



Iskanje primernih lokacij za umestitev sistema izposoje koles v Mariboru

IZVLEČEK

Prispevek govori o iskanju najboljših lokacij za vzpostavitev postajališč za izposajo koles v Mariboru, mestu ki se zadnje desetletje močno kolesarsko prebuja. Njihovo iskanje je bilo zasnovano s pomočjo geoinformacijske podpore odločanju. Na podlagi izbranih kriterijev in omejitev smo prišli do zemljevida primernosti lokacij. Kot končen rezultat pa smo predstavili eno izmed možnih kombinacij 12-ih postajališč izposoje koles v Mariboru.

Ključne besede: sistem izposoje koles, geoinformacijska podpora odločanju, večkriterijsko vrednotenje, Maribor.

ABSTRACT

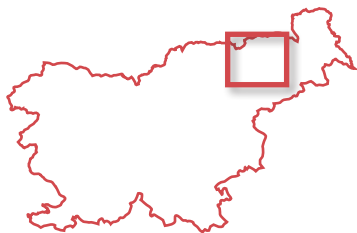
Determining optimal locations for a bike-sharing system in Maribor
The article reports on finding the best suited locations for bicycle sharing docks in Maribor, a city that has experienced an awakening in bicycle culture in the last decade. The search was performed using the GIS tools. Using pre-selected criteria and restrictions the algorithm yielded a suitability map for the dock locations. Finally, we present one of the possible layouts of 12 bike-sharing docks in Maribor.

Key words: bicycle-sharing system, GIS-based decision support, multi-criteria evaluation, Maribor.

Dandanes je geoinformacijska podpora odločanju prisotna tako na številnih področjih naših vsakdanjih aktivnosti kot tudi pri znanstvenem raziskovanju. Ena od teh aktivnosti je tudi pot v šolo ali na delo. To pot lahko premagamo na različne načine oziroma z različnimi prevoznimi sredstvi, ki so lahko trajnostna ali netrajnostna. Eno izmed trajnostnih transportnih sredstev, ki ga vsakodnevno uporablja veliko ljudi, je kolo. Kolo je tudi sredstvo, s katerim smo znotraj mest zelo mobilni. Kolesariti smemo po conah za pešce, imamo kolesarske steze, nenazadnje se lahko peljemo tudi po cestah za motorna vozila s hitrostno omejitvijo do 50 km/h. Ni pa nujno, da imamo kolo vedno pri roki. Včasih bi si želeli s kolesom opraviti le del poti. Kot idealna rešitev se nam ponuja sistem izposoje koles, ki ga sestavljajo postajališča, locirana na premišljenih in priročnih lokacijah v mestu. V članku smo s pomočjo geoinformacijske podpore odločanju želeli ugotoviti ugodne lokacije za umestitev sistema izposoje koles v Mariboru.

Sistemi izposoje koles in njihovo načrtovanje

Začetki sistemov izposoje koles segajo v drugo polovico 20. stoletja. Leta 1965 so v središču Amsterdama na Nizozemskem razpostavili 50 belih koles, ki so bila prebivalcem na voljo brezplačno. Kolesa so hitro poškodovali ali pa jih ukradli, zato se je prvi poizkus sistema izposoje koles kaj hitro končal. Druga generacija sistema izposoje koles je bila razvita leta 1995 v danskem glavnem mestu Københavnu. Delovala je po načelu vplačila, z nekaj kovanci si namreč lahko odklenil kolo. Izposoja vseeno ni omogočala nadzora nad uporabnikom, saj je bil ves čas anonimen. Tudi v tem primeru je bilo veliko koles odtujenih. Tretja generacija sistemov za izposajo koles je zaživela z informacijsko tehnologijo, ki omogoča nadzor nad rezervacijo, prevzemom (ang. *pick-up*), sledenjem in oddajo (ang. *drop-off*). Prvi takšen sistem (Vélo à la Carte) je bil leta 1998 vzpostavljen v francoskem mestu Rennesu (Shaheen in Guzman 2011).



Avtorica besedila:

ANA SEIFERT BARBA,

magistrica geografije

Oddelek za geografijo Filozofske
fakultete Univerze v Ljubljani,

Aškerčeva cesta 2, 1000 Ljubljana

E-pošta: ana.seifert@ff.uni-lj.si

Avtorica in vir fotografij:

ANA SEIFERT BARBA, www.mbjak.si

COBISS 1.04 strokovni članek

V Sloveniji je prvi sistem izposoje koles leta 2011 vzpostavljen Ljubljana – Bicike(Lj). Sedaj ga sestavlja 72 postajališč (medmrežje 3). Ljubljani so sledila druga mesta v Sloveniji: Velenje in Šoštanj (Bicy), Ravne na Koroškem (PICKI-KL), Murska Sobota (Soboški biciklin), Gorenjska bike, ki povezuje občine Jesenice (JeseNICE Bikes), Kranj (KRskOLESOM), Naklo, Radovljico in Trzič, Piran (Piranko), Ptuj (PECIKL), KolesCE, ki je dober primer medobčinskega povezovanja občin Celje, Laško, Polzela, Slovenske Konjice, Šentjur, Štore, Zreče in Žalec, Kočevje (KOLU), Nova Gorica (GO2GO), Ribnica (Ricikel), Krško (Krčan), Brežice (Bržkolo), Trbovlje (TRajBi), Idrija (BECIKEL), Kamnik (KAMKOLO). Predvsem pri medobčinskem povezovanju so občine za lažje premagovanje razdalj investirale tudi v e-kolesa.

Lokacije postajališč za izposajo koles morajo biti smiselno umeščene v prostor, saj drugače sistem ne služi prebivalcem. V Madridu so se načrtovanja lotili zelo sistematično. Kot najpomembnejše so izbrali dejavnike, ki vplivajo na vsakdanjo

izposojajo koles: topografijo, vreme, odnos do kolesarjenja, kakovost javnega potniškega prometa, tip kolesa, postajališča, obratovalni čas storitve, varnost in tehnologijo postajališč, vzdrževanje, ceno, lokacije postajališč, strukturo omrežja, kolesarsko infrastrukturo. Z ustrezno izbiro dejavnikov namreč zagotavljamo učinkovito prerezporejanje koles med postajami.

