

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Geodezija,  
smer Prostorska informatika

Kandidat:

**Janez Rom**

# **Analiza dostopnosti do javnih dejavnosti z javnimi prevoznimi sredstvi**

**Diplomska naloga št.: 759**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Anton Prosen

**Somentor:**

asist. dr. Marjan Čeh

Ljubljana, 4. 7. 2008

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **JANEZ ROM** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z  
naslovom: »**ANALIZA DOSTOPNOSTI DO JAVNIH DEJAVNOSTI Z JAVNIMI  
PREVOZNIMI SREDSTVI**«.

Celje, 21.06.2008

**BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 656.131/.132:711.7(043.2)
- Avtor:** Janez Rom
- Mentor:** izr. prof. dr. Anton Prosen
- Naslov:** Analiza dostopnosti do javnih dejavnosti z javnimi prevoznimi sredstvi
- Obseg in oprema:** 91 strani, 18 preglednic, 35 slik, 4 grafikonov
- Ključne besede:** dostopnost, javne dejavnosti, javna prevozna sredstva, GIS modeliranje, teselacija, mrežna analiza

**Izvodček**

Diplomsko delo obravnava dostopnost do javnih dejavnosti v občinskem središču z javnimi prevoznimi sredstvi. Analizo dostopnosti smo izvedli na območju občin v okolici mesta Maribor. Na podlagi baze avtobusnih voznih redov (AVRIS) in evidence hišnih števil (EHIŠ) smo analizirali prebivalce občin z dvema konkurenčnima modeloma dostopnosti: določitev najbližjih sosedstev z Voronoi diagrami omejenih z evklidskimi razdaljami in določitev najbližjih sosedstev z mrežno analizo storitvenih območij. Prvi model je zasnovan le na evklidskih razdaljah med prebivalci in avtobusnimi postajami, drugi pa upošteva razdalje v cestni mreži. Modela smo primerjali med seboj in izbrali kot boljšega model mrežnih storitvenih območij za prikaz območij in stopenj dostopnosti v občinah, ker predstavlja bolj stvaren pristop k modeliranju prostora. Rezultati analize so pokazali, da ima 80,2 % prebivalcev obravnavanih občin dostop do javnih storitev z avtobusnim prometom. Ostalih 19,8 % prebivalcev se nahaja izven storitvenih območij mreže avtobusnih postaj, torej so preveč oddaljeni, da bi lahko za dostop uporabljali avtobus in so primorani uporabljati osebna prevozna sredstva ali pešačiti dlje kot en kilometer do avtobusne postaje. Če želimo povečati delež uporabnikov javnega potniškega prometa, je potrebno odgovornim zagotoviti potrebne informacije za sprejemanje odločitev v reformiranju javnega potniškega prometa v Sloveniji. Te informacije je možno pridobiti z razširitvijo analize dostopnosti na vse vrste javnega potniškega prometa in vključitvijo analize migracij prebivalcev. Tako bi izvedeli od kod in kam ljudje pogosto potujejo in s tem katere povezave bi bilo potrebno razvijati.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 656.131/.132:711.7(043.2)  
**Author:** Janez Rom  
**Supervisor:** izr. prof. dr. Anton Prosen  
**Title:** Accessibility analysis of public services by public transportation network  
**Notes:** 91 pages, 18 tables, 35 figures, 4 graphs  
**Key words:** accessibility, public services, public transportation, GIS modelling, Tessellation, network analysis

### **Abstract**

The present work focuses on accessibility of public services by public transportation network. We analysed the accessibility in municipalities in the area of town Maribor. With the bus timetable database and house number database we were able to analyse the residents' accessibility using two rival models: nearest neighbourhood modeled by Voronoi diagram limited by acceptable walking distance and nearest neighbourhood modeled by service area within road network. The first model is based on the use of Euclidean distances between the residents and bus stops, while the second model uses distances travelled in the road network. We compared and selected the service area model as the better model, because it represents a more accurate approach to modeling of space to display areas and degree of accessibility. The results have shown that 80,2 % of residents in the analysed municipalities have access to public services by public transportation. The rest 19,8 % of residents live outside of these service areas of bus stops network, so they are too far from public transportation and have to use personal transport means or walk over a kilometer to a bus stop. If we want to increase the share of public transport users, we have to provide the policy makers the information they need to make descisions in the reform of public transport in Slovenia. We are able to accuire these information with an expansion of accessibility analysis to all modes of public transport and including resident migrations analysis. That way we would know from where, where to and how often people travel and with that which routes are in need of improvement.

## **ZAHVALA**

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Antonu Proseni, somentorici viš. pred. dr. Almi Zavodnik Lamovšek in somentorju asist. dr. Marjanu Čehu.

Zahvalil bi se tudi svojim staršema za pomoč in podporo skozi vsa leta študija ter puncici Katji za vzpodbudo pri pisanju diplomske naloge.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Področje obravnave</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Namen raziskave</b>	<b>1</b>
<b>1.3</b>	<b>Cilji raziskave</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PREGLED OBSTOJEČE LITERATURE</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Dostopnost do avtobusnih postajališč</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>GIS modeliranje dostopnosti do storitev kvartarnega sektorja po državnem cestnem omrežju</b>	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>Vpliv dostopnosti do avtobusnih postajališč na odločitev potnikov o transportnem sredstvu v RS</b>	<b>8</b>
<b>2.4</b>	<b>Uporaba GIS za merjenje učinkov storitvenega območja in frekvence vstopanja potnikov na avtobusnih postajah</b>	<b>9</b>
<b>2.5</b>	<b>GIS podpora pri analizi tokov potnikov</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIJA</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Osnovni parametri analize</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Uporabljena GIS orodja</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Vmesna gravitacijska središča</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Vmesna gravitacijska središča Mestne občine Maribor</b>	<b>27</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Vmesna gravitacijska središča ostalih občin</b>	<b>28</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Vmesna gravitacijska središča v celotni FUA Maribor</b>	<b>38</b>
<b>3.4</b>	<b>Gravitacijska območja</b>	<b>41</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Določitev najbližjih sosedstev z Voronoi diagrami (mreženje v 2D)</b>	<b>42</b>

---

<b>3.4.2</b>	<b>Določitev najbližjih sosedstev z mrežno analizo storitvenih območij</b>	<b>43</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Primerjava modelov</b>	<b>45</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Rezultati primerjave</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI ANALIZE DOSTOPNOSTI</b>	<b>57</b>
<b>4.1</b>	<b>Mestna občina Maribor</b>	<b>58</b>
<b>4.2</b>	<b>Občina Duplek</b>	<b>63</b>
<b>4.3</b>	<b>Občine FUA Maribor</b>	<b>67</b>
<b>4.4</b>	<b>Funkcionalno urbano območje Maribor</b>	<b>73</b>
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>75</b>
<b>6</b>	<b>VIRI</b>	<b>77</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 3.1: Izračun povprečnega števila prehodov na postajo v MOM	28
Preglednica 3.2: Vrsta prevoza	29
Preglednica 3.3: Označba voznega reda	30
Preglednica 3.4: Del preglednice Prevozniki	30
Preglednica 3.5: Del preglednice Režimi	30
Preglednica 3.6: Dohodne postaje v občinah FUA Maribor	39
Preglednica 3.7: Podatki skupin gravitacijskih območij	46
Preglednica 3.8: Razmerja števila prebivalcev in površin gravitacijskih območij	47
Preglednica 3.9: Podatki za posamezne postaje	49
Preglednica 3.10: Korelacijski koeficienti	53
Preglednica 3.11: Podatki za postaji Dogoše GD in V. Zimica	54
Preglednica 4.1: Rezultati analize MOM	59
Preglednica 4.2: Rezultati po postajah v občini Duplek	63
Preglednica 4.3: Rezultati analize občine Duplek	65
Preglednica 4.4: Podatki občin FUA Maribor	67
Preglednica 4.5: Prebivalci po stopnjah dostopnosti v občinah FUA Maribor	69
Preglednica 4.6: Porazdelitev potnikov v občinah FUA Maribor	71
Preglednica 4.7: Rezultati analize za FUA Maribor	74



## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 3.1: Podatki dohodnih postaj po občinah	40
Grafikon 3.2: Razmerja števila prebivalcev in površin gravitacijskih območij	48
Grafikon 3.3: Razlika prebivalcev med modeloma	51
Grafikon 4.1: Porazdelitev potnikov	72

## KAZALO SLIK

Slika 3.1: Procesni diagram celotne analize	12
Slika 3.2: FUA Maribor z občinami, stavbe in gravitacijska središča (sedeži občin in postaje MPP Maribor)	15
Slika 3.3: Železniško omrežje na območju Slovenije	18
Slika 3.4: Postaje MPP ter primestne in medkrajevne avtobusne postaje	19
Slika 3.5: Procesni diagram določitve vmesnih gravitacijskih središč	26
Slika 3.6: Del preglednice Vožnje	31
Slika 3.7: Del preglednice Vožnje_ID	32
Slika 3.8: Del preglednice Vožnje_opisi	32
Slika 3.9: Del preglednice Vožnje_opisi_ID	33
Slika 3.10: Del preglednice Join_ID	34
Slika 3.11: Del preglednice Sp_Duplek_ID	35
Slika 3.12: Del preglednice Vožnje_dohodne	36
Slika 3.13: Del preglednice Postaje_dohodne	37
Slika 3.14: Prikaz postaje izven občine z gravitacijskim območjem znotraj občine	37
Slika 3.15: Dohodne postaje v občini Duplek	38
Slika 3.16: Dohodne postaje za vse občine v FUA Maribor	39
Slika 3.17: Procesni diagram določitve gravitacijskih območij	42
Slika 3.18: Najbližja sosedstva avtobusnih postaj izvedena z omejenimi Voronoi diagrami	43
Slika 3.19: Najbližja sosedstva izvedena z mrežno analizo storitvenih območij	44
Slika 3.20: Elementi za primerjavo modelov	45
Slika 3.21: Razlika med modeloma	47
Slika 3.22: Razlika med modeloma na posameznih postajah v občini Duplek	49
Slika 3.23: Razlika na postaji Zg. Duplek pri križu	52
Slika 3.24: Razlika med postajama Dogoše GD in V. Zimica	54
Slika 4.1: Procesni diagram pridobitve rezultatov analize	58
Slika 4.2: Rezultati analize MOM	59

---

Slika 4.3: Razlika med MPP in primestnim ali medkrajevnim potniškim prometom v MOM	61
Slika 4.4: Odhodne postaje primestnega in medkrajevnega avtobusa iz AP Maribor	62
Slika 4.5: Gostota prebivalcev v občini Duplek	64
Slika 4.6: Rezultati analize občine Duplek	65
Slika 4.7: Primer akumulacijskega toka potencialnih potnikov	66
Slika 4.8: Rezultati analize občin FUA Maribor	68
Slika 4.9: Število prebivalcev po stopnji dostopnosti	70
Slika 4.10: Delež prebivalcev z dostopom	71
Slika 4.11: Gostota prebivalcev v FUA Maribor	73

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AVRIS	Avtobusni VoznoRedni Informacijski Sistem
EHIŠ	Evidenca hišnih števil
ESPON	European Spatial Planning Observation Network
FUA	Functional urban area (funkcionalno urbano območje)
GIS	Geografski informacijski sistem
JPP	Javni potniški promet
MOM	Mestna občina Maribor
MPP	Mestni prevoz potnikov
MSO	Mrežna storitvena območja
OVD	Omejeni Voronoi diagrami



## **1 UVOD**

Dostopnost je pojem s širokim pomenom, ki si ga lahko razlagamo na različne načine. Z razvojem geografskih informacijskih sistemov (v nadaljevanju GIS), so se nam odprle nove možnosti preučevanja dostopnosti v prostoru. S sodobnimi GIS orodji lahko ustvarimo modele za analizo dostopnosti, s katerimi lahko dobimo zelo stvarno predstavo o dogajanju v prostoru.

GIS okolje nam omogoča izdelavo različnih modelov dostopnosti. Temo te naloge smo izbrali, ker je primerjava modelov dokaj neraziskano področje GIS. Želeli smo preučiti lastnosti teh modelov in jih uporabiti za predstavitev stvarne slike na primeru dostopnosti z javnim potniškim prometom (v nadaljevanju JPP). Z razvojem metodologije za analizo dostopnosti na vzorčnem primeru smo želeli poenostaviti nadaljnje delo na področju cele Slovenije in prispevati širši analizi vloge manjših in srednje velikih mest v Sloveniji in razviti orodje, ki bi omogočalo analizo dostopnosti tudi na drugih področjih.

### **1.1 Področje obravnave**

V diplomski nalogi smo obravnavali dostopnost prebivalcev občin funkcionalnega urbanega območja (v nadaljevanju FUA) Maribor do javnih dejavnosti (kvartarne dejavnosti v občinskih središčih, kot so uprava, šolstvo, zdravstvo, komunalne in poštna storitve ter kultura) z JPP. Izbrali smo avtobus kot najbolj pogosto in najbolj uporabljeno sredstvo JPP. Pri tem smo primerjali dva različna GIS pristopa modeliranja gravitacijskih območij avtobusnih postaj. Eden izhaja iz mrežne analize cestnega omrežja in določitve storitvenih območij izbranih postaj. Drugi temelji na določanju najbližjega sosedstva s teselacijo (mreženjem) oziroma s konstrukcijo Voronoi diagramov. Diagrame smo omejili z evklidskimi razdaljami za enakovredno primerjavo obeh modelov.

### **1.2 Namen raziskave**

Glavni namen te raziskave je razvoj metodologije za analizo dostopnosti z javnim potniškim prometom za vso Slovenijo in širše. Razvoj metodologije je potekal v GIS okolju s standardnimi orodji in postopki programskega paketa ArcGIS. Postopke, ki smo jih uporabili,

je mogoče tudi avtomatizirati. Ukvarjali smo se z vzorcem sedemnajstih občin v okolici mesta Maribor in razvili metodologijo za analizo dostopnosti ostalih občin v Sloveniji. Pripravlja pa se tudi že nova raziskava na temo avtomatizacije postopkov, ki nam bo olajšala nadaljno delo. Metodologijo smo razvijali z namenom preučevanja enega izmed možnih vidikov vloge majhnih in srednje velikih mest v urbanem območju Slovenije.

### 1.3 Cilji raziskave

Želeli smo kvantitativno predstaviti dostopnost prebivalcev do javnih dejavnosti – odgovoriti na tri osnovna vprašanja o dostopnosti:

1. Koliko prebivalcev ima dostop do javnih dejavnosti (količina potencialnih uporabnikov)?
2. Kako pogosto se lahko pripeljejo do javnih dejavnosti z avtobusom (frekvenca dostopa)?
3. Od kod se lahko pripeljejo (gravitacijsko območje)?

Pokazati smo hoteli razliko med dvema konkurenčnima modeloma – razliko v površini gravitacijskih območij, ki jih določata in razliko v številu prebivalcev, ki se v njih nahajajo.

Ta dva modela sta:

- Model določanja omejenih Voronoi diagramov (v nadaljevanju OVD) in
- model določanja mrežnih storitvenih območij (v nadaljevanju MSO).

Prikazati smo želeli akumulacijski tok potencialnih potnikov, ki ponazarja zbiranje potnikov (akumulacijo) na avtobusnem prevozu do gravitacijskega središča. V FUA Maribor smo hoteli primerjati občine in prikazati razlike med njimi. Predstaviti smo hoteli tudi agregirane rezultate občin FUA Maribor z namenom primerjave te razvojne regije z ostalimi v Sloveniji in Evropi. Pri obravnavi Mestne občine Maribor (v nadaljevanju MOM) smo želeli ugotoviti razliko od nemestnih občin in če bi bilo potrebno, razviti posebno metodologijo za analizo dostopnosti v mestnih občinah.

Prikazati smo hoteli tudi skupine prebivalstva po stopnji dostopa:

- pešaški dostop do javnih dejavnosti

Rom, J. 2008. Analiza dostopnosti do javnih dejavnosti z javnimi prevoznimi sredstvi.  
Dipl. nal. - UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za geodezijo, Prostorska smer.

---

- dostop do javnih dejavnosti z JPP
- brez možnosti dostopa do javnih storitev z JPP

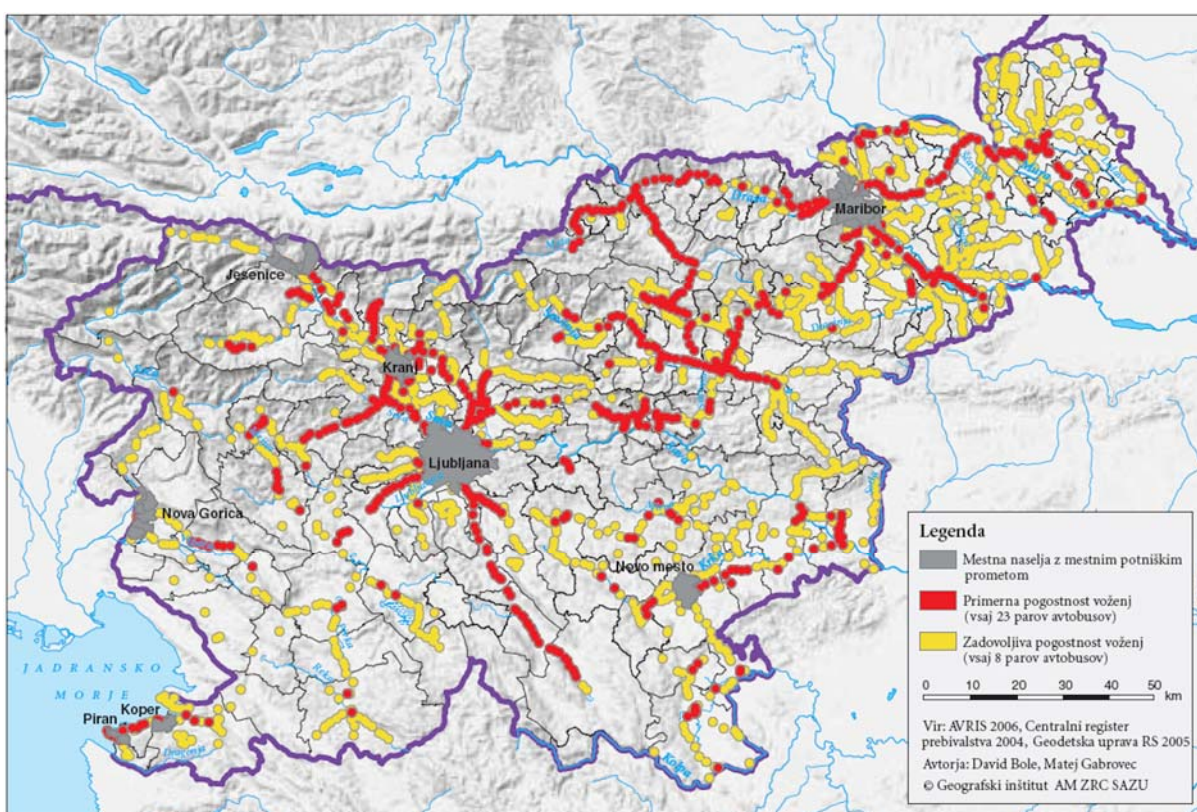




## 2 PREGLED OBSTOJEČE LITERATURE

### 2.1 Dostopnost do avtobusnih postajališč

Gabrovec in Bole (2006) v članku o dostopnosti do avtobusnih postajališč so prikazujeta metode, uporabljene pri izdelavi standardov dostopnosti do linijskega avtobusnega potniškega prometa. Opisala sta način določevanja kakovosti standardov glede na velikosti naselij in števila dnevni vozačev (delavcev in šolarjev). Oblikovala sta štiri scenarije, opredeljene s številom voženj na postajališčih. Prikazala sta metode analize prostorske dostopnosti do postajališč po tisočmetrskih in petstometrskih obročih oddaljenosti. Predstavljena je tudi analiza časovnih značilnosti na postajališčih glede na tri referenčne datume (delavnik, delavnik v času šolskih počitnic in nedelja), ki prikaže dobro, zadovoljivo in nezadovoljivo pogostnost voženj na avtobusnih postajališčih.



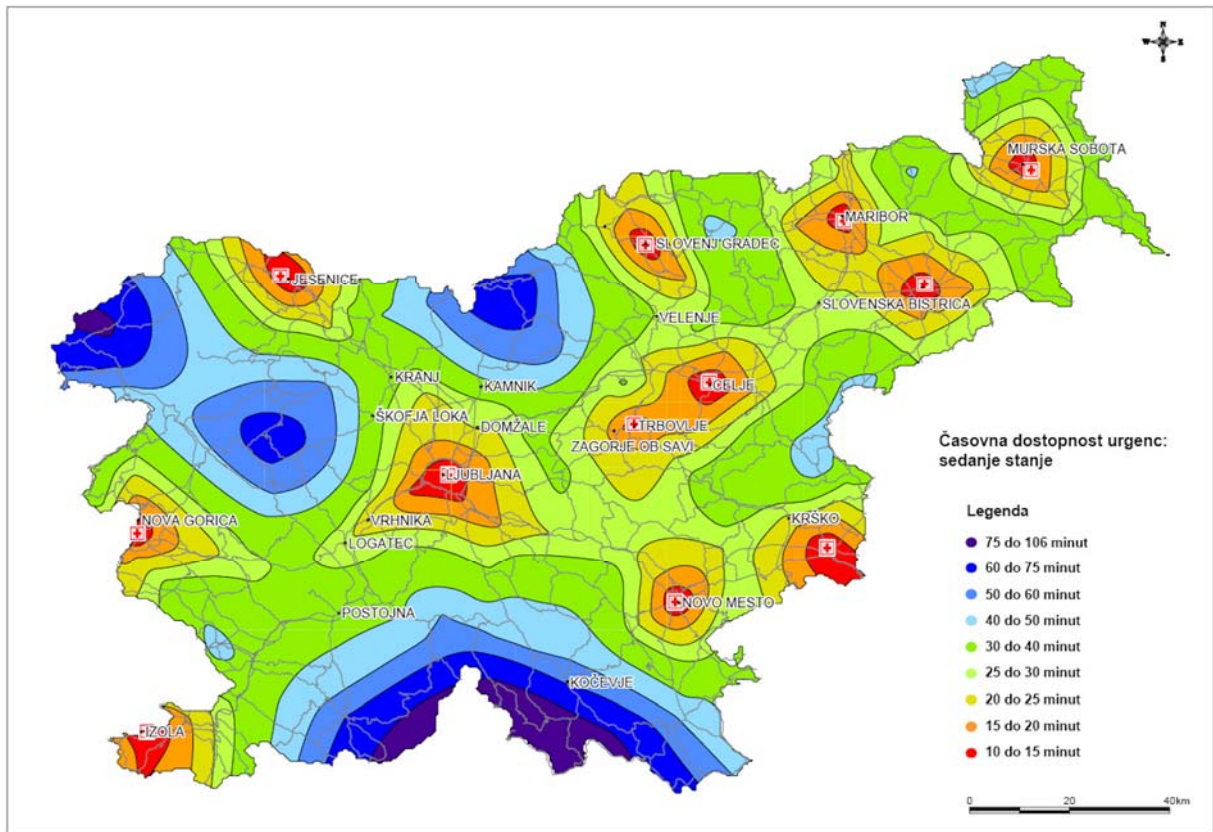
Dostopnost do avtobusnih postajališč (Gabrovec, Bole, 2006)

Avtorja sta prišla do ugotovitve, da v zadnjem desetletju beležimo v Sloveniji zelo močan upad uporabe JPP. Upad je še posebno izrazit v javnem medkrajevnem avtobusnem prometu,

saj se je število prepeljanih potnikov med letoma 1995 in 2004 zmanjšalo za 65 %. Zmanjšanju števila potnikov je sledilo tudi slabšanje ponudbe javnih prevozov (seveda velja tudi obratno: potniki so opuščali uporabo JPP zaradi preslabe ponudbe). Avtobusni prevozniki so v zadnjih letih svojo ponudbo praktično povsem prilagodili potnikom, ki nimajo druge izbire prevoza. Analiza dostopnosti, ki je upoštevala oddaljenost do avtobusnih postajališč in pogostnost voženj, je pokazala, da je omrežje avtobusnih linij ustrezno razvejano, da ima 77 % prebivalcev zadovoljive povezave v dneh šolskega pouka in da je ponudba precej slabša v času šolskih počitnic, ob sobotah in nedeljah pa je za večino prebivalcev ponudba kljub nizko postavljenemu standardu nezadostna. Z uporabo obstoječih baz podatkov in geografskega informacijskega sistema lahko učinkovito analiziramo dostopnost do postajališč JPP. Uporabljena metoda nam seveda tudi omogoča analizo učinkovitosti načrtovanih sprememb voznih redov ali omrežja linij JPP.

## **2.2 GIS modeliranje dostopnosti do storitev kvartarnega sektorja po državnem cestnem omrežju**

Šetinc et al. (2006) so v članku predstavili modeliranje dostopnosti slovenskih krajev do storitev kvartarnega sektorja. Osnovo za analizo predstavlja mreža povezav občinskih centrov po državnem cestnem omrežju do storitev kvartarnega sektorja. Posamezne poti potekajo po različnih kategorijah cest z ocenjenimi operativnimi potovalnimi hitrostmi. Najkrajše poti med občinskimi centri in storitvenimi dejavnostmi so opredeljene z vidika časovne dostopnosti. Z GIS orodji so bile prostoru pripisane izolinije, ki opredeljujejo področja z enako časovno dostopnostjo do teh služb. Gravitacijska področja posamezne službe zajemajo občine, ki so določeni službi bližje kot katerikoli drugi. Gravitacija je opredeljena tudi z geografskimi atributi posamezne občine.

