

# Analiza javnega potniškega omrežja izposoje koles GONM

Matej Babič<sup>1</sup>, Janez Povh<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Fakulteta za informacijske študije, Novo mesto, Slovenija

<sup>2</sup>Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, Slovenija

<sup>3</sup>Razvojni center, Novo mesto, Slovenija

E-naslov: babicster@gmail.com

**Povzetek.** Podpora javnemu prevozu in kolesarjenju pri dnevni mobilnosti je v večjih kot tudi manjših mestih po svetu prioriteta kot učinkovito sredstvo za zmanjšanje onesnaževanja zraka, prometnih zastojev in emisij ogljika. Skupni sistemi za kolesa so se izkazali kot učinkoviti pri povečevanju kolesarjenja v številnih mestnih območjih, zlasti v kombinaciji z javnim prevozom. V tej študiji si prizadevamo modelirati hipotetični skupni kolesarski sistem in kvantificirati njegove prostorske učinke na čas potovanja javnega prevoza. Eno raziskovalno območje je javni potniški promet v mestni občini Novo mesto. S pomočjo javnega prevoza, ki je razširjen s skupnimi kolesi, modeliramo čas potovanja med prebivalstvom in pomembnimi območji v središču Novega mesta. V letu 2018 je bilo 5 postaj za kolesa. Za izvedbo podatkovnega rudarjenja uporabljamo lastne podatkovne baze in orodja za odprto pot in časovni raspored. Ugotavljamo, da bi lahko sistemi za izmenjavo koles, ki dopolnjujejo tradicionalni sistem javnega prevoza, potencialno povečali konkurenčnost in privlačnost trajnostnih načinov mestnega prometa ter tako pomagali mestom pri spodbujanju trajnostne dnevne mobilnosti. Nazadnje poudarjamo, da je razpoložljivost odprtih virov podatkov o mestnem prometu, kot so podatki o javnem prevozu, v našem primeru ključnega pomena za analizo vzorcev mobilnosti v mestih.

**Ključne besede:** javno potniško omrežje, kolo

## Analysis of the GONM public bicycle rental network

Support for public transport and cycling in the day-to-day mobility is a priority in large as well as small cities around the world for an effective means of reducing air pollution, congestion and carbon emissions. Common bicycle systems have proven effective in increasing cycling in many urban areas, especially in combination with public transport. The aim of the study is to model a hypothetical shared cycling system and quantify its spatial effects on public transit times. The research area is a public passenger transport town of Novo mesto. With the help of public transportation extended by shared bicycles the travel time, in modeled between the population and important centers in the center of Novo mesto. In 2019 there were five bike rental stations. Own open-source databases and tools are useful to perform data mining and scheduling. The bicycle-sharing systems complementing the traditional public transport system have the potential to increase the competitiveness and attractiveness of sustainable modes of urban transport, thus helping cities to promote a sustainable daily mobility. A availability of open sources of urban transport information, such as public transport, is found crucial for analyzing urban mobility patterns.

**Keywords:** public transport, bike

## 1 UVOD

### 1.1 Motivacija

Javni potniški promet (JPP) je sestavni del sodobne mestne infrastrukture in sredstvo dnevnik migracij prebivalcev. Zagotavlja dostop do opravljanja gospodarskih funkcij in izvajanje socialnih potreb vseh segmentov prebivalstva, vključno s tistimi, ki si ne morejo privoščiti zasebnega avtomobila (ljudje z nizkimi dohodki), ki nimajo fizične sposobnosti za upravljanje avtomobila ali vozniškega dovoljenja (mladoletni otroci, starejši ljudje z zdravstvenimi težavami in invalidne osebe). Tako je občinski javni tranzit eden od mehanizmov, da se državljanom zagotavljajo ustavne pravice do dela, izobraževanja in zdravstvene oskrbe ter rekreacija. Poleg tega je industrija JPP sama po sebi vir delovnih mest. Z naraščajočim urbanim prebivalstvom in dnevnim prometom je razvoj bolj trajnostnih mestnih prometnih sistemov ključnega pomena v številnih mestih po svetu. Javni prevoz in kolesarjenje se vse pogosteje spodbujata, da bi ublažila prometne težave, kot so prometni zastoji, onesnaženje, draga cestna infrastruktura, nesreče in zastoji. Promet predstavlja 26 % svetovnih emisij CO<sub>2</sub> in je eden od redkih industrijskih sektorjev, kjer emisije še vedno rastejo [1].