Število postaj se od mesta do mesta razlikuje. V mestih z več kot 200.000 prebivalci je smiselno vzpostaviti postaje po celotnem mestu, medtem ko jih je v manjših mestih smiselno urediti le v bližini mestnega središča in seveda v središču samem. Dejavniki, ki vplivajo na razmestitev oziroma jih pogosto uporabimo pri iskanju ustreznih lokacij postajališč za izposojajo koles so: bližina postaj javnega potniškega prometa, cone, kjer ni dovoljen motorni promet, območja dela, nakupovalna središča, parki, šole, gostota poselitve, gostota delovnih mest, storitvene de-

javnosti, bližina kulturnih in rekreacijskih objektov (muzeji, gledališča) ...

Razdalja med posameznimi postajališči naj ne bi preseгла 300 m, medtem ko je za razdaljo med ciljnim oziroma začetnim objekti našega potovanja in postajališči koles postavljena meja 200 m. Človek naj bi bil pripravljen hoditi dlje do dotičnega transportnega sredstva, če bo z njim premagal tudi večjo razdaljo, če pa je transportno sredstvo namenjeno krajšima času in razdalji potovanja, zanj ni pripravljen premagati daljše razdalje. V konkretnih vrednostih to pomeni, da je posameznik za dostop do avtobusne postaje pripravljen prehoditi 400 m, medtem ko je v primeru podzemne železnice razdalja lahko tudi do 800 m. Sistemi izposoje koles navadno ne spadajo med transportna sredstva, ki bi bila namenjena daljšim potovanjem, zato tudi pripravljenost uporabnikov prehoditi podobne razdalje kot do avtobusnih postajališč ni

povsem enaka. Za optimalno razdaljo med postajališči ter ciljnim ali začetnim objekti potovanja smo zato tudi v naši raziskavi privzeli vrednost 200 m (García-Palomares, Gutiérrez in Latorre 2012).

Maribor in urbano kolesarjenje

Preučevano območje raziskave je Maribor, mesto v severovzhodnem delu Slovenije, v panonskem delu tik pod Pohorjem, ki že spada med predalpska hribovja. S 95.000 prebivalci je drugo največje mesto v Sloveniji ter pomembno gospodarsko, finančno, upravno, univerzitetno in kulturno središče severovzhodne Slovenije. Površje na območju mesta je dokaj uravnano, kar je z vidika urbanega kolesarjenja ugodno (medmrežje 8).

Maribor se z vidika mestnega kolesarstva šele razvija. Stanje, cilji in ambicije Kolesarske mreže Maribor so zapisani v Kolesarski strategiji mesta Maribor 2013–2030 (Rotar 2013). Glavni cilj strategije je uveljaviti kolesarski promet kot resno alternativo motoriziranemu prometu. S tem bi v mestu povečali stopnjo mobilnosti, zmanjšali ogljični odtis in s tem krepili načela trajnostnega načina življenja. Maribor mora do navedenih ciljev »prekolesariti« še dolgo pot. S kolesom se opravi zgolj 8 % vseh poti v mestu. Bolj kot urbano kolesarjenje se namreč uveljavlja rekreacijsko. Razlog za to pa ni le nezainteresiranost meščanov za vsakdanje kolesarjenje, ampak tudi neurejenost kolesarskega omrežja. Problem kolesarskih stez ni le v dejstvu, da jih je premalo, ampak tudi, da so obstoječe dotrajane, na

Slika 1: Bicike(LJ) (foto: Ana Seifert Barba).



njih se pojavljajo neustrezne klančine, ponekod so preozke, velikokrat so postavljene na območja, kjer prihaja do konfliktov s pešci. Poleg nepovezanosti kolesarskih stez obstaja veliko nevarnih odsekov, kjer lahko nepozoren voznik motornega vozila kolesarja kaj hitro spregleda (Rotar 2013).

V zadnjem desetletju kolesarjenje v Mariboru spodbuja Mariborska kolesarska mreža. Z različnimi projekti se počasi vzpostavljajo navade v smeri urbanega kolesarjenja in trajnostnega načina življenja. Tako je bil razvit Center mobilnosti Maribor, vzpostavili so sistem zbiranja rabljenih koles, študentom ponudili izposojlo koles za en ali dva semestra, otrokom pa želijo približati kolesarjenje in varnost v prometu. Plod enega od projektov in primer zelo dobre prakse je Bajk Kuhna, delavnica, namenjena urejanju, popravilu in nadgradnji koles. Dvakrat tedensko ne deluje kot servis, ampak kot učilnica in izmenjevalnica znanja, kjer izkušeni kolesarski mehaniki poleg orodja delijo nasvete in pomoč pri popravilu koles. Bajk Kuhna je namenjena druženju, srečevanju in neformalnemu učenju med člani kolesarske skupnosti (medmrežje 2).

Čeprav se je Maribor šele začel razvijati v kolesarsko mesto, smo se v raziskavi ukvarjali z iskanjem primernih površin za vzpostavitev sistema izposoje koles. Mesto se mora najprej kolesarsko razviti do določene stopnje, ko bo izposoja koles postala zanimiva za vsakdanjega uporabnika za prevoze na delo/v šolo ali po vsakdanjih opravkih. Sistem pa se lahko vzpostavi že prej, mogoče v manjšem obsegu,

kot promocija trajnostne mobilnosti v mestu, ki naj bi spodbudila urbano kolesarjenje. Trenutno sta v Mariboru vzpostavljena dva načina izposoje koles. Prvi je namenjen študentom s statusom. Vijolično-rumeno kolo MBajk si študenti lahko sposodijo za en ali dva semestra ob plačilu 30 oziroma 50 evrov. Drugi je izposoja na način, soroden izposoji nakupovalnih vozičkov v trgovini. V ključavnico vstavimo kovanec za 2 evra, ki ga po končani vožnji in zaklepu kolesa dobimo nazaj. Kolesa je možno dobiti

na treh lokacijah v mestu: pri študentskih domovih na Gosposvetski ulici, na TIC-u Maribor in železniški postaji (medmrežje 9).