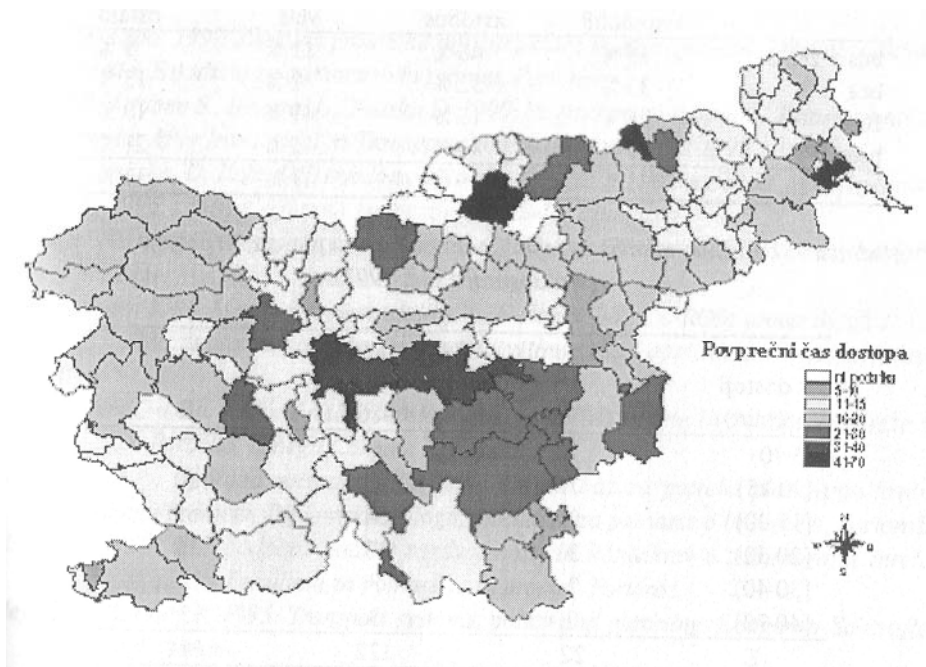


Časovna dostopnost do urgentnih služb, obstoječe stanje (Šetinc et al., 2006)

Z raziskavo so ugotovili, da obstoječa mreža urgentnih služb v splošnih bolnišnicah zelo dobro pokriva prostor in poselitev. Dostopnost manjšo od 50 minut ima kar 95 % prebivalcev Slovenije, 69 % prebivalcev pa je znotraj 30 minutne dostopnosti. Izvedba cestnega projekta, ki povezuje robne občine z osrednjo Slovenijo, pomembno izboljša dostopnost prebivalcev določenega področja do storitev urgentne službe. Učinek cestne povezave narašča do 50 minut. Dostopnost se izboljša za 4 % prebivalcev, ki imajo po obstoječi cestni mreži dostopnost do urgentnih služb do 50 minut. Potovalne navade prebivalstva na določenem prostoru so močno povezane z vprašanjem, kako ljudje izbirajo lokacije in čas za posamezne aktivnosti. Na to v veliki meri vplivajo razpoložljive prevozne možnosti ter cena teh storitev po eni strani, hkrati pa po drugi strani tudi velikost razpoložljivih sredstev in časa, ki je posamezniku na voljo.

### 2.3 Vpliv dostopnosti do avtobusnih postajališč na odločitev potnikov o transportnem sredstvu v RS

Prispevek Paliske et al. (2000) prikazuje GIS pristop k reševanju problemov vezanih na JPP. Analizirali so dostopnost do avtobusnih postajališč v Sloveniji in vpliv časov dostopa do avtobusnih postajališč na odločitev potnikov o izbiri transportnega sredstva. Ugotavljali so, če in v kolikšni meri vpliva dostopnost do kontaktnih točk v transportni mreži na izbiro transportne alternative.



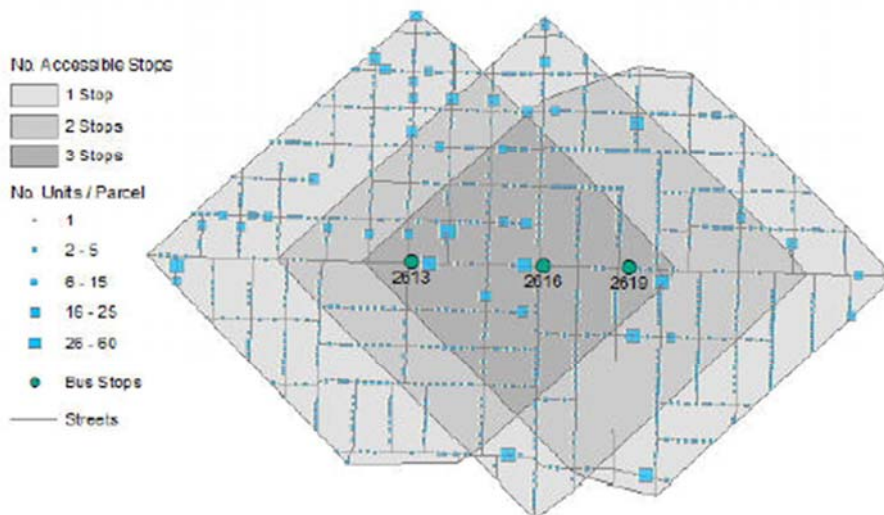
Povprečni časi dostopa po občinah (Paliska et al., 2000)

S pomočjo podatkov iz popisa prebivalstva, ki zajema tudi delež potnikov, ki se dejansko vozijo z avtobusom po občinah, statističnih analiz in testov ter prostorskih analiz so zaključili, da dostopnost do avtobusnih postaj ne vpliva značilno na odločitev potnikov o transportni alternativni. Možnosti, ki jih nudijo posamezna transportna sredstva za dostop do željene lokacije, so različne in predvsem odvisne od cestne mreže. V primeru uporabe javnih potniških sredstev pa so odvisne tudi od kontaktnih točk, ki predstavljajo lokacijo stika s potnikom. Ugotovili so, da je v Sloveniji dostopnost do avtobusnih postajališč dobra, predvsem pa je zanimiva ugotovitev, da sama dostopnost nima vpliva na odločitev potnika o transportnem sredstvu. Ugotovitev ne preseneča, če pomislimo, da nam bližina avtobusnega postajališča sama po sebi ne zagotovi dostopa do avtobusa, in tudi če, je vprašanje kakšna je s

tem avtobusom dostopnost do končne željene lokacije. Iz tega izhaja, da je pravilen pristop preučevanja dostopnosti in s tem strukture rabe transportnih sredstev le, ko obravnavamo vse dejavnike dostopnosti skupaj.

#### 2.4 Uporaba GIS za merjenje učinkov storitvenega območja in frekvenca vstopanja potnikov na avtobusnih postajah

Kimpel et al. (2006) so v študiji (angl. Using GIS to Measure the Effects of Service Area and Frequency on Passenger Boardings at Bus Stops) preučevali učinke prekrivajočih se storitvenih območij avtobusnih postaj na povpraševanje po avtobusnem prevozu. Sestavili so model, ki ocenjuje vstopanje potnikov v jutranji konici. V modelu je bil potreben nadzor variacij v potencialnih zahtevah po prevozu, merjenih s številom stanovanjskih enot in njihovih lokacij. Vstopi so modelirani kor funkcija potencialnega povpraševanja po prevozu na stopnji posamezne avtobusne postaje. Za analizo prekrivajočih se storitvenih območij je bil uporabljen geografski informacijski sistem, s katerim so izmerili dostopnost posameznih parcel do posameznih postaj, v odnosu do drugih dostopnih postaj.



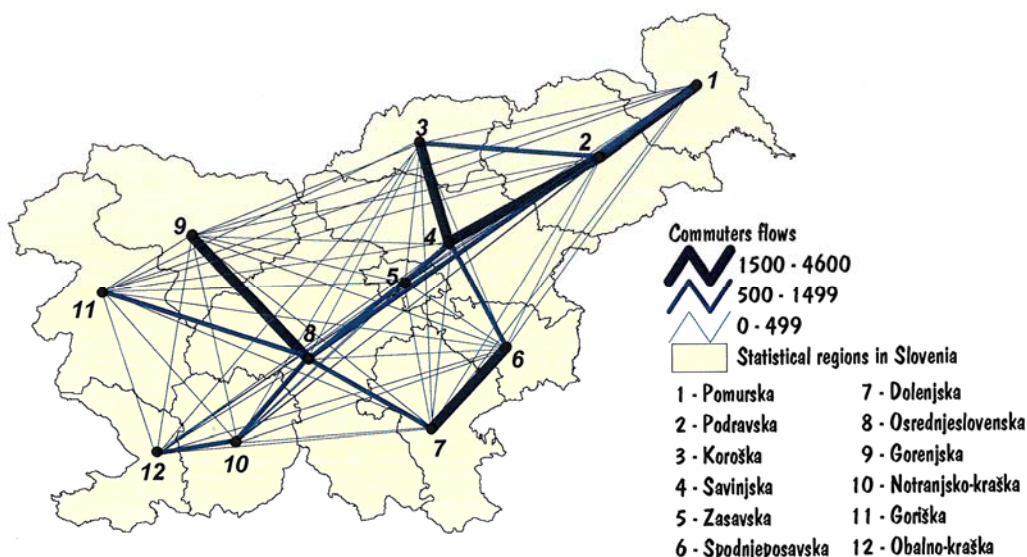
Prekrivajoča se storitvena območja postaj (Kimpel et al., 2006)

Iz baz podatkov avtobusnega prevoznika iz Portlanda, podatkov o parcelah in cestah so z mrežno analizo storitvenih območij avtobusnih postaj izračunali relacijo med številom

vstopov na avtobus in številom stavbnih enot, ki je uteženo s stopnjo dostopnosti. Izračunali so, da eni stavbni enoti pripada 0.0147 vstopov na avtobus v času jutranje konice.

## 2.5 GIS podpora pri analizi tokov potnikov

V prispevku (Drobne, Paliska, 1997) je razprava, kaj je GIS in kakšne vrste analiz podpirajo sodobni GIS paketi. Predstavljena je GIS aplikacija za analizo toka potnikov. Prvenstveno je aplikacija zasnovana kot orodje za poizvedbo za načrtovalce in odgovorne osebe v Ministrstvu za okolje in prostor. Vzpostavljena baza podatkov tokov potnikov pa lahko služi za razvoj GIS aplikacije v bolj zapleteno analitično orodje, ki bi omogočalo kompleksnejše analitične operacije v različnih dejavnostih.



Tokovi dnevnih migrantov med statističnimi regijami (Drobne, Paliska, 1997)

Analiza deležev dnevnih migrantov po vrsti prevoznega sredstva je pokazala, da je raba osebne avtomobile podobna za začetne in končne lokacije potovanj. Če v naselju začetne lokacije potovanja ni postaj javnega prevoza, se delež potnikov, ki uporabljajo osebne avtomobile ne poveča, ampak se poveča delež potnikov z drugimi načini prevoza (peš, kolo itd.). V naseljih začetne lokacije potovanja kjer se nahaja samo železniška postaja (ni pa avtobusne), je delež potnikov, ki uporablja vlak zelo velik, celo v primerjavi s potniki, ki uporabljajo osebne avtomobile. Če ima naselje končne lokacije potovanja avtobusno in železniško postajo, večina potnikov izbere avtobusni prevoz.

### 3 METODOLOGIJA

Metodologija je definirana kot:

- analiza principov metod, pravil in domnev uporabljenih v stroki,
- sistematična študija metod ki so, so lahko, ali so bile uporabljene v stroki ali
- posamezen postopek ali niz postopkov.

Pojem se nanaša več kot le na enostaven niz metod, ampak na racionalne in filozofske predpostavke, ki tvorijo osnovo posamezne študije (Wikipedia, 2008).

V orodju GIS tvorijo prostorske analize predvsem različne obdelave prostorskih podatkov. Rezultat takšnih analitičnih obdelav so lahko razna poizvedovanja in predstavitve opisnih in lokacijskih podatkov, številne predelave in pretvorbe podatkov, iskanje različnih povezav in vzorcev v prostorskih podatkih, modeliranje časovnih sprememb dela stvarnosti itd., kar vse omogoča ustrezno podporo pri prostorskih odločitvah in posegih v prostor. Prostorske analize morajo temeljiti na ustrezni metodologiji, ki omogoča zanesljivo pretvorbo prostorskih podatkov v prostorske informacije. Postopki prostorskih analiz lahko po obsegu variirajo od raznih poizvedovanj po prostorskih objektih do postopkovno zelo zapletenih analitičnih in statističnih obdelav.

Prostorske analize v sistemih GIS dejansko tvorijo postopek iskanja prostorskih vzorcev v podatkih ob hkratnem upoštevanju sestave in opredeljenih odnosov med prostorskimi pojavi. Uporabljene metode so lahko zelo preproste, denimo tematske predstavitve izbranih podatkov na izhodni napravi, ali pa so to ustrezno zapleteni postopki prostorskega modeliranja in časovnih simulacij, ki zahtevajo ustrezne obdelave številnih podatkovnih nizov.

Pomembnejše napotke za organizacijo in zaporedno izvajanje prostorskih analiz v sistemu GIS lahko strnemo z naslednjimi povzetki:

- opredelitev namena obdelave in analitičnih ciljev,
- razumevanje sestave, pomena, povezav in kakovosti razpoložljivih podatkovnih virov,
- izbira orodja, ustrezne metodologije in primerne analitičnega pristopa,
- primerna predstavitev analitičnih rezultatov in ocena njihove zanesljivosti (Šumrada, 2005).





- cilj potovanja (javne dejavnosti)
- način dostopa (peš ali avtobusni prevoz)

Nato smo na podlagi cilja potovanja in načina dostopa s pomočjo lokacij javnih dejavnosti in avtobusnih voznih redov določili vmesna gravitacijska središča, to so avtobusne postaje, s katerih je mogoč dostop do javnih dejavnosti.

Opomba: Podrobnejši opis tega postopka je opisan v poglavju 3.3.

Gravitacijska območja zgoraj omenjenih postaj smo določili z dvema modeloma, ki se pogosto uporabljata pri podobnih analizah. Pri modelu OVD smo upoštevali samo evklidske razdalje (t.j. zračne razdalje) med bivališči potencialnih potnikov in avtobusnimi postajami. Pri modelu MSO pa smo analizirali cestno mrežo in predvidevali, da prebivalci dostopajo do postaj po cestah, ne pa kar po najbližji poti (ravni liniji). Rezultate obeh modelov smo primerjali med seboj in kot primernejšega izbrali model MSO.

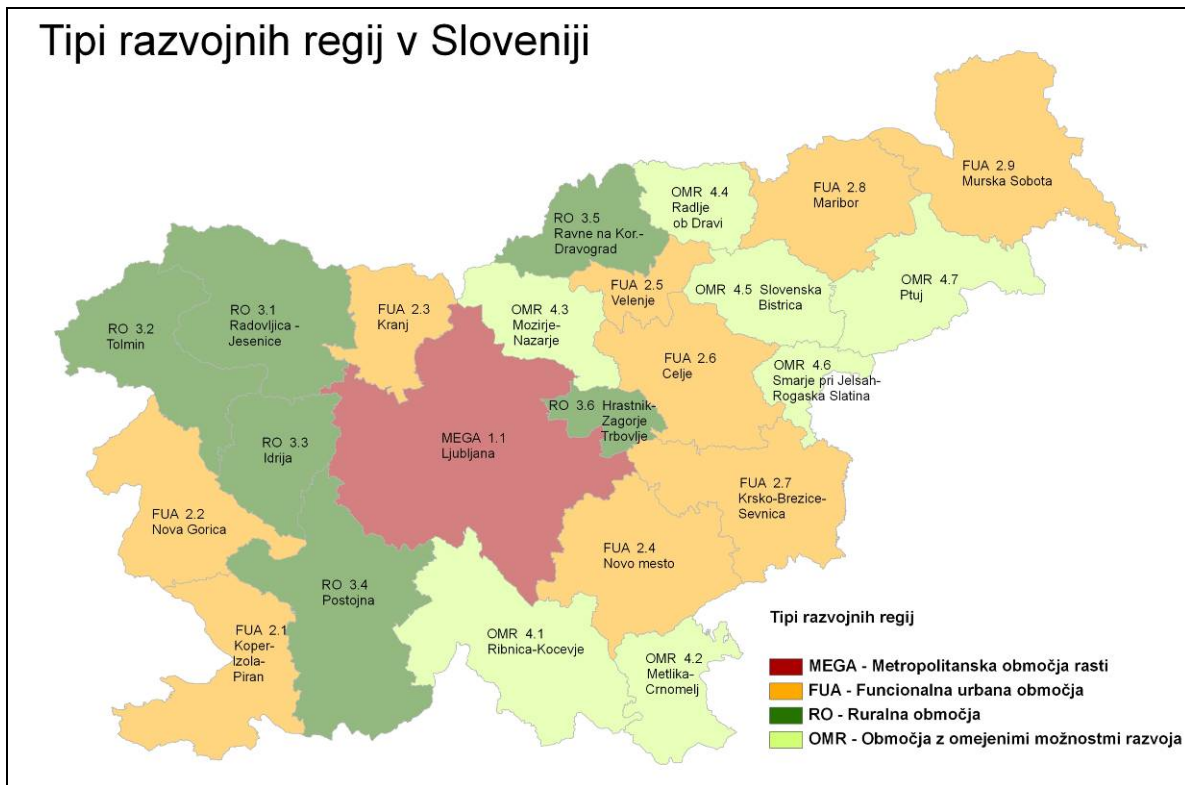
Opomba: Podrobnejši opis tega postopka je opisan v poglavju 3.4.

Rezultate analize dostopnosti z modelom MSO smo nato predstavili v poglavju 4, in sicer za MOM (kot predstavnico mestne občine) in občino Duplek (kot eno izmed ostalih občin) bolj podrobno, za vse obravnavane občine skupaj in nato še agregirane rezultate za celotno območje analize. Kot prikaz uporabnosti metodologije smo za MOM pokazali še primer obratne dostopnosti, t.j. prikaz vseh postaj po Sloveniji do katerih je mogoč dostop iz Avtobusne postaje Maribor in primer akumulacijskega toka potnikov na eni izmed voženj v občini Duplek.

### **3.1 Osnovni parametri analize**

*Območje analize:*

Obravnavali smo razvojno regijo Maribor, eno izmed funkcionalnih urbanih območij (angl. functional urban area – FUA) v Sloveniji, ki je bila opredeljena po programu ESPON. FUA je gradbena enota policentričnosti in je sestavljena iz urbanega jedra in območja okoli njega, ki je ekonomsko integrirano z njim, to je lokalni trg dela.



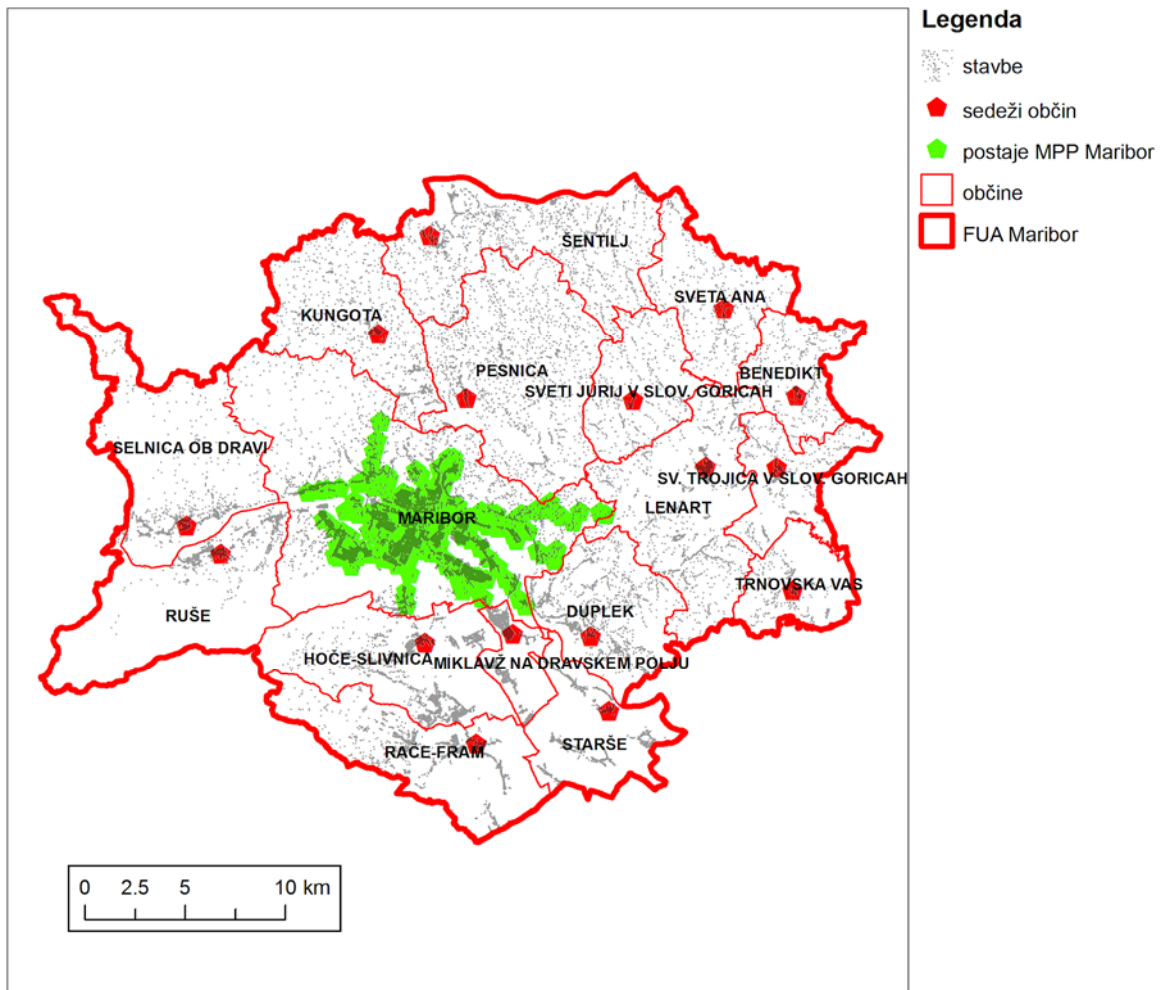
Tipologija razvojnih regij v Sloveniji (Zavodnik Lamovšek, 2007)

Kot pojasnjuje Zavodnik Lamovšek (2007), je tipologija razvojnih regij delno povzeta po programu ESPON, vendar so bila za Slovenijo opredeljena le območja MEGA – metropolitanska območja rasti in FUA – funkcionalna urbana območja. Ruralna območja (RO) in območja z omejenimi možnostmi razvoja (OMR) pa za Slovenijo niso bila določena po zgoraj navedeni enotni evropski metodologiji ampak s pomočjo območij s posebnimi razvojnimi problemi kot jih opredeljuje Zakon o spodbujanju skladnega regionalnega razvoja, in s pomočjo meril, ki jih določata Uredba o vrednosti meril za določitev območij s posebnimi razvojnimi problemi in določitvi občin, ki izpolnjujejo ta merila, ter Uredbo o pogojih in merilih za dodeljevanje spodbud, pomembnih za skladni regionalni razvoj.

FUA Maribor zajema sedemnajst občin (GURS, 2006): Benedikt, Duplek, Hoče – Slivnica, Kungota, Lenart, MOM, Miklavž na Dravskem polju, Pesnica, Rače – Fram, Ruše, Selnica ob Dravi, Starše, Sveta Ana, Sveta Trojica v Slovenskih goricah, Sveti Jurij v Slovenskih goricah, Šentilj in Trnovska vas.

Analizirali smo vsako občino posebej, ker smo predvidevali, da prebivalci občine dostopajo do javnih dejavnosti le v svoji občini, rezultate posameznih občin smo primerjali med sabo, nato pa smo vse rezultate združili v predstavitev celotne razvojne regije.

Za predstavitev rezultatov analize smo si izbrali MOM, občino Duplek kot eno izmed ostalih občin in celotno FUA Maribor.



Slika 3.2: FUA Maribor z občinami, stavbe in gravitacijska središča (sedeži občin in postaje MPP Maribor)

*Predmet analize:*

Analizirali smo prebivalce, ki stanujejo v občinah FUA Maribor. Stavbe, ki se nahajajo v posameznih občinah smo pridobili iz Evidence hišnih števil (EHIŠ), ki vsebuje tudi podatke o številu prebivalcev v posameznih stavbah (GURS, 2006). Problem je, da ljudje ponekod

živijo v odročnih krajih, nimajo osebnih prevoznih sredstev, javni prevozi pa so slabi in zato smo prebivalce razdelili v več skupin, glede na stopnjo dostopnosti, da bi ugotovili, kateri se nahajajo v nedostopnih območjih. Prebivalce, ki živijo v dostopnih območjih pa smo razdelili na tiste, ki se nahajajo v neposredni bližini gravitacijskih središč in ne uporabljajo JPP ampak dostopajo do njih peš in tiste, ki imajo za dostop na voljo JPP.

#### *Cilj potovanja:*

Želeli smo ugotoviti koliko prebivalcev ima dostop do javnih dejavnosti. Osredotočili smo se na sedeže občin, ki so občinska središča na lokalni ravni in ponujajo vrsto javnih storitev.

Ker so sedeži občin ponavadi v največjem naselju v občini, so primerna gravitacijska središča, saj se v teh naseljih nahaja tudi največ drugih javnih dejavnosti, do katerih prebivalci občine redno dostopajo.

Občina mora biti sposobna zadovoljevati potrebe in interese svojih prebivalcev in izpolnjevati druge naloge v skladu z zakonom. Šteje se, da je občina sposobna na svojem območju zadovoljevati potrebe in izpolnjevati svoje naloge, če so zagotovljeni naslednji pogoji:

- popolna osnovna šola;
- primarno zdravstveno varstvo občanov (zdravstveni dom ali zdravstvena postaja);
- komunalna opremljenost (oskrba s pitno vodo, odvajanje in čiščenje odpadnih voda, oskrba z električno energijo);
- poštne storitve;
- knjižnica (splošna ali šolska);
- prostori za upravno dejavnost lokalnih skupnosti. (Zakon o lokalni samoupravi, 2007).

Lokacije sedežev občin smo pridobili s pomočjo Telefonskega imenika Slovenije (TIS, 2007), kjer smo našli njihove poštne naslove in Naravovarstvenega atlasa (NVAtlas, 2007), kjer smo poštnim naslovom določili koordinate.

MOM smo obravnavali na drugačen način, kajti v njej so javne dejavnosti razpršene po celotnem območju mesta Maribor. Zato smo v tej občini kot gravitacijsko središče izbrali celotno območje mestnega avtobusnega prometa.