Uporaba avtomobilov, cestni tovorni promet in letalstvo so glavni dejavniki pri emisijah toplogrednih plinov iz prometnega sektorja in ta pregled se osredotoča na pristope zmanjševanja emisij s teh treh problematičnih področij. V primerjavi z zasebnimi avtomobili se kolesarjenje šteje za tiho, hitro, zdravo in brez emisij enako prostorsko učinkovito prevozno sredstvo, zato so številna mesta in javni organi oblikovali strategije za povečanje kolesarjenja in vlagajo v kolesarske steze, skupna kolesa ali sheme za kolesarjenje.

## 1.2 Pregled literature

Nekatere študije so pokazale [2], da kolesarjenje morda ni privlačna možnost, če gre za razdalje zlasti na območjih z različnimi vremenskimi ali hribovitimi topografijami. Kratke izstopne razdalje običajno pomenijo več uporabnikov kolesarskega tranzita, ki so najverjetneje na potovanjih na delo ali v šolo. V nekaterih državah se kolesa pogosto uporabljajo za dostop do postaj javnega prevoza, vendar je delež na izstopajočem delu potovanja bistveno manjši zaradi omejene razpoložljivosti koles. Javna kolesa so inovativne sheme najema ali brezplačnih koles na mestnih območjih, ki se lahko uporabljajo za dnevno mobilnost, saj je uporaba v eni smeri mogoča in jih je mogoče obravnavati kot del sistema javnega prevoza. Razlikujejo se od tradicionalnih, večinoma prostočasnih storitev najema koles, saj zagotavljajo hiter in enostaven dostop in imajo raznoliko organizacijsko postavitev, poslovne modele in uporabno tehnologijo za »pametna kolesa« (najem prek pametne kartice ali mobilnega telefona). Glavne koristi izvajanja sheme javnih koles so zagotavljanje hitre, priročne in fleksibilne možnosti notranjega mestnega prevoza ter povečevanje možnosti za trajnostno mobilnost po nizki ceni v primerjavi z drugimi ukrepi javnega prevoza. Shema izposoje javnih koles je lahko učinkovit ukrep za spodbujanje mestnega kolesarjenja kot običajnega dnevnega načina prevoza, ko je ta uveden v integrirano strategijo in v kombinaciji z drugimi ukrepi, ki omogočajo varno in udobno kolesarjenje. V mestih brez obstoječe kolesarske kulture imajo javna kolesa potencial, da delujejo kot odprta vrata. Prednosti kolesa so za skupnost v glavnem povezane s kakovostjo življenja in okolja ter dolgotrajnimi prihranki, ki so nastali zaradi avtomobilov v obtoku, posrednega zmanjšanja prometa po zaslugi povečane privlačnosti javnih prevoznikov zaradi kombinacije javnega prevoza in kolesa (in s tem donosnosti naložb v javni prevoz) ter boljše pretočnosti prometa, ki je nujno potrebna, z nižjo stopnjo onesnaženosti, prihranki (na cestah in na parkiriščih) ter zmanjšanjem naložb v cestne poti. Poleg tega pa tudi z možnostjo drugačne uporabe javnega prostora za povečanje privlačnosti mestnih središč (nastanitev in trgovina, kultura in prosti čas), zmanjšanjem naložb in stroškov za podjetja (parkirišča) in javne organe (parkirišča, vzdrževanje, nove infrastrukture itd.) in splošnim izboljšanjem kakovosti življenja v mestih (onesnaženje zraka, javni prostori, varnost otrok) [3].

