

DOSTOPNOST DO JAVNEGA POTNIŠKEGA PROMETA V LJUBLJANI PO METODI PTAL

ACCESSIBILITY TO PUBLIC TRANSPORT USING THE PTAL METHOD: THE CASE OF LJUBLJANA

Jernej Tiran, Luka Mladenovič, Simon Koblar

UDK: 656.025
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 30. 7. 2015
Sprejeto: 30. 11. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.723-735
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 30. 7. 2015
Accepted: 30. 11. 2015

IZVLEČEK

V prispevku so predstavljeni rezultati modeliranja dostopnosti do javnega potniškega prometa (JPP) z metodo PTAL (angl. Public Transport Accessibility Level) na primeru Ljubljane. Metodo, pri kateri se poleg prostorske dostopnosti do postajališč upošteva tudi pogostost voženj na linijah JPP, smo prilagodili programski opremi ArcGIS in dostopnost izračunali z mrežno analizo na podlagi omrežja pešpoti. Ugotovili smo precej velike prostorske razlike v dostopnosti do avtobusnega mestnega potniškega prometa v Ljubljani, ki je najboljša v širšem mestnem središču in vzdolž večine mestnih vpadnic, najslabša pa na manj gosto poseljenem mestnem obrobju. Podrobneje smo analizirali tudi dostopnost do JPP na izbranih stanovanjskih območjih, v izobraževalnih in trgovskih središčih ter ugotovili slabšo dostopnost novejših gradenj. Prepoznali smo nekatera neskladja med dostopnostjo do JPP in parkirnimi conami, opredeljenimi v Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana.

Metoda PTAL je kljub nekaterim pomanjkljivostim pomemben korak k celovitejšemu modeliranju dostopnosti. Kot podlaga za določanje primerne gostote gradnje in parkirnih normativov ali za optimiziranje omrežja avtobusnih linij je uporabna v prostorskem načrtovanju tudi za druga slovenska večja mesta.

KLJUČNE BESEDE

dostopnost, geografski informacijski sistemi, javni potniški promet, mrežna analiza, PTAL, Ljubljana

ABSTRACT

This article presents modelling results of accessibility to public transport using the PTAL method (Public Transport Accessibility Level) on the case of Ljubljana. The method takes into account the spatial accessibility to bus stops as well as the frequency of bus rides. It was adapted to the ArcGIS software; then, the accessibility was calculated with a network analysis based on the network of footpaths. The results demonstrate notable spatial differences in accessibility to public city bus transport in Ljubljana: it is the best in the wider city centre and along most of the main arterial roads and the poorest in less densely inhabited city outskirts. Accessibility to public transport was analysed in more detail in selected residential areas, educational, and commercial hubs, revealing a lesser accessibility to more recently constructed buildings. In addition, certain inconsistencies appeared between the accessibility to public transport and the parking zones determined in the Implementation Spatial Plan of the City Municipality of Ljubljana.

Despite a few deficiencies, the PTAL method is an important step on the road to a more integral accessibility modelling. The method could also be used for spatial planning in other larger Slovenian cities as the basis for determining the appropriate construction density and parking norms or for optimizing public transport networks.

KEY WORDS

accessibility, public transport, geographical information systems, network analysis, PTAL, Ljubljana

1 UVOD

Javni potniški promet (v nadaljevanju: JPP) je eden najpomembnejših prometnih stebrov v okviru koncepta trajnostnega urbanega razvoja. JPP prebivalcem omogoča vsakodnevna potovanja ne glede na lastništvo prevoznih sredstev ter manj vpliva na okolje in prostor kot avtomobilski promet. Mesta z dobro razvitim sistemom JPP imajo praviloma večjo kakovost bivanja (Litman, 2015).

Eden od pomembnih korakov na poti k večji kakovosti JPP je tudi sistematično merjenje njegove dostopnosti. To je pomembno tako za ocenjevanje kakovosti obstoječega sistema in njegovo posodabljanje kot za učinkovitejše prostorsko načrtovanje. Najenostavnejši pristop k merjenju dostopnosti do JPP je ugotavljanje števila prebivalcev v posamezni oddaljenosti od najbližjega postajališča, ki je še sprejemljiva za hojo. Najbolj uveljavljen polmer v stroki je 500 metrov (glej Bole, 2004; Paliska et al., 2004). Pomanjkljivost takšnega pristopa je, da pri merjenju dostopnosti ne upošteva drugih dejavnikov, ki vplivajo na kakovost storitve in posledično odločitev o uporabi prevoznega načina za neko pot. V literaturi zato najdemo več poskusov razvoja metod, ki upoštevajo več dejavnikov dostopnosti (Hull et al., 2012). Takšne metode so na primer Accessibility Indices (AI), ki vključuje potovalne čase in stroške (Schoon et al., 1999), Level of Service (LOS), ki upošteva pogostost voženj, ure razpoložljivosti storitve, prostorsko pokritost in demografske podatke (Transit Capacity ..., 2003), ter Transit Service Indicator (TSI), ki upošteva pogostost voženj, čas razpoložljivosti storitve, prostorsko pokritost in potovalni čas (Fu in Xin, 2007). Z večanjem števila dejavnikov postajajo rezultati modeliranja bolj natančni, sta pa zahtevnejša zbiranje ter osveževanje vhodnih podatkov in rezultatov.

V slovenskem prostoru prevladujejo izračuni in prikazi, izdelani na podlagi prostorske dostopnosti do najbližjega postajališča v določenem polmeru (na primer Bensa et al., 2009; Kozina, 2010; Zavodnik Lamovšek et al., 2010; Interaktivna shema linij, 2014). Celovitejše metode za merjenje dostopnosti se pri nas še niso povsem uveljavile. Med njimi velja omeniti raziskavo Gabrovca in Boleta (2006), ki sta analizirala dostopnost do avtobusnih postajališč zunaj mestnih naselij in poleg oddaljenosti od postajališč upoštevala tudi pogostost voženj, ter večstopenjski model za določanje uniformnih storitvenih območij avtobusnih postajališč, pri katerem se upoštevata tudi naklon terena in pripravljenost za hojo glede na razdaljo (Paliska et al., 2006). Mestne občine in izvajalci JPP zato nimajo natančnejših podatkov o dostopnosti do JPP, na podlagi katerih bi lahko izboljšali sistem JPP. Tudi v tem lahko iščemo razloge za nizek delež uporabe JPP v slovenskih mestih. V Mestni občini Ljubljana se je leta 2013 na delovni dan z JPP opravilo le 12,6 % potovanj (Klemenčič et al., 2014), kar je še nekoliko manj kot leta 2003 (Anketa po gospodinjstvih ..., 2003).