Javne storitve v delu mesta Maribor (MOM, 2007)

#### *Način dostopa:*

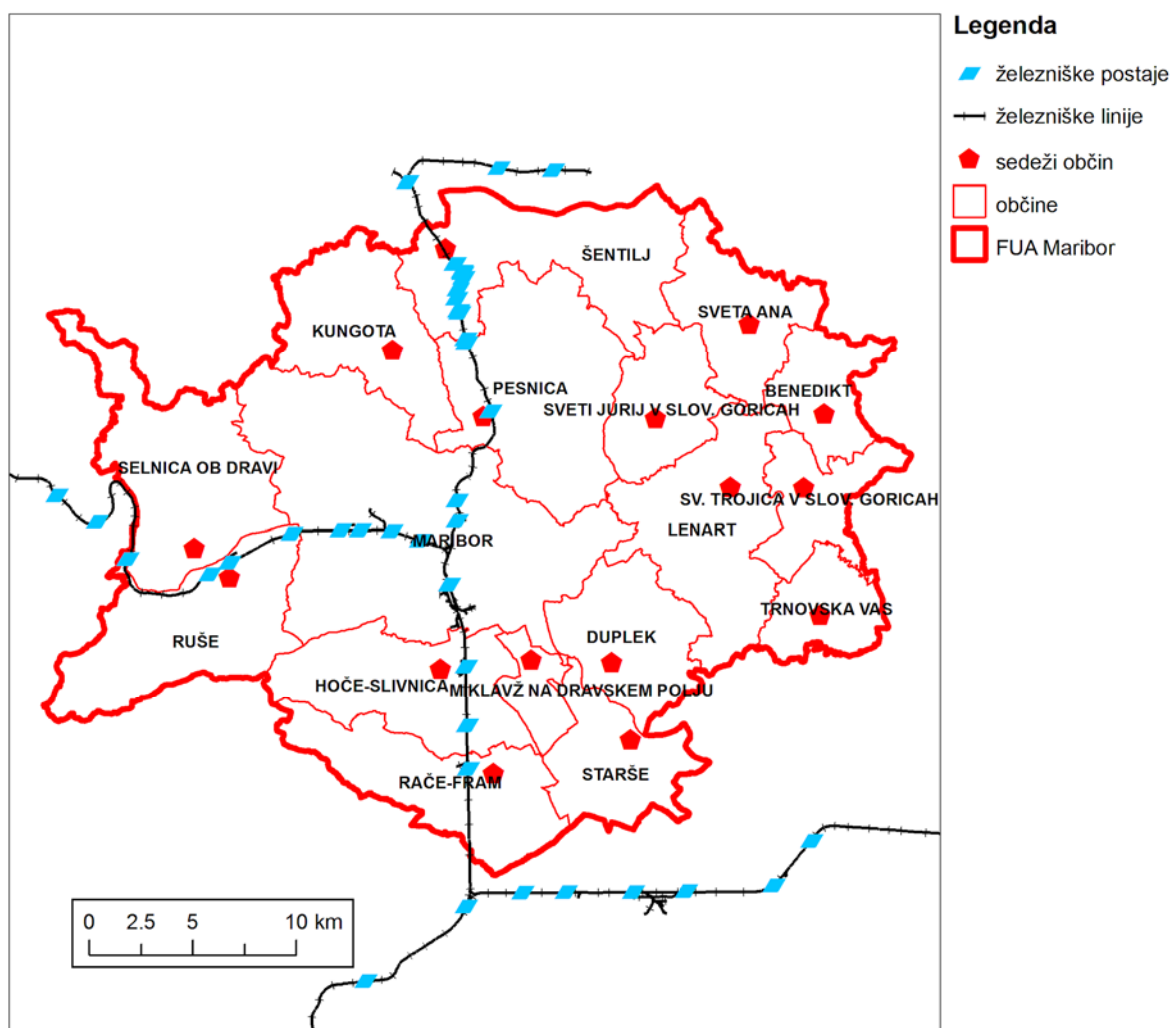
Izbrali smo JPP, ki je na voljo vsakomur.

V Sloveniji je JPP žal neintegriran. V bistvu delujejo trije ločeni podsistemi:

1. železniški promet (Agencija za železniški promet; izvaja javno podjetje Slovenske železnice),
2. primestni in medkrajevni avtobusni promet (Direkcija RS za ceste; izvaja 46 koncesionarjev) in
3. mestni avtobusni promet (občine na podlagi Zakona o lokalni samoupravi; izvajajo različni koncesionarji) (Lep, Blaž, 2005).

Na območju FUA Maribor je železniško omrežje premalo razvejano, da bi ga lahko uporabljali prebivalci za dostop do javnih dejavnosti v vseh občinah. Skozi Maribor potekajo le tri železniške linije:

1. Šentilj – Pragersko,
2. Maribor – Prevalje in
3. Maribor – Ormož (Slovenske Železnice, 2007).



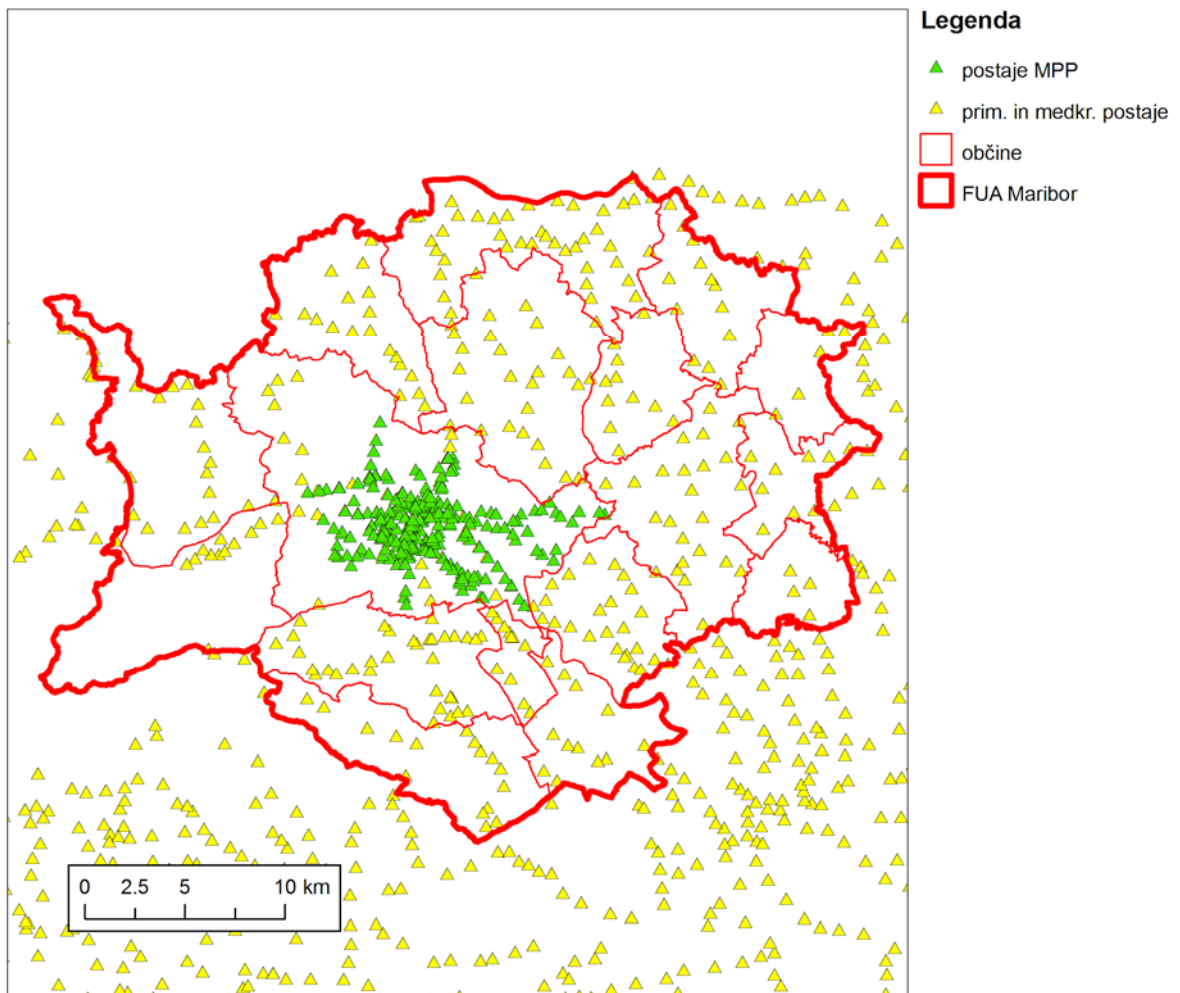
Slika 3.3: Železniško omrežje na območju Slovenije

Lep in Blaž sta v kratki analizi stanja položaja JPP v Sloveniji leta 2005 pokazala, da od 12 % dnevnih migrantov, kolikor jih uporablja JPP, le 1,6 % uporablja vlak, 10,4 % pa avtobus. Prav tako sta Drobne in Paliska (1997) v raziskavi ugotovila, da v krajih v Republiki Sloveniji, ki imajo kombinacijo avtobusne in železniške postaje, potniki kot način prevoza pogosteje izbirajo avtobus.

Zato smo za način dostopa prebivalcev do javnih dejavnosti izbrali primestni in medkrajevni avtobusni prevoz. Za analizo smo pridobili podatke o avtobusnih voznih redih, ki so zbrani v bazi avtobusnih voznih redov AVRIS (DRSC, 2007).

V MOM pa je mestni avtobusni promet veliko bolj pogost kot primestni ali medkrajevni, zato smo se odločili, da v tej občini analiziramo dostopnost z mestnim prevozom potnikov (v

nadaljevanju MPP). Podatke o tem avtobusnem sistemu nam je posredovala Služba za geografski informacijski sistem in obdelavo podatkov Mestne občine Maribor (MOM, 2007).



Slika 3.4: Postaje MPP ter primestne in medkrajevne avtobusne postaje

### 3.2 Uporabljen GIS orodja

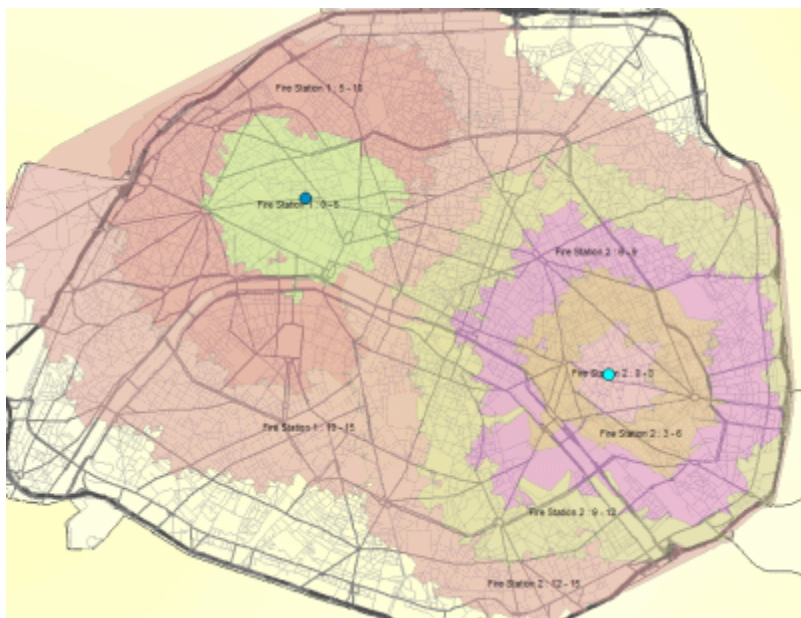
Pri analizi smo uporabili vrsto standardnih GIS orodij, ki se nahajajo v programskem paketu ArcInfo 9.2 družbe ESRI. V tem poglavju smo s pomočjo podatkov o programskem paketu opisali nekatera izmed pomembnejših (ESRI, 2007).

#### 1. Razširitev programa Network Analyst

Z ekstenzijo ArcGIS Network Analyst je mogoče poiskati storitvena območja okoli katerekoli lokacije v mreži. Prav tako je mogoče poiskati najboljšo (najhitrejšo, najkrajšo, najbolj



zanimivo) pot, odvisno od izbrane vrste upornosti mreže. Če je upornost razdalja, je najboljša pot najkrajša in podobno.

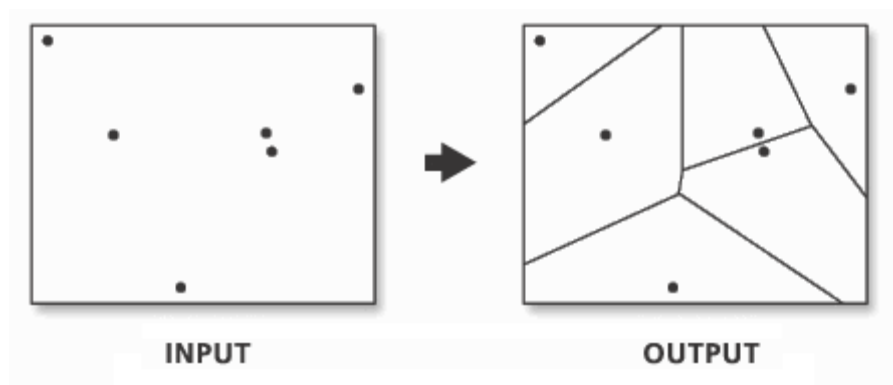


Primer MSO z različnimi razdaljami od gravitacijskega središča (ESRI, 2007)

Network analyst je razširitev programa s katero smo v poteku analize določili MSO in najboljšo pot s katero smo prikazali akumulacijski tok potnikov.

## 2. Orodje Create Thiessen Polygons

Na podlagi vhodnega sloja točk izriše Voronoi diagrame, ki imajo edinstveno lastnost, da vsak diagram vsebuje samo eno vhodno točko in vsaka točka v tem diagramu je bližja tej točki, kot katerikoli drugi vhodni točki.

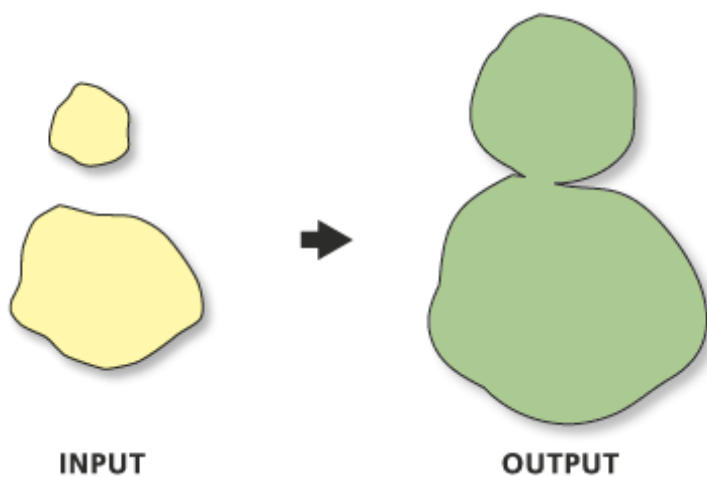


Prikaz delovanja orodja Create Thiessen Polygons (ESRI, 2007)

Uporabili smo ga za določevanje Voronoi diagramov avtobusnih postaj.

### 3. Orodje Buffer

Izriše območje, ki je za izbrano evklidsko razdaljo večje od vhodnega elementa. Če je vhodni element točka, orodje izriše krog, katerega središče predstavlja ta točka.

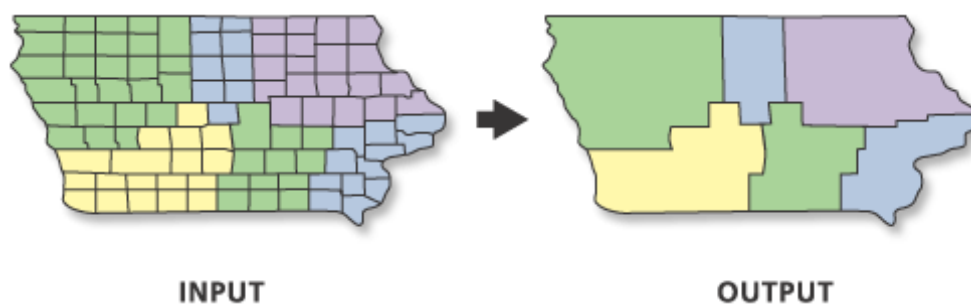


Prikaz delovanja orodja Buffer (ESRI, 2007)

Uporabili smo ga za omejevanje Voronoi diagramov z evklidskimi razdaljami in izbiro postaj na izbrani razdalji izven občin.

### 4. Orodje Dissolve

Agregira posamezne elemente v sloju na podlagi izbranih atributov.

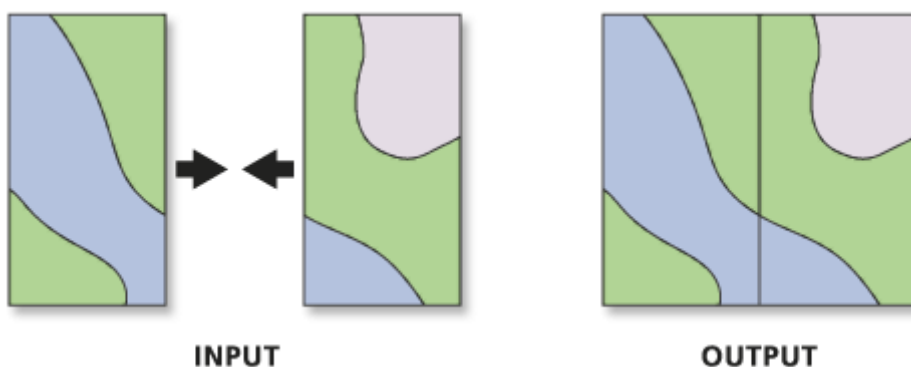


Prikaz delovanja orodja Dissolve (ESRI, 2007)

Uporabili smo ga pri spajanju vmesnih gravitacijskih območij (postaj) ene občine v skupno gravitacijsko območje te občine.

### 5. Orodje Merge

Združuje elemente več slojev na podlagi izbranih atributov v en sam sloj.

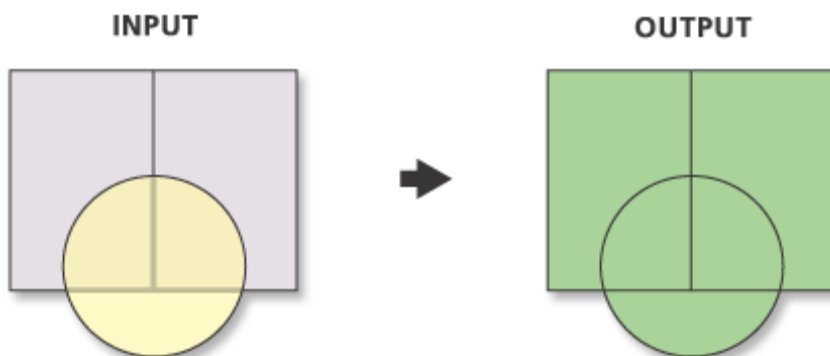


Prikaz delovanja orodja Merge (ESRI, 2007)

Uporabili smo ga pri združevanju gravitacijskih območij več občin z namenom prikazovanja skupin prebivalstva z dostopom do JPP v FUA Maribor.

### 6. Orodje Union

Izračuna geometrijsko unijo vseh vhodnih elementov več slojev.



Prikaz delovanja orodja Union (ESRI, 2007)

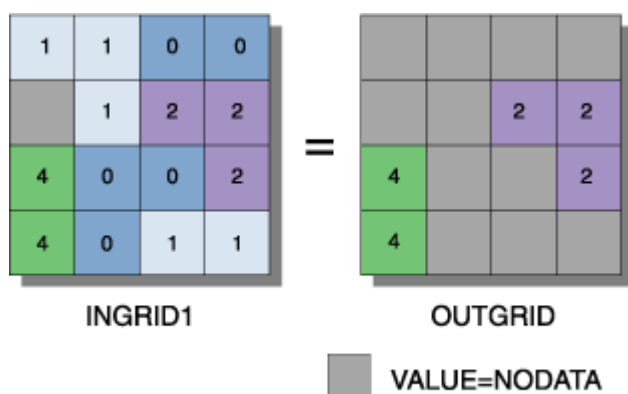
Uporabili smo ga za združevanje slojev občin in gravitacijskih območij ter slojev Voronoi diagramov in evklidskih razdalj avtobusnih postaj.

### 7. Orodje *Select by attributes*

Omogoča izbiro elementov glede na poljuben atribut. Izbira poteka s pomočjo SQL izrazov. Structured Query Language je jezik, s katerim lahko definiramo enega ali več kriterijev izbire, ki lahko vsebujejo attribute, operatorje in izračune. Na primer, če imamo preglednico strank in bi radi poiskali tiste, ki se ukvarjajo prevozom in so nam plačale več kot 5.000 denarnih enot. V tem primeru bi SQL izraz sestavili takole: Tip\_podjetja = 'prevozniško' AND Plačilo > 5000.

### 8. Orodje *Select by location*

Omogoča izbiro elementov glede na njihovo lokacijo relativno na elemente drugih slojev. Na primer, če bi radi izvedeli koliko stavb je bilo prizadetih ob poplavi izberemo vse stavbe znotraj območja poplave.



**Expression: SELECT(INGRID1, 'VALUE >= 2')**

Prikaz delovanja orodja Select (ESRI, 2007)

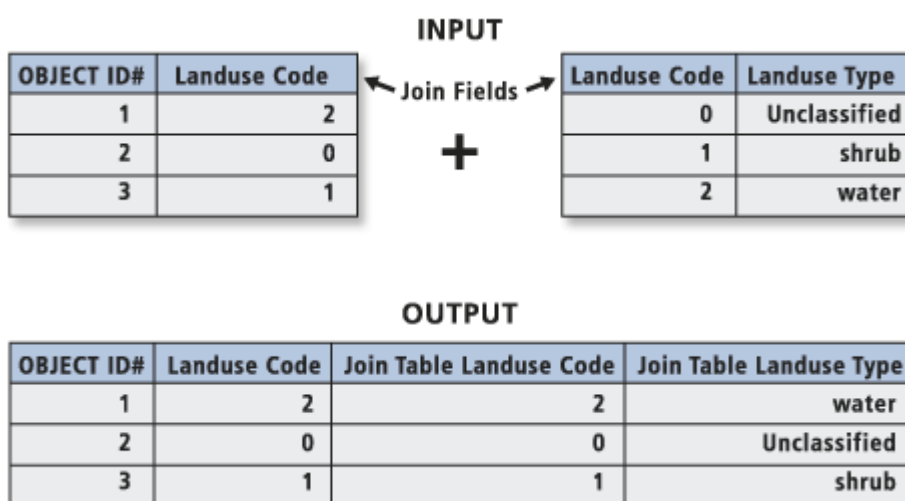
S kombinacijo teh poizvedb smo izvedli iskanje po tabelah baze avtobusnih vozniških redov za določanje dohodnih avtobusnih postaj, orodje Select by location pa za določanje delov območij v slojih, ki smo jih pridobili z orodjem Union (za določevanje delov gravitacijskih območij, ki se nahajajo v posameznih občinah (ne pa izven njih) ter za določanje delov Voronoi diagramov, ki se nahajajo znotraj evklidske razdalje).

### 9. Orodje *Join*

Združi dve preglednici, tako da pripne stolpce ene preglednice k drugi preglednici na podlagi skupnih atributov, če imata ti dve preglednici vsaj en skupen stolpec.

### 10. Orodje Spatial join

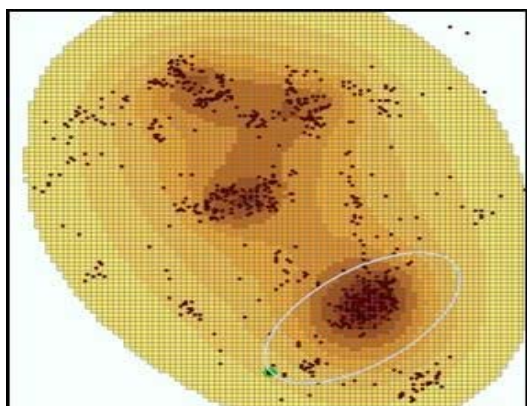
Združi dve preglednici, tako da pripne stolpce ene preglednice k drugi preglednici na podlagi lokacije elementov v slojih, ki jim te preglednice pripadajo. Ena možnost je, da pripne samo en stolpec (recimo sloju mej občin pripnemo imena občin, ki se nahajajo v sloju centroidov občin), druga možnost pa je, da pripne rezultat statističnega izračuna (vsota, povprečje, minimum, maksimum,...) vseh stolpcev (recimo sloju občin pripnemo vsoto vseh stolpcev sloja EHIŠ in s tem določimo število prebivalcev na občino).



Prikaz delovanja orodja Join (ESRI, 2007)

Orodji smo uporabljali za združevanje preglednic baze podatkov avtobusnih voznih redov in za določanje prebivalcev, ki se nahajajo v raznih območjih.

### 11. Orodje Kernel density



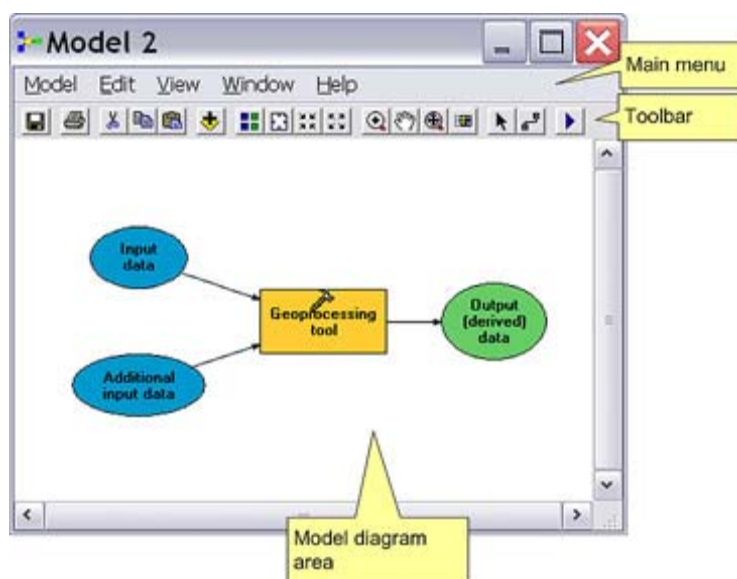
Izračuna gostoto elementov v soseščini teh elementov. Ima tudi možnost izračuna gostote atributa elementov.

Uporabili smo ga za prikaz gostote prebivalcev iz sloja EHIŠ.

Primer gostote elementov (Smith et al., 2007)

## 12. ModelBuilder

Geoprocesiranje je organizacijski vidik dela z GIS orodji, ki omogoča učinkovitejše delo pri analizah in obdelavah prostorskih podatkov. ModelBuilder je grafično okolje za oblikovanje in izvedbo geoprocesnih modelov ki vključuje sistemska orodja, skripte, druge modele in podatke.



Komponente aplikacije ModelBuilder (ESRI, 2007)

Ta aplikacija nam je bila v pomoč pri izgradnji procesnih modelov za enostavne, ponavljajoče se procese s katerimi smo si pospešili delo. Nismo gradili celotnega modela za avtomatizacijo analize, ker je bil glavni namen te raziskave razvoj metodologije.

### 3.3 Vmesna gravitacijska središča

Vmesna gravitacijska središča predstavljajo kontaktne točke prebivalcev z JPP, to so avtobusne postaje, preko katerih lahko prebivalci dostopajo do avtobusne mreže in naprej do končnega gravitacijskega središča. Po tej definiciji smo morali določiti vse postaje, katerih vožnje peljejo skozi postajo najbližjo občinskemu središču (dohodne postaje).

Vmesna gravitacijska središča smo določili z dvema različnima postopkoma, in sicer za MOM s podatki MPP (koraki tega postopka so v diagramu označeni z vijolično barvo, postopek sam pa je opisan v poglavju 3.3.1), za ostale občine pa smo jih določili s podatki

primestnega in medkrajevnega avtobusa (koraki tega postopka so označeni modro, opis pa se nahaja v poglavju 3.3.2).



Slika 3.5: Procesni diagram določitve vmesnih gravitacijskih središč

### 3.3.1 Vmesna gravitacijska središča Mestne občine Maribor

Dohodne postaje mestnega avtobusa v MOM smo določili s pomočjo vozniških redov avtobusnega prevoznika MPP (Veolia, 2007) in podatkov o lokaciji posameznih postaj in linij MPP.