Informacijska in komunikacijska tehnologija spreminja način, kako mesta organizirajo oblikovanje politike in svojo rast. Pametna mesta svojo strategijo gradijo na uporabi informacijskih in komunikacijskih tehnologij na več področjih, kot so gospodarstvo, okolje, mobilnost in upravljanje, da bi spremenila mestno infrastrukturo in storitve. Bistveno je, da stalno spremljamo uporabo, sprejemanje in kakovost javnega sistema koles. Trženje bi moralo biti usmerjeno tudi k spodbujanju ljudi, ki so odkrili mestno kolesarjenje prek javne kolesarske sheme, da bi dobili svoje kolo in ga uporabljali vsak dan ali za prostočasne dejavnosti. To lahko pripomore k povečanju deleža urbanega kolesarjenja na splošno. Ključni element za uspešno delovanje na dolgi rok je razvoj dobro načrtovane strategije financiranja. V številnih primerih so lahko na voljo sredstva za zagon z javne strani, vendar je malo razmišljanja o tem, kaj se bo zgodilo po tej fazi. Za vsako vrsto sheme je treba najti posamezne strategije. Podatki o uporabi in kritična povratna informacija pomagajo optimizirati distribucijo koles in uporabnikom zagotoviti dobro razpoložljivost in kakovost. Dober sprejem, tudi med širšo javnostjo in za širšo uporabo, je dober argument za dolgoročno ohranjanje sistema. Po dobro uveljavljeni ureditvi javne kolesarske sheme se lahko zmanjša zanimanje potencialnih uporabnikov. Zato je ključnega pomena, da se ljudi opomni na koristi sistema in spodbuja njegovo uporabo, da se doseže stabilno ali naraščajoče število uporabnikov.

V zadnjih letih se zaradi hitrega razvoja informacijskih sistemov in tehnologije ter povečane računalniške zmogljivosti in razpoložljivosti podatkov o strukturi omrežij poti na internetu pojavlja potreba po raziskavah potniških omrežij. Pomemben zagon tega razvoja je bilo relativno novo področje znanja teorije kompleksnih omrežij, ki omogoča celovito primerjalno analizo strukture različnih omrežij PPT. Analiza omrežja, ki temelji na osnovi teorije grafov, je zelo priljubljena v zadnjem desetletju, saj je zelo uporabna na različnih področjih vključno z biologijo, gospodarstvom in družbenimi znanostmi. Teorija omrežij ni samo koristna za poenostavitev in vizualizacijo ogromne količine podatkov, ampak je tudi učinkovita izbira analize relacij med elementi. Teorija grafov je sama po sebi povezana s transportom. Veliko raziskovalcev je uporabilo teorijo grafov za proučevanje značilnosti prometnih omrežij.

Statistika je oblika matematične analize, ki uporablja kvantificirane modele, predstavitev in povzetke za dani niz eksperimentalnih podatkov ali študij iz resničnega življenja. Statistika proučuje metodologije za zbiranje, pregledovanje, analiziranje in sklepanje podatkov. Statistika je izraz, ki povzema postopek, ki ga analitik uporablja za označevanje podatkovnega niza. Če je niz podatkov odvisen od vzorca večje populacije, lahko analitik razvije interpretacije o populaciji, ki temelji predvsem na statističnih rezultatih iz vzorca. Statistična analiza vključuje proces zbiranja in vrednotenja podatkov in nato povzemanje podatkov v matematično obliko. Statistika se uporablja v različnih disciplinah,

kot so psihologija, poslovanje, fizične in družbene vede, humanistične vede, vlada in proizvodnja. Statistični podatki se zbirajo z uporabo vzorčnega postopka ali druge metode. Pri analizi podatkov se uporabljata dve vrsti statističnih metod: opisna statistika in prediktivna statistika. Opisna statistika se uporablja za sinopsise podatkov iz vzorca, ki izvaja srednjo vrednost ali standardno deviacijo. Kadar se podatki obravnavajo kot podrazred specifične populacije, se uporabljajo prediktivne statistike.

### 1.3 Najpomembnejši rezultati tega članka

V tem članku bomo predstavili statistične lastnosti javnega potniškega omrežja v mestni občini Novo mesto in njihov vpliv na ekonomske, zdravstvene in družbene lastnosti v regiji Novo mesto.