Metode

V prispevku smo uporabili večkriterijsko podporo odločanju. Gre za metodo, ki različne kriterije z različnimi postopki združuje v enega samega. V okvirčku so podane razlage delov večkriterijskega odločanja in nekaj pojmov s področja umeščanja kolesarskih postajališč.

Omejitve – kriteriji, ki omejujejo izbiro primernih območij. Sestavljata jih dva razreda – primerno in neprimerno. Pripravljene s v obliki Boolovih podatkovnih slojev (1 – primerno, 0 – neprimerno).

Boolove karte – uporabljajo Boolovo binarno logiko, območje po določenem kriteriju namreč razdelijo na primerno in neprimerno (medmrežje 1).

Dejavniki – kriteriji, ki vplivajo na stopnjo ugodnosti oziroma neugodnosti izbranega območja.

Fuzzy standardizacija – pretvorba dejavnikov na isto mersko lestvico (0–255) s pomočjo določene funkcije.

Analitični hierarhični proces (AHP) – postopek, pri katerem dejavnikom dodelimo uteži s pomočjo Saatyjeve tehnike.

Saatyjeva tehnika – tehnika, s katero medsebojno primerjamo izbrane dejavnike in jim pri procesu odločanja dodeljujemo relativno pomembnost. Na podlagi naše primerjave programi v analitičnem hierarhičnem procesu izračunajo uteži posameznim dejavnikom.

Obtežena linearna kombinacija – vrsta večkriterijskega odločanja, kjer združimo karte obteženih dejavnikov in omejitve.

Izvorna območja potovanj – lokacije, kjer ljudje začnejo svojo vsakdanjo pot. Navadno gre za stanovanjska območja, ki se ujemajo z veliko gostoto poselitve.

Ciljna območja potovanj – lokacije z veliko gostoto delovnih mest, storitev, kulturnih in izobraževalnih ustanov in podobno.

Sistem izposoje koles (ang. bike-sharing system) – storitev, kjer si lahko kolo izposodimo na točno določenih postajališčih, postavljenih v ta namen. Izposoja je namenjena krajšemu potovanju, po koncu katerega kolo vrnemo na drugo postajo. Glavni namen sistema je prevoz od točke A do točke B s kolesom, za katerega nam ni potrebno skrbeti. Sistem je uporaben predvsem pri intermodalnih potovanjih (medmrežje 4).

Voronoijevi poligoni – Razdelitev ravnine na območja okrog izbranih izhodišč, znotraj katerih so vse točke najbližje danemu izhodišču (medmrežje 12).

Za zastavljeni projekt smo potrebovali podatkovne sloje, ki so na razpolago na spletnih straneh Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS). Uporabili smo vektorske podatkovne sloje cest, železnic, četrtnih skupnosti, naselij, evidence hišnih števil, katastra stavb, zemljiškega katastra in rabe tal.

Pomemben vir podatkov so bile Interaktivne karte Mestne občine Maribor (MOM). Za nas so bili uporabni sloji, ki prikazujejo lokacije bank, fakultet, srednjih šol, naravnih znamenitosti, pošt in telekoma, železniške postaje, kina, kulturnih ustanov, knjižnic, muzejev in galerij, športnih objektov in zdravstvenih ustanov. Na podlagi katastra stavb in identifikacije posameznih dejavnosti na Interaktivnih kartah MOM (medmrežje 7) smo izločili 5 novih slojev:

- sloj izobraževalnih ustanov, kamor smo uvrstili knjižnice, srednje šole, fakultete in študentske domove,
- sloj rekreacijskih lokacij, kamor smo uvrstili mestni park, športne dvorane in večja igrišča na prostem,
- sloj storitev, kamor smo uvrstili banke, pošte, tržnice, dva večja trgovska centra (Europark in Leclerc) ter zdravstvene ustanove,
- sloj zabave in kulture, kamor smo uvrstili naravne znamenitosti (Mestni akvarij in Stara trta), muzeje, galerije, kino, Narodni dom in gledališče,
- sloj železniških postaj (Maribor, Studenci, Tezno).

Eden najzamudnejših delov je bilo ugotavljanje lokacij postajališč mestnih avtobusov. Te smo s pomočjo

zemljevidov spletnega portala Najdi.si (medmrežje 10) vnašali ročno v programsko orodje ArcGIS 10.1, na podlagi digitalnih ortofoto posnetkov. Postajališča smo vnašali v vektorski točkovni sloj in v njegovo atributivno bazo podatkov vpisali tudi število linij mestnega potniškega prometa, ki potekajo skozi posamezno postajališče.

Na podlagi terenskih meritev v Ljubljani smo izračunali tudi povprečno površino postajališč za kolesa. Izmerjenih je bilo 10 površin postajališč Bicike(LJ)-a. Povprečna velikost postajališča je približno 35 m² (za 20 koles), kar smo upoštevali tudi pri našem večkriterijskem odločanju.

Za izvedbo podpore odločanju smo na podlagi preučene literature in informacij o Mariboru izbrali omejitve in dejavnike, ki smo jih uporabili v nadaljnjem procesu odločanja. Za izdelavo analiz smo uporabili dva programa s področja geografskih informacijskih sistemov: ArcGIS 10.1 in Idrisi Taiga.

Priprava podatkov

Vse podatkovne sloje smo najprej obrezali na območje mesta Maribor. Slojema cest in železnic smo dodali določeno širino, saj gre za linijska vektorska sloja brez širine. Cestam smo na obeh straneh dodali širino 3 m, saj so ceste v naselju široke 6 m. (Zakon o cestah 2010). Železnicam smo na vsako stran pripisali po 6 m. Širina tirov je sicer 1,5 m (Zakon o varnosti ... 2007). Po premisleku smo posameznemu železniškemu tiru dodelili skupno širino 12 m. Za to vrednost smo se odločili na podlagi poznavanja me-

sta. Večja širina linije bi namreč lahko ponekod izključila ceste in primerna območja za postajališča koles, ožja pa bi predstavljala nevarno bližino tirov.