Najprej smo izbrisali eno postajo v vseh primerih dvojnih postaj zaradi enakovredne primerjave mestnega in primestnega ali medkrajevnega JPP. Tako smo dobili lokacije dohodnih postaj v MOM.



Primer dvojnih postaj (Veolia, 2007)

Nato smo določili število postankov (postaj) in število prehodov avtobusov na delavnik v eno smer – samo dohodne vožnje (zopet zaradi primerjave različnih vrst JPP) za vsako linijo. S temi podatki smo izračunali povprečno število prehodov na postajo v MOM, pri tem pa smo upoštevali število postankov na linijo kot utež.

Izračunali smo, da utežena frekvenca znaša 30,50 prehodov na dan na postajo. V preglednici 3.1 vidimo tudi, da se le minimalno razlikuje od neutožene frekvence (30,67 prehodov), ker se število postankov na linijah razmeroma malo razlikuje od povprečja in s tem so tudi uteži v večini primerov blizu povprečni.



Preglednica 3.1: Izračun povprečnega števila prehodov na postajo v MOM

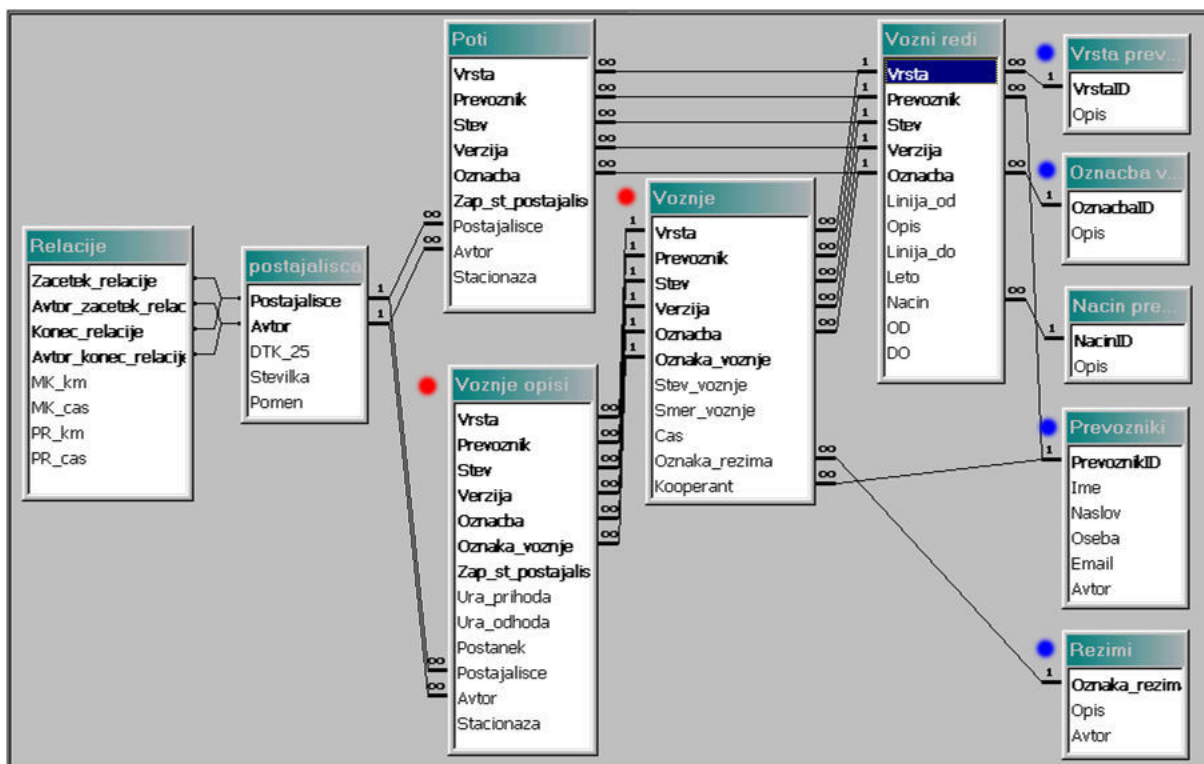
Linija	Število postankov	Utež ali delež vseh postankov (št. postankov linije / vsi postanki)	Frekvenca ali št. prehodov avtobusov na delavnik	Delež utežene frekvence (frekvenca * utež)
1	19	0.06	61	3.66
2	15	0.05	52	2.46
3	38	0.12	28	3.36
4	18	0.06	49	2.78
6	19	0.06	66	3.96
7	12	0.04	28	1.06
8	12	0.04	21	0.79
9	20	0.06	16	1.01
10	24	0.08	7	0.53
12 (obratno 3)	0	0.00	0	0.00
13	15	0.05	18	0.85
14	9	0.03	14	0.40
15	9	0.03	29	0.82
16	22	0.07	29	2.01
17	20	0.06	11	0.69
18	21	0.07	46	3.05
19	5	0.02	19	0.30
20	27	0.09	12	1.02
21	12	0.04	46	1.74
<b>Skupaj</b>	<b>317</b>	<b>1</b>	<b>552</b>	<b>30.50</b>
<b>Povprečje</b>	<b>17.61</b>	<b>0.06</b>	<b>30.67</b>	

### 3.3.2 Vmesna gravitacijska središča ostalih občin

Dohodne postaje primestnega in medkrajevnega avtobusa smo določili s pomočjo podatkovne baze AVRIS.

AVRIS je kratica za Avtobusni VoznoRedni Informacijski Sistem in je skupni projekt Centra za gradbeno informatiko (Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru) in Direkcije Republike Slovenije za ceste (Ministrstvo za promet). Namenjen je izvajalcem in upraviteljem javne službe linijskega prevoza potnikov v notranjem cestnem prometu. Iz podatkov, ki so jih priskrbeli avtobusni prevozniki iz celotne Slovenije, je bila vzpostavljena podatkovna baza avtobusnih voznih redov, t.i. AVRIS Register voznih redov (AVRIS, 2007).

### Struktura baze AVRIS:



Schema strukture podatkovne baze AVRIS (AVRIS, 2007)

V naši analizi smo uporabili preglednici *Vožnje* in *Vožnje opisi* (označeni z rdečimi pikami) ter štiri preglednice šifrantov (označeni z modrimi pikami - *Vrsta prevoza*, *Oznacba voznega reda*, *Prevozniki* in *Režimi*).

Preglednice iz skupine šifrantov vsebujejo šifrante, s katerimi so opisani podatki v ostalih preglednicah v podatkovni bazi.

Preglednica 3.2: Vrsta prevoza

VrstaID	Opis
MK	Medkrajevni
MN	Mednarodni
PR	Primestni

V tej preglednici se nahajajo šifranti vrste prevoza.

V naši raziskavi smo uporabili primestni prevoz, ki se nahaja v okolici mest ter medkrajevni prevoz, s katerim se prevažajo potniki med večjimi kraji, izločili pa smo mednarodni prevoz, saj smo analizirali le prevoze znotraj izbranih občin v Sloveniji.

Preglednica 3.3: Označba voznega reda

OznacbaID	Opis
0	Nespremenjen
N	Nov
R	Registriran
S	Spremenjen

Šifranti v tej preglednici označujejo vrsto voznega reda. Uporabili smo le tiste vozne rede, ki so registrirani, saj ostali še niso veljavni.

Preglednica 3.4: Del preglednice Prevozniki

PrevoznikID	Ime	Naslov
A01	Veolia Transport Dolenjska in Primorska d.d.	Kolodvorska 11, 6000 Koper
A03	INTEGRAL AP BREBUS d.o.o.	Cesta svobode 11 8250 Brežice
A07	INTEGRAL NOTRANJSKA d.o.o.	Čabranska 8, 1380 Cerknica
A09	INTEGRAL STOJNA d.o.o.	Reška cesta 1, 1330 Kočevje
A10	INTEGRAL AP TRŽIČ d.d.	Mlaka 4, 4290 Tržič
A11	INTEGRAL ZAGORJE d.o.o.	Cesta Zmage 4, 1410 Zagorje
A12	IZLETNIK AP d.d.	Aškerčeva 20, 3000 Celje
A13	Avtobusni prevozi Rižana d.o.o.	Rižana 35, 6271
A14	KAM - BUS d.d.	Perovo 30, 1241 Kamnik
A15	LJUBLJANSKI POTNIŠKI PROMET d.o.o.	Celovška 160, 1000 Ljubljana
A16	Veolia Transport Ljubljana d.d.	Središka 4, 1112 Ljubljana
A18	AVRIGO d.d.	Kidričeva 20, 5000 Nova Gorica

Celotna preglednica vsebuje 46 prevoznikov (podatek za leto 2007), v njej pa se nahajajo identifikatorji, imena in naslovi vseh prevoznikov, ki imajo koncesijo za opravljanje avtobusnih prevozov in ki polnijo in vnašajo spremembe voznih redov v bazo podatkov.

Preglednica 3.5: Del preglednice Režimi

Oznaka_rezima	Opis	Avtor
A01D*B1	Vozi ob delavnikih razen sobote, ne vozi ob lihih tednih	A01
A01D*B2	Vozi ob delavnikih razen sobote, ne vozi ob sodih tednih	A01
A01D*B4	Vozi ob delavnikih od ponedeljka do petka, ne vozi 8.12.	A01
A01DB2	Vozi ob delavnikih od ponedeljka do sobote, ne vozi 8.12.	A01
A01DŠP1	Vozi v času šolskih počitnic - območje izven LJ in MB od ponedeljka do sobote	A01
A01NPB6	Vozi ob nedeljah, praznikih in dela prostih dnevih od 25.6. do 31.8.	A01
A01PČŠB	Vozi v dneh šolskega pouka od ponedeljka do četrta - območje izven LJ in MB	A01
A01SNB1	Vozi ob sobotah, nedeljah in praznikih v času od 25.VI. do 31.VIII.	A01
A01SNB4	Vozi ob sobotah, nedeljah, praznikih in dela prostih dnevih od 1.9. do 30.6.	A01
A01SNB5	Vozi ob sobotah, nedeljah, praznikih in dela prostih dnevih od 1.7. do 31.8.	A01
A07SOA	Vozi ob sobotah. Ob praznikih ne vozi.	A07

Oznaka_rezima	Opis	Avtor
A09D*B1	Vozi ob delavnikih razen sobote, ne vozi od 25.06.do 31.08.in od 27.do 31.12.	A09
A09V+	Vozi vsak dan razen sobote	A09
A09V+B4	Vozi vsak dan, razen v juliju in avgustu, ko ne vozi ob NE in PR	A09
A09V+B5	Vozi vsak dan, razen sobote, ter julija in avgusta, ko ne vozi ob NE in PR	A09
A11VPD	Vozi vsak dan. Ne vozi ob praznikih	A11

Celotna preglednica vsebuje 219 različnih režimov (podatek za leto 2007), vendar smo uporabljali samo tiste režime, katerih avtobusi vozijo med delavniki.

Opomba: Zaradi boljše preglednosti so v nadaljevanju ostale preglednice prikazane kot slike iz programa ArcMap, ki smo jih posneli med potekom analize.

Vrsta	Prevoznik	Stev	Oznaka_voznje	Smer_voznje	Oznaka_rezima
MK	A01	2005	1	+	D
MK	A01	2005	2	+	D*
MK	A01	2005	3	+	D*
MK	A01	3008	1	+	D
MK	A01	3008	2	+	D*
MK	A01	3008	3	+	D*
MK	A01	3008	4	-	D
MK	A01	3008	5	-	D*
MK	A01	3008	6	-	D*
MK	A01	4002	1	+	D
MK	A01	4002	2	+	D*

Slika 3.6: Del preglednice Vožnje

Posamezna vrstica v preglednici predstavlja eno avtobusno vožnjo od začetne do končne postaje (označeno svetlo modro). Celotna preglednica vsebuje 10185 voženj (podatek za leto 2007). Prikazani so samo stolpci, ki smo jih uporabili.

*Pomen stolpcev:*

Vrsta: vrsta prevoza

Prevoznik: šifra prevoznika

Stev: številka vožnje (ni enolično določena – različni prevozniki lahko imajo enake številke vožnje)

Oznaka\_voznje: oznaka vožnje vsake številke vožnje (glede na prevoznika in vrsto prevoza).

Smer\_voznje: smer glede zaporedja postaj, ki so našteje v tabeli Vožnje\_opisi (če je + pelje avtobus v smeri kot so našteje postaje v preglednici Vožnje\_opisi, če – pa v obratni smeri).

Oznaka\_rezima: oznaka režima vožnje

S programom ArcMap smo v preglednici *Vožnje* spremenili tekstualne podatke prvih štirih stolpcev v numerične in z njimi izračunali enolični identifikator.

SQL izraz:  $([vrsta\_num]+7) * ([prevoznik\_num]*5+4) * ([stev\_num]*10+3) * ([oznaka\_voznje\_num]*2+17)$

Opomba: Števila v zgornjem izrazu smo vstavili, da ima vsaka vrstica v preglednici res različno vrednost identifikatorja.

vrsta_txt	vrsta_num	prevoznik_txt	prevoznik_num	stev_num	oznaka_voznje_num	IDENTIFIKATOR
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	2	113053259319
100	100	501	501	2005	3	123820236397
100	100	501	501	3008	1	153447276151
100	100	501	501	3008	2	169599621009
100	100	501	501	3008	3	185751965867
100	100	501	501	3008	4	201904310725
100	100	501	501	3008	5	218056655583
100	100	501	501	3008	6	234200000444

Slika 3.7: Del preglednice Vožnje\_ID

V preglednici *Vožnje\_opisi* smo z enakim postopkom pridobili identifikatorje.

Vrsta	Prevoznik	Stev	Oznaka_voznje	Zap_st_postajalisca	Postanek	Postajalisce
MK	A01	2005	1		1 D	Češnjice pri Trebelnem
MK	A01	2005	1		2 D	Češnjice Povšič
MK	A01	2005	1		3 N	Ornuška vas
MK	A01	2005	1		4 N	Štatenberk
MK	A01	2005	1		5 N	Roje
MK	A01	2005	1		6 D	Španov most
MK	A01	2005	1		7 D	Roje
MK	A01	2005	1		8 D	Štatenberk
MK	A01	2005	1		9 D	Ornuška vas
MK	A01	2005	1		10 D	Cerovec pri Trebelnem
MK	A01	2005	1		11 D	Radna vas
MK	A01	2005	1		12 N	Poljane pri Mirni Peči AC
MK	A01	2005	1		13 N	Trebnje AC
MK	A01	2005	1		14 N	Poljane pri Mirni Peči AC
MK	A01	2005	1		15 N	G.Karteljevo AC
MK	A01	2005	1		16 D	G.Karteljevo K
MK	A01	2005	1		17 D	Trška Gora
MK	A01	2005	1		18 D	Novo mesto Bršljin
MK	A01	2005	1		19 N	Novo mesto
MK	A01	2005	1		20 D	Novo mesto Kandija
MK	A01	2005	1		21 D	Novo mesto Revoz
MK	A01	2005	2		1 D	Češnjice pri Trebelnem
MK	A01	2005	2		2 D	Češnjice Povšič
MK	A01	2005	2		3 N	Ornuška vas

Slika 3.8: Del preglednice Vožnje\_opisi

Posamezna vrstica v preglednici predstavlja en prehod avtobusa skozi postajo. Celotna preglednica vsebuje 208998 prehodov (podatek za leto 2007). Prikazani so samo stolpci, ki smo jih uporabili. V tej preglednici so opisane vse vožnje (na primer: prvo vožnjo iz preglednice Vožnje opisuje prvih 21 prehodov skozi postaje v tej preglednici – označeni svetlo modro).

*Pomen stolpcev:*

Prvi 4 stolpci imajo enak pomen kot v preglednici Vožnje.

Zap\_st\_postajalisca: zaporedna številka postaje (vrstni red postaj na vožnjah)

Postanek: pove nam ali avtobus stoji na postaji, ali samo pelje mimo

Postajališče: ime postaje

vrsta_txt	vrsta_num	prevoznik_txt	prevoznik_num	stev_num	oznaka_voznje_num	IDENTIFIKATOR
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	1	102286282241
100	100	501	501	2005	2	113053259319
100	100	501	501	2005	2	113053259319
100	100	501	501	2005	2	113053259319

Slika 3.9: Del preglednice Vožnje\_opisi\_ID

Preglednici *Vožnje\_opisi\_ID* smo na podlagi identifikatorja pripeli (GIS orodje *Join*) preglednico *Vožnje\_ID* in s tem dobili novo preglednico *Join\_ID*.

Attributes of join_ID										
Vrsta	Prevoznik	Stev	Oznaka_voznje	Zap_st_postajalisca	Postanek	Postajalisce	Smer_voznje	Oznaka_rezima	IDENTIFIKATOR	
MK	A01	2005	1	1 D	Češnje pri Trebelnem	Češnje pri Trebelnem	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	2 D	Češnje Povšič	Češnje Povšič	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	3 N	Ornuška vas	Ornuška vas	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	4 N	Štatenberk	Štatenberk	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	5 N	Roje	Roje	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	6 D	Španov most	Španov most	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	7 D	Roje	Roje	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	8 D	Štatenberk	Štatenberk	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	9 D	Ornuška vas	Ornuška vas	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	10 D	Cerovec pri Trebelnem	Cerovec pri Trebelnem	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	11 D	Radna vas	Radna vas	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	12 N	Pojlane pri Mimi Peči AC	Pojlane pri Mimi Peči AC	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	13 N	Trebnje AC	Trebnje AC	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	14 N	Pojlane pri Mimi Peči AC	Pojlane pri Mimi Peči AC	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	15 N	G. Karteljevo AC	G. Karteljevo AC	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	16 D	G. Karteljevo K	G. Karteljevo K	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	17 D	Trška Gora	Trška Gora	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	18 D	Novo mesto Bršljin	Novo mesto Bršljin	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	19 N	Novo mesto	Novo mesto	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	20 D	Novo mesto Kandija	Novo mesto Kandija	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	1	21 D	Novo mesto Revoz	Novo mesto Revoz	+	D	102286282241	
MK	A01	2005	2	1 D	Češnje pri Trebelnem	Češnje pri Trebelnem	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	2 D	Češnje Povšič	Češnje Povšič	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	3 N	Ornuška vas	Ornuška vas	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	4 N	Štatenberk	Štatenberk	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	5 N	Roje	Roje	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	6 D	Španov most	Španov most	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	7 D	Roje	Roje	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	8 D	Štatenberk	Štatenberk	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	9 D	Ornuška vas	Ornuška vas	+	D*	113053259319	
MK	A01	2005	2	10 N	Cerovec pri Trebelnem	Cerovec pri Trebelnem	+	D*	113053259319	

Slika 3.10: Del preglednice Join\_ID

S tem smo pridobili informacijo o smeri in režimu potovanja pri opisu voženj za vsako postajo v Sloveniji. Ta preglednica je bila glavna baza podatkov o primestnih in medkrajevnih avtobusnih prevozi za vse nadaljne postopke naše analize.

Nadaljni postopek določitve dohodnih postaj ostalih občin je prikazan na primeru občine Duplek, na katerem smo tudi testirali in razvijali metodologijo, nato pa smo razvite metode uporabili še za druge občine.

V preglednici *Join\_ID* smo izbrali po atributih (GIS orodje *Select by attributes*) vse vrstice, ki vsebujejo to postajo Sp. Duplek (najbližja sedežu občine) in se na njej avtobusi med delavniki ustavijo.

SQL izraz: [Postajalisce] ='Sp.Duplek' AND [Postanek] ='D' AND

( [Oznaka\_rezima] = 'D' OR [Oznaka\_rezima] ='D\*' OR [Oznaka\_rezima] = 'A22D\*A6')

S tem smo pridobili novo preglednico *Sp\_Duplek\_ID*, ki vsebuje identifikatorje vseh voženj skozi postajo Sp.Duplek, ki je končna postaja vseh voženj v občinsko središče občine Duplek.

Stev	Oznaka_voznje	Zap_st_postajalisca	Postanek	Postajalisce	Smer_voznje	Oznaka_rezima	IDENTIFIKATOR
1106	1		7 D	Sp.Duplek	+	D*	113737176306
1143	1		6 D	Sp.Duplek	+	D*	117541095246
4003	1		18 D	Sp.Duplek	+	D*	411573748446
4003	2		18 D	Sp.Duplek	+	D*	454897300914
4003	3		18 D	Sp.Duplek	+	D*	498220853382
4003	4		18 D	Sp.Duplek	+	D*	541544405850
4010	1		9 D	Sp.Duplek	+	D*	412293408786
6135	1		1 D	Sp.Duplek	+	D*	630761726286
7067	1		18 D	Sp.Duplek	-	D*	726579360126
7067	2		18 D	Sp.Duplek	+	D*	803061398034
7067	3		18 D	Sp.Duplek	+	D*	879543435942
7088	1		18 D	Sp.Duplek	+	D*	728738341146
7088	3		18 D	Sp.Duplek	+	D*	882156939282
7088	6		18 D	Sp.Duplek	-	D*	1112284836486
7088	7		18 D	Sp.Duplek	-	D*	1188994135554
7088	8		18 D	Sp.Duplek	-	D*	1265703434622
7093	1		18 D	Sp.Duplek	-	D*	729252384246
8035	1		11 D	Sp.Duplek	+	A22D*A6	826098104286
8035	2		11 D	Sp.Duplek	+	A22D*A6	913055799474
9027	10		18 D	Sp.Duplek	+	D*	1807321970898

Slika 3.11: Del preglednice *Sp\_Duplek\_ID*

Preglednico *Join\_ID* smo združili s tabelo *Sp\_Duplek\_ID* na podlagi identifikatorjev.

V združeni tabeli smo izbrali vse dohodne postaje do končne postaje Sp.Duplek (na podlagi zaporednih številčk postaj).



SQL izraz: ((Join\_ID.Zap\_st\_postajalisca <= Sp\_Duplek\_ID.Zap\_st\_postajalisca) AND Join\_ID.Smer\_voznje = '+') OR

((Join\_ID.Zap\_st\_postajalisca >= Sp\_duplek\_ID.Zap\_st\_postajalisca) AND Join\_ID.Smer\_voznje = '-')

Izmed teh vrstic pa smo izbrali (*Select from current selection*) še samo tiste postaje, na katerih ima avtobus postanek.

SQL izraz: join\_ID.Postanek ='D'

Dobili smo novo preglednico *Vožnje\_dohodne*, v kateri se nahajajo vse dohodne postaje za vsako vožnjo posebej.

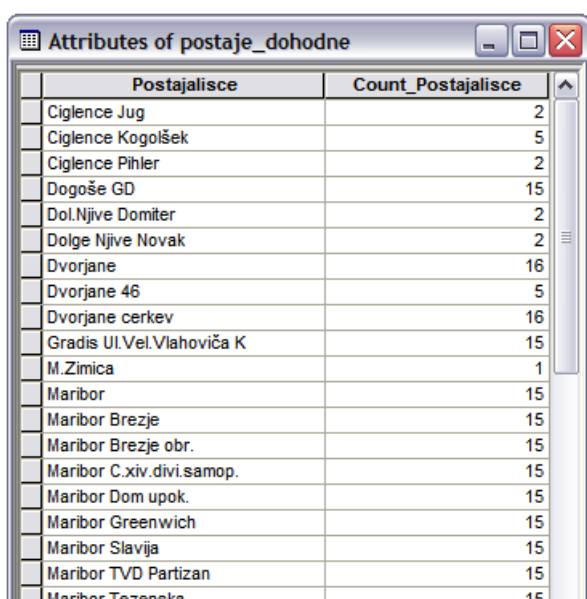
IDENTIFIKATOR	Zap_st	Postanek	Postajalisce	Smer_voznje	Oznaka_rezima	Postajalisce_1	Zap_st
113737176306	1	D	Vurberk	+	D*	Sp.Duplek	7
113737176306	2	D	Marof/Vurberku	+	D*	Sp.Duplek	7
113737176306	3	D	Ciglenca Kogolšek	+	D*	Sp.Duplek	7
113737176306	4	D	Dvorjane 46	+	D*	Sp.Duplek	7
113737176306	5	D	Dvorjane cerkev	+	D*	Sp.Duplek	7
113737176306	6	D	Dvorjane	+	D*	Sp.Duplek	7
113737176306	7	D	Sp.Duplek	+	D*	Sp.Duplek	7
117541095246	1	D	Vurberk	+	D*	Sp.Duplek	6
117541095246	2	D	Zg.Korena Vurberk K	+	D*	Sp.Duplek	6
117541095246	3	D	Ciglenca Jug	+	D*	Sp.Duplek	6
117541095246	4	D	Ciglenca Pihler	+	D*	Sp.Duplek	6
117541095246	5	D	Dvorjane	+	D*	Sp.Duplek	6
117541095246	6	D	Sp.Duplek	+	D*	Sp.Duplek	6
411573748446	1	D	Maribor	+	D*	Sp.Duplek	18
411573748446	2	D	Maribor Slavija	+	D*	Sp.Duplek	18
411573748446	3	D	Maribor centis	+	D*	Sp.Duplek	18

Slika 3.12: Del preglednice *Vožnje\_dohodne*

Označene so postaje ene vožnje (svetlo modro): Sp.Duplek ima na tej vožnji zaporedno številko postaje 7 in pozitivno smer vožnje, zato so bile v združeni preglednici *Join\_ID* + *Sp\_Duplek\_ID* izbrane samo postaje, ki imajo zaporedno številko manjšo ali enako 7.

V preglednici *Vožnje\_dohodne* smo naredili povzetek (*Summarize*) po postajah, da smo dobili število prehodov na teh postajah in novo preglednico *Postaje\_dohodne*.

To preglednico smo združili s koordinatami vseh postaj in dobili lokacije dohodnih postaj s frekvencami prehodov.