## 2 PREDSTAVITEV GONM IN METODOLOGIJA

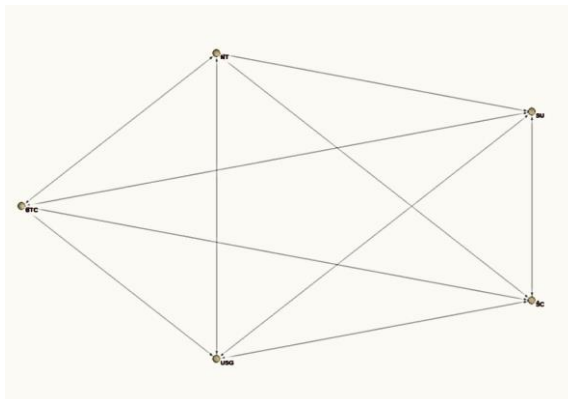
### 2.1 Predstavitev GONM

GONM je avtomatski sistem za izposajo koles v mestni občini Novo mesto. Sistem omogoča enostavno izposajo in vožnjo s kolesi, ki so trenutno na voljo na 14 postajah. Za izposajo kolesa je treba imeti ustrezno kartico in biti registriran. S kartico nato na enem izmed postajališč prevzamete kolo ter ga oddate na istem ali drugem postajališču. Pred prvo uporabo se je treba registrirati. Izpolniti morate prijavnico, ki jo lahko dobite v Turistično informacijskem centru – TIC Novo mesto na Glavnem trgu 11. Skupno je v uporabi 70 koles, ki jih je mogoče prevzeti in oddati na petih (leta 2018) postajališčih:

1. Novi trg (NT)
2. Ulica Slavka Gruma (USG)
3. BTC center Bršljin (BTC)
4. Ločna – Seidlova cesta (SU)
5. Šolski center Novo mesto (ŠC)



Slika 1: Prostor za izposajo koles, vir: <https://www.dnevnik.si/1042880002>

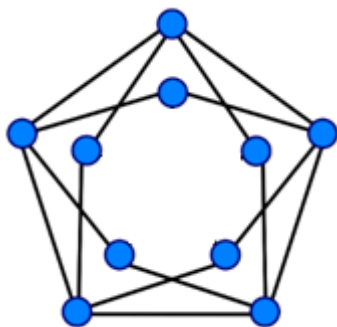


Slika 2: Omrežje 5 različnih lokacij prvih 5 postaj za izposajo koles.

### 2.2 Metodologija

V različnih člankih [4–6] so različni avtorji raziskovali vpliv različnih atributov na izbiro kolesarske poti, kot so dolžina ali čas potovanja, gradient, obstoj kolesarskega objekta, na primer kolesarske steze, križišča, starost in izkušnje kolesarja ter obseg prometa. Večina kolesarjev izbere kolo zaradi najkrajše poti. V nekaterih primerih bi najkrajša pot kolesarja do cilja morala prečkati železniško progo ali druge ovire, ki bi se jim kolesarji raje izognili. Drugi članek [7] predvideva, da se večina kolesarjev poda na pot na krajši razdalji ali pa se izogibajo razlikam v razredu. Včasih so tovrstno modeliranje proučevali skupaj s prometom za pešce. MONM je začela izvajati projekt izposoje koles. Tak postopek načrtovanja mestnega prometa pogosto obravnava kolesa in pešce kot sistem potniškega omrežja. Zato je treba razviti metodologijo za oceno in analizo povpraševanja po izposoji koles. S pomočjo teorije omrežij bomo analizirali topološke lastnosti različnih kolesarskih omrežij. Primerjali bomo časovne grafe v časovnem intervalu od 7. do 19. ure. S pomočjo statističnih metod bomo analizirali časovne grafe izposoje koles. Uporabili bomo vrtilne tabele. To raziskavo je mogoče uporabiti za načrtovanje omrežij kolesarskih cest. Podatki iz raziskave kolesarjenja MONM se uporabljajo za proučevanje ekonomskih, zdravstvenih in družbenih lastnosti v regiji Novo mesto.

Graf  $G = (V(G), E(G))$  sestavlja neprazna množica elementov, ki jih imenujemo točke ali vozlišča grafa, in seznam (neurejenih) parov teh elementov, ki jih imenujemo povezave grafa.



Slika 3: Graf 10 točk in 20 povezav.

### 2.3 Opis uporabljenih podatkov

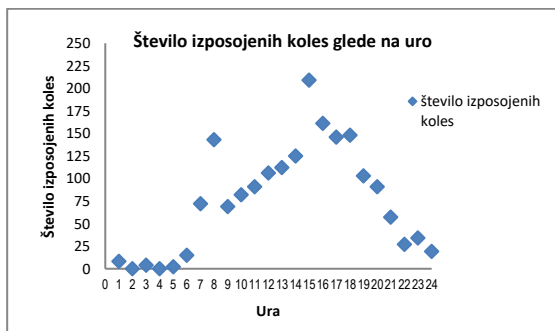
Podatke za obdelavo smo dobili od mestne občine Novo mesto. Imamo 5 različnih lokacij: Novi trg (NT), Ulica Slavka Gruma (USG), BTC center Bršljin (BTC), Ločna – Seidlova cesta (SU) in Šolski center Novo mesto (ŠC). Na teh 5 različnih lokacijah smo dobili podatke za izposajo in vrnitev koles za vsako možno postajo za leto 2018.