Ker smo v postopek želeli kot pomemben dejavnik vključiti tudi vplivno središče Maribora, smo na podlagi četrtnih skupnosti izbrali središče, ki smo ga pozneje uporabili pri večkriterijskem odločanju. Izbrali smo Četrtno skupnost Center, ki smo jo na vzhodu omejili s potekom železnice, na severu pa s potekom Maistrove ulice.

Kot edini primeren tip rabe tal za umestitev novih postajališč smo v sloju rabe tal smo zločili sloj »pozidano«. Tako z novimi postajališči ne posegamo v parke ter travnata in gozdna zemljišča.

Na podlagi evidence hišnih števil, ki vsebuje tudi zapis o številu prebivalcev za posamezno hišno številko, smo s pomočjo ukaza *Kernel Density* izračunali gostoto poselitve za Maribor. Ukaz deluje tako, da vsaki točki dodeli rahlo ukrivljeno površino, ki ima najvišjo vrednost tam, kjer se prekriva s točko. Vrednost površine se nato zmanjšuje z oddaljevanjem od točke in vrednost 0 doseže na robu določenega poizvedovalnega radija površine (medmrežje 5). Rezultate smo dobili v merski enoti število prebivalcev na km².

Izračunati smo želeli tudi vplivna območja mestnih avtobusnih postajališč glede na število linij, ki peljejo skoznje. To smo dosegli z ukazom *Natural Neighbor*. Orodje spada med

interpolacijska orodja in deluje tako, da interpolacijski točki priredi Voronoijev poligon in izračuna prekrivanja le-tega z Voronoijevimi poligoni sosednjih točk. Novi točki pripiše vrednost obteženega povprečja vrednosti sosednjih točk, pri čemer so uteži kar deleži prekrivanja novega poligona s sosednjimi (medmrežje 12). Kot rezultat smo dobili 12 območij. Vsako izmed območij zaznamujejo postajališča, ki imajo določeno število linij.

Dejavniki in omejitve

V prejšnjem poglavju navedene in pripravljene podatkovne sloje smo za potrebe nadaljnega dela pretvorili v rastrsko obliko. Pretvorbe smo izvedli na podlagi sloja gostote poselitve, tako da so imeli vsi novi rastrski sloji istoležne celice velikosti 3 x 3 m².

V preglednici 1 so predstavljene omejitve in dejavniki, ki smo jih izbrali za izvedbo geoinformacijske podpore odločanju. Dejavniki predstavljajo Pri umeščanju postajališč so navedeni dejavniki ključna območja ciljnih in izvornih potovanj. Ostali uporabljeni podatkovni sloji so nam služili kot omejitve.

Preglednica 1: Povprečna doba bivanja v občini Cerklje ob Gori v obdobju 2006–2019 ter primerjava z nacionalnim povprečjem (medmrežje 1, medmrežje 2, medmrežje 5).

OMEJITEV	DEJAVNIK
ceste	vplivno območje števila avtobusnih linij
	lokacija avtobusnih postajališč
	središče mesta
železnica	oddaljenost cest
	gostota poselitve
stavbe	oddaljenost izobraževalnih ustanov
	oddaljenost rekreacijskih objektov
	oddaljenost storitvenih dejavnosti
	oddaljenost kulturnih in zabavišnih ustanov
	oddaljenost železnice
raba tal – vse razen pozidanega	oddaljenost železniške postaje

Najprej smo se lotili izdelave omejitvev. Za vse štiri sloje smo izdelali Booleve karte. Vsak sloj smo reklasificirali na dva razreda: omejitve so dobile vrednost 0, območja na kartah, kjer ni omejitve, pa vrednost 1.

Pri dejavnikih je bila ključna bližina oziroma oddaljenost od posameznih dejavnikov. Za osem podatkovnih slojev (avtobusna postajališča, ceste, izobraževalne ustanove, rekreacijski objekti, storitvene dejavnosti, kulturne in zabavišne ustanove, žele-

znice, železniške postaje) smo izdelali karte oddaljenosti od elementov posameznih slojev. V analizi smo kot dejavnik želeli določiti tudi vplivno središče Maribora. Za njegov izračun smo uporabili analize oddaljenosti, ampak stroškovno (časovno) analizo z ukazom *Cost*. Upor smo določili s pomočjo sloja cest. V stroškovni analizi je upor parameter, ki mu dodelimo določeno vrednost in pove, kako lahko se je premakniti prek določene celice. Cestam smo določili Najmanjši upor z vrednostjo

Slika 2: Omejitve (4v1).



■ primerno ■ neprimerno

1 pri premiku čez posamezno celico smo določili cestam, medtem ko so preostala območja za posamezno celico prejela vrednost treh enot upora. Najbolj optimalna oz. iroma najhitrejša pot do mestnega središča je bila tako predstavljena po cestah. Sloja gostote poselitve in vplivnega območja avtobusnih linij nismo spreminjali, saj sta karti že ustrezali kriterijem dejavnika.

Ker v postopku geoinformacijske podpore odločanju posamezne dejavnike med seboj primerjamo in vrednotimo, smo jih za ta namen najprej standardizirali na lestvico z vrednostmi 0–255. Ročno smo standardizirali le dejavnik »vplivno območje števila avtobusnih linij«, kjer smo posamezne kategorije ustrezno preračunali na mersko lestvico (0-255), saj razlike med posameznimi razredi niso bile enakovredne. Preostale dejavnike smo standardizirali s pomočjo mehkih (ang. *Fuzzy*) principov in pripadajočih funkcij.

Linearno funkcijo smo uporabili pri standardizaciji stroškovne oddaljenosti od središča ter pri gostoti poselitve.

V prvem primeru smo uporabili padajočo obliko funkcije, saj se stroški oz. iroma čas potovanja z oddaljevanjem od središča povečujejo. V drugem primeru smo dejavniku gostote poselitve pripisali naraščajočo linearno funkcijo, saj se namreč s povečevanjem gostote prebivalstvoselitve večja tudi primernost predvidenih območij.