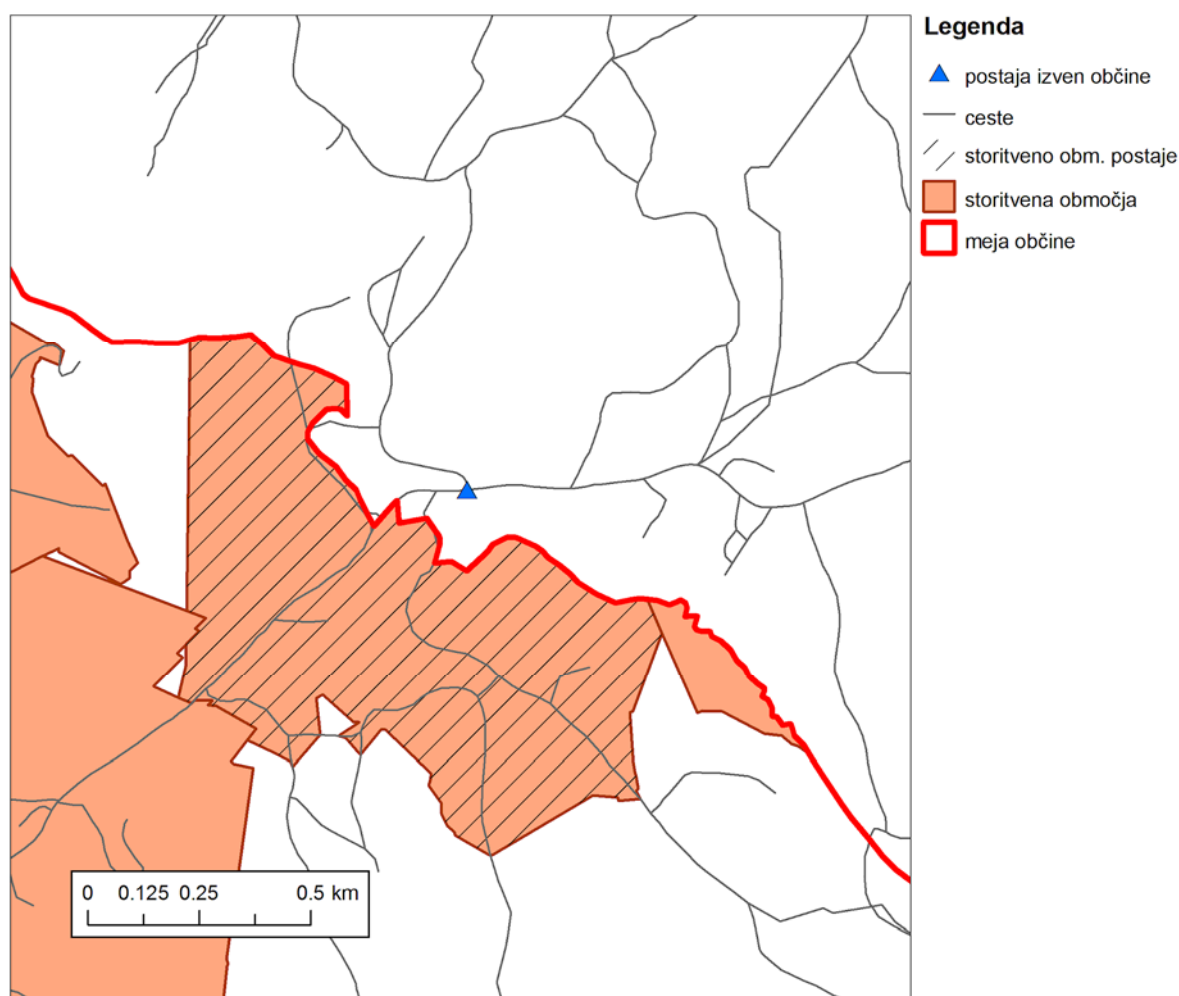


Postajalisce	Count_Postajalisce
Ciglenca Jug	2
Ciglenca Kogolšek	5
Ciglenca Pihler	2
Dogoše GD	15
Dol.Njive Domiter	2
Dolge Njive Novak	2
Dvorjane	16
Dvorjane 46	5
Dvorjane cerkev	16
Gradis Ul.Vel.Vlahoviča K	15
M.Zimica	1
Maribor	15
Maribor Brezje	15
Maribor Brezje obr.	15
Maribor C.xiv.divi.samop.	15
Maribor Dom upok.	15
Maribor Greenwich	15
Maribor Slavija	15
Maribor TVD Partizan	15
Maribor Tezenska	15

Slika 3.13: Del preglednice Postaje\_dohodne

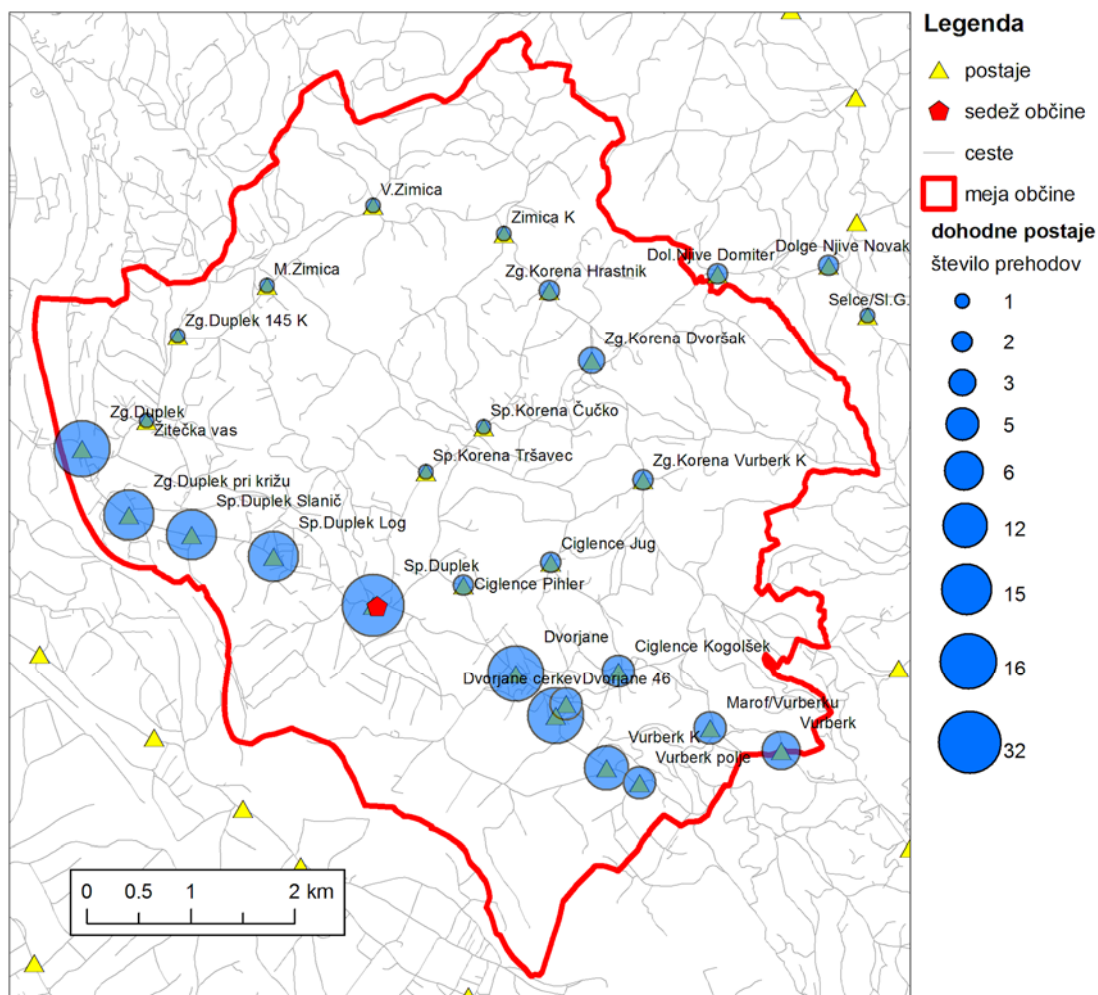
Ker lahko občani hodijo na postaje izven občine smo v analizi upoštevali poleg vseh dohodnih postaj v občini tudi dohodne postaje izven občine (orodji *Select by location*, *Buffer*). Povprečen pešec hodi s hitrostjo 4,3 km/h. Za hojo največ 15 minut od doma je ta razdalja 1075 metrov (Pogačnik, 1999).

Na sliki 3.14 lahko vidimo vpliv vmesnega gravitacijskega središča izven občine:



Slika 3.14: Prikaz postaje izven občine z gravitacijskim območjem znotraj občine

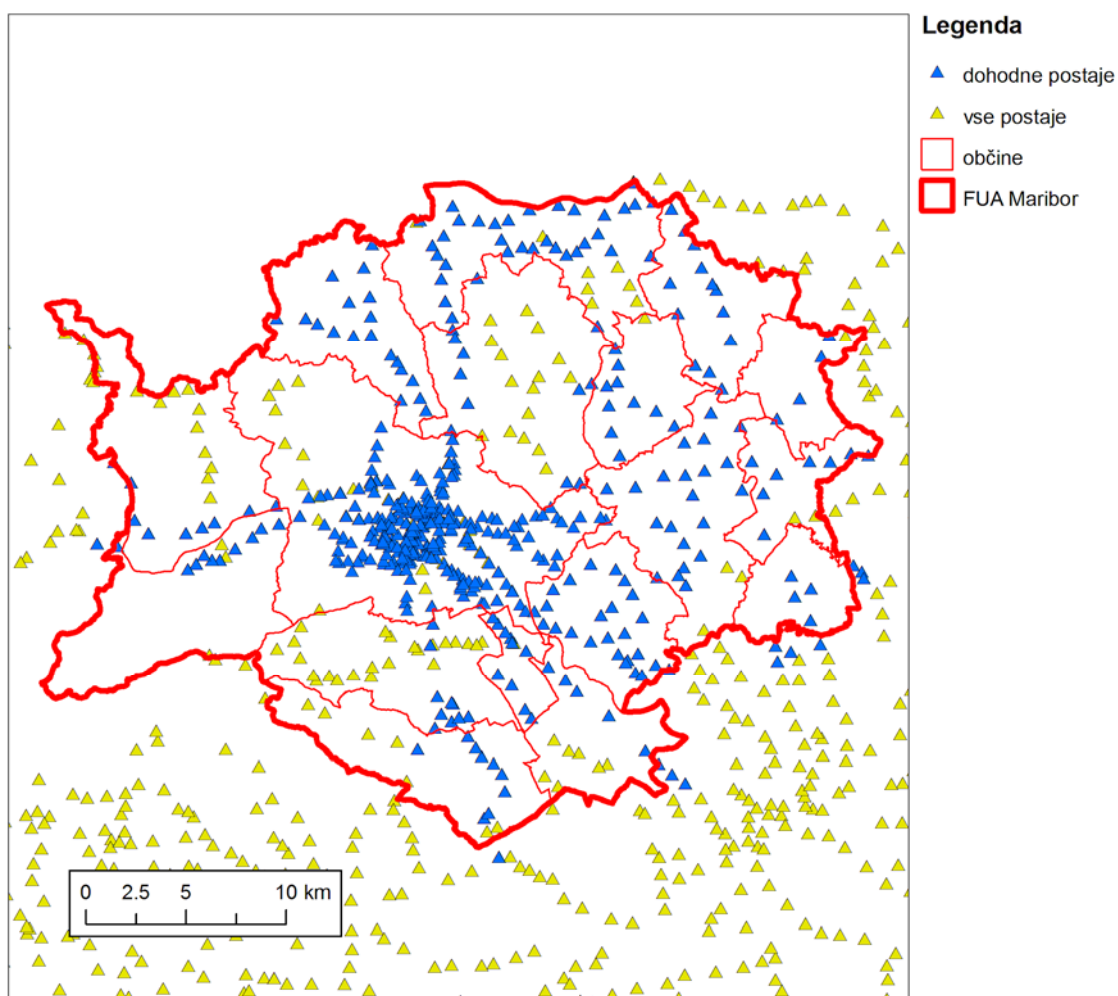
Da bi si lahko boljše predstavljali kako pogosto pelje avtobus smo lokacije dohodnih postaj prikazali z znaki, katerih velikost je odvisna od števila prehodov skozi posamezno postajo.



Slika 3.15: Dohodne postaje v občini Duplek

### 3.3.3 Vmesna gravitacijska središča v celotni FUA Maribor

Postopek iz prejšnjega poglavja smo ponovili za vse ostale občine v FUA Maribor, da smo pridobili tudi njihove dohodne postaje. Te postaje smo nato združili s postajami MPP in dobili sloj vseh vmesnih gravitacijskih središč v FUA Maribor.



Slika 3.16: Dohodne postaje za vse občine v FUA Maribor

Za vsako občino smo izračunali povprečno frekvenco prehodov skozi postajo tako, da smo vsoto vseh frekvenc delili s številom dohodnih postaj na občino.

Preglednica 3.6: Dohodne postaje v občinah FUA Maribor

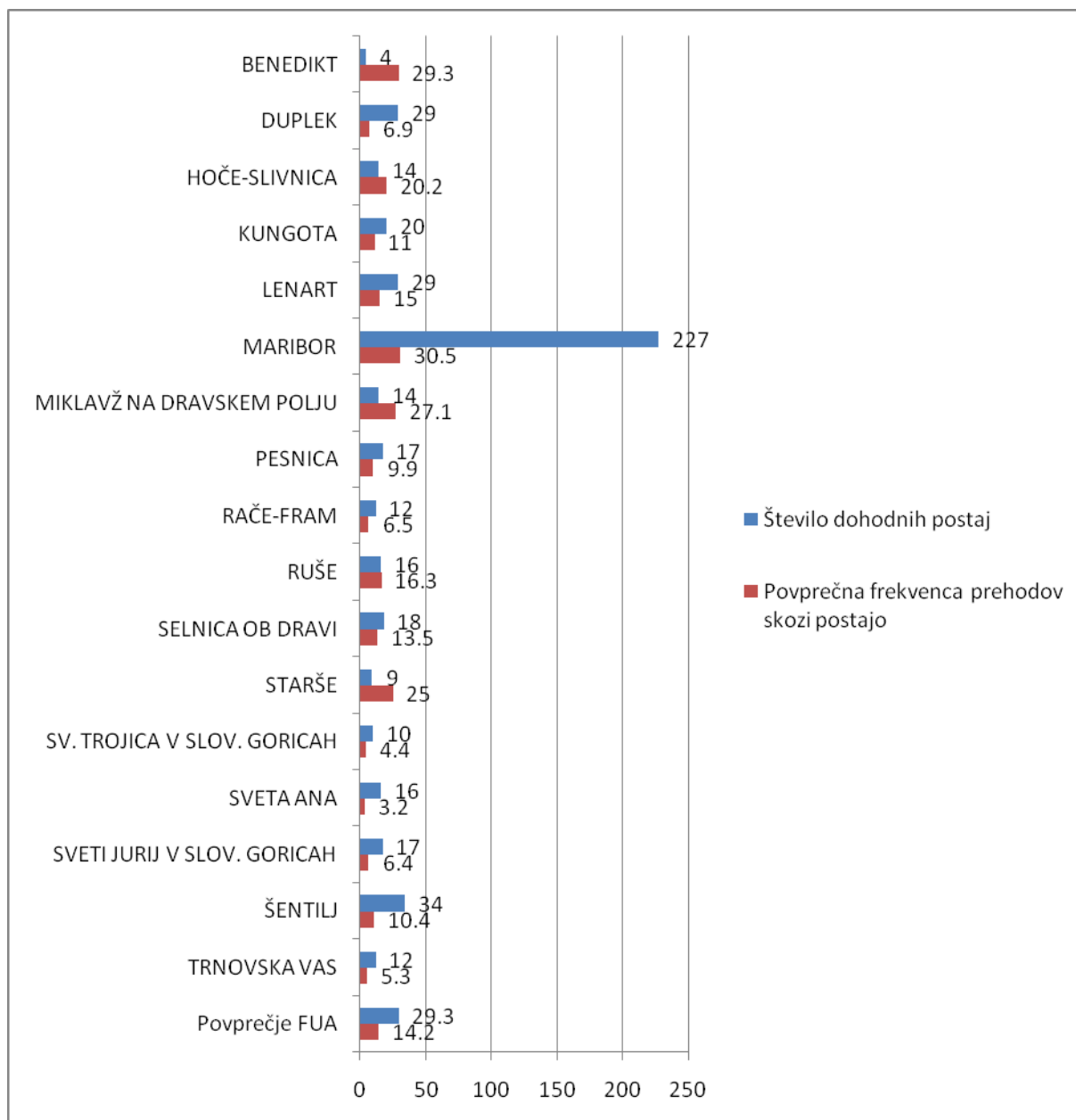
Občina	Število dohodnih postaj	Povprečna frekvenca prehodov skozi postajo
BENEDIKT	4	29.3
DUPLEK	29	6.9
HOČE-SLIVNICA	14	20.2
KUNGOTA	20	11.0
LENART	29	15.0
MARIBOR	227	30.5
MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU	14	27.1
PESNICA	17	9.9
RAČE-FRAM	12	6.5
RUŠE	16	16.3

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Občina	Število dohodnih postaj	Povprečna frekvenca prehodov skozi postajo
SELNICA OB DRAVI	18	13.5
STARŠE	9	25.0
SV. TROJICA V SLOV. GORICAH	10	4.4
SVETA ANA	16	3.2
SVETI JURIJ V SLOV. GORICAH	17	6.4
ŠENTILJ	34	10.4
TRNOVSKA VAS	12	5.3
<b>Povprečje</b>	<b>29.3</b>	<b>14.2</b>

Vrednosti zgornje preglednice so prikazane v spodnjem grafikonu.



Grafikon 3.1: Podatki dohodnih postaj po občinah

S tem izračunom smo delno odgovorili na drugo vprašanje dostopnosti: Kako pogosto se lahko prebivalci občin pripeljejo z avtobusom v občinsko središče? Odgovor ni popoln, ker pri izračunu (še) nismo izločili tiste dohodne postaje, ki so preveč oddaljene od prebivalcev občin (v svojih gravitacijskih območjih ne zajemajo nobene naseljene stavbe) in končne postaje, ki je najbližja sedežu občine in tam prebivalci ne vstopajo na avtobuse za občinsko središče. Ta odgovor smo dopolnili v nadaljevanju analize, ko smo določili gravitacijska območja dohodnih postaj in občinskih središč.

### **3.4 Gravitacijska območja**

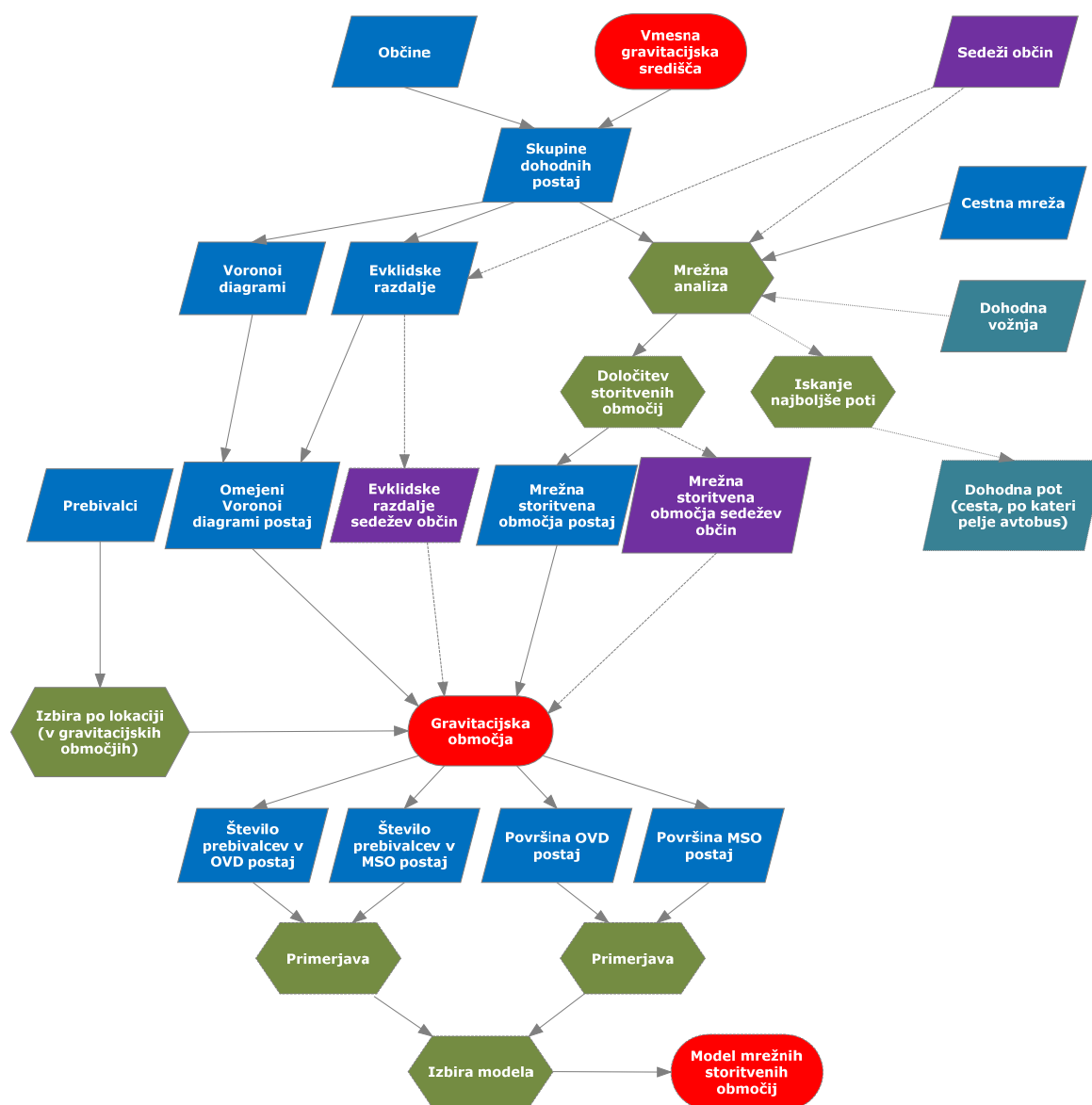
Gravitacijsko območje v naši raziskavi predstavlja območje v posamezni občini, kjer živijo prebivalci, ki imajo dostop do javnih dejavnosti. Sestavljeno je iz več manjših gravitacijskih območij okoli vmesnih gravitacijskih središč (dohodnih avtobusnih postaj).

Za modeliranje dostopnosti z GIS orodji se uporablja več različnih pristopov. V naši analizi smo primerjali dva - modelirali smo dve vrsti gravitacijskih območij:

1. omejene Voronoi diagrame (OVD) in
2. mrežna storitvena območja (MSO).

Ko smo določili dohodne postaje za vsako občino smo okoli njih in okoli sedežev občin (ki predstavljajo lokacijo javnih dejavnosti) določili še gravitacijska območja teh točk z obema modeloma, kjer so gravitacijska območja sedežev občin predstavljala območja od koder lahko prebivalci dostopajo do javnih dejavnosti peš.

Nato smo izračunali število prebivalcev, ki se nahajajo v gravitacijskih območjih obeh modelov in površino le teh. Te podatke smo primerjali in se odločili za model MSO kot boljši model za analizo dostopnosti.

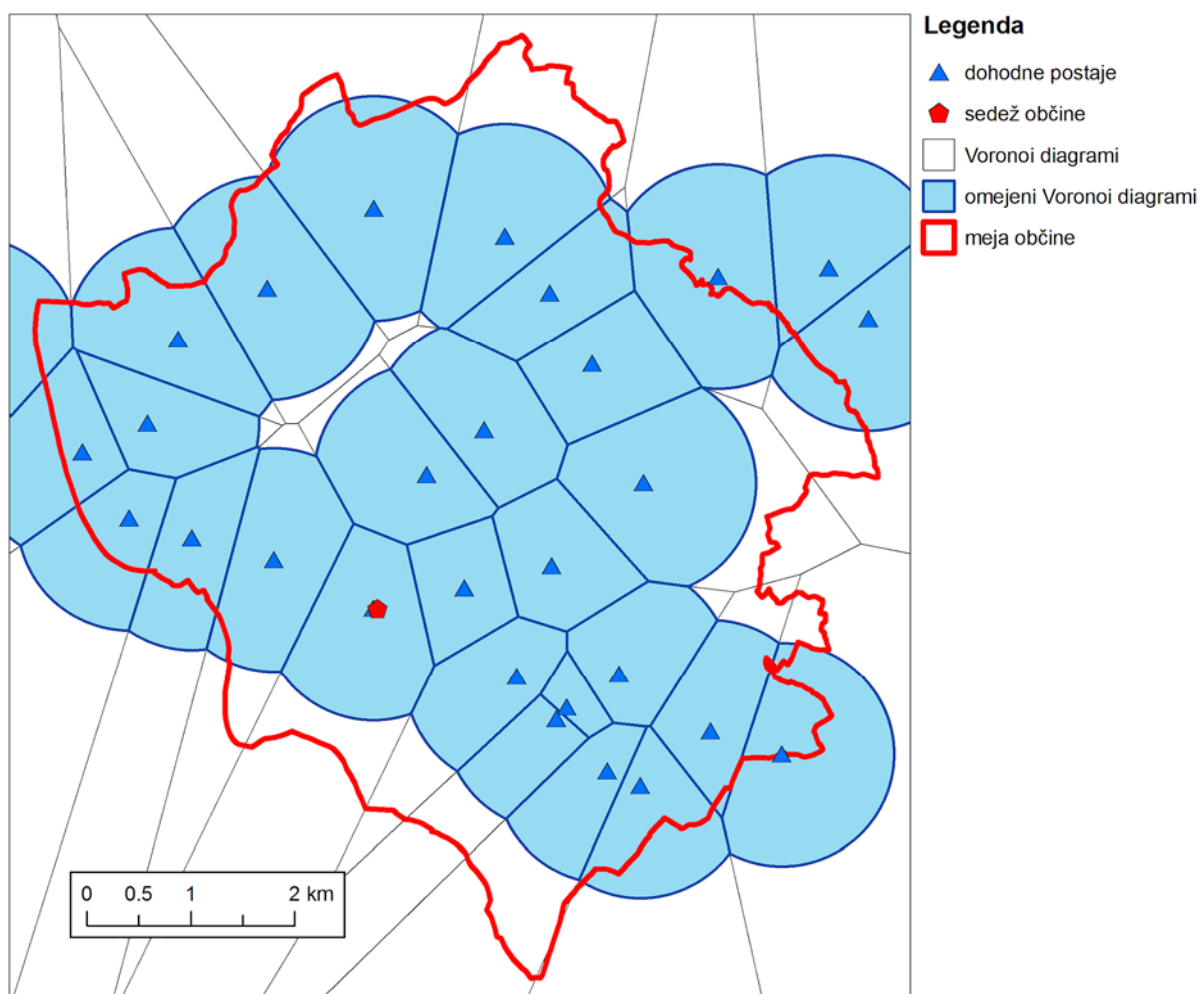


Slika 3.17: Procesni diagram določitve gravitacijskih območij

### 3.4.1 Določitev najbližjih sosedstev z Voronoi diagrami (mreženje v 2D)

Voronoi diagrami obravnavajo sosedske odnose med točkami iz niza točk, in sicer katera točka je kateri najbližja, oziroma katera je od katere najbolj oddaljena. S konstrukcijo Voronoi diagrama je povezana tudi aplikacija določitve najbližjega sosedstva, pri čemer želimo najti objekt, ki je najbližji dani točki iz niza točk. V primeru splošnega metričnega prostora se takšni objekti imenujejo metrični fundamentalni poligoni in predstavljajo najbližje sosedstvo dane točke. V primeru dvodimenzionalnega prostora imajo metrični fundamentalni poligoni obliko nepravilnega satovja, mozaika (teselacija).