## 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

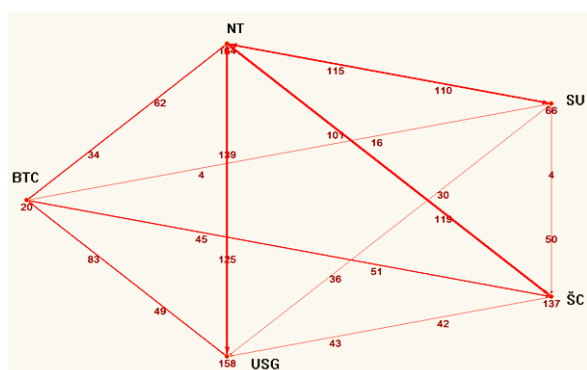
Raziskali smo, kako se statistično spreminja izposoja koles na 5 različnih lokacijah v mestni občini Novo mesto. Tabela 1 prikazuje število izposojenih koles glede na mesto vrnitve. Slika 4 prikazuje število izposojenih koles glede na uro. Slika 5 prikazuje omrežje izposoje in vrnitve koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni v tednu.

Tabela 1: Število izposojenih koles glede na mesto vrnitve.

Vsota	BTC	NT	SU	ŠC	USG
BTC	20	62	16	51	49
NT	34	164	110	119	125
SU	4	115	66	50	36
ŠC	45	101	4	137	43
USG	83	139	30	42	158



Slika 4: Število izposojenih koles glede na uro.



Slika 5: Omrežje izposoje in vrnitve koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

Grafi [1–7] v prilogi prikazujejo omrežje izposoje in vrnitve koles glede na 5 različnih lokacij za posamezni dan v tednu. Graf omrežja smo zapisali v obliki matrike (tabela 2–8).

Tabela 2: Matrika ponedeljek.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	3	9	3	10	9
NT	7	26	21	19	17
USG	0	16	12	11	7
SU	6	20	2	9	6
ŠC	19	23	8	9	23

Tabela 3: Matrika torek.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	3	13	3	7	6
NT	6	23	23	20	26
USG	1	24	7	10	7
SU	10	17	0	13	7
ŠC	13	28	1	12	30

Tabela 4: Matrika sredo.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	4	9	1	11	6
NT	5	26	19	38	25
USG	0	15	16	13	8
SU	10	25	0	30	8
ŠC	14	22	9	9	30

Tabela 5: Matrika četrtek.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	4	11	6	5	7
NT	7	19	21	22	23
USG	1	27	6	8	6
SU	4	19	1	23	11
ŠC	12	33	3	2	17

Tabela 6: Matrika petek.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	2	14	2	9	4
NT	4	50	21	14	21
USG	2	17	5	7	5
SU	9	14	1	24	6
ŠC	12	22	4	3	16

Tabela 7: Matrika sobota.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	3	4	1	9	10
NT	5	11	0	5	5
USG	0	11	12	1	2
SU	5	3	0	20	3
ŠC	9	5	2	3	24

Tabela 8: Matrika nedelja.

→	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	1	2	0	0	7
NT	0	9	5	1	8
USG	0	5	8	0	1
SU	1	3	0	18	2
ŠC	4	6	3	4	18

Spodnje tabele prikazujejo statistične lastnosti omrežij izposoje koles za vseh 7 dni.