Oddaljenost od cest in železnic smo standardizirali s pomočjo J-funkcije. Za optimalno oddaljenost postajališč od cest smo določili vrednost (največ) 20 m. Primernost več kot 20 m oddaljenih lokacij za postajališča hitro upade, saj predvidevamo, da se kolesarji vozijo po cestah. Oddaljenost več kot 20 m od cestišča bi pomenila, da bi kolesar moral premagati kar nekaj razdalje, da bi sploh prišel do cestišča in začetka svojega potovanja, kar bi bilo seveda zamudno in nesmiselno. Oblika funkcije, ki smo jo uporabili, je bila torej padajoča J-funkcija s prelomno vrednostjo 20 m. Pri železnicah je območje prvih 20 m z vidika postajališč neuporabno, medtem ko večja oddaljenost od železnic na primernost ne vpliva več,

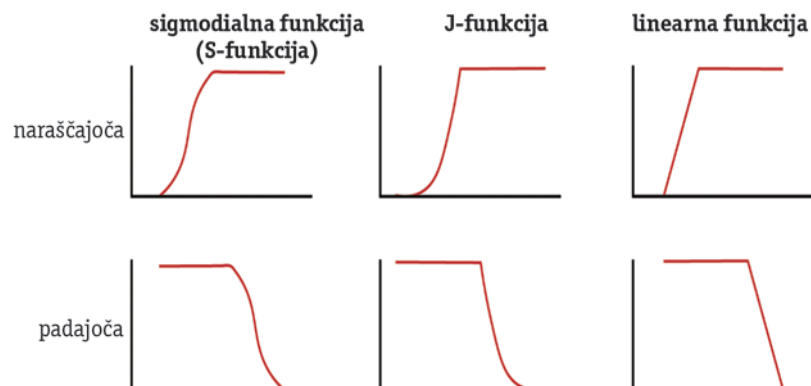
zato je območje z oddaljenostjo več kot 20 m od železnic konstantno primerno. Uporabljena je bila naraščajoča J-funkcija s prelomno vrednostjo 20 m.

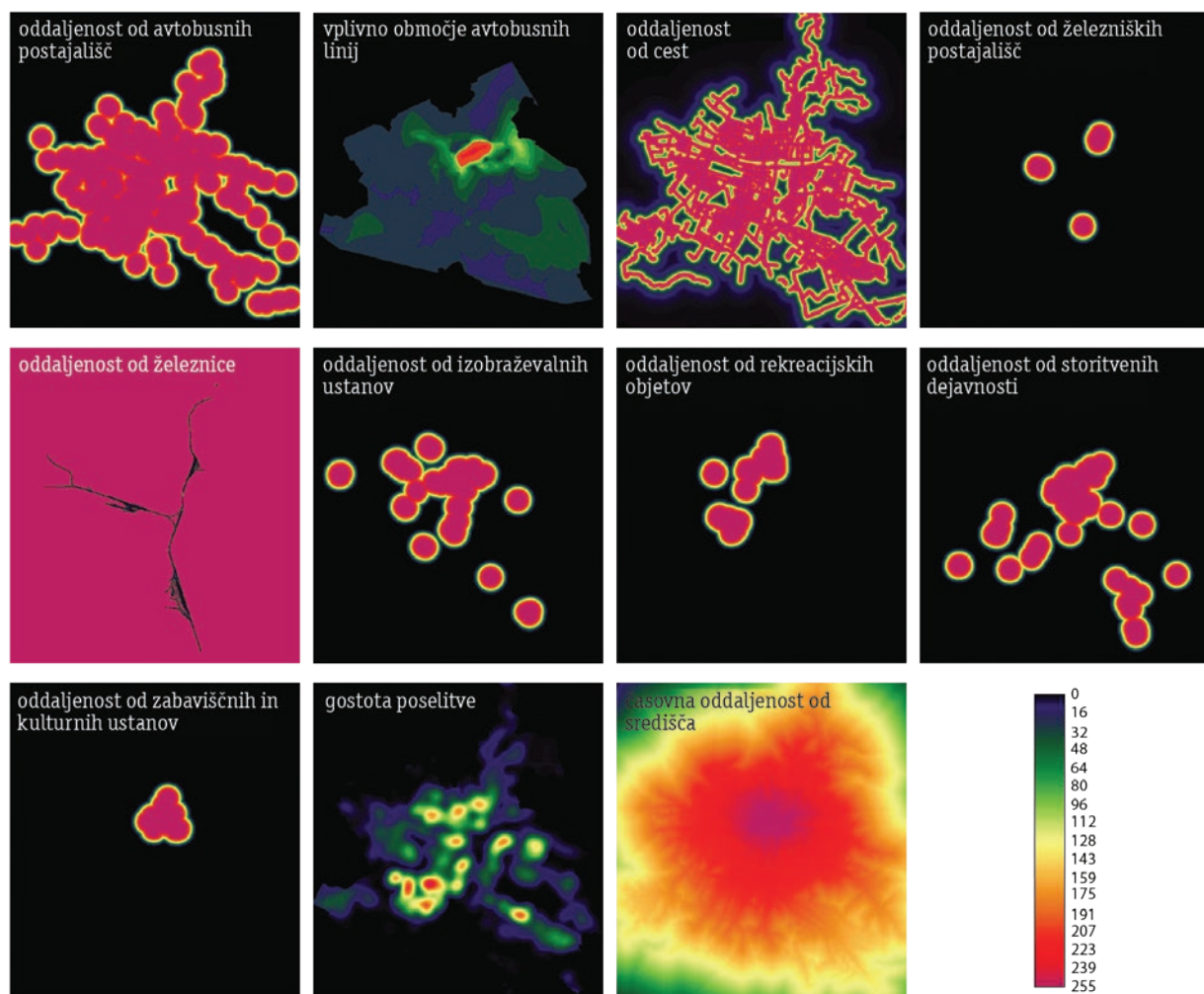
Preostalih šest dejavnikov (oddaljenost od avtobusnih postajališč, oddaljenost od izobraževalnih ustanov, oddaljenost od rekreacijskih objektov, oddaljenost od storitvenih dejavnosti, oddaljenost od kulturnih in zabavišnih ustanov ter oddaljenost od železniških postaj) smo standardizirali s pomočjo iste, sigmoidalne funkcije -. Za vse dejavnike smo določili maksimalno oddaljenost oziroma pripravljenost posameznika za pešačenje do posameznega objekta. Maksimalno vrednost za pešačenje 200 m smo povzeli po članku avtorjev García-Palomares, Gutiérrez in Latorre (2012). Z naraščanjem razdalje (od 200 m naprej) se ugodnost počasi manjša. Za standardizacijo smo torej v vseh primerih uporabili sigmoidalno padajočo obliko funkcije, s prelomno vrednostjo 200 m.