*Prikaz modela na primeru občine Duplek:*



Slika 3.18: Najbližja sosredstva avtobusnih postaj izvedena z omejenimi Voronoi diagrami

V naši analizi so niz iskalnih točk predstavljale lokacije avtobusnih postaj. Za njih smo izdelali mozaik fundamentalnih poligonov (zgoraj opredeljenih Voronoi diagramov), katerih meje predstavljajo meje sosedstev avtobusnih postaj. Tako dobljene fundamentalne poligone smo dodatno omejili z evklidsko razdaljo 1075 metrov, kar za načrtovanje razmeščanja dejavnosti v prostoru predstavlja še sprejemljivo pešaško razdaljo. (Čeh s sod., 2008)

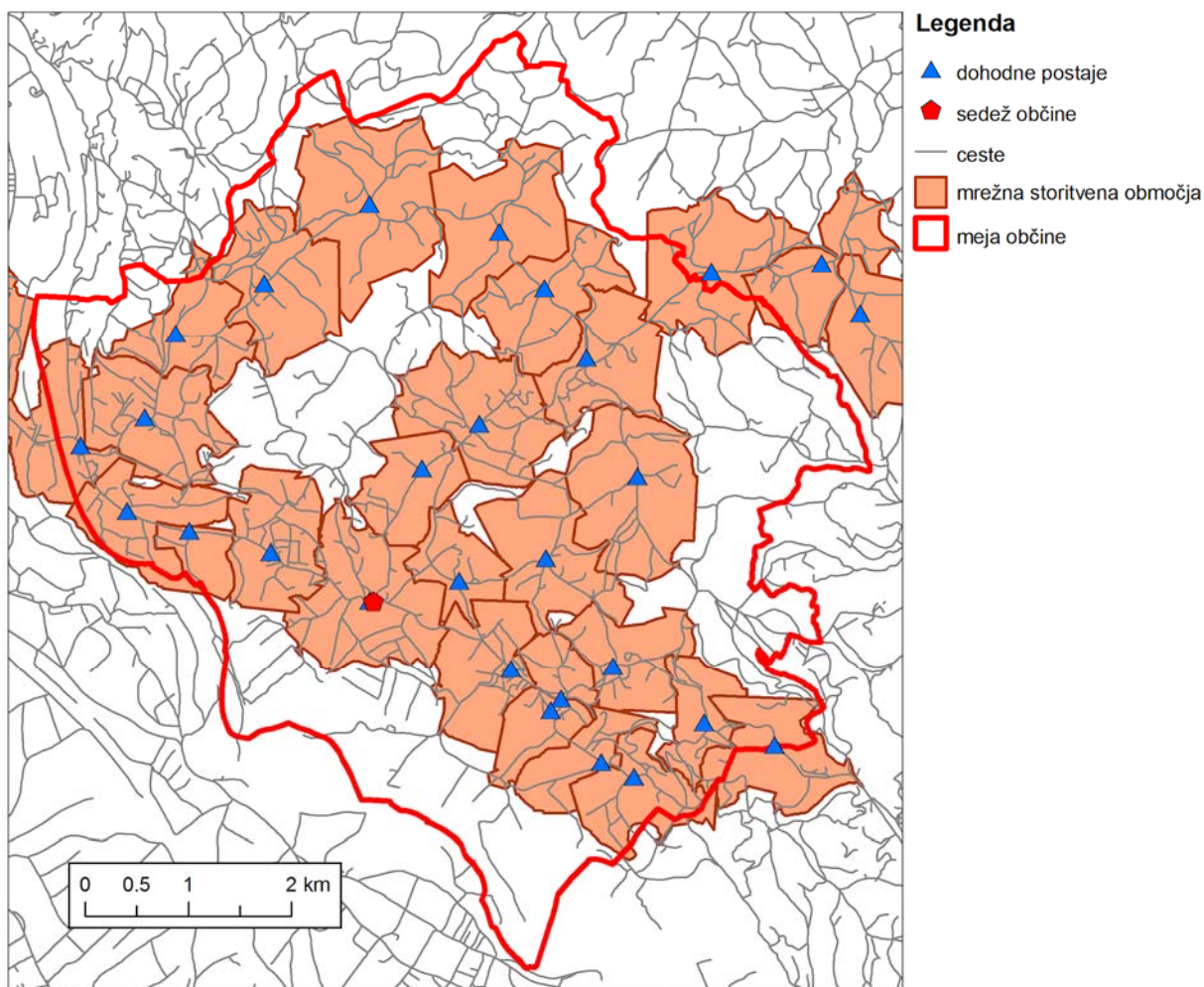
### 3.4.2 Določitev najbližjih sosedstev z mrežno analizo storitvenih območij

Mrežno storitveno območje je območje, ki obsega vse dosegljive ceste (to so ceste do določene upornosti, kot je čas potovanja, prepotovana razdalja itd.). Na primer pet-minutno



storitveno območje za izbrano točko vsebuje vse ceste, ki so dosegljive v petih minutah od te točke. Storitvena območja lahko tudi pomagajo pri oceni dostopnosti. Koncentrična storitvena območja prikazujejo, kako se dostopnost spreminja z upornostjo. Z njimi lahko analiziramo koliko ljudi, zemljišč ali karkoli drugega je v soseščini (ESRI, 2007).

*Prikaz modela na primeru občine Duplek:*

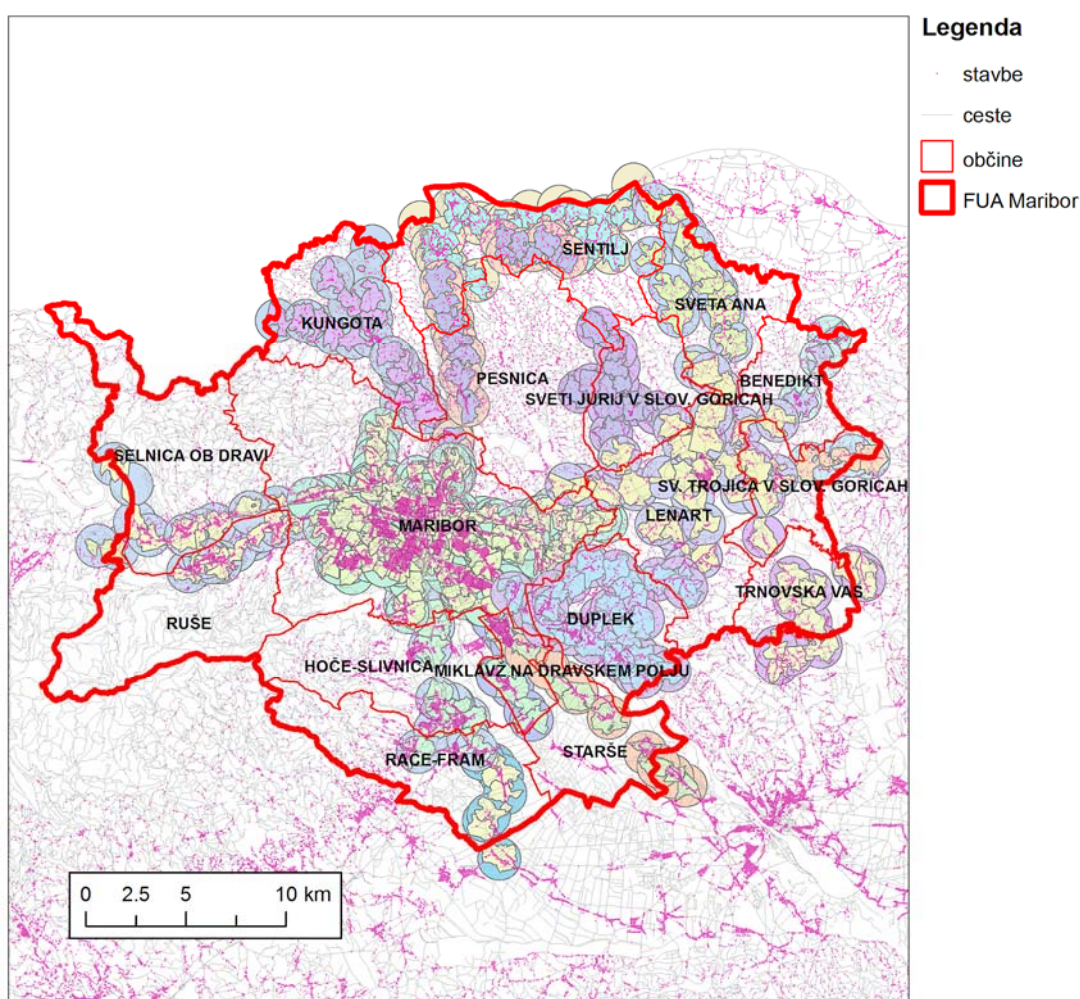


Slika 3.19: Najbližja sosedstva izvedena z mrežno analizo storitvenih območij

Na zgornji sliki smo določili ločena storitvena območja za vsako postajo. Ker je razdalja med postajami ponekod manjša od 1075 metrov, so v teh primerih storitvena območja omejena s polovično razdaljo povezujočih cest, kar je enakovredno Voronoi diagramom, ki smo jih uporabili v prvem modelu.

### 3.4.3 Primerjava modelov

Da bi se lahko odločili za primernejši model smo modela primerjali. Primerjali smo celotne skupine vmesnih gravitacijskih območij (vseh dohodnih postaj v občini in 1075 metrov izven nje), brez gravitacijskih središč sedežev občin. Pri tem se nismo ozirali na meje občin, ker za samo primerjavo modelov niso pomembne. Želeli smo le pridobiti dovolj velik vzorec gravitacijskih območij, ki bi nam omogočil stvarno primerjavo.



Slika 3.20: Elementi za primerjavo modelov

Opomba: V legendi niso označene skupine OVD in MSO, ker je vsaka skupina predstavljena z drugačno barvo.

Za primerjavo smo pridobili podatke o:

1. površini gravitacijskih območij (OVD in MSO),

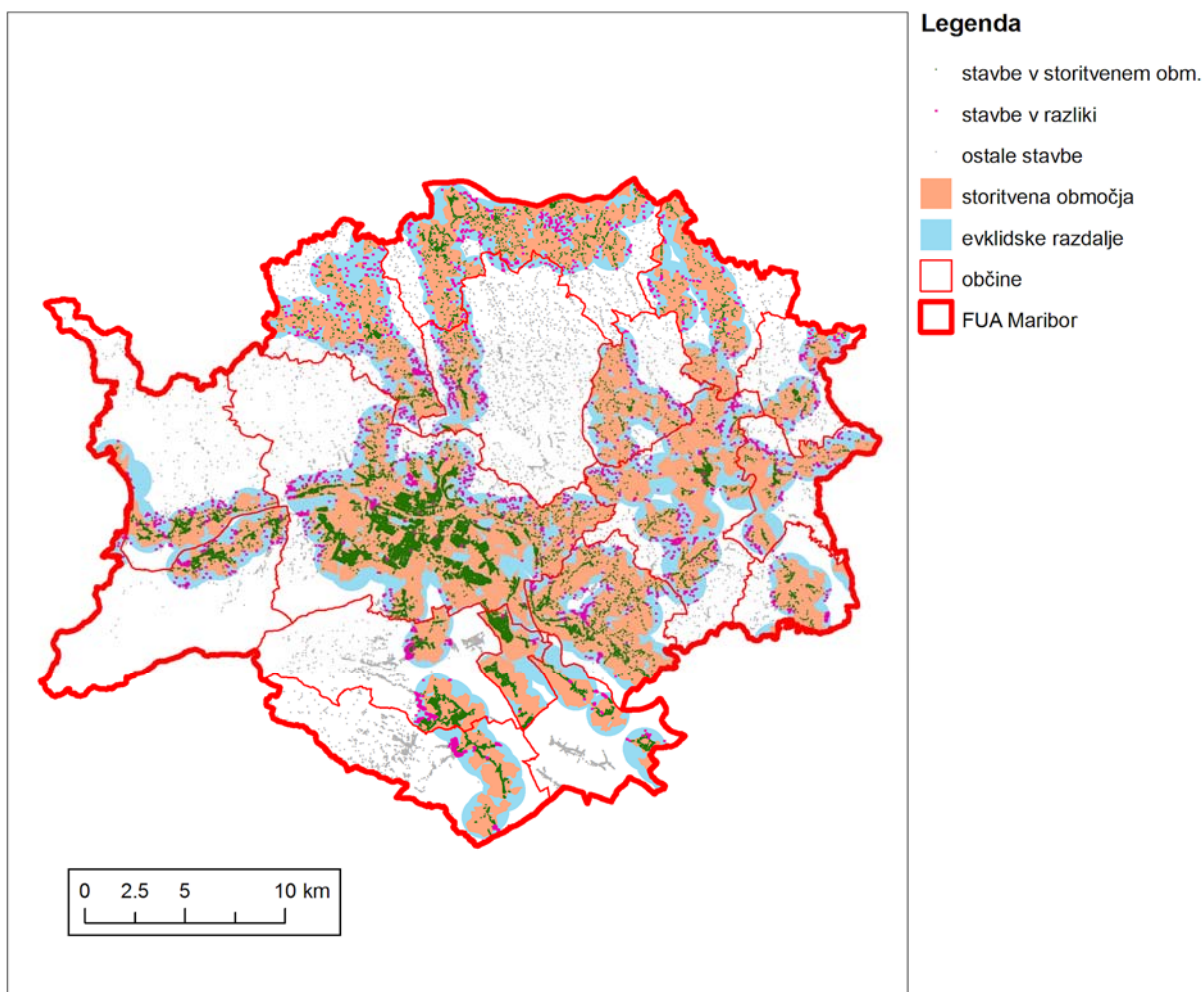
2. številu prebivalcev v gravitacijskih območjih in
3. dolžini cest v MSO.

Te podatke smo pridobili tako, da smo za vsako občino skupine gravitacijskih območij posameznih postaj z GIS orodjem *Dissolve* združili v dva območja (OVD in MSO), nato smo jih z GIS orodjem *Spatial join* združili s slojem stavb (EHIŠ) ali slojem cest, in sicer tako, da smo vsakemu območju (ki že ima podatek o površini) pripeli še vsoto števila prebivalcev iz sloja stavb in vsoto dolžin cestnih odsekov iz sloja cest, ki ležijo v izbranem območju.

Preglednica 3.7: Podatki skupin gravitacijskih območij

Občina	Število prebivalcev v OVD	Število prebivalcev v MSO	Površina OVD v km <sup>2</sup>	Površina MSO v km <sup>2</sup>	Dolžina cest v MSO v km
BENEDIKT	1369	838	12.6	5.5	39.0
DUPLEK	7586	6428	48.1	30.7	190.2
HOČE-SLIVNICA	8497	6436	23.8	14.2	112.8
KUNGOTA	4389	2648	41.2	18.8	143.5
LENART	8066	5830	68.5	37.9	196.0
MARIBOR	109555	106094	101.1	66.9	735.7
MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU	8153	6594	26.0	13.9	96.7
PESNICA	5089	2851	33.6	16.5	136.6
RAČE-FRAM	5917	4554	21.4	12.3	72.6
RUŠE	10944	8998	31.6	14.8	105.7
SELNICA OB DRAVI	11232	9358	36.5	17.0	120.9
STARŠE	3712	2900	22.8	9.3	62.0
SV. TROJICA V SLOV. GORICAH	2639	1402	25.6	13.0	66.6
SVETA ANA	2684	1659	39.8	21.4	117.8
SVETI JURIJ V SLOV. GORICAH	2762	1693	37.2	22.5	125.8
ŠENTILJ	7646	6087	58.5	30.8	230.6
TRNOVSKA VAS	2719	2001	27.4	16.3	102.7
<b>Povprečje</b>	<b>11938.8</b>	<b>10374.8</b>	<b>38.6</b>	<b>21.3</b>	<b>156.2</b>

### 3.4.4 Rezultati primerjave



Slika 3.21: Razlika med modeloma

Zanimalo nas je kolikšna je razlika med modeloma, zato smo izračunali razmerje števila prebivalcev in razmerje površin gravitacijskih območij.

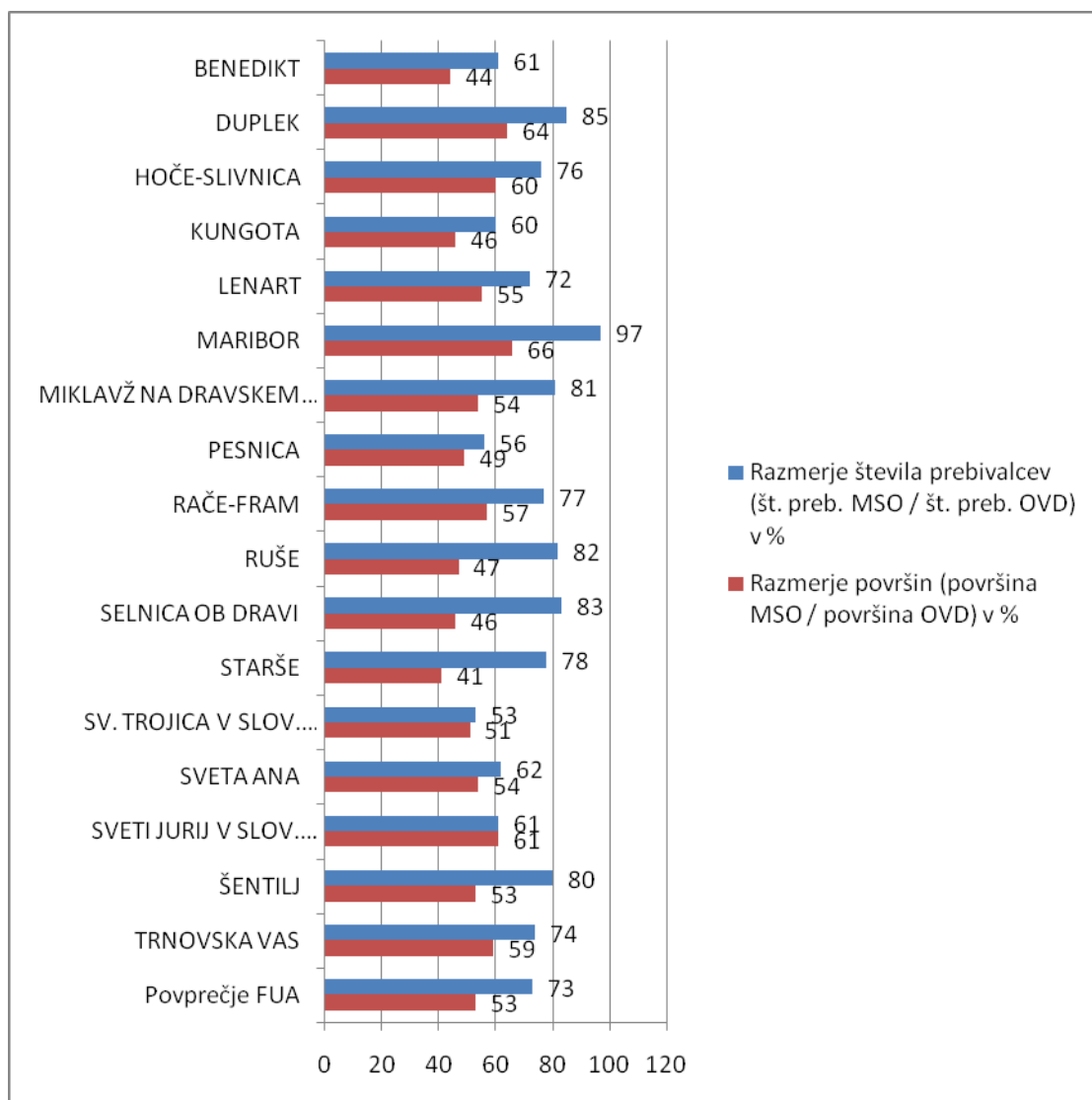
Preglednica 3.8: Razmerja števila prebivalcev in razmerja površin gravitacijskih območij

Občina	Razmerje števila prebivalcev (št. preb. v MSO / št. preb. v OVD)	Razmerje površin (površina MSO / površina OVD)
BENEDIKT	0.61	0.44
DUPLEK	0.85	0.64
HOČE-SLIVNICA	0.76	0.60
KUNGOTA	0.60	0.46
LENART	0.72	0.55
MARIBOR	0.97	0.66

se nadaljuje...

...nadaljevanje

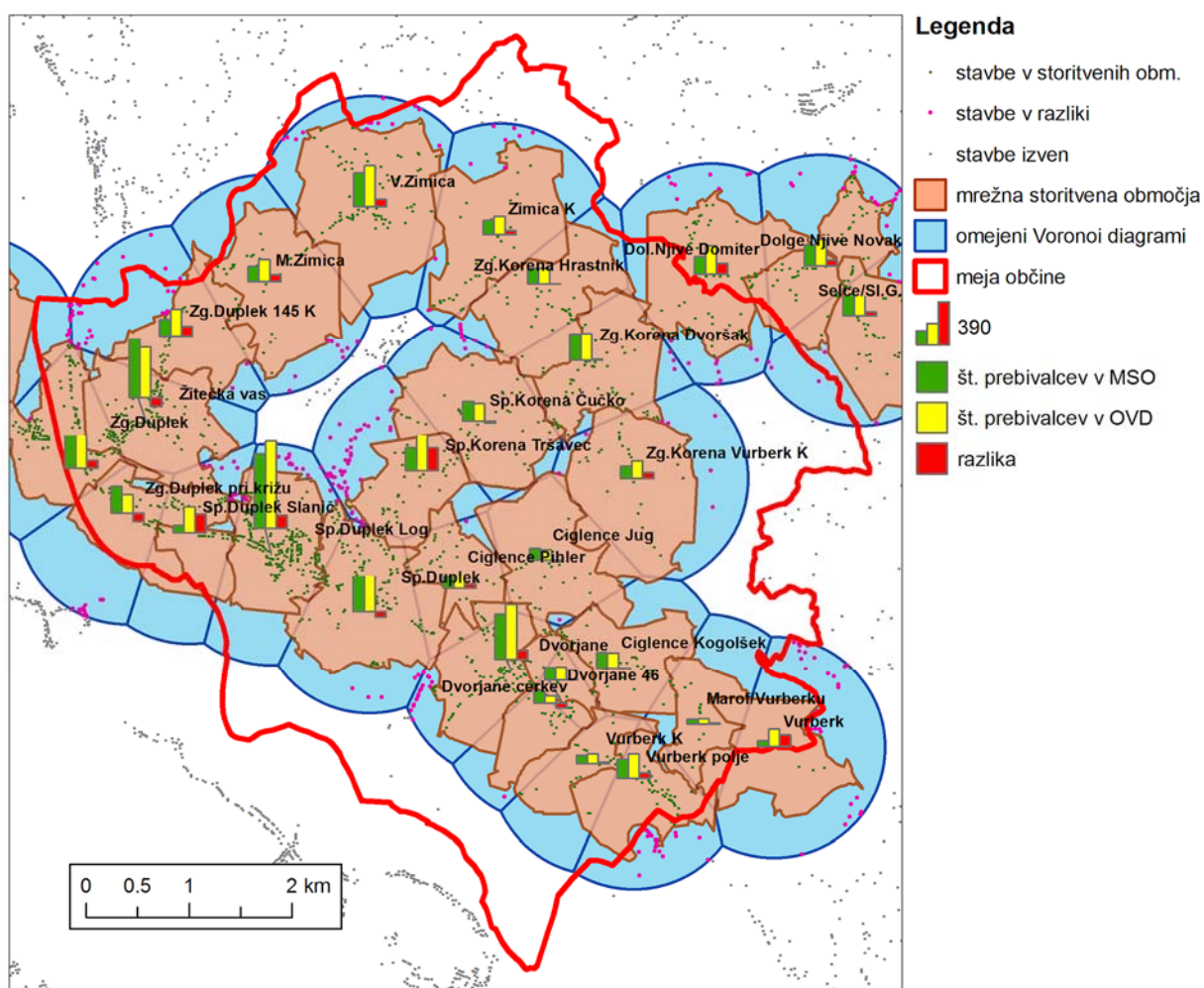
Občina	Razmerje števila prebivalcev (št. preb. v MSO / št. preb. v OVD)	Razmerje površin (površina MSO / površina OVD)
MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU	0.81	0.54
PESNICA	0.56	0.49
RAČE-FRAM	0.77	0.57
RUŠE	0.82	0.47
SELNICA OB DRAVI	0.83	0.46
STARŠE	0.78	0.41
SV. TROJICA V SLOV. GORICAH	0.53	0.51
SVETA ANA	0.62	0.54
SVETI JURIJ V SLOV. GORICAH	0.61	0.61
ŠENTILJ	0.80	0.53
TRNOVSKA VAS	0.74	0.59
<b>Povprečje</b>	<b>0.73</b>	<b>0.53</b>



Grafikon 3.2: Razmerja števila prebivalcev in razmerja površin gravitacijskih območij

Ugotovili smo, da se v povprečju 73 % prebivalcev OVD nahaja v MSO. Delež površine MSO v OVD pa znaša povprečno 53 %.

Podrobneje smo preučili razlike med modeloma v občini Duplek, kjer smo primerjali rezultate posameznih postaj.



Slika 3.22: Razlika med modeloma na posameznih postajah v občini Duplek

Preglednica 3.9: Podatki za posamezne postaje

Postaja	Preb. MSO	Preb. OVD	Razlika	Razlika [%]
Ciglenca Jug	106	92	-14	-15
Ciglenca Kogolšek	136	132	-4	-3
Ciglenca Pihler	106	147	41	28
Dogoše GD	572	665	93	14

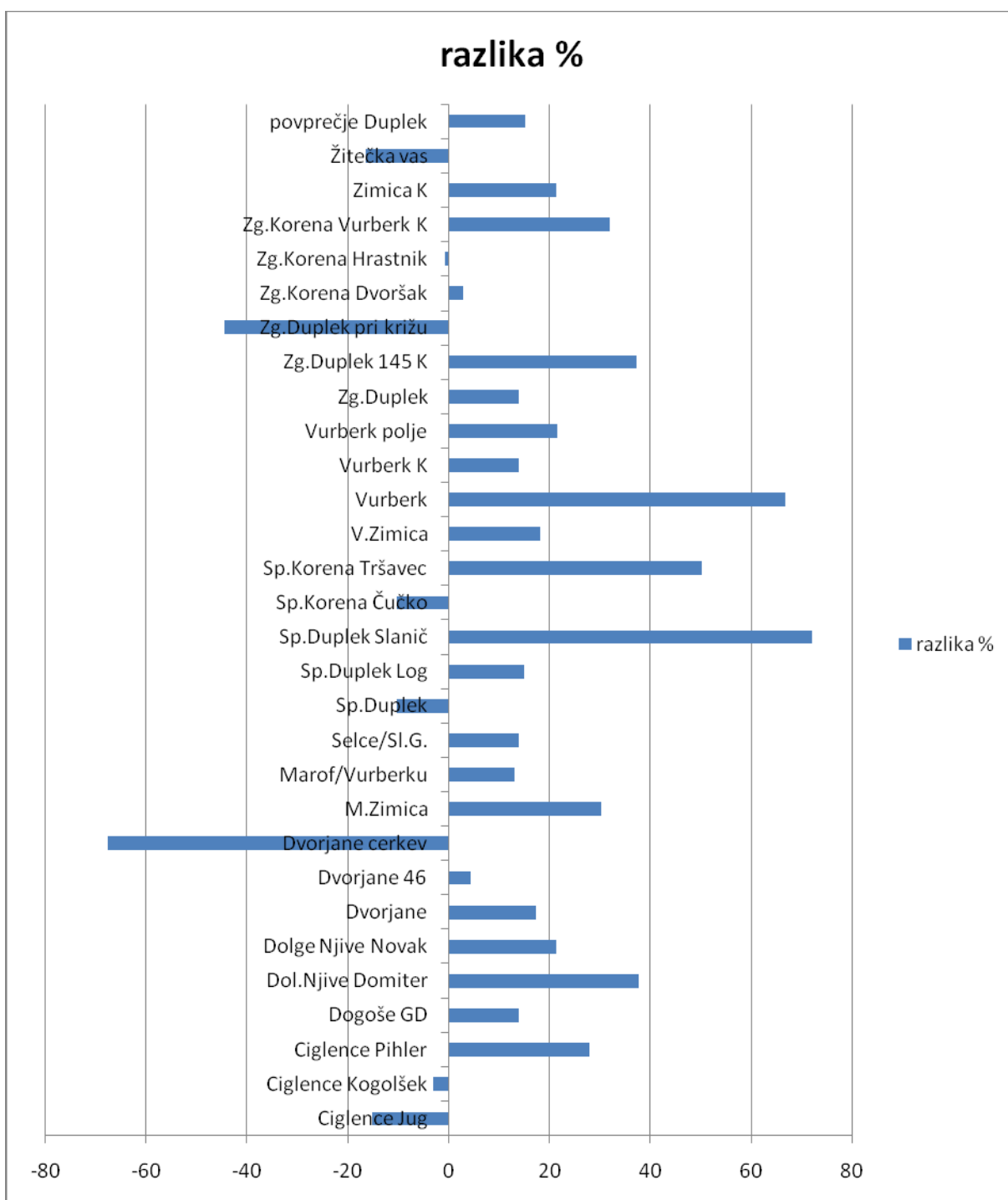
se nadaljuje...