V pričujočem prispevku je na primeru Ljubljane predstavljena uporaba metode PTAL (*Public Transport Accessibility Level*), ki se kot podlaga za prostorsko načrtovanje od leta 2004 uporablja v londonskem prostorskem načrtu (The London Plan, 2015) ter je ena od bolj uveljavljenih in celovitejših metod za merjenje dostopnosti do JPP. Izhajamo iz pričakovanja, da je mogoče z geografskim informacijskim sistemom (GIS) ustrezno prilagoditi izvirno metodo ter z njo razmeroma preprosto pridobiti natančne in preverljive rezultate dostopnosti do JPP znotraj mesta, ki bi bili koristna podlaga za bolj trajnostno prometno in prostorsko načrtovanje.

2 METODOLOGIJA

2.1 Metoda PTAL

Metodo PTAL sta leta 1992 pričeli razvijati londonski občini Hammersmith in Fulham. Njen prvotni namen je bil določiti območja z dobro dostopnostjo, na katerih bi se zmanjšali parkirni normativi (Measuring Public ..., 2010). Izpopolnjena metodologija je bila leta 2004 vključena v londonski prostorski načrt kot podlaga za določanje primerne gostote gradnje za posamezna območja in preveritev vrednosti koeficienta dostopnosti JPP na mikrolokaciji v postopku pridobivanja projektnih pogojev in gradbenega dovoljenja (The London Plan, 2015). Metoda je bila uporabljena tudi v nekaterih raziskavah (na primer Wu in Hine, 2003).

Izračun koeficienta za izbrano lokacijo z metodo PTAL poteka v več korakih. Najprej se izračuna čas hoje do vseh postajališč JPP znotraj nekega polmera. Sledi izračun povprečnega časa čakanja na posameznih postajališčih na podlagi pogostosti prihodov javnega prometa v nekem časovnem obdobju, na primer med jutranjo prometno konico. Povprečnemu času čakanja je dodan faktor zanesljivosti, ki ponazarja pričakovano zamudo oziroma zanesljivost prihodov različnih oblik javnega prometa.¹ Na podlagi teh treh kazalnikov se izračuna skupni čas dostopa točke obravnave do posameznih točk dostopa do JPP. Ta je podlaga za izračun ekvivalentne frekvence dostopa od vrat do vrat, na podlagi katere lahko določimo koeficient dostopnosti do JPP. Pri izračunu dostopnosti po metodi PTAL se tako upoštevajo:

- pogostost prihodov različnih oblik JPP,
- čas hoje od točk obravnave do točk postajališč JPP,
- število postajališč JPP v polmeru peš dostopnosti in
- zanesljivost različnih oblik JPP.

Metoda PTAL ima tudi nekatere pomanjkljivosti. Tako se med drugim ne upoštevajo hitrost različnih oblik javnega prometa, prijetnost poti do postajališč, kakovost storitve javnega prometa, cene prevoza, preprostost prestopanja in podobno.

2.2 Uporaba metode na primeru Ljubljane

V izvorni metodi se koeficient PTAL računa po posameznih postajališčih za vse linije javnega prevoza hkrati. Zaradi nedostopnosti programske opreme, ki bi neposredno omogočala tak izračun, je bil postopek prilagojen razpoložljivemu in uveljavljenemu programu ArcGIS 10.0 in 10.2 (podrobnejši opis uporabe geoinformacijskih orodij je v Tiran et al., 2014). Koeficiente PTAL smo izračunali za vplivna območja postajališč vsake linije posebej in jih nato sešteli. Zaradi velikega števila izračunov smo uporabili orodje *Model builder*. Postopek je po korakih prikazan na sliki 1.

V izračunu smo upoštevali samo redne avtobusne linije mestnega potniškega prometa (Interaktivna shema linij, 2014; Vozni redi ..., 2014), saj je pogostost uporabe drugih oblik javnega prevoza, kot sta vlak in medkrajevni avtobusni promet, med prebivalci Ljubljane zanemarljiva.

Najprej smo izračunali čas hoje do avtobusnih postajališč (ČH). Ker je pri računanju na podlagi evklidske (zračne) oddaljenosti običajno precenjena prostorska dostopnost (glej Kozina, 2010), smo čas hoje ponazorili z dejansko oddaljenostjo od posameznih postajališč. Izračunali smo jo z mrežno

¹ Ta je pomemben predvsem v mestih, kjer so bistvene razlike v zanesljivosti različnih ponudnikov (na primer podzemna železnica, tramvaj, avtobus).

analizo² na podlagi topološko urejene mreže pešpota, izdelane na podlagi podatkov o cestnem omrežju in izboljšane z državnim ortofotom, spletno bazo *OpenStreetMap* in terenskim preverjanjem (Kozina in Tiran, 2013).

Čas hoje smo izračunali s tako imenovanimi storitvenimi območji na podlagi dreves poti po ulični mreži z izhodiščem v centroidih posameznih avtobusnih postajališč (po 10-metrskih pasovih od postajališč). Pri tem smo za še sprejemljivo razdaljo za hojo uporabili 640 metrov, kar ob hitrosti 4,8 km/h ustreza osmim minutam hoje. Enaka razdalja in hitrost hoje sta bili uporabljeni tudi v izvorni metodologiji (Measuring Public ..., 2010). Ker smo domnevali, da so prebivalci Ljubljane do postajališč pripravljene hoditi manj časa, smo izračun ponovili še za razdaljo 400 metrov, ki ustreza petim minutam hoje (1).

$$\check{C}H [\text{min}] = \text{razdalja do postajališč [m]} * 0,0125 \text{ min/m} \quad (1)$$

Sledil je izračun povprečnega časa čakanja (PČČ) na prihod avtobusa. Izračunali smo ga tako, da smo 60 minut delili s številom prihodov avtobusov (posamezne linije) med jutranjo prometno konico, vrednost pa pomnožili z 0,5, saj smo predpostavili, da potniki do postajališč dostopajo naključno oziroma na avtobus v povprečju čakajo polovico časovnega intervala med posameznimi prihodi. Za vsako linijo smo upoštevali število odhodov z začetne postaje med 7.30 in 8.30, ko je pogostost voženj na večini linij največja. V tem času v Ljubljani vozijo avtobusi na 56 rednih linijah. Pri tem smo PČČ izračunali za vsako smer linije posebej, saj se pogostost voženj med obema nekoliko razlikuje (2).

$$P\check{C}\check{C} [\text{min}] = 0,5 * (60 \text{ min} / \text{število prihodov}) \quad (2)$$

Dobljeno vrednost smo nato prišteli sloju časa hoje do postajališča (3). Tako smo dobili skupni čas dostopa (SČD).³

$$S\check{C}D [\text{min}] = P\check{C}\check{C} [\text{min}] + \check{C}H [\text{min}] \quad (3)$$

Sledila je pretvorba skupnega časa dostopa v ekvivalentne frekvence dostopa (EFD) (4).