Večkriterijsko odločanje

Večkriterijsko odločanje je potekalo z modulom *Decision Wizard* v programskem orodju Idrisi Taiga, kjer smo uporabili vse standardizirane dejavnike in omejitve. V sklopu modula smo izvedli tudi analitični hierarhični proces – AHP oziroma. obteževanje dejavnikov s pomočjo Saatyjeve tehnike. V matriki smo glede na relativni pomen medsebojno primerjali vseh 11 dejavnikov, na podlagi tega pa je program dejavnikom dodelil posamezne uteži, ki jih je nato uporabil pri večkriterijskem odločanju.

Slika 3: Fuzzy funkcije.





Slika 4: Dejavniki (11v1).

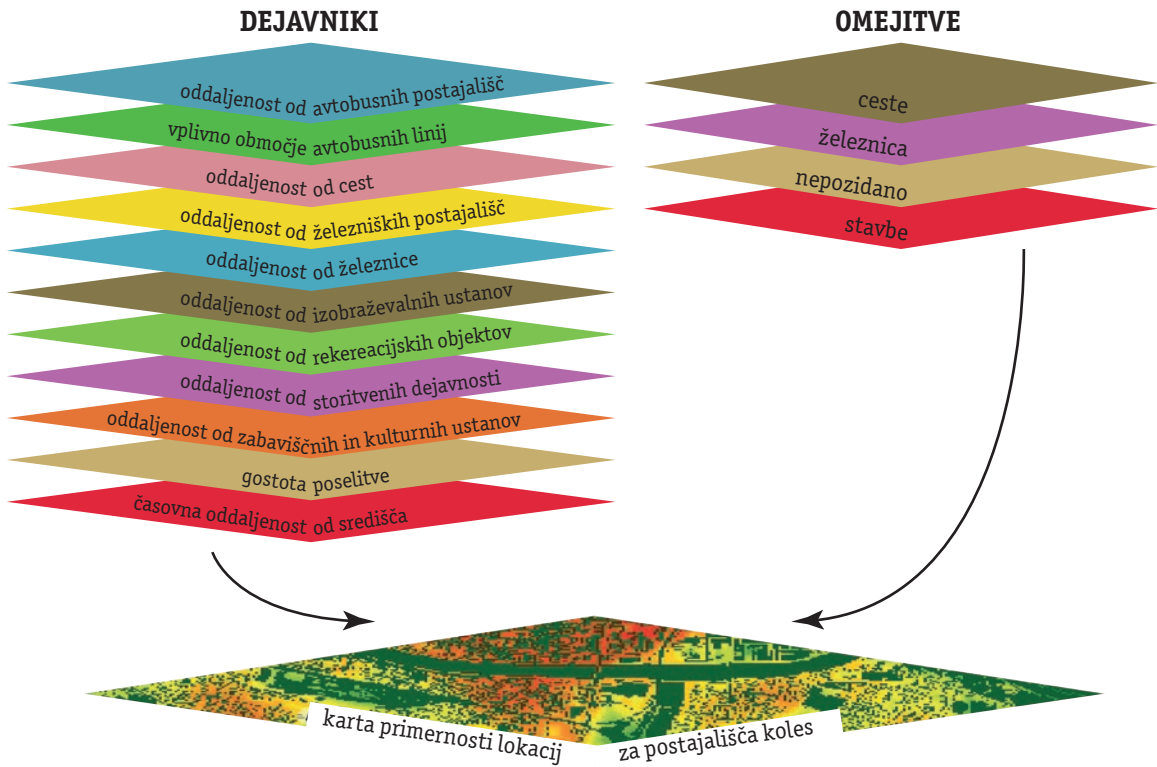
Rezultati

Rezultat večriterijskega odločanja je torej zemljevid ugodnosti zemljišč mesta Maribor za postajališča izposoje koles. Ker nam v začetni fazi raziskave ni uspelo pridobiti podatkov o lastništvu parcel, smo v večriterijskem odločanju kot primerne upoštevali vse parcele, ki niso na zemljiščih, opredeljenih kot omejitve.

Zemljevid ugodnosti nakazuje, da je postajališča za izposajo koles možno urediti skorajda povsod. Razlike so le v primernosti posameznih lokacij.