## ...nadaljevanje

Postaja	Preb. MSO	Preb. OVD	Razlika	Razlika [%]
Dol.Njive Domiter	157	252	95	38
Dolge Njive Novak	183	233	50	21
Dvorjane	404	488	84	17
Dvorjane 46	111	116	5	4
Dvorjane cerkev	109	65	-44	-68
M.Zimica	133	191	58	30
Marof/Vurberku	40	46	6	13
Selce/Sl.G.	218	253	35	14
Sp.Duplek	512	464	-48	-10
Sp.Duplek Log	658	774	116	15
Sp.Duplek Slanič	64	230	166	72
Sp.Korena Čučko	171	155	-16	-10
Sp.Korena Tršavec	201	404	203	50
V.Zimica	299	365	66	18
Vurberk	52	157	105	67
Vurberk K	74	86	12	14
Vurberk polje	168	214	46	21
Zg.Duplek	440	511	71	14
Zg.Duplek 145 K	149	238	89	37
Zg.Duplek pri križu	237	164	-73	-45
Zg.Korena Dvoršak	231	238	7	3
Zg.Korena Hrastnik	141	140	-1	-1
Zg.Korena Vurberk K	106	156	50	32
Zimica K	126	160	34	21
Žitečka vas	524	450	-74	-16
<b>Skupaj Duplek</b>	<b>6428</b>	<b>7586</b>	<b>1158</b>	
<b>povprečje Duplek</b>	<b>221.7</b>	<b>261.6</b>	<b>39.9</b>	<b>15</b>

Razlika med modeloma pri številu prebivalcev je 15 %. MSO v občini Duplek povprečno zajamejo več prebivalcev ( $100 \% - 15 \% = 85 \%$ ) kot je povprečje za celoten vzorec občin (73 %).

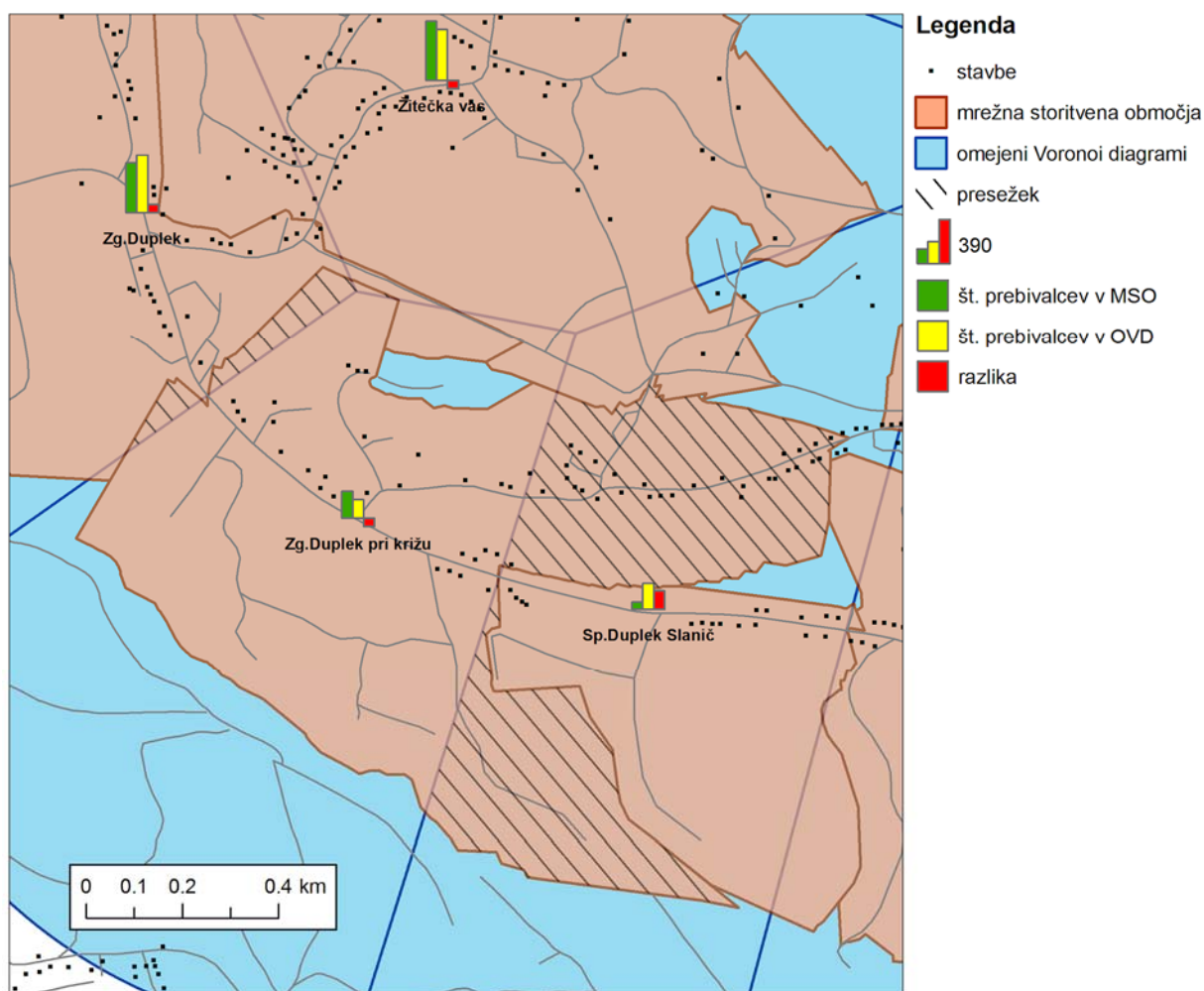
V spodnjem grafikonu so prikazane razlike (iz preglednice 3.9) v številu prebivalcev v gravitacijskih območjih posameznih postaj v občini Duplek.



Grafikon 3.3: Razlika prebivalcev med modeloma

V večini primerov OVD posamezne postaje zajame več prebivalcev kot MSO (21 od 29 postaj), vendar kjer pa mrežno storitveno območje zajame več prebivalcev kot omejen Voronoi diagram (na primer postaja Zg. Duplek pri križu) je dobro vidna razlika med modeloma. Model MSO sledi cestam po katerih prebivalci dejansko hodijo do avtobusnih postaj.





Slika 3.23: Razlika na postaji Zg. Duplek pri križu

Na sliki je s šrafuro prikazan učinek konfiguracije cestnega omrežja na določitev meja območja mrežnega storitvenega modela, ki lahko povzroča znatne razlike med pokrivnostjo obeh obravnavanih modelov. Na postaji Zg. Duplek pri križu se zaradi specifične konfiguracije cestnega omrežja meja storitvenega območja znatno razteza preko omejenega Voronoi diagrama pripadajočega tej postaji in se razteza v območje omejenega Voronoi diagrama sosednje avtobusne postaje Sp. Duplek Slanič (Čeh s sod., 2008).

#### *Korelacije:*

Zanimalo nas je tudi kaj vpliva na število prebivalcev v mrežnih storitvenih območjih. Predvidevali smo, da dolžina cest in njihova razporeditev vpliva na površino MSO, površina pa na število prebivalcev. Za prikaz smo izračunali vzorčne korelacijske koeficiente, ki

predstavljajo velikost linearne povezanosti spremenljivk na primer X in Y, merjenih na istem predmetu preučevanja.

Pearsonov korelacijski koeficient, ki je definiran kot razmerje med kovarianco in produktom obeh standardnih odklonov:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

r... vzorčni korelacijski koeficient spremenljivk X in Y

x... element vzorca spremenljivke X

y... element vzorca spremenljivke Y

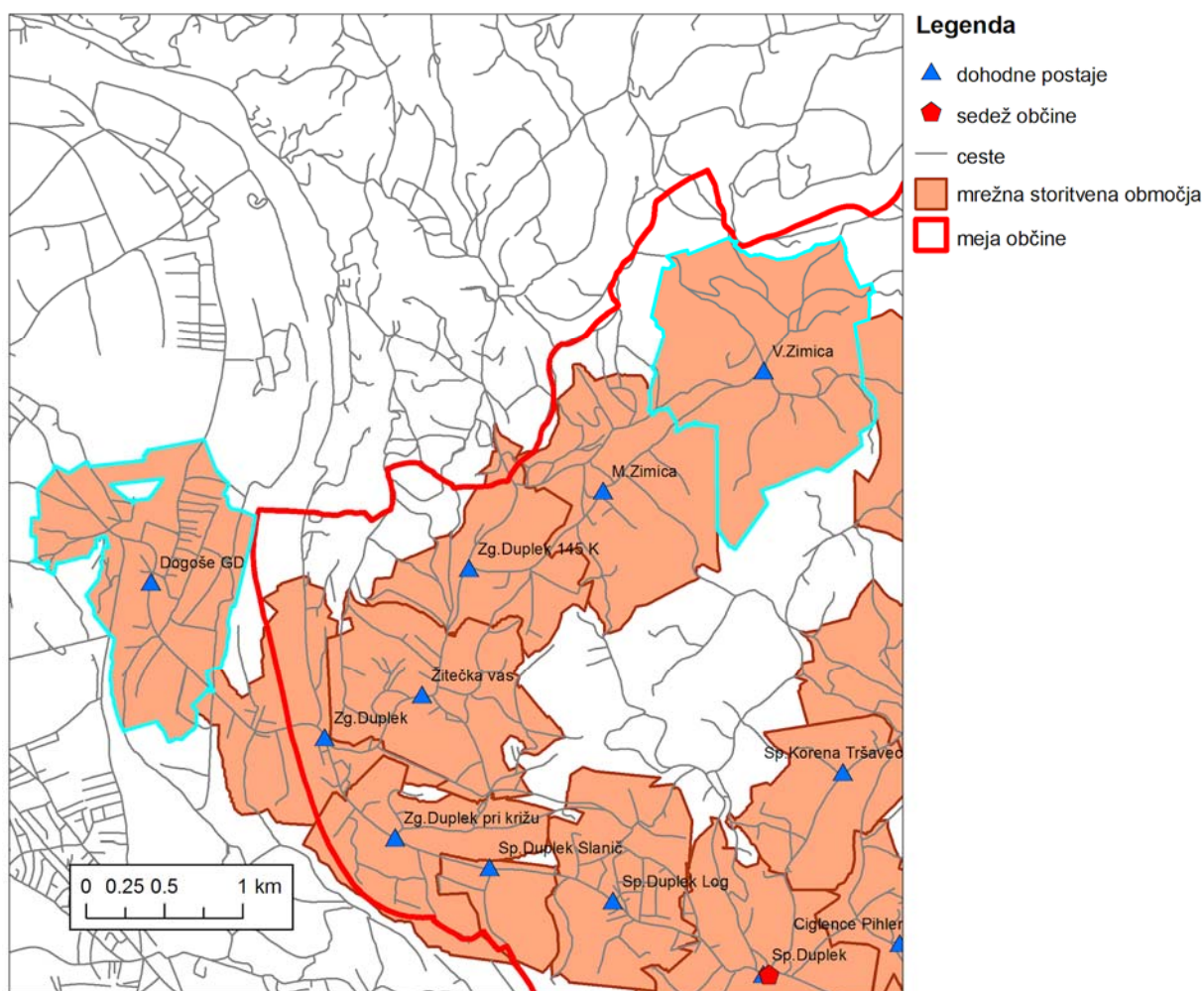
Preglednica 3.10: Korelacijski koeficienti

	Dolžina cest v MSO	Površina MSO	Število prebivalcev v MSO
Dolžina cest v MSO	1	0.94	0.92
Površina MSO	0.94	1	0.83
Število prebivalcev v MSO	0.92	0.83	1

Iz tega smo sklepali, da je površina zelo odvisna od dolžine cest ( $r = 0,94$ ), na število prebivalcev pa ne vpliva samo površina mrežnega storitvenega območja ( $r = 0,83$ ), ampak tudi gostota prebivalcev. Videli smo tudi, da dolžina cest neposredno vpliva na število prebivalcev in obratno ( $r = 0,92$ ), kar je logično - na območja z boljšo dostopnostjo se priseli več ljudi, za več ljudi pa je potrebno več cest.

Vendar na površino vpliva tudi razporeditev cest, ne samo dolžina, kot lahko vidimo na naslednjem primeru.

V MSO obeh postaj so ceste dobro razvejane (potekajo v vse smeri od gravitacijskega središča), v MSO postaje Dogoše GD pa je med glavnimi cestami prepleteno tudi veliko stranskih.



Slika 3.24: Razlika med postajama Dogoše GD in V. Zimica

Preglednica 3.11: Podatki za postaji Dogoše GD in V. Zimica

Postaja	Površina MSO [km <sup>2</sup> ]	Dolžina cest v MSO [km]
Dogoše GD	1.59	14.1
V. Zimica	1.85	10.2

Površina MSO je na postaji Dogoše GD malo manjša (za 14 %), čeprav je dolžina cest večja kot pri postaji V. Zimica (za 27 %), kar nasprotuje prej izračunanem korelacijskemu koeficientu (v tem primeru bi moral biti negativen). Vendar, ker gre le za del celotnega gravitacijskega območja na skupen rezultat to ne vpliva. Ugotovili smo, da ima večina MSO podobno razporejene ceste, zato oblika cestnega omrežja ne vpliva veliko na površino MSO.

MSO predstavljajo le dobro polovico površine OVD, v kateri pa živi skoraj tri četrtine prebivalcev. Iz tega smo sklepali, da MSO zajemajo več gostejše poseljenih območij (naselij),

kjer prebivalci dejansko živijo, ne zajema pa toliko redkejše poseljenih območij, kjer tudi manj cest vodi do avtobusnih postaj. Poleg tega model MSO bolj stvarno prikazuje naravno gibanje prebivalcev po cestah do postaj. Na podlagi teh ugotovitev smo se odločili za prikaz rezultatov mrežne analize storitvenih območij.

Z določitvijo MSO (gravitacijska območja izbranega modela) smo odgovorili na prvo in tretje vprašanje dostopnosti: Koliko prebivalcev ima dostop do javnih dejavnosti in od kod se lahko pripeljejo? Dopolnili smo tudi odgovor na drugo vprašanje, in sicer tako, da smo pri izračunu frekvence izločili tiste dohodne postaje, ki so preveč oddaljene od prebivalcev občin (v svojih gravitacijskih območjih ne zajemajo nobene naseljene stavbe) in končne postaje, ki je najbližja sedežu občine in tam prebivalci ne vstopajo na avtobuse za občinsko središče.



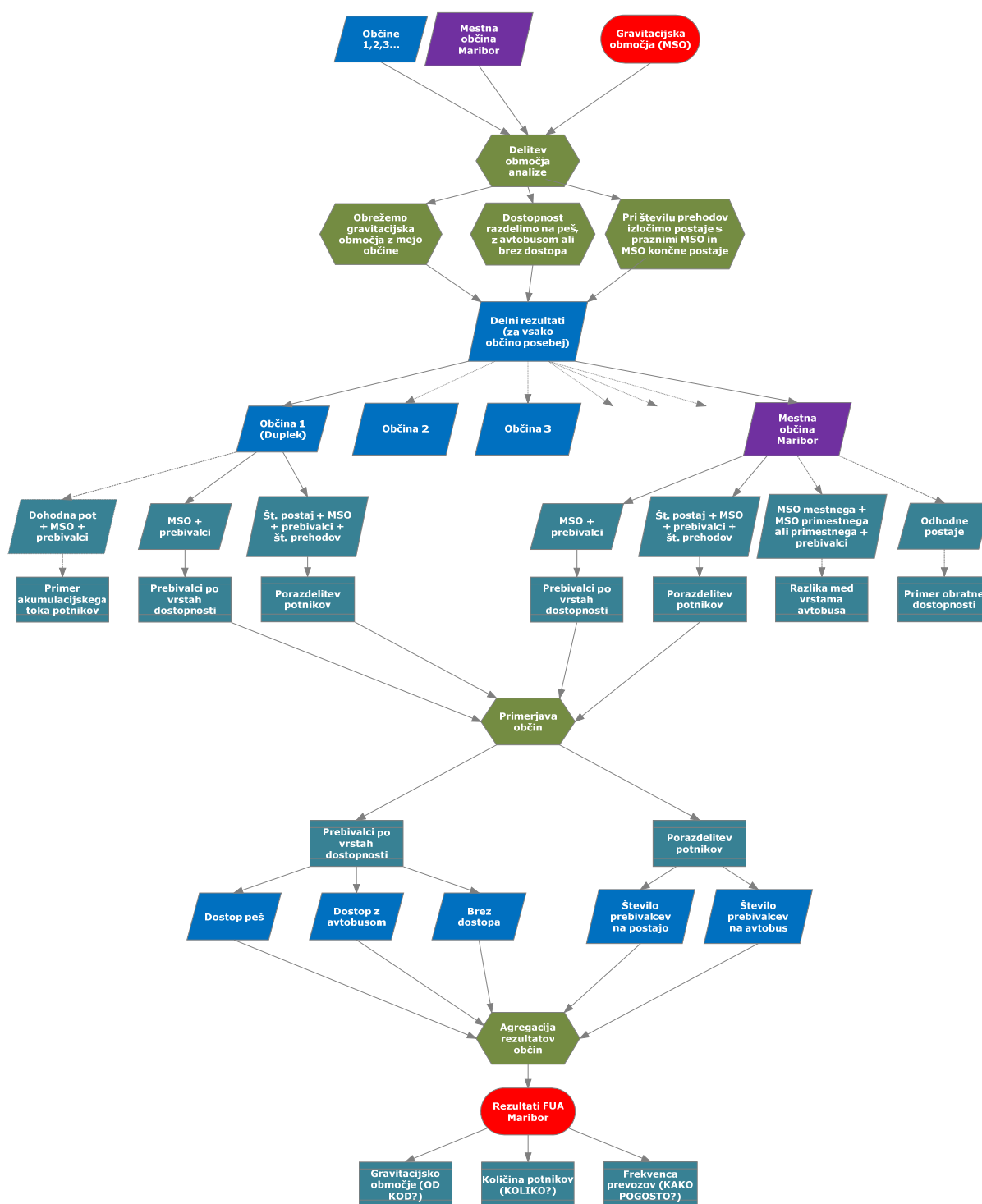
#### 4 REZULTATI ANALIZE DOSTOPNOSTI

Rezultati naše analize odgovarjajo na vsa tri vprašanja o dostopnosti, ki smo si jih zastavili v uvodu. Najprej smo predstavili rezultate analize dostopnosti v MOM, v občini Duplek, nato smo primerjali rezultate vseh obravnavanih občin in na koncu še združili vse rezultate v predstavitev FUA Maribor. S temi agregiranimi rezultati bo mogoče primerjati dostopnost v drugih razvojnih regijah v Sloveniji.

Za vsako občino smo izračunali število prebivalcev glede na stopnjo dostopnosti (peš, z avtobusom in brez dostopa). Izračunali smo tudi povprečno frekvenco prehodov avtobusa na postajo, kjer smo upoštevali samo postaje, ki jih prebivalci uporabljajo za dostop do občinskih središč z JPP. Prikazali smo storitvena območja postaj, ki vodijo do občinskih središč. Ker smo analizirali samo prebivalce občin, smo pri storitvenih območjih postaj upoštevali samo dele območij, ki se nahajajo v občini.

V MOM smo predstavili tudi razliko med mestnim in primestnim ali medkrajevnim avtobusom, da bi pojasnili zakaj smo se v tej občini odločili za MPP. Predstavili smo tudi primer obratne dostopnosti (kam se je možno peljati iz izbrane avtobusne postaje).

V občini Duplek pa smo prikazali akumulacijski tok potencialnih potnikov na izbrani vožnji. Na osnovi tega rezultata lahko ugotavljamo potencialne obremenitve na ostalih linijah, kar je mogoče uporabiti za načrtovanje frekvenc voženj.

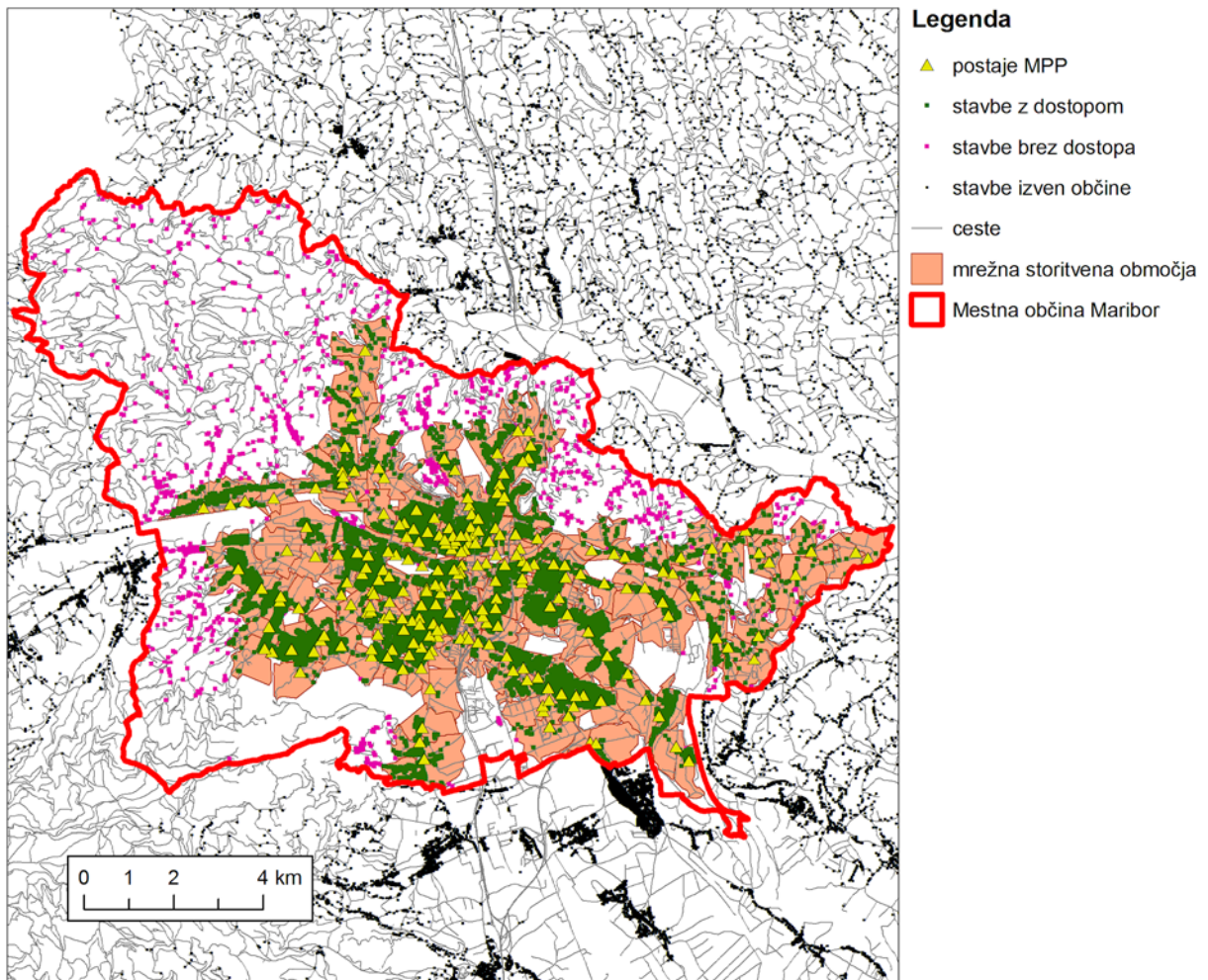


Slika 4.1: Procesni diagram pridobitve rezultatov analize

#### 4.1 Mestna občina Maribor

MOM je osrednja občina v FUA Maribor, kot predstavnico mestnih občin pa smo želeli, da bi bili njeni rezultati stvarni, vendar še vedno primerljivi z rezultati drugih občin, zato se

metodologija za analizo mestnih občin razlikuje le v tem, da smo upoštevali mestni avtobus (ne pa primestni ali medkrajevni) in da nismo lokalizirali javne dejavnosti le na občinsko središče ampak na celotno območje MPP.



Slika 4.2: Rezultati analize MOM

Preglednica 4.1: Rezultati analize MOM

Površina občine	147.5 km <sup>2</sup>
Število prebivalcev v občini	110037
Gostota prebivalcev v občini	746.2 prebivalcev / km <sup>2</sup>
Površina MSO	64.7 km <sup>2</sup>
Število prebivalcev z dostopom	105334
Gostota prebivalcev v MSO	1628.0 prebivalcev / km <sup>2</sup>
Delež prebivalcev z dostopom	95.7 %
Število postaj	227
Povprečno število prebivalcev na postajo	464.0

se nadaljuje...