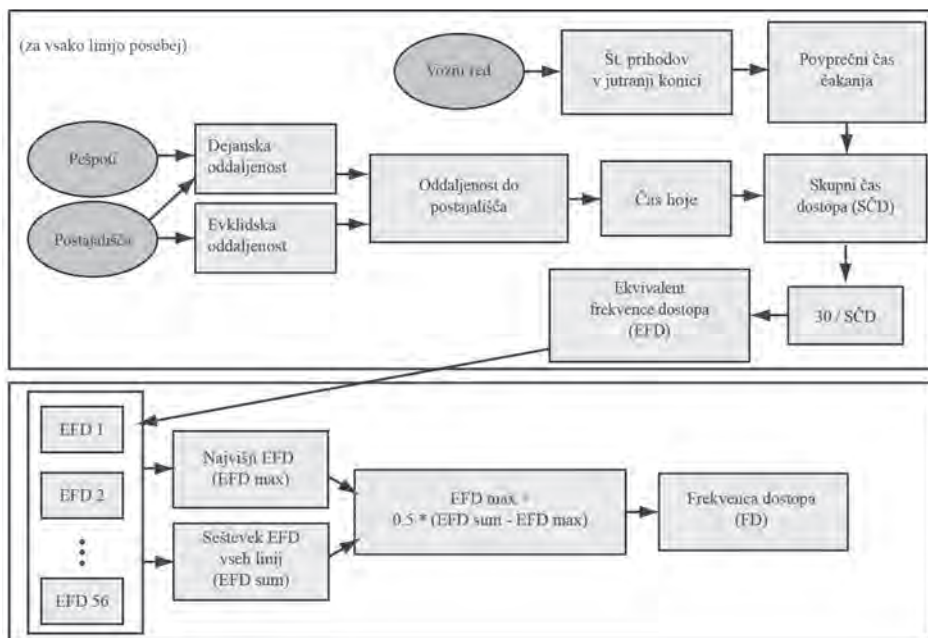
$$EFD = 30 \text{ min} / S\check{C}D [\text{min}] \quad (4)$$

Območjem, ki so od najbližjega postajališča posamezne linije oddaljena več kot 400 oziroma 640 metrov, smo pripisali vrednost 0. Ko smo izračunali EFD za vse linije, smo določili sloj najboljše dostopnosti od vseh linij (EFD [max]). Nato smo izračunali še seštevek ekvivalentnih frekvenc dostopa (EFD [sum]). V zadnjem koraku smo sešteli EFD [max] in EFD [sum], s čimer smo povečali pomen najbolj pogoste linije. Tako smo dobili vrednosti faktorja dostopnosti (FD), ki smo jih obravnavali na 8-stopenjski lestvici, prevzeti po izvorni metodologiji (5).

$$FD = EFD [\text{max}] + 0,5 * (EFD [\text{sum}] - EFD [\text{max}]) \quad (5)$$

² Uporaba mrežne analize je čedalje bolj pogosta zaradi svoje natančnosti in širše uporabe GIS-ov (glej tudi Zhao et al., 2003; Abley in Williams, 2008; Čeh et al., 2008; Zavadnik Lamovšek et al., 2010).

³ V izvorni metodologiji PTAL se pri izračunu SČD upošteva še faktor zanesljivosti za različne oblike JPP.



Slika 1: Postopek pri izračunu koeficienta dostopnosti do JPP v Ljubljani.