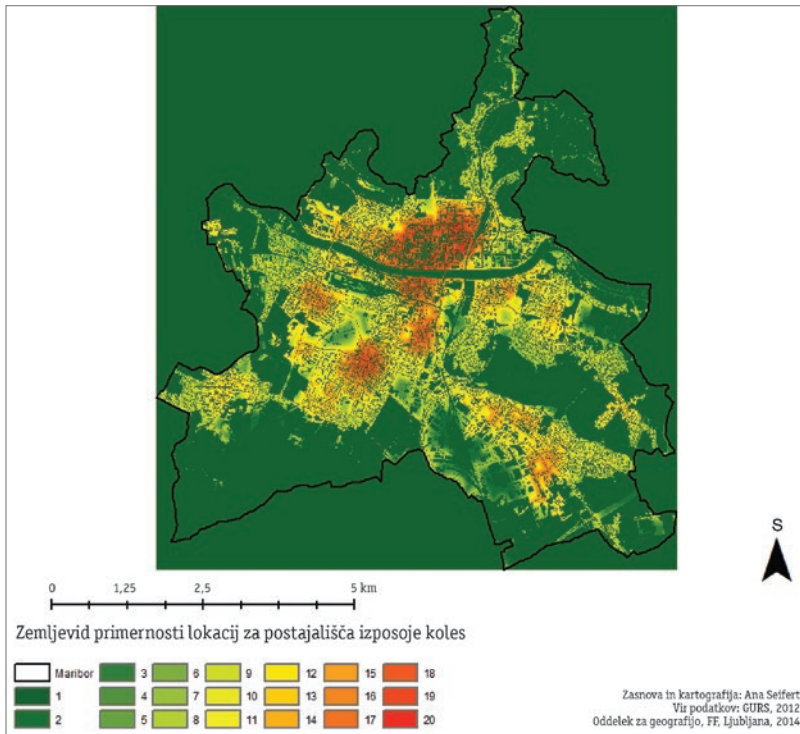
Ker smo za postajališča želeli najti le najboljše lokacije, smo zemljevid reklasificirali v 20 enako širokih razredov. Izločili smo najslabši razred, ki je zaradi narave delovanja programskega orodja zajel tudi neprimerno ozadje. Število razredov je bilo določeno naključno oziroma z namenom, da med posameznimi primernimi in manj primernimi območji ohranimo prikaz več prehodov. Zaradi večje variabilnosti primernosti smo lahko natančneje izločili povsem neprimerne lokacije. Obenem smo obdržali tudi kakšno do-

datno lokacijo, ki se nam je pozneje, po subjektivni presoji, zdela smiselna. V nadaljevanju smo rastrski sloj primernosti prekrili s slojem zemljiškega katastra, ki je imel izbrane le parcele, ki niso bile izločene z omejitvami in so bile večje od 35 m². Kot najbolj ugodne rezultate smo na koncu uporabili zgornjih 6 razredov reklasificiranega zemljevida. Kot rezultat namreč nismo dobili posameznih osamljenih lokacij, ampak manjše skupine primernih lokacij, med katerimi smo lahko v nadaljevanju izbirali najprimernejšo.



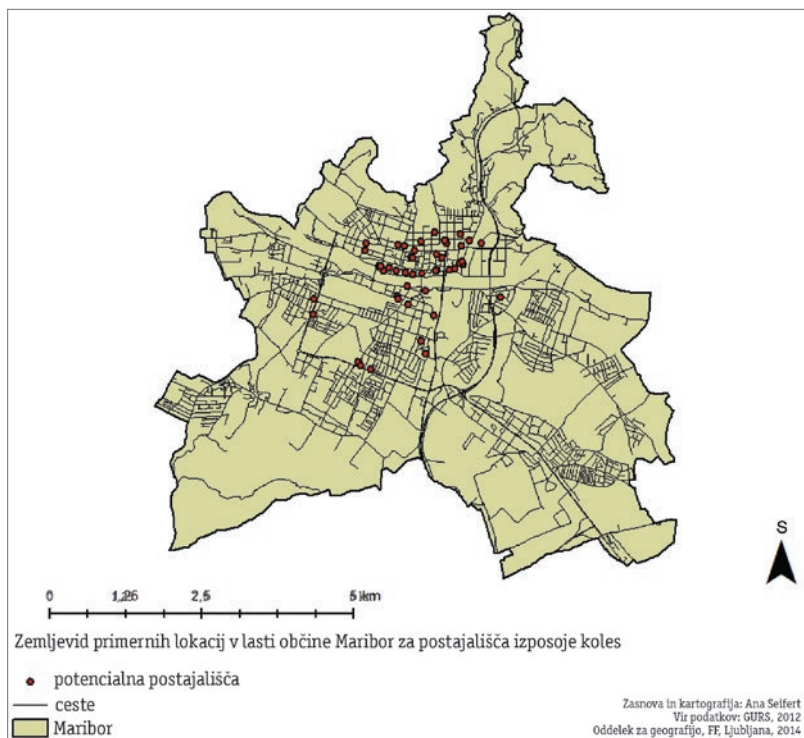
Slika 5: shema metodologije.

Slika 6: Primernost lokacij v Mariboru po posameznih parcelah.



Po uspešno opravljeni prostorski analizi večkriterijskega odločanja smo dobili 183 lokacij, primernih za postajališča izposoje koles. Na sliki 6 lahko opazimo eno večje in sedem manjših območij, znotraj katerih se pojavljajo primerne lokacije. Postajališča bi bilo zato smiselno umestiti na ta območja; v vsako izmed sedmih manjših območij po eno ali največ dve postajališči in v večje območje v središču Maribora tri ali štiri medsebojno ustrezno oddaljena postajališča.

Ker smo si za cilj zadali izdelati zemljevid omrežja postajališč za izposajo koles, smo se odločili, da na podlagi lastne presoje izberemo primerna postajališča. Predvideli smo, da bi bila investitor sistema izposoje koles

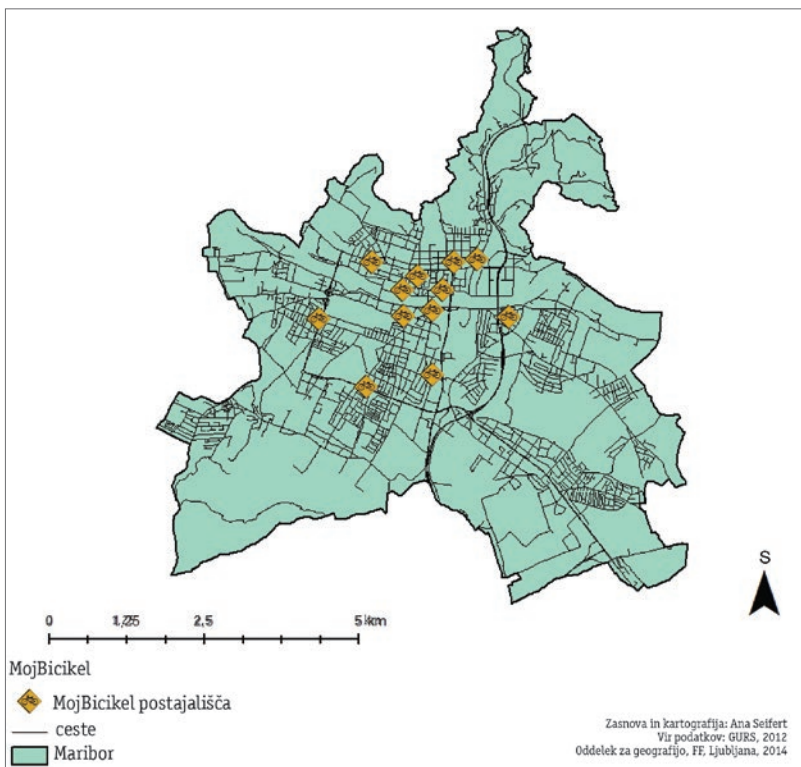


Slika 7: Primerne lokacije v lasti Mestne občine Maribor.