Tabela 9: Standardni odklon izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

standardni odklon	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	1.0690	4.4507	1.9760	3.7733	2
NT	2.4102	13.550	9.2143	12.165	8.3352
USG	0.7867	7.4354	3.9940	4.9473	2.6726
SU	3.4086	8.4824	0.7867	7.0440	3.0237
ŠC	4.5981	10.574	3.0394	3.9157	5.8837

Tabela 10: Povprečje izposoje in vrnitve koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

povprečje	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	2.8571	8.857	2.285	7.285	7
NT	4.8571	23.42	15.71	17	17.85
USG	0.5714	16.42	9.428	7.142	5.142
SU	6.4285	14.42	0.571	19.57	6.142
ŠC	11.857	19.85	4.285	6	22.57

Tabela 11: Največ izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

povprečje	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	2.85714	8.8571	2.2857	7.2857	7
NT	4.85714	23.428	15.714	17	17.857
USG	0.57142	16.428	9.4285	7.1428	5.1428
SU	6.42857	14.428	0.5714	19.571	6.1428
ŠC	11.8571	19.857	4.2857	6	22.571

Tabela 12: Najmanj izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

min	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	1	2	0	0	4
NT	0	9	0	1	5
USG	0	5	5	0	1
SU	1	3	0	9	2
ŠC	4	5	1	2	16

Tabela 13: Mediana izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

mediana	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	3	9	2	9	7
NT	5	23	21	19	21
USG	0	16	8	8	6
SU	6	17	0	20	6

Tabela 14: Varianca izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni.

mediana	BTC	NT	USG	SU	ŠC
BTC	1.142857	19.80952	3.904762	14.2381	4
NT	5.809524	183.619	84.90476	148	69.47619
USG	0.619048	55.28571	15.95238	24.47619	7.142857
SU	11.61905	71.95238	0.619048	49.61905	9.142857

Tabela 15: Število izposojenih koles glede na dan v tednu.

dan	Število izposojenih koles
P	295
T	310
S	335
Č	287
P	288
S	153
N	107

Največ izposoje koles ob ponedeljkih je bilo na relaciji NT–NT (26), najmanj pa na relaciji USG–BTC (0). V torek je bila največja frekvenca izposoje na relaciji ŠC–ŠC(30), najmanjša pa na pa relaciji SU–USG (0). Največ izposoje koles v sredo je bilo na relaciji NT–SU (38), najmanj pa na relaciji USG–BTC (0) in SU–USG(0). V četrtek je bila največja frekvenca izposoje na relaciji ŠC–NT (33), najmanj pa na relaciji USG–BTC (0) in SU–USG (0). Največ izposoje koles v petek je bilo na relaciji NT–NT (50), najmanj pa na relaciji SU–USG (0). V soboto je bila največja frekvenca izposoje na relaciji ŠC–ŠC (24), najmanj pa na relacijah USG–BTC (0), NT–USG (0) in SU–USG (0). Največ izposoje koles v nedeljo je bilo na relaciji ŠC–ŠC (18) in SU–SU (18), najmanj pa na relacijah NT–BTC (0), USG–BTC (0), BTC–USG (0), SU–USG (0), BTC–SU (0) in USG–SU (0). Število izposojenih koles na dan se giblje med 107 in 335.

Iz zgornjih tabel lahko razberemo, kje so postaje z največjo izposojajo koles in kje z najmanjšo. Iz teh podatkov lahko potem predvidimo, v kakšnem razmerju razporediti število koles. Na postajah, kjer je največje število izposoje koles, je treba povečati število koles; kjer je število najmanjše, pa je treba število koles zmanjšati. Iz tabel lahko razberemo, kje oziroma na katerih lokacijah so kolesa 0, kar pomeni, da ni izposoje koles, in kateri dan v tednu. Povsem pričakovani rezultat je, da bosta sobota in nedelja manj obremenjeni z izposojajo koles. Najbolj obremenjena lokacija ob koncu tedna je v okolici šole, torej relacija ŠC–ŠC, v soboto pa SU–SU (kar pomeni, da je to lokacija, kjer se mladostniki največ zadržujejo), kar tudi pove analiza. Iz tega lahko sklepamo, kje bo največja verjetnost, da bo prisoten otrok/mladostnik, ki si je izposodil kolo (na relaciji ŠC–ŠC ali SU–SU). Vemo tudi, kje lahko pričakujemo, da se bo izvajal kriminal (prodaja drog, marihuana ipd.).