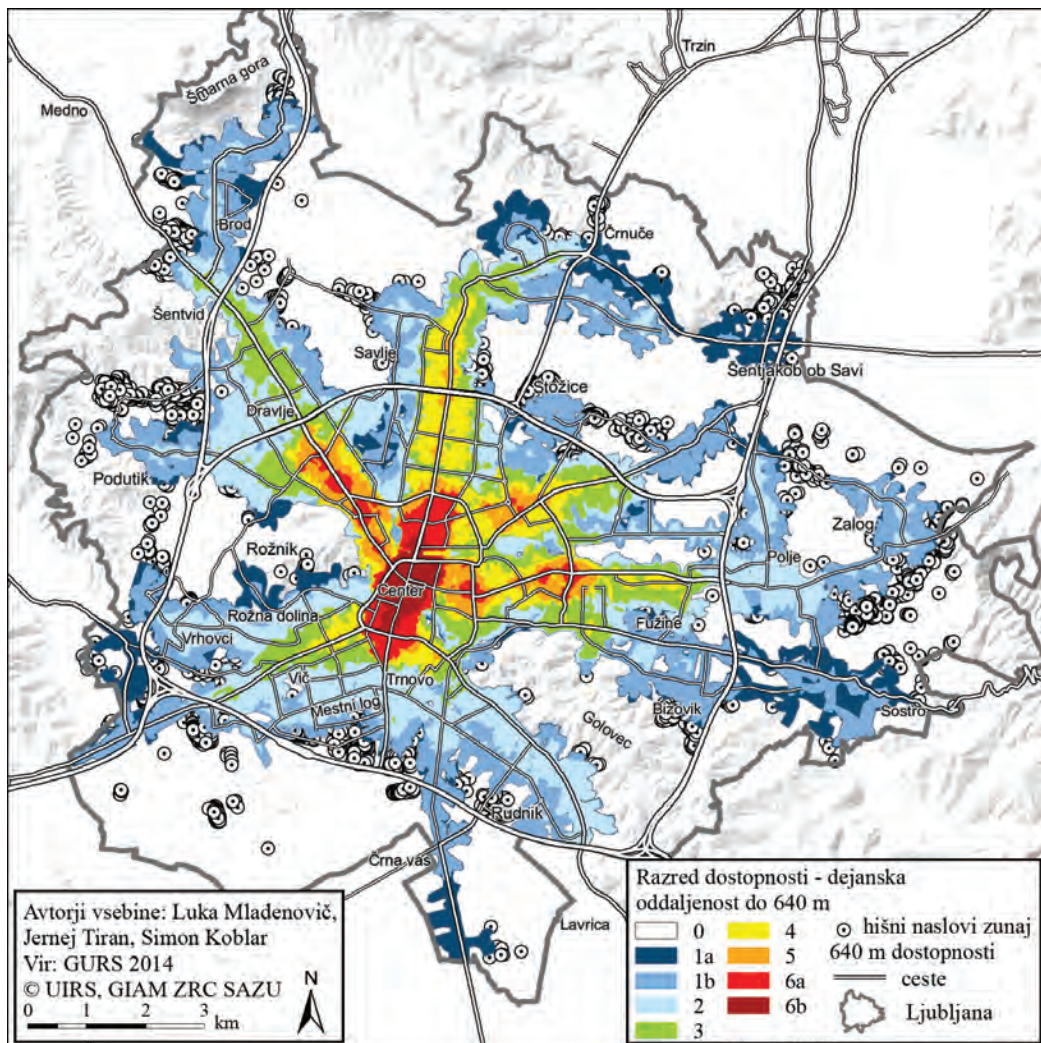
2.3 Izračun gostote prebivalstva

Primernost omrežja JPP glede na razmestitev poselitve smo preverili s primerjavo koeficienta dostopnosti do JPP in gostote prebivalstva. Na gosteje poseljenih območjih je namreč smiselno in gospodarsko bolj upravičeno zagotavljati boljšo dostopnost do JPP, medtem ko na redkeje poseljenih območjih velja nasprotno. Gostoto smo po zgledu drugih avtorjev (Gabrovec in Razpotnik Visković, 2012) opredelili s številom prebivalcev na hektar v 500-metrskem polmeru okrog poseljenih hišnih števil (Centralni register prebivalstva, 2014; Evidenca hišnih števil, 2014). V izračunu povprečne gostote prebivalstva po območjih posameznih razredov dostopnosti pa smo upoštevali le območja, ki so od najbližje poseljene stavbe s hišno številko oddaljena do 100 metrov, in tako iz izračuna izločili neposeljena območja.

3 REZULTATI

Pri obravnavi prostorskih razlik v dostopnosti do JPP smo se omejili na rezultate, dobljene na podlagi 640-metrške oddaljenosti od postajališč. Koeficienti dostopnosti, dobljeni na podlagi 400-metrške oddaljenosti, se namreč spreminjajo na zelo kratke razdalje znotraj posameznih območij, kar otežuje razlago. Vrednosti koeficientov smo vrednotili po izvorni metodi. Iz rezultatov lahko ugotovimo dve: da Ljubljana na splošno nima najboljših dostopnosti do JPP in da so razlike v dostopnosti med posameznimi mestnimi predeli precejšnje. Na obeh območjih odlične dostopnosti na primer živi le slaba desetina, na območjih z zelo slabo dostopnostjo pa slaba četrtnina prebivalcev (preglednica 1, slika 2).

Na območjih z odlično dostopnostjo (razreda 6a in 6b) živi 9 % prebivalcev. Najboljšo dostopnost ima osrednji del koridorja »Zmajev rep« (Barjanska–Slovenska–Dunajska cesta); posebno izstopa Bavarski dvor, kjer ustavljajo avtobusi 17 linij mestnega potniškega prometa, kar se odraža v najvišjem faktorju dostopnosti (več kot 70). Manjša območja odlične dostopnosti najdemo še okrog Hrvaškega trga in nekaterih frekventnejših postajališč ob Celovski in Zaloški cesti. Na območjih dobre in zelo dobre dostopnosti (razreda 4 in 5) skupno živi dobra četrtina oziroma 25,5 % prebivalcev. V ta razred se uvrščajo pasovi vzdolž delov ostalih mestnih vpadnic: Dunajske, Šmartinske, Zaloške in Tržaške ceste ter širše mestno središče: Kodeljevo, Prule, Tabor, Vodmat in del Trnovega. Ta območja večinoma ležijo v bližini postajališč, kjer ustavljata vsaj dve razmeroma frekventni liniji. Na območjih srednje dobre dostopnosti (razred 3) prebiva 19,8 % prebivalcev, ta območja pa obsegajo širše zaledje večine mestnih vpadnic.



Slika 2: Prostorski prikaz dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani (razlaga razredov je v preglednici 1).

Na območjih slabe dostopnosti (razred 2) prebiva največ ljudi izmed posameznih razredov (23 %). Ta območja so tudi površinsko najboljše. Med njimi so večji del Dravelj, Viča, Rožne doline, Brda, Polja, Savelj in pas vzdolž Dolenjske ceste. Tam večinoma vozi ena linija JPP s srednjo pogostostjo voženj (na 10 do 15 minut). Na območjih z zelo slabo dostopnostjo (razredi 0, 1a in 1b) skupno živi 22,7 % prebivalcev; tam je pogostost voženj še manjša ali pa avtobusnih linij v bližini sploh ni. Večinoma jih najdemo na obrobju Ljubljane, zanje pa je značilna majhna gostota prebivalstva: urbanizirana podeželska naselja (na primer Gunclje, Jarše, Kleče, Sostro, Tomačevo), skrajna jugozahodni in južni del Ljubljane v bližini južne ljubljanske obvoznice s prevladujočo »podstandardno« gradnjo enodružinskih hiš (Rakova jelša, Sibirija), območja vzdolž Ižanske in Jurčkove ceste, skrajni severozahodni del Ljubljane (Brod, Tacen) in skrajni severni del Ljubljane (večji del Črnuč, Ježa, Nadgorica, Šentjakob ob Savi). Prebivalcev, ki v 640-metrski okolici svojega bivališča nimajo avtobusnega postajališča (razred 0), je 7 %. Med njimi izpostavljamo Kamno Gorico, Kašelj, Sibirijo in Šmartno ob Savi.

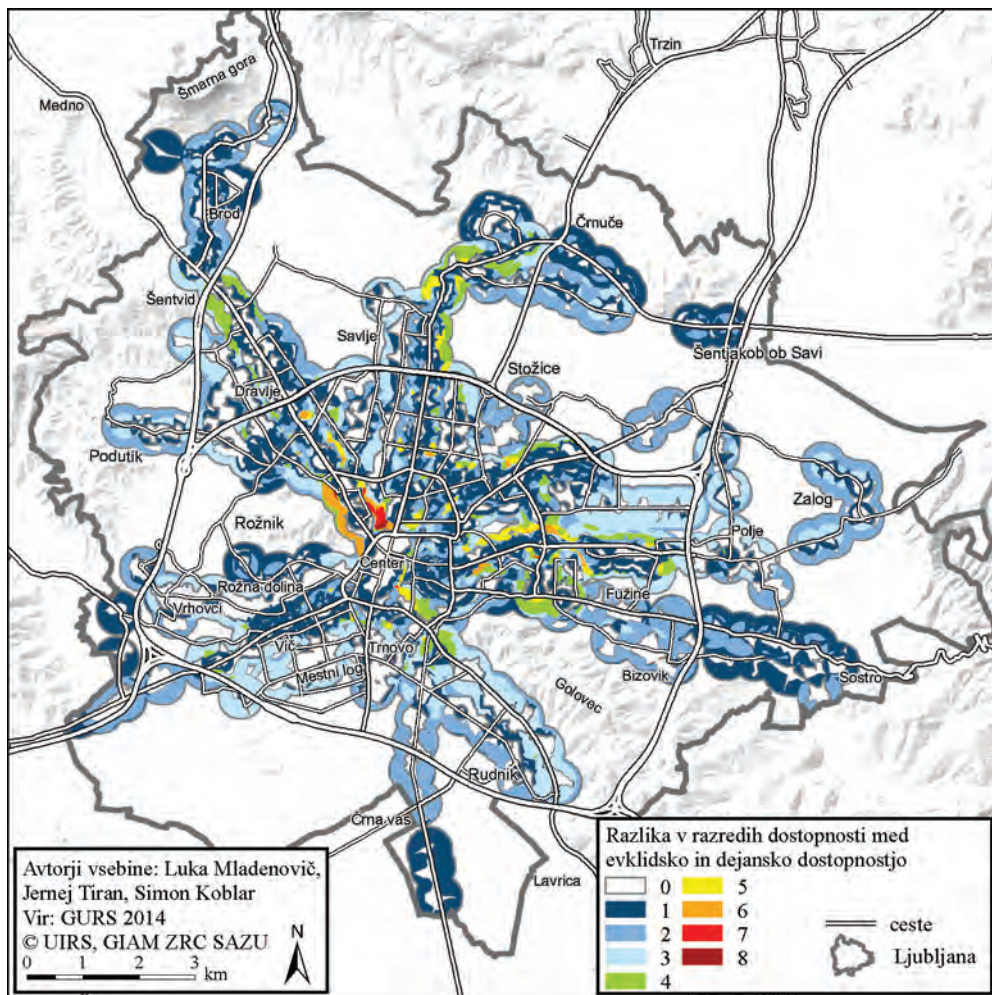
Preglednica 1: Število in delež prebivalcev v posameznih razredih dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani.

