. Za izbrane lokacije smo preverili dostopnost prebivalcev s kolesom.

3.1 Postopek izdelave scenarijev

Za potrebe izdelave scenarijev smo izdelali dve različici atlasa dostopnosti – eno za obstoječe stanje, ter drugo z vnesenimi načrtovanimi brvmi. Zato smo v programu JOSM (2019), ki omogoča urejanje lokalne kopije podatkov iz baze OpenStreetMap, vnesli načrtovane brvi. Dopolnjeno bazo smo nato shranili kot lokalno datoteko, tako da v javno dostopno bazo nismo vnašali neresničnih podatkov, kar bi bilo v nasprotju z internimi pravili OSM. V atlasu smo nato uporabili obe različici, ter tako naredili primerjavo dostopnosti med trenutnim in načrtovanim stanjem. Po tej metodologiji bi lahko simulirali tudi spremembe JPP, nove cestne povezave, ali zaprtje določenih ulic za promet. Tudi prostorsko bi lahko simulacije razširili na območje celotne Slovenije.

Dostop smo analizirali na mreži točk v razdalji 100 m, za katere smo imeli tudi podatke o številu prebivalcev (Statistični urad

nim avtomobilom zaradi tega ne bi izboljšala, bi kolo postalo bolj konkurenčno, zaradi česar bi se verjetno več obiskovalcev odločilo za uporabo kolesa. Pri analizi smo ugotovili, da bi bilo poleg brvi potrebno izvesti tudi bolj neposredno povezavo do športnega parka, kar bi še dodatno skrajšalo potovalni čas.

Do tovarne Krka lahko s kolesom dostopa 25.817 prebivalcev, po izgradnji brvi pa 25.879, razlike je torej le za 62 prebivalcev. Do razlike pride predvsem pri prebivalcih naselja Krka. Potovalni čas bi se skrajšal 664 prebivalcem, povprečno za okrog dve minuti in pol.

Ker pri uvajanju novih povezav za pešce in kolesarje ne gre le za skrajševanje potovalnih časov, temveč se izboljšuje tudi udobje, varnost in vizualna privlačnost, je poleg številskih podatkov, pridobljenih s simulacijo, potrebno upoštevati tudi te dejavnike.

4 Sklep

Glede na pozitiven odziv strokovne javnosti (predstavnikov ministrstev in občin), ki jim je bilo orodje predstavljeno na delavnici, je UIRS atlas dostopnosti zelo uporabno orodje, ki bo v pomoč pri prometnem in prostorskem načrtovanju. Seveda bo orodje potrebno v prihodnje še nadgrajevati, saj bi določene funkcije lahko bolje delovale.

S simulacijo v Novem mestu smo pokazali enega od mogočih načinov uporabe atlasa dostopnosti. Analiza se je izkazala za dovolj enostavno in časovno obvladljivo, zato bi jo lahko ponovili tudi na drugih primerih. Še boljše rezultate bi dosegli, če bi analizirali še dostopnost z avtomobilom, s čimer bi pridobili podatke o razliki v potovalnem času z avtomobilom in kolesom, na podlagi česar bi se dalo predvideti tudi izbiro potovalnega načina.

Simon Koblar

Urbanistični inštitut RS, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana
E-pošta: simonk@uirsi.si

Andrej Gulič

Urbanistični inštitut RS, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana
E-pošta: andrej.gulic@uirsi.si

Sergeja Praper Gulič

Urbanistični inštitut RS, Trnovski pristan 2, 1000 Ljubljana
E-pošta: sergeja.praper@uirsi.si

Viri in literatura

ASTUS, 2019. Atlas dostopnosti. URL:

<http://astus.uirs.si/si-si/Atlas-dostopnosti> (pridobljeno 5. 8. 2019).

Büttner, B., Kinigadner, J., Ji, C., Wright, B., Wulfhorst, G., 2018. The TUM Accessibility Atlas: Visualizing Spatial and Socioeconomic Disparities in Accessibility to Support Regional Land-Use and Transport Planning. *Netw Spat Econ* 18, str. 385–414. <https://doi.org/10.1007/s11067-017-9378-6>

Geodetska uprava Republike Slovenije, 2019. E-Geodetski podatki. URL: <https://egp.gu.gov.si/egp/> (pridobljeno 27. 6. 2019).

Github, 2019. Project OSRM. Open Source Routing Machine: C++ backend. URL: <https://github.com/Project-OSRM/osrm-backend> (pridobljeno 20. 8. 2019).

Google Cloud, 2019. Pricing for maps, routes, and places. URL: <https://cloud.google.com/maps-platform/pricing/sheet/> (pridobljeno 20. 8. 2019).

GraphHopper, 2019. GraphHopper Directions API with Route Optimization. URL: <https://www.graphhopper.com/> (pridobljeno 20. 8. 2019).

JOSM, 2019. OpenStreetMap. URL: <https://josm.openstreetmap.de/> (pridobljeno 5. 8. 2019).

Koblar, S., 2017. Predlog alternativnega omrežja javnega potniškega prometa v Ljubljanski urbani regiji: magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.

Kozina, J., 2010. Modeliranje prostorske dostopnosti do postajališč javnega potniškega prometa v Ljubljani. *Geografski vestnik* 82(1), str. 97–107.

OpenStreetMap Wiki, 2018. Open Source Routing Machine. URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Open_Source_Routing_Machine (pridobljeno 20. 8. 2019).

OpenStreetMap, 2019. OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org/about> (pridobljeno 5. 8. 2019).

OpenTripPlanner, 2019. Multimodal Trip Planning. URL: <https://www.opentripplanner.org/> (pridobljeno 5. 8. 2019).

Statistični urad Republike Slovenije, 2019. STAGE II. URL: <https://gis.stat.si/> (pridobljeno 26. 8. 2019).

Tiran, J., Koblar, S., 2017. Kakovost bivalnega okolja v Mariboru. V: Drog, V. (ur.), *Geografije Podravja*. Maribor, Univerzitetna založba Univerze v Mariboru, str. 255–276. <https://doi.org/10.18690/978-961-286-074-5.14>

Tiran, J., Mladenovič, L., Koblar, S., 2015. Dostopnost do javnega potniškega prometa v Ljubljani po metodi PTAL. Accessibility to public transport using the PTAL method: the case of Ljubljana. *Geodetski vestnik* 59, str. 723–735.

Young, M., 2019. OpenTripPlanner – creating and querying your own multi-modal route planner. URL: https://www.researchgate.net/publication/321110774_OpenTripPlanner_-_creating_and_querying_your_own_multi-modal_route_planner (pridobljeno 1. 6. 2019).