Mestna občina Maribor. Zato smo na spletnem portalu Prostor poiskali zemljišča, ki so v lasti ali začasnem skrbništvu občine. Lastništvo smo preverili za vseh 180 ugotovljenih ugodnih zemljišč in med njimi izločili 46 primernih.

V zadnjem koraku smo 46 parcel dodatno preučili s pomočjo digitalnih ortofoto posnetkov (Ortofoto DOF050, 2012). Nekatere lokacije smo izločili, saj so bile tik pred stanovanjskimi hišami oziroma na njihovih dvoriščih, nekatere so se pojavile v atrijih hiš, ki niso dostopni, nekatere pa na parkiriščih pred bloki ali trgovinami. Primerne lokacije smo določili torej po lastni presoji in smiselnosti razporeditve. Glede na velikost Maribora smo se odločili za končnih 12 postajališč – MojBicikel (slika 8).

Slika 8: Moj Bicikel.



Sklep

Geoinformacijska podpora odločanju z obteženo linearno kombinacijo se je na primeru umeščanja postajališč za izposajo koles izkazala za zelo ustrezen način iskanja najboljših lokacij. Z obteževanjem dejavnikov smo dobili boljše rezultate, kot če bi sloje le vizualno prekrivali med seboj. Pomemben del pri celotnem postopku je torej pripadal dodeljevanju uteži na podlagi Saatyjeve tehnike. Menimo, da bi se dalo celoten postopek še izboljšati, tako da bi postopek urejenega tehtanega povprečja uporabili za vse dejavnike.

Končni rezultat raziskave ima precejšen aplikativni potencial. V Mestni občini Maribor so namreč v zadnjem desetletju ogromno postorili

za promocijo urbanega kolesarjenja, naša raziskava pa je lahko še ena v vrsti dobrih idej in projektov. Poudariti pa moramo, da so predstavljeni rezultati le ena od možnih umestitev postajališč sistema izposoje koles v Mariboru. Raziskava se vsekakor da nadgraditi s še bolj podrobnimi podatki, oplemenitenimi z znanjem načrtovalcev v Mestni občini Maribor.



Slika 9: Logotip zasnovanega sistema izposoje koles. Avtor: Miha Brvar.



Viri in literatura

1. An overview of the Logical Math tools. Esri 2021. Medmrežje 1: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/an-overview-of-the-math-logical-tools.htm> (29. 4. 2021).
2. Bajk Kuhna 2013. Medmrežje 2: <https://ibikemaribor.com/dejavnosti/bajk-kuhna/> (20. 11. 2020).
3. Bicike(LJ) 2014. Medmrežje 3: <http://www.bicikelj.si> (20. 11. 2020).
4. Bicycle sharing systems. Wikipedia 2014. Medmrežje 4: http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_sharing_system (7. 3. 2014).
5. Evidenca hišnih števil. GURS. Ljubljana, 2012.
6. García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J. Latorre, M. 2012: Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach. Applied Geography 35.
7. Gospodarska javna infrastruktura, cestno omrežje. GURS. Ljubljana, 2012.
8. Gospodarska javna infrastruktura, železniško omrežje. GURS. Ljubljana, 2012.
9. How Kernel Density works. ArcGIS Help 10.1. ArcGIS Resources 2012. Medmrežje 5: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/How_Kernel_Density_works/009z00000011000000/ (8. 3. 2014).
10. How Natural Neighbor works. ArcGIS Help 10.1. ArcGIS Resources 2012. Medmrežje 6: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/How_Natural_Neighbor_works/009z00000077000000/ (8. 3. 2014).
11. Interaktivne karte MOM 2013. Medmrežje 7: <http://213.161.20.27/mapxtreme/index.htm> (Citirano 28. 2. 2014).
12. Kataster stavb. GURS. Ljubljana, 2012.
13. Maribor. Wikipedia 2014. Medmrežje 8: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Maribor> (12. 3. 2014).
14. MBajk 2017. Medmrežje 9: https://www.mbjk.si/?page_id=497 (20. 11. 2020).
15. Najdi.si Zemljevid 2014. Medmrežje 10: <http://zemljevid.najdi.si/> (28. 2. 2014).
16. Naselja. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). Ljubljana, 2012.
17. ORTOFOTO DOF050. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). Ljubljana, 2012.
18. Portal Prostor. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS) 2014. Medmrežje 11: <https://www.e-prostor.gov.si/> (12. 3. 2014).
19. Raba tal. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP). Ljubljana, 2013.
20. Register prostorskih enot, Četrtna skupnosti. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). Ljubljana, 2012.
21. Register prostorskih enot, Zemljiški kataster. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). Ljubljana, 2012.
22. Rotar, J. (ur.) 2013: Kolesarska strategija mesta Maribor 2013–2030. Maribor.
23. Shaheen, S., Guzman, S. 2011: Worldwide Bikesharing. Access 39-Fall. Berkeley.
24. Voronoi Polygon. Wolfram MathWorld 2020. Medmrežje 12: <https://mathworld.wolfram.com/VoronoiPolygon.html> (21. 11. 2020).
25. Zakon o cestah. Uradni list Republike Slovenije št. 109/2010. Ljubljana.
26. Zakon o varnosti v železniškem prometu. Uradni list Republike Slovenije št. 61/2007. Ljubljana.