Razred dostopnosti	Faktor dostopnosti	Dostopnost	Število in delež prebivalcev (640- metrska oddaljenost od postajališč)	Število in delež prebivalcev (400-metrski oddaljenost od postajališč)
0	0	zelo slaba	18.555 (7,0 %)	61.132 (23,2 %)
1a	0–2,5	zelo slaba	8.572 (3,3 %)	9.499 (3,6 %)
1b	2,5–5	zelo slaba	32.720 (12,4 %)	30.546 (11,6 %)
2	5–10	slaba	60.724 (23,0 %)	74.356 (28,2 %)
3	10–15	srednje dobra	52.272 (19,8 %)	42.404 (16,1 %)
4	15–20	dobra	42.872 (16,3 %)	23.030 (8,7 %)
5	20–25	zelo dobra	24.346 (9,2 %)	11.193 (4,2 %)
6a	25–40	odlična	17.428 (6,6 %)	8.248 (3,1 %)
6b	40 in več	odlična	6.238 (2,4 %)	3.631 (1,4 %)

Dostopnost do JPP je še slabša, če jo izračunamo na podlagi 400-metrski dejanske oddaljenosti od postajališč. Po tem izračunu ima slabo dostopnost do JPP 28,2 % prebivalcev, kar 38,4 % prebivalcev pa ima zelo slabo dostopnost, od česar jih 23,2 % živi zunaj vplivnega območja postajališč.

Izračuna se pomembno razlikujeta glede na evklidsko ali dejansko oddaljenost od avtobusnih postajališč (slika 3). Izračun na podlagi evklidske oddaljenosti faktor dostopnosti v povprečju preceni za 3,70.⁴ Izmed stanovanjskih območij, kjer se pojavljajo največje razlike, izstopajo Župančičeva jama ter del Štepanjskega naselja in Novih Fužin, kjer najbolj pridejo do izraza ovire v prostoru (reka Ljubljanica, železniška proga). Rezultati potrjujejo domnevo, da je za bolj verodostojno računanje dostopnosti do JPP treba uporabiti dejansko oddaljenost od postajališč, izračunano na podlagi mreže pešpoti.

⁴ Razliko smo izračunali po posejelih območjih, opredeljenih s 100-metrskim polmerom od posejelih hišnih števil.



Slika 3: Razlika v dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani med izračunoma na podlagi evklidske in dejanske oddaljenosti od postajališč (izražena v razredih dostopnosti).

3.1 Dostopnost do javnega potniškega prometa na izbranih območjih Ljubljane

Podrobneje smo analizirali tudi dostopnost do JPP na izbranih stanovanjskih območjih, v visokošolskih izobraževalnih središčih in nakupovalnih središčih, za katera so značilne zgostitve ljudi oziroma uporabnikov JPP. Pri stanovanjskih območjih smo se omejili na gosteje poseljena območja – blokvske in večstanovanjske soseske, izobraževalne ustanove in nakupovalna središča pa smo izbrali ekspertno glede na njihov pomen in število uporabnikov.

3.1.1 Stanovanjska območja

S primerjavo rezultatov dostopnosti in gostote prebivalstva smo ugotovili, da večja gostota prebivalstva v Ljubljani bolj ali manj sovпада z boljšo dostopnostjo do JPP (preglednica 2). Če izvzamemo

razreda 6a in zlasti 6b, je dostopnost do JPP linearno, pozitivno in precej tesno povezana z gostoto prebivalstva. Omrežje avtobusnih linij v Ljubljani je torej na splošno primerno z vidika razmestitve poselitve. Velika gostota prebivalstva je namreč ključna za učinkovito in gospodarno delovanje sistema JPP, saj zagotavlja dovolj potencialnih uporabnikov v zaledju postajališč (Gabrovec in Razpotnik Visković, 2012).