Iz tabele 9 lahko razberemo, da ima največji odklon izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni relacija NT–NT, 13.55061, najmanjši pa relaciji USG–BTC in SU–USG, 0.786796. Tabela 10 nam pove, povprečno koliko koles je bilo izposojenih in vrnjenih glede na 5 različnih lokacij za vse dni. Iz tabele 11 in 12 lahko vidimo, da ima najvišje vrednosti relacija NT–NT, razen pri minimumu. Najnižje vrednosti

statističnih vrednosti pa ima relacija SU–USG. Tabela 13 predstavlja mediano izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni. Najvišja je na relacijah NT–NT in ŠC–ŠC, 23, najmanjša pa na relacijah USG–BTC in SU–USG, 0. V tabeli 14 imamo varianco izposojenih in vrnjenih koles glede na 5 različnih lokacij za vse dni, najvišja je na relaciji NT–NT, najnižja pa na relaciji USG–BTC. V tabeli 15 vidimo, da je bilo največ koles izposojenih v sredo (335), najmanj pa v nedeljo (107).

Zelene in rdeče številke predstavljajo ekstremne vrednosti. Iz podatkov je mogoče ugotoviti, na katerih lokacijah imamo večje in na katerih manjše povpraševanje po izposoji koles. Iz statistične analize je razvidno, kje povečati število koles in kje jih zmanjšati. Z drugimi besedami, analiza pove, kako kvantitativno prerazporediti kolesa, da bomo imeli na postaji dovolj koles za izposajo. Da ne bo na nekaterih postajah premalo in na nekaterih preveč koles.

V mestih, kjer je kolesarjenje že dobro sprejeto, lahko ideja doda še en dragocen element za promocijo in uporabo kolesa. Kolesarjenje dokazano pozitivno vpliva na zdravje in povečuje varnost prometa za kolesarje s kritično maso uporabnikov na cestah. Prioritete potniškega prometa s kolesi so naslednje:

#### Socialne ugodnosti

- Izboljšanje prometnih razmer in preusmeritev na javna prevozna sredstva v primerjavi z osebnim avtomobilom.
- Zmanjšanje časa potovanja z zagotavljanjem prometnih informacij v realnem času.
- Zmanjšanje onesnaženosti okolja.
- Izboljšanje varnosti v cestnem prometu.
- Spodbujanje sodelovanja med lokalnimi javnimi in zasebnimi organi.
- Promocija kulture in zgodovine udeležbe na različnih lokacijah.
- Enake možnosti za razvoj z e-promocijo za vsa komercialna podjetja.

#### Gospodarske ugodnosti

- Zmanjšan vpliv emisij na okolje.
- Zmanjšana poraba energije.
- Povečano in podprto živahno gospodarstvo.
- Povečano zadovoljstvo uporabnikov in skupnosti.
- Povečana zmogljivost tehnologije in tako pomoč skupnosti, da zadovolji svoje potrebe.
- Usklajevanje storitev javnega prevoza z informacijskimi storitvami, zagotovljenimi v objektih za izmenjavo.
- Učinkovito izkoriščanje mestnega prostora, hkrati pa izboljšanje podobe mestnega območja in spodbujanje razvoja lokalnih podjetij.

### Finančne ugodnosti

- Povečanje turističnega povpraševanja.
- Krepitev lokalnega gospodarstva s turizmom in trgovino.
- Boljše usklajevanje naložb za razvoj turističnih storitev v skladu s posebnimi zahtevami, ki jih bodo zabeležili uporabniki platforme.

## 4 ZAKLJUČEK

V tem članku smo predstavili statistične lastnosti javnega potniškega omrežja v mestni občini Novo mesto. Uporaba koles pomeni zmanjšanje števila vozil na cestah, ki zmanjša prometne zastoje, znižuje hitrost vožnje (bolj tekoči promet) in pomembno zmanjša tudi onesnaževanje ozračja, kar pomeni manj bolezni dihal, ekonomskih izgub zaradi odsotnosti z dela zaradi bolezni, izdatkov za zdravstveno varstvo ter večjo privlačnost mestnega središča zaradi izboljšane kakovosti življenja v mestih in zmanjšanja porabljene energije. Hribovita topografija v celotnem središču mesta je lahko ovira pri uvajanju, vendar se lahko odpravi z uporabo koles z dodatnim električnim pogonom. Zdi se, da podnebje nima tako pomembne vloge, saj so se uspešni programi izvajali pod različnimi podnebnimi pogoji. Ustvariti je treba ugodne okvirne pogoje za mestno kolesarjenje: javna kolesa so lahko odpirajoča vrata za spodbujanje mestnega kolesarjenja. Vendar pa ljudje uporabljajo kolo le, če je to varen, priročen in hiter način potovanja. Zato so samo mesta z minimalno in varno kolesarsko infrastrukturo ter celostna strategija za spodbujanje kolesarjenja dobri okvirni pogoji za izvajanje sheme javnih koles. To vključuje ukrepe, kot so umirjanje prometa, vzpostavitev kolesarske mreže ter varno parkiranje, informacije, trženje in izobraževanje.