...nadaljevanje

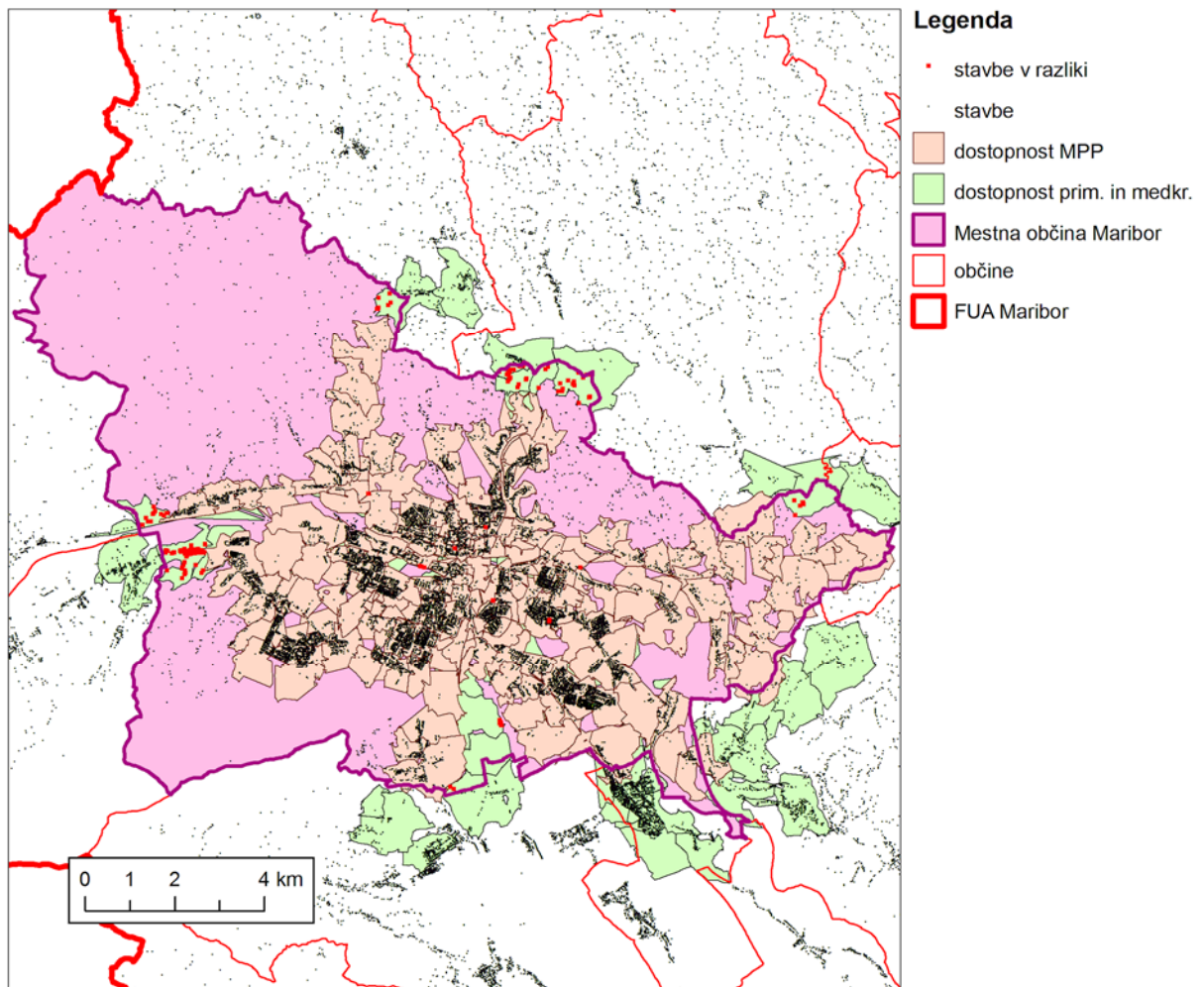
Povprečna frekvenca prehodov avtobusa na postajo	30.5
Povprečno število prebivalcev na prehod avtobusa na postajo	15.2

Predvidevali smo, da prebivalci MOM do javnih storitev dostopajo peš ali z avtobusom, zato smo izračunali samo število prebivalcev z dostopom, ne glede na stopnjo dostopnosti

Povprečno število prebivalcev na prehod avtobusa na postajo je največje potencialno število potnikov, ki bi se lahko vkrcalo na avtobus na eni postaji. Stvarno število potnikov je le približno dvajsetina tega števila, saj po podatkih ankete po gospodinjtstvih v Ljubljani (MOL, 2003) (občini sta primerljivi, ker imata obe MPP in obe predstavljata nacionalna središča mednarodnega pomena (OdSPRS, 2004)) JPP uporablja 13 % dnevnih migrantov, ki pa predstavljajo le 5 % celotnega prebivalstva.

*Primerjava MPP in primestnega ali medkrajevnega potniškega prometa:*

V MOM smo analizirali dostopnost do javnih dejavnosti z MPP, skušali pa smo tudi ugotoviti koliko prebivalcev občine nima dostopa do mestnega avtobusa ampak samo do primestnega ali medkrajevnega.

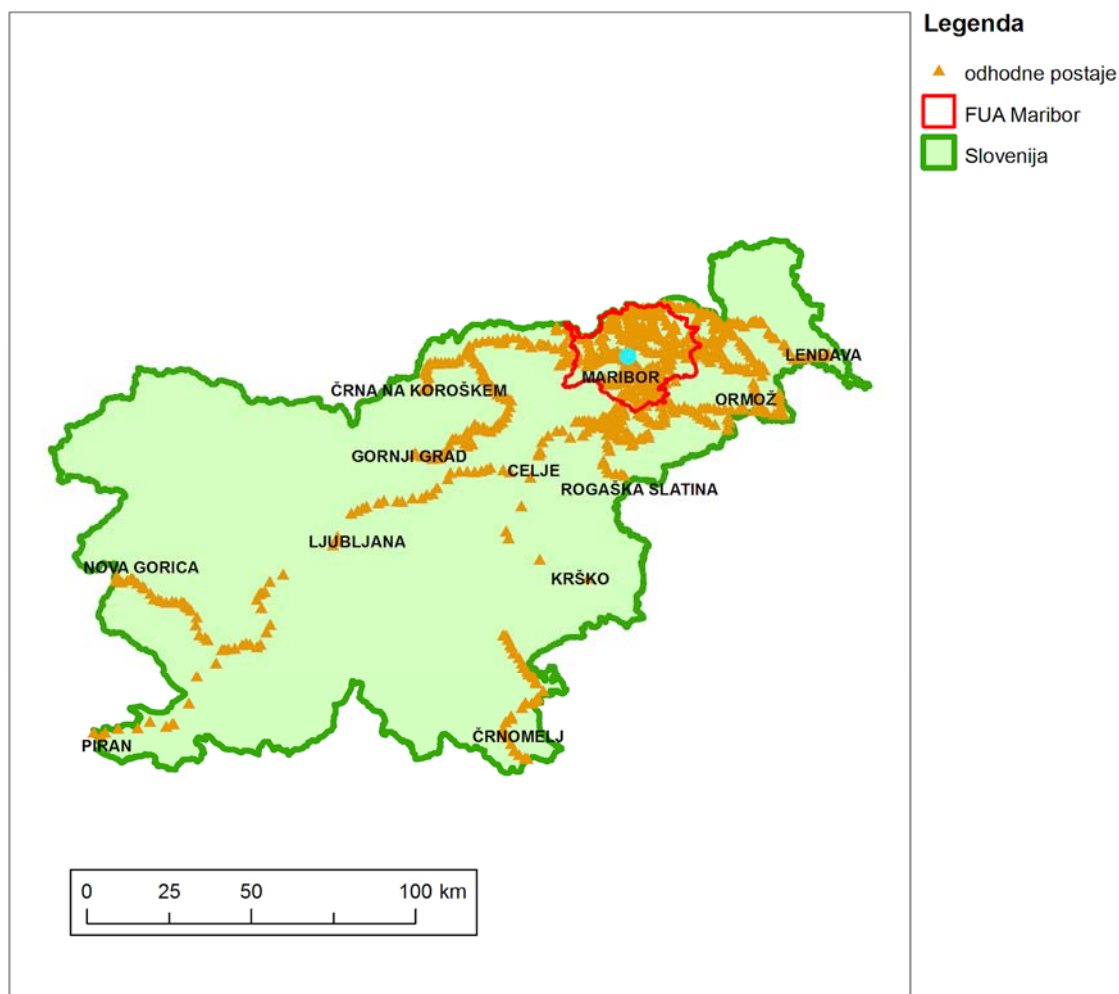


Slika 4.3: Razlika med MPP in primestnim ali medkrajevnim potniškim prometom v MOM

V območju, ki ga ne pokriva mestni avtobus in ga pokriva primestni ali medkrajevni se nahaja samo 686 prebivalcev, kar je le 0,6 % vseh prebivalcev MOM. Iz tega smo sklepali, da smo sprejeli pravilno odločitev, da smo v naši analizi v MOM uporabili podatke MPP.

#### *Dostopnost Slovenije iz avtobusne postaje Maribor:*

Zanimalo nas je, kam vse se lahko potniki peljejo, zato smo poiskali vse odhodne postaje primestnega in medkrajevnega avtobusnega prometa iz glavne avtobusne postaje v Mariboru.



Slika 4.4: Odhodne postaje primestnega in medkrajevnega avtobusa iz AP Maribor

Ker na vseh linijah potekajo vožnje v obe smeri, vidimo tudi od kod se lahko potniki pripeljejo v Maribor. Največ linij poteka v funkcionalnem urbanem območju Maribora in v njegovi okolici, a le nekaj jih pelje neposredno v druge kraje po Sloveniji.

Ta rezultat dobro prikazuje avtobusno povezanost Maribora in ostale Slovenije. Podoben rezultat lahko dobimo za katerokoli postajo, kar je zelo uporabno analizo dostopnosti za načrtovalce novih objektov.

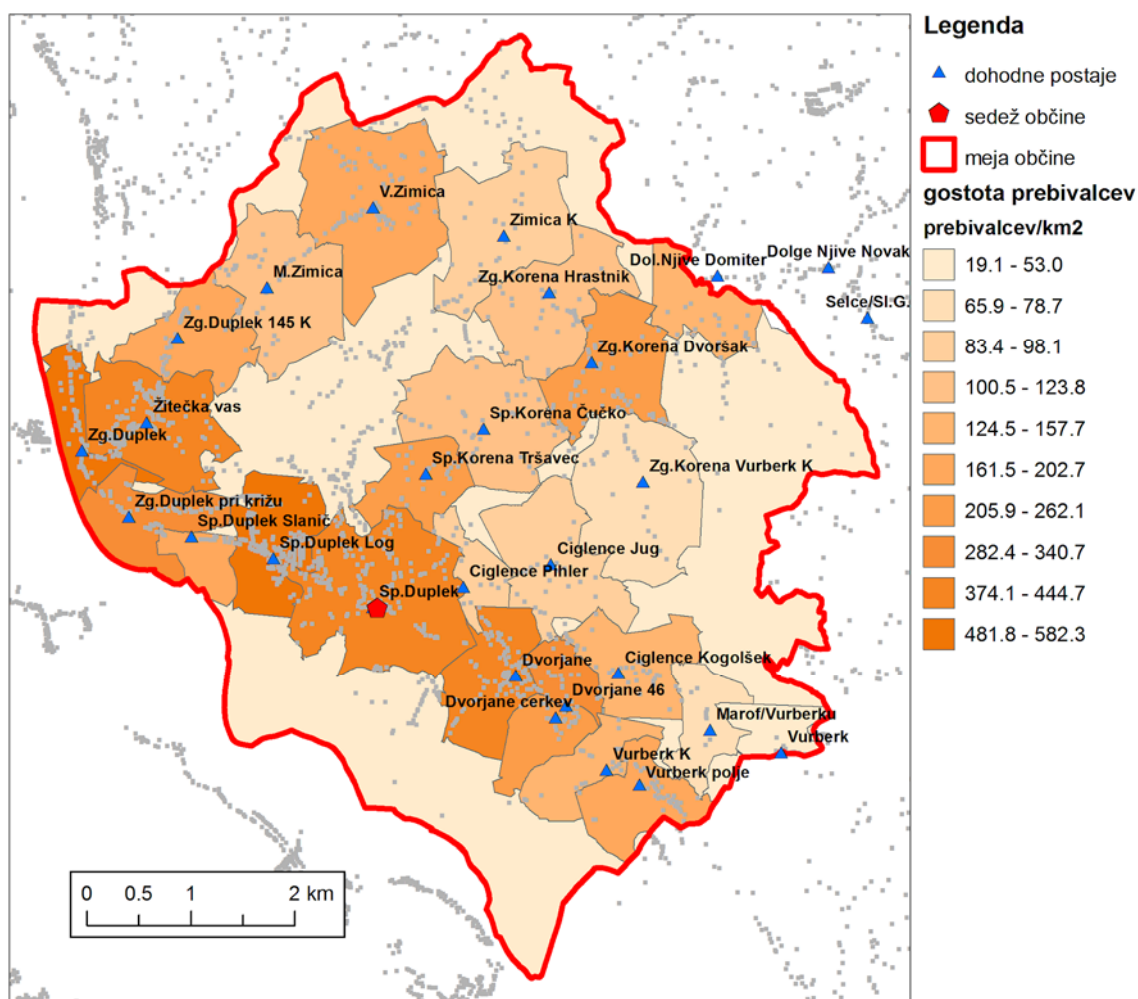
## 4.2 Občina Duplek

V občini Duplek smo naredili bolj podrobno analizo, tako da smo obravnavali storitvena območja za vsako postajo posebej. S tem smo prikazali interakcijo storitvenih območij, kjer so razdalje med postajami manjše kot dvojna pešaška razdalja in se meje območij dotikajo.

Preglednica 4.2: Rezultati po postajah v občini Duplek

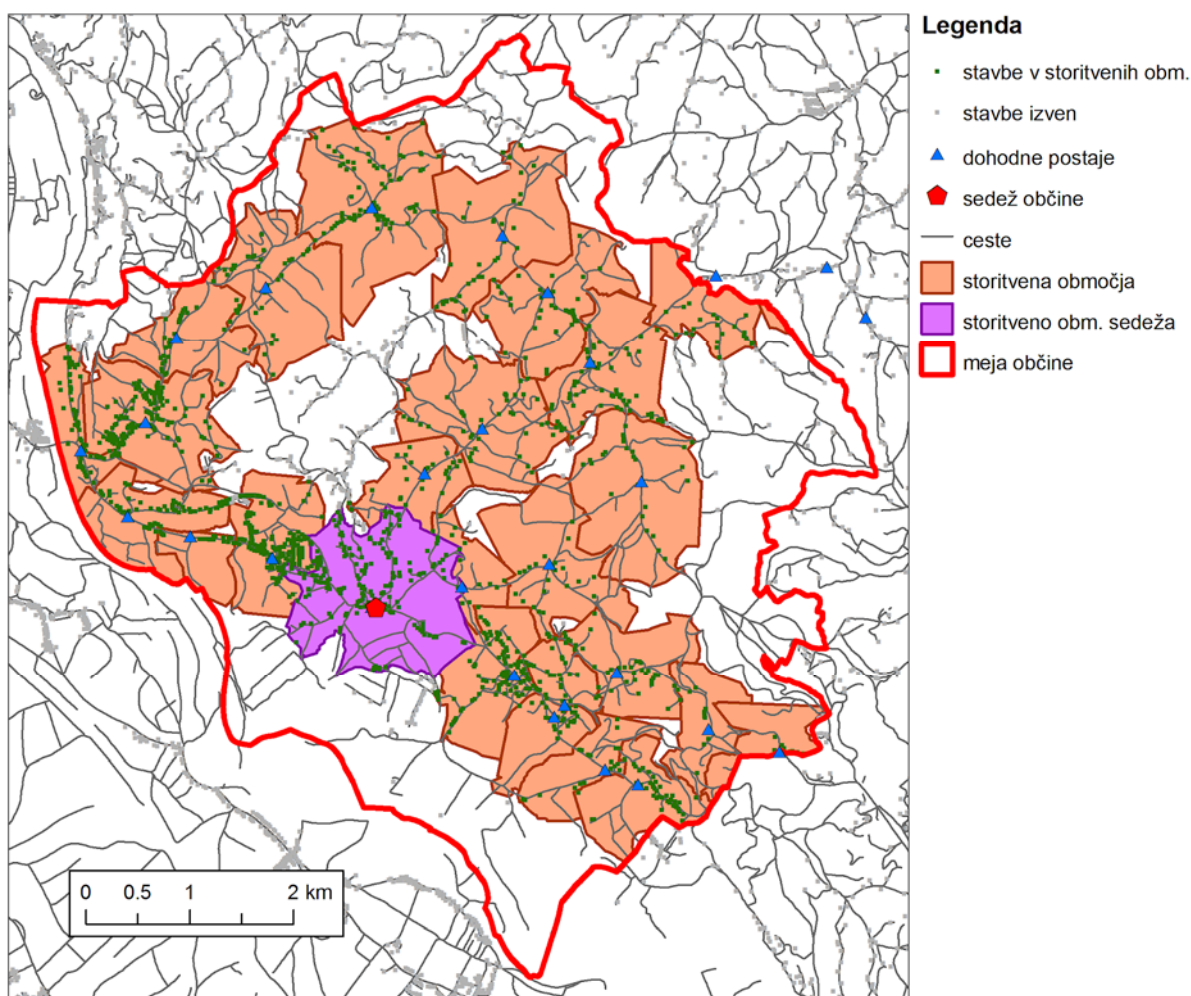
Ime postaje	Površina [m <sup>2</sup> ]	Št. prebivalcev	Gostota prebivalcev [št.preb./km <sup>2</sup> ]	Frekvenca prehodov	Porazdelitev potnikov [št.potnikov/avtobus]
Ciglenca Jug	1210292	106	87.6	2	53.0
Ciglenca Kogolšek	877678	136	155.0	5	27.2
Ciglenca Pihler	371676	31	83.4	2	15.5
Dogoše GD (izven)	0	0	0	0	0.0
Dol.Njive Domiter	658480	82	124.5	2	41.0
Dolge Njive Novak	37917	0	0	0	0
Dvorjane	943151	397	420.9	16	24.8
Dvorjane 46	355757	111	312.0	5	22.2
Dvorjane cerkev	500553	109	217.8	16	6.8
M.Zimica	1322879	133	100.5	1	133.0
Marof/Vurberku	571759	40	70.0	5	8.0
Selce/Sl.G. (izven)	0	0	0	0	0
Sp.Duplek (končna)	2069200	774	374.1	0	0
Sp.Duplek Log	942738	549	582.3	15	36.6
Sp.Duplek Slanič	349749	64	183.0	15	4.3
Sp.Korena Čučko	1388171	171	123.2	1	171.0
Sp.Korena Tršavec	626472	129	205.9	1	129.0
V.Zimica	1851115	299	161.5	1	299.0
Vurberk	486050	24	49.4	6	4.0
Vurberk K	585512	74	126.4	12	6.2
Vurberk polje	772182	154	199.4	5	30.8
Zg.Duplek	525068	253	481.8	16	15.8
Zg.Duplek 145 K	848884	149	175.5	1	149.0
Zg.Duplek pri križu	839171	237	282.4	15	15.8
Zg.Korena Dvoršak	1064648	231	217.0	3	77.0
Zg.Korena Hrastnik	1172624	141	120.2	2	70.5
Zg.Korena Vurberk	1608547	106	65.9	2	53.0
Zimica K	1433910	126	87.9	1	126.0
Žitečka vas	1258426	524	416.4	1	524.0
ostalo	15310780	1021	66.7	0	0

Na sliki 4.5 je predstavljena gostota prebivalcev v MSO posameznih postaj, MSO sedeža občine in območja izven dosega JPP.



Slika 4.5: Gostota prebivalcev v občini Duplek

Vidimo, da je gostota največja v storitvenih območjih postaj med krajema Zgornji Duplek in Dvorjane, kjer pa je tudi največja frekvenca prehodov (Slika 3.15), torej v primeru te občine prevozniki ne ciljajo predvsem na potnike, ki nimajo druge izbire prevoza (Gabrovec, Bole, 2006), ampak prilagajajo pogostnost voženj glede na gostoto prebivalcev v okolici avtobusnih postaj.



Slika 4.6: Rezultati analize občine Duplek

Prebivalci s peš dostopom se v nemestnih občinah nahajajo v storitvenem območju sedeža občine. Storitveno območje končne postaje je skoraj vedno manjše od storitvenega območja sedeža občine in ga slednje prekriva, vendar če sta sedež občine in končna postaja dovolj oddaljena se lahko zgodi, da ga na prekrije. V tem primeru so prebivalci v storitvenem območju končne postaje brez dostopa (čeprav lahko pridejo do postaje, na avtobus ne morejo vstopiti, do sedeža občine pa so preveč oddaljeni).

Preglednica 4.3: Rezultati analize občine Duplek

Število prebivalcev v občini	6171	100 %
Število prebivalcev s peš dostopom	774	12.5 %
Število prebivalcev z avtobusnim dostopom	4376	70.9 %
Število prebivalcev brez dostopa	1021	16.5 %
Število postaj (za prebivalce z avtobusnim dostopom)	25	

se nadaljuje...

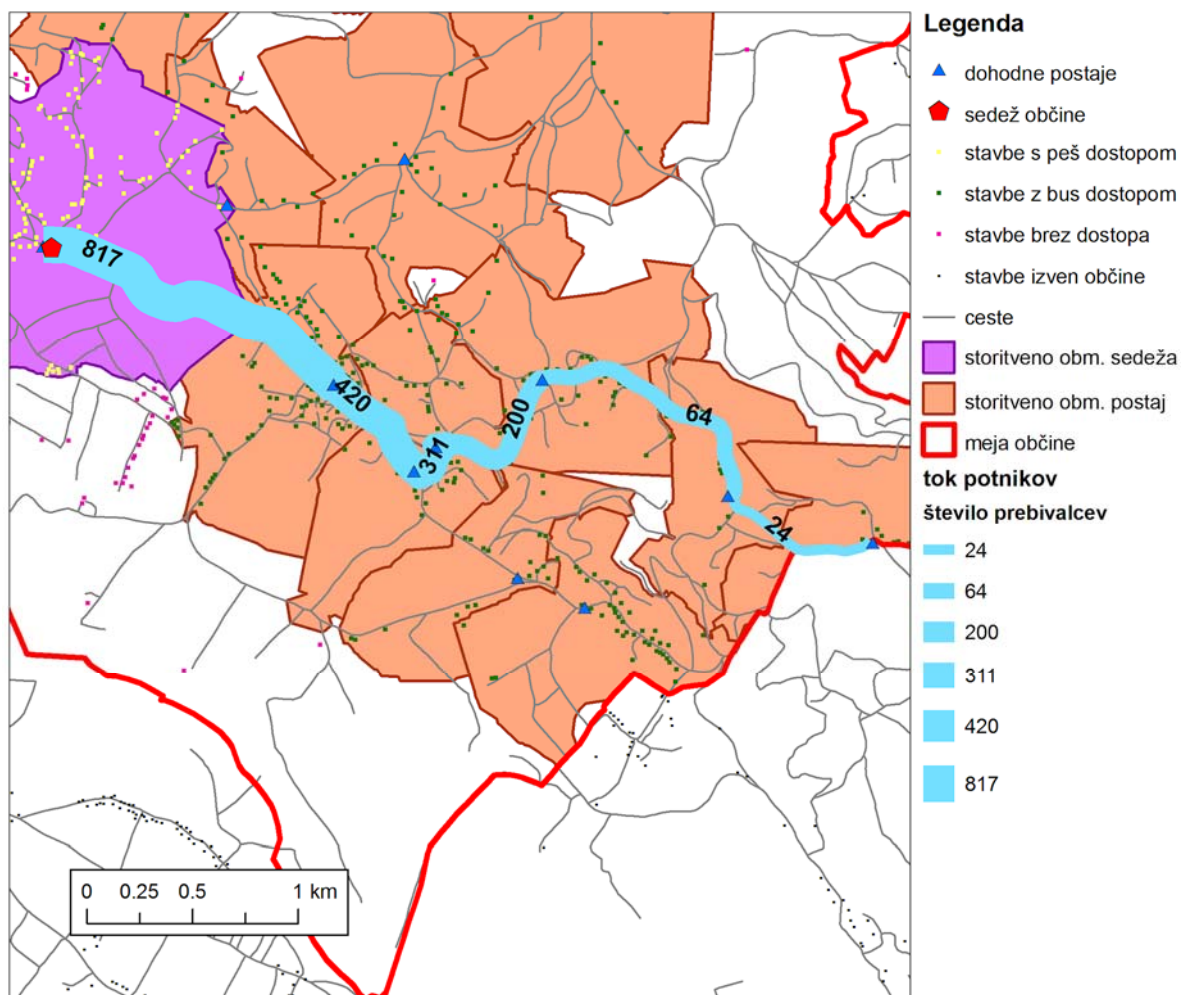
...nadaljevanje

Povprečno število prebivalcev na postajo	175.0	
Povprečna frekvenca prehodov avtobusa na postajo	6.0	
Povprečno število prebivalcev na prehod avtobusa na postajo	29.0	

Prebivalci s peš dostopom so prebivalci v mrežnem storitvenem območju sedeža občine.

Pri izračunu povprečnega števila prebivalcev na prehod avtobusa na postajo smo izločili tiste postaje, ki v svojem mrežnem storitvenem območju nimajo prebivalcev (Dogoše GD, Dolge Njive Novak, Selce/SI.G.) in končno postajo, kjer potniki samo še izstopajo (Sp.Duplek).

*Akumulacijski tok potencialnih potnikov na izbrani vožnji v občini Duplek:*



Slika 4.7: Primer akumulacijskega toka potencialnih potnikov

Na osnovi baze podatkov AVRIS in sloja avtobusnih postajališč smo izdelali sloj dohodnih voženj, usmerjenih proti občinskemu središču. Tako smo dobili pogled na lokacije postaj izbrane vožnje. Izbrane postaje smo povezali v avtobusno linijo. Vsak odsek smo opremili s potencialnim številom potnikov, to je številom prebivalcev storitvenega območja prejšnje postaje. Nato smo v smeri potovanja seštevali potencialne potnike in tako dobili največje število potencialnih potnikov na tej dohodni vožnji.

Opisali smo situacijo, v kateri bi vsi prebivalci storitvenih območij postaj na tej vožnji postali potniki na enem samem avtobusu. Stvarno stanje števila potnikov na tej vožnji je seveda mnogo manjše, ker v stvarnosti vsi prebivalci ne uporabljajo avtobusnega prevoza, tisti ki pa ga, pa se porazdelijo na več voženj. Za ugotovitev tega stanja bi potrebovali izvedbo natančnega štetja potnikov oziroma ocenjeno (anketno) ugotavljanje števila potnikov na tej vožnji, kar pa ni predmet te raziskave. Na tem mestu smo želeli prikazati le možnost prikaza akumulacijskega toka, tako kot smo ga sami oblikovali (Čeh s sod., 2008).

### 4.3 Občine FUA Maribor

Primerjali smo rezultate vseh občin v FUA Maribor, izračunali pa smo tudi povprečje občin brez MOM, da vidimo koliko se ostale občine razlikujejo od mestne občine.

Preglednica 4.4: Podatki občin FUA Maribor