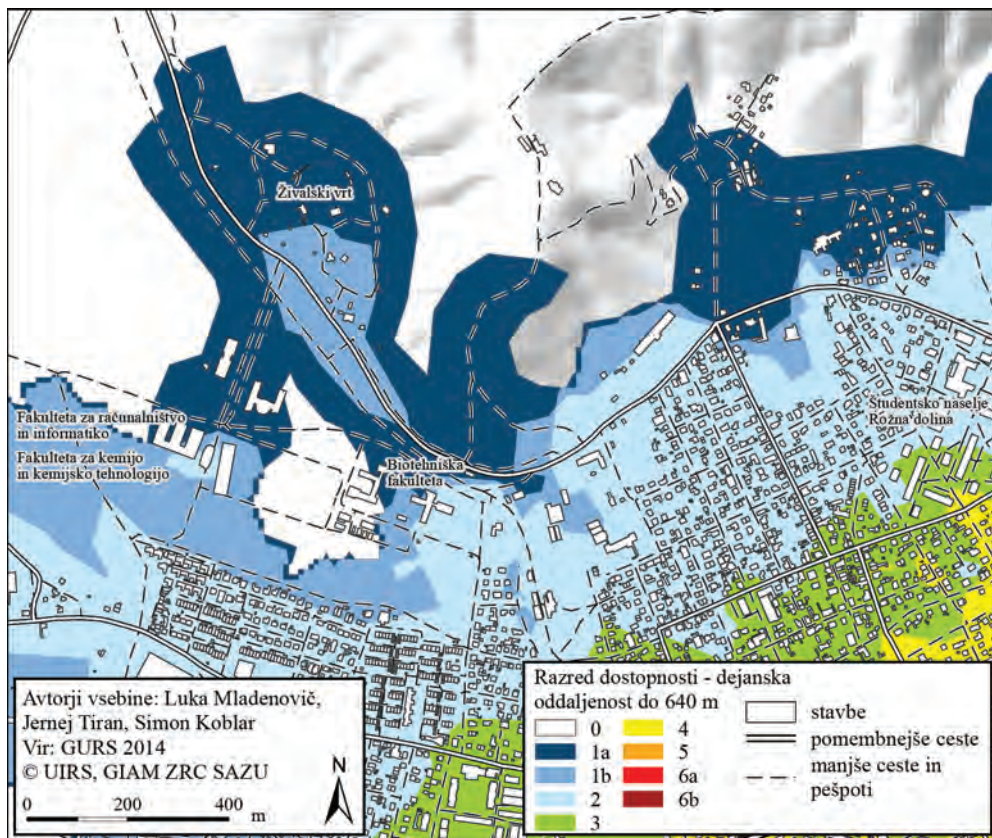
Med večjimi gosteje poseljenimi stanovanjskimi območji imajo odlično dostopnost do JPP novejša mestna središča (Bavarski dvor, Dukičevi bloki, Ferantov vrt, Miklošičeva cesta), šišenske blokovske soseske v neposredni bližini Celovške ceste in spodnji Bežigrad. Nekoliko slabšo, a še vedno dobro ali zelo dobro dostopnost imajo tudi blokovske soseske Savsko naselje, Nove Stožice, Ruski car, Brinje, del Novih Fužin in večina šišenskih sosesk. Podobno dostopnost imajo tudi Prule, Kodeljevo ter novejši soseski Zupančičeva jama in Nove Poljane. Srednje dobro dostopnost imajo terasasti bloki v Kosezah, del Novih Jarš (Beblerjev trg), Dravelj (Brilejeva) in večji del Štepanjskega naselja. Dostopnost do JPP pa je mnogo slabša v veliko novejših soseskah, nastalih po letu 1991, večinoma neodvisno od omrežja avtobusnih linij. Med njimi velja izpostaviti Mostec, Novo Grbino, območja blokovske gradnje ob Jurčkovi in nedavno zgrajeno sosesko Zeleni gaj s faktorjem dostopnosti v razredih 1 in 2. Za primerjavo: od večjih starejših blokovskih sosesk imata nekoliko slabšo dostopnost le večji del Dravelj in del Novih Jarš.

Preglednica 2: Dostopnost do javnega potniškega prometa v Ljubljani v razmerju do gostote prebivalstva.

Razred dostopnosti	Faktor dostopnosti	Dostopnost	Gostota prebivalstva (število prebivalcev/ha)
0	0	zelo slaba	10,7
1a	0–2,5	zelo slaba	11,5
1b	2,5–5	zelo slaba	18,5
2	5–10	slaba	36,4
3	10–15	srednje dobra	54,9
4	15–20	dobra	63,0
5	20–25	zelo dobra	75,2
6a	25–40	odlična	73,6
6b	40 in več	odlična	54,0

3.1.2 Visokošolske izobraževalne ustanove

Eden od kazalnikov kakovosti JPP je tudi navezava omrežja linij na izobraževalna središča. Visoke šole in fakultete so v Ljubljani prostorsko precej razpršene, a najdemo tudi območja njihove večje zgostitve. Za Bežigradom so tako štiri fakultete in številni študentski domovi s primerno, zelo dobro dostopnostjo do JPP (razred 5). Bistveno slabša je dostopnost novega univerzitetnega središča pod Rožnikom, kjer sta bili ob Biotehniški fakulteti nedavno zgrajeni še dve fakulteti, s čimer bo na območju dnevno prisotnih približno 6000 študentov in več kot 1000 zaposlenih. Kljub novi avtobusni liniji v neposredni bližini območje najdemo le v razredih od 1a do 2 (slika 4), po izračunu na podlagi 400-metrške oddaljenosti pa celo v razredu 0.



Slika 4: Univerzitetno središče pod Rožnikom ima zelo slabo dostopnost do javnega potniškega prometa.

3.1.3 Nakupovalna središča

Med pomembnejšimi viri prometnih tokov velja izpostaviti tudi večja nakupovalna središča. V Ljubljani sta se izoblikovali dve večji središči s prevladujočo trgovsko in storitveno rabo: BTC in Rudnik. Njuno delovanje in prostorska zasnova v glavnem temeljita na dobri dostopnosti z osebnim avtomobilom. Območji sta pod velikim prometnim pritiskom: BTC letno obišče več kot 21 milijonov ljudi (60 let BTC ..., 2015), kar je več kot 50.000 obiskovalcev dnevno. V BTC-ju je v zadnjih letih mogoče opaziti ukrepe za večjo privlačnost in dostopnost tudi za tiste, ki se tja ne pripeljejo z avtomobilom. Tako je bila uvedena brezplačna krožna avtobusna proga, dograjujejo se pločniki in kolesarske steze, na območje se je razširil tudi sistem izposoje koles BicikeLJ. Kljub temu pa dostopnost do JPP glede na veliko število obiskovalcev še ni na pričakovani ravni. Približno polovica BTC-ja ima srednje dobro dostopnost (razred 3), polovica pa zelo slabo ali slabo dostopnost (razredi od 1a do 2). V nakupovalnem središču Rudnik je dostopnost do JPP še slabša, saj je večina območja v razredu 1b.

4 RAZPRAVA

Metoda PTAL je neposredno uporabna v prostorskem načrtovanju, saj bi po zgledu Londona vanj lahko vključili korelacijo med koeficientom dostopnosti do JPP, gostoto gradnje in parkirnimi norma-

tivi. Območja z dobro dostopnostjo do JPP so namreč bolj primerna za večjo gostoto gradnje in imajo manjše potrebe po parkirnih mestih. Mestna občina Ljubljana v Občinskem prostorskem načrtu (2010) opredeljuje tri parkirne cone z različnimi zahtevami po minimalnem številu parkirnih mest. Z vidika naših rezultatov je posebno zanimiva parkirna cona 2, ki obsega širše mestno središče in 100-metrске pasove ob mestnih vpadnicah znotraj avtocestnega obroča, v njej pa je dopustna izgradnja 70 % števila parkirnih mest v primerjavi s »polnim« normativom. Vendar naš izračun kaže, da del te cone (na primer ob Litijski, Dolenjski in večjem delu Barjanske ceste) trenutno nima dovolj dobre dostopnosti do JPP, ki bi upravičila manjše zahtevano število parkirnih mest. Nasprotno pa so nekatera območja z dobro ali zelo dobro dostopnostjo do JPP (zlasti v širšem zaledju Celovške, Dunajske in Zaloške ceste) uvrščena v parkirno cono 3, ki zahteva 100-odstotno izpolnjevanje parkirnega normativa. Na podlagi rezultatov modeliranja z metodo PTAL bi torej lahko popravili zdajšnje meje parkirnih con, da bi bile bolj natančne oziroma bi odsevale dejansko ponudbo JPP na posamezni lokaciji.