Priporočljivo je začeti shemo javnih koles spomladi ali zgodaj poleti, ko ljudje uživajo v lepem vremenu in najverjetneje kolesarijo. Lokacije, kjer je v središču mesta mogoče najti javna kolesa, morajo biti enostavno dosegljive, da jih uporabnik najde. Lokacija javnih koles mora biti dobro načrtovana glede na pričakovano povpraševanje. Obstoječi primeri kažejo, da izposoja koles uporabnikov čez dan pogosto vodi v neenakomerno porazdelitev koles po celotnem mestu. V tem primeru je potrebna ponovna distribucija koles za zagotovitev njihove razpoložljivosti, saj se s tem izognemo frustraciji uporabnikov, ki ne najdejo kolesa oziroma ne morejo kolesa zapustiti pri polnih stojalih. Javna kolesa morajo biti na voljo na spletni strani pomembne postaje javnega prevoza. To omogoča kombinirano uporabo koles in storitve javnega prevoza ter povečuje privlačnost sistema.

## ZAHVALA

Naložbo sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj.

## LITERATURA

- [1] Buehler, R. & Pucher, J. (2009) Sustainable Transport Freiburg: Lessons from Germany's Environmental Capital, *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol 5, pp. 42–70.
- [2] Buehler, R. & Pucher, J. (2011) Sustainable Transport in Freiburg: Lessons from Germany's Environmental Capital. *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 5, pp.43–70.
- [3] Carse, A., Goodman, A., Mackett, R. L., Panter, J. & Ogilvie, D. (2013) The factors influencing car use in a cycle-friendly city: the case of Cambridge, *Journal of Transport Geography*, Vol. 28, pp. 67–74.
- [4] Delmelle, E. M. & Cahill Delmelle, E. (2012) Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment, *Transport Policy*, Vol. 21, pp. 1–9.
- [5] Emanuel, M. (2012) Trafikslag på undantag – Cykeltrafiken i Stockholm 1930–1980.
- [6] Heinen, E., van Wee, B. & Maat, K. (2009) Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature, *Transport Reviews*, Vol. 30(1), pp. 59–96.
- [7] Heinen, E., Maat, K. & van Wee, B. (2013) The effect of work-related factors on the bicycle commute mode choice in the Netherlands, *Transportation*, Vol. 40, pp. 23–43.

**Matej Babič** je doktoriral diplomiral iz računalništva in informatike na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerze v Mariboru. Diplomiral je na enopredmetni matematiki na Pedagoški fakulteti v Mariboru. Trenutno je zaposlen kot docent na fakulteti za informacijske študije, Novo mesto. Njegovo raziskovalno področje je fraktalna geometrija, teorija grafov, omrežja, inteligentni sistemi, hibridno strojno učenje, topografija robotsko lasersko kaljenih materialov in javni potniški promet.

**Janez Povh** je raziskovalec na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani in do leta 2014 dekan Fakultete za informacijske študije v Novem mestu. Diplomiral je leta 1998 na Fakulteti za matematiko in fiziko (Oddelek za Uporabna matematika). Leta 2002 je na isti fakulteti zagovarjal tudi magistrsko nalogo, in leta 2008 dobil tudi doktorsko disertacijo z naslovom *Prijava polovičnega pomena ter kopozitivno programiranje in kombinatorna optimizacija*. Trenutno se ukvarja z razvoj novih metod v matematični optimizaciji, ki temeljijo na intenzivni uporabi superračunalnikov. Vodi tudi raziskovalno skupino Fakultete za strojništvo Inženiring na projektu širjenja biomedicinskih podatkov z nenegativno matriko faktorizacije. Sodeluje tudi pri projektih H2020 PRACE-5IP, EXDCI in v podonavskem projektu InnoHPC. Je soavtor upravljanja spletnega tečaja (MOOC) Veliki podatki z R in Hadoop.