Koeficient PTAL se v načrtovalski praksi lahko uporablja tudi za optimiziranje omrežja in pogostosti voženj linij JPP. S primerjavo koeficienta dostopnosti z gostoto prebivalstva, delovnih mest in obiskovalcev je mogoče narediti sistem JPP bolj učinkovit in gospodaren. Na območjih z zdajšnjim (pre)nizkim koeficientom dostopnosti in veliko gostoto dejavnosti, kot sta izobraževalno središče pod Rožnikom ali nakupovalno središče BTC, bi lahko zagotovili ustrezno število potnikov že s povečano pogostostjo voženj ali uvedbo dodatnih linij. Velja tudi nasprotno: vzdrževanje dobre dostopnosti do JPP na območjih z majhno gostoto prebivalstva in dejavnosti zaradi premajhnega števila potnikov ni gospodarsko upravičeno.

Kot smo že omenili, ima metoda PTAL tudi nekatere pomanjkljivosti. Ena od največjih je opredelitev sprejemljive oddaljenosti od postajališč, zaradi katere nastanejo velike razlike v faktorju dostopnosti do JPP na robu območij posamezne oddaljenosti, ki dejansko niso tako izrazite. Ta pomanjkljivost pride še posebno do izraza pri manjših razdaljah. Več kot 400-metrška oddaljenost od postajališča za prebivalce namreč ni nujno prevelika, zlasti v soseskah z varnimi in urejenimi pešpotmi ter slabšimi razmerami za druge načine prevoza, kot je na primer kolesarjenje. Bolj kot z iskanjem še sprejemljive, točno določene oddaljenosti od postajališč, ki jo je v praksi nemogoče določiti, bi bilo metodo PTAL smiselno nadgraditi s funkcijo upada pripravljenosti hoje do avtobusnih postajališč (glej na primer Zhao et al., 2003; Paliska et al., 2006; Kimpel et al., 2007), pri tem pa upoštevati tudi nekatere lastnosti poti, kot so težavnost, varnost in prijetnost.

Pomanjkljivost metode PTAL je tudi neupoštevanje pomena posamezne linije in avtobusnih postajališč. Metoda sicer obteži delni koeficient najbolj pogoste linije, kar je primerno, zlasti če sistem JPP zagotavlja enostavno prestopanje. Kljub temu pa omrežje linij ne odraža nujno dejanskih potreb potnikov, ki lahko za potovanje izberejo katero od manj pogostih linij, ali pa so za pot med dvema, sicer sosednjima predeloma zaradi neobstoječih tangencialnih povezav prisiljeni uporabiti daljšo pot skozi središče mesta, kjer je potovalna hitrost najmanjša. Razlike v pomenu se pojavljajo tudi med posameznimi postajališči, saj se tista bližje končni postaji uporabljajo predvsem za izstopanje, s čimer po uporabnosti niso povsem enakovredna drugim.

5 SKLEP

Na podlagi rezultatov lahko potrdimo svojo izhodiščno tezo. Ugotovili smo, da je mogoče z razpoložljivimi podatki in uveljavljenimi programskimi orodji uporabiti nekoliko prilagojeno metodo PTAL za računanje

dostopnosti do JPP. Metoda daje natančne, preverljive in uporabne rezultate. V koeficient dostopnosti je poleg prostorske dostopnosti do postajališč, izračunane na podlagi omrežja pešpoti, vključena tudi pogostost voženj posameznih linij. Metoda je zato pomemben korak naprej od enostavnejših metod ter hkrati sprejemljiv kompromis med številom vhodnih podatkov in težavnostjo izračuna.

Rezultati so pokazali, da so za Ljubljano značilne precej velike prostorske razlike v dostopnosti do JPP. Najboljšo dostopnost imajo mestno središče vzdolž Slovenske ceste in območja vzdolž večine mestnih vpadnic. Manj spodbuden je podatek o velikem deležu ljudi, ki prebivajo na območjih slabe ali zelo slabe dostopnosti do JPP. Tam prevladujejo območja z manjšo gostoto prebivalstva, kjer večja pogostost voženj ni gospodarna, in novejša stanovanjske soseske, ki so bile zgrajene po letu 1991 brez navezave na omrežje avtobusnih linij. Zelo slabo dostopnost imata tudi novo univerzitetno središče pod Rožnikom in nakupovalno središče Rudnik. Analiza tako kaže na potrebo po izboljšanju dostopnosti do JPP na nekaterih območjih z veliko gostoto prebivalstva, delovnih mest in drugih dejavnosti. Rezultati kažejo, da je smiselno tudi popravek mej parkirnih con, da bi njihovi parkirni normativi odražali dejansko ponudbo JPP na posamezni lokaciji.

Zaradi upoštevanja zadostnega števila dejavnikov, ki vplivajo na uporabo JPP, so rezultati metode PTAL lahko v pomoč pri prostorskem načrtovanju. Če bi se metoda pričela uvajati v načrtovalsko prakso, bi jo bilo smiselno nadgraditi z dodatnimi elementi, s katerimi bi odpravili nekatere njene pomanjkljivosti, in razmisliti o drugačnem vrednotenju dobljenih vrednosti. Opise razredov smo namreč prevzeli po izvorni metodi, slovenska mesta pa po številu prebivalcev in gostoti prometnih tokov niso primerljiva z Londonom. Menimo, da je metoda PTAL zaradi svojih lastnosti uporabna v prostorskem načrtovanju tudi za druga slovenska večja mesta z že razvitim sistemom mestnega potniškega prometa – bodisi kot podlaga za določanje primerne gostote gradnje in parkirnih normativov bodisi za optimiziranje omrežja avtobusnih linij.

Literatura in viri:

- 60 let BTC: z jasno vizijo, inovacijami in partnerskim pristopom od javnih skladišč do inovativnega mesta (3. 1. 2014). http://www.btc.si/031_detail.php?id=841&tip=1, pridobljeno 7. 5. 2015.
- Abley, S., Williams, R. (2008). Public Transport Accessibility Levels. <https://www.ipenz.org.nz/ipenztg/papers/2008/FullPapers/Abley,%20Steve%204.pdf>, pridobljeno 14. 11. 2014.
- Anketa po gospodinjstvih. Raziskava potovalnih navad prebivalcev Ljubljanske urbane regije (2003). Izvajalci: URBI, d.o.o., PNZ Projekt nizke zgradbe, d.o.o., Ninamedia, d.o.o. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urbanizem.
- Bensa, B., et al. (2009). Strokovne podlage urejanja javnega prometa v regiji. Končno poročilo. http://www.rralur.si/fileadmin/user_upload/projekti/Promet/JPP_v_LUR_KP_pog1.pdf, pridobljeno 17. 3. 2014.
- Bole, D. (2004). Geografija javnega potniškega prometa na primeru Ljubljane. *Geografski vestnik*, 76(2), 21–32.
- Centralni register prebivalstva (2014). Ljubljana: Ministrstvo za notranje zadeve RS.
- Čeh, M., Lamovšek Zavodnik, A., Rom, J., Kiderič, D. (2008). Analiza dostopnosti prebivalstva do javnih dejavnosti z javnim potniškim prometom s pomočjo dveh GIS gravitacijskih modelov. V: D. Perko, M. Zorn, N. Razpotnik, M. Čeh, D. Hladnik, M. Krevs, T. Podobnikar, B. Repe in R. Šumrada (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008* (str. 311–320). Ljubljana: Založba ZRC.
- Evidenca hišnih števil (2014). Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- Fu, L., Xin, Y. (2007). A New Performance Index for Evaluating Transit Quality of Service. *Journal of Public Transportation*, 10(3), 47–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.10.3.4>
- Gabrovec, M., Bole, D. (2006). Dostopnost do avtobusnih postajališč. *Geografski vestnik*, 78(2), 39–51.
- Gabrovec, M., Razpotnik Visković, N. (2012). Ustreznost omrežja javnega potniškega prometa v Ljubljanski urbani regiji z vidika razpršenosti poselitve. *Geografski vestnik*, 84(2), 63–72.
- Hull, A., Papa, E., Silva, C., Joutsiniemi, A. (2012). Accessibility Instruments Survey. V: A. Hull, C. Silva, L. Bertolini (ur.). *Accessibility Instruments for Planning Practice*. COST Office (str. 205–237). <http://www.accessibilityplanning.eu/wp-content/uploads/2012/10/COST-Report-1-FINAL.pdf>, pridobljeno 16. 10. 2014.

- Interaktivna shema linij. Ljubljanski potniški promet. http://www.lpp.si/sites/default/files/lpp_voznoredi/MPP/shema/shema.swf, pridobljeno 15. 3. 2014.
- Kimpel, T., Dueker, K., El-Geneidy, A. (2007). Using GIS to measure the effects of service areas and frequency on passenger boardings at busstops. *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association*, 19(1), 5–11.
- Klemenčič, M., Lep, M., Mesarec, B., Žnuderl, B. (2014). Potovalne navade prebivalcev v Mestni občini Ljubljana in Ljubljanski urbani regiji. Raziskovalno poročilo. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana.
- Kozina, J. (2010). Modeliranje prostorske dostopnosti do postajališč javnega potniškega prometa v Ljubljani. *Geografski vestnik*, 82(1), 97–107.
- Kozina, J., Tiran, J. (2013). Omrežje pešpoti v Ljubljani (podatkovni sloj). Ljubljana: Geografski Inštitut Antona Melika ZRC SAZU.
- Litman, T. (2015). Evaluating Public Transit Benefits and Costs. Best Practices Guidebook. Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/tranben.pdf>, pridobljeno 14. 7. 2015.
- Measuring Public Transport Accessibility Levels. Summary (2010). <http://data.london.gov.uk/documents/PTAL-methodology.pdf>, pridobljeno 25. 3. 2014.
- Občinski prostorski načrt Mestne občine Ljubljana, Izvedbeni del. Uradni list RS, št. 78/2010, 10/2011-DPN, 22/2011-popr. in 43/2011-ZKZ-C, 11441.
- Paliska, D., Drobne, S., Fabjan, D. (2004). Uporaba GIS-a za proučevanje prostorske dostopnosti v analizi povpraševanja po storitvi JPP. V: M. Čeh, D. Hladnik, M. Krevs, D. Perko, T. Podobnikar, Z. Stančič (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003–2004* (str. 79–88). Ljubljana: Založba ZRC.
- Paliska, D., Fabjan, D., Drobne, S. (2006). Večstopenjski model določanja uniformnih storitvenih območij avtobusnih postajališč. V: D. Perko, J. Nared, M. Čeh, D. Hladnik, M. Krevs, T. Podobnikar, R. Šumrada (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2005–2006* (str. 271–277). Ljubljana: Založba ZRC.
- Schoon, J. G., McDonald, M., Lee, A. (1999). Accessibility indices: pilot study and potential use in strategic planning. *Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board*, 1685, 29–38. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/1685-05>
- Tiran, J., Mladenovič, L., Koblar, S. (2014). Računanje dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani z metodo PTAL. V: R. Ciglič, D. Perko, M. Zorn (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2013–2014*. Ljubljana: Založba ZRC.
- Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition. Transit Cooperative Research Programme (2003). Washington, DC: Transportation Research Board. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp100/part%200.pdf>, pridobljeno: 10. 12. 2014.
- Vozni redi Mestnega potniškega prometa – redni. Ljubljanski potniški promet (2014). <http://www.lpp.si/javni-prevoz/voznoredi-mestni-potniski-promet/voznoredi-redni>, pridobljeno 6. 2. 2014.
- Wu, B. M., Hine, J. P. (2003). A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility. *Transport Policy*, 10, 307–320. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00053-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00053-2)
- Zavodnik Lamovšek, A., Čeh, M., Košir, U. (2010). Analiza dostopnosti prebivalcev do javnih dejavnosti z medkrajevnim avtobusnim potniškim prometom. V: D. Perko, M. Zorn, M. (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010* (str. 251–260). Ljubljana: Založba ZRC.
- Zhao, F., Chow, L.-F., Li, M.-T., Gan, A., Ubaka, I. (2003). Forecasting transit walk accessibility: Regression model alternative to buffer method. *Transportation Research Record*, 1835, 34–41. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/1835-05>

Tiran J., Mladenovič L., Koblar S. (2015). Dostopnost do javnega potniškega prometa v Ljubljani po metodi PTAL. *Geodetski vestnik*, 59 (4): 723-735.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.723-735

dr. Jernej Tiran, univ. dipl. geog.

*Geografski inštitut Antona Melika, Znanstvenoraziskovalni center
Slovenske akademije znanosti in umetnosti
Novi trg 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: jernej.tiran@zrc-sazu.si*

dr. Luka Mladenovič, univ. dipl. inž. arh.

*Urbanistični inštitut Republike Slovenije
Trnovski pristan 2, p. p. 4717, SI-1127 Ljubljana
e-naslov: luka.mladenovic@uir.si*

Simon Koblar, univ. dipl. geog.

*Urbanistični inštitut Republike Slovenije
Trnovski pristan 2, p.p. 4717, SI-1127 Ljubljana
e-naslov: koblar.simon@gmail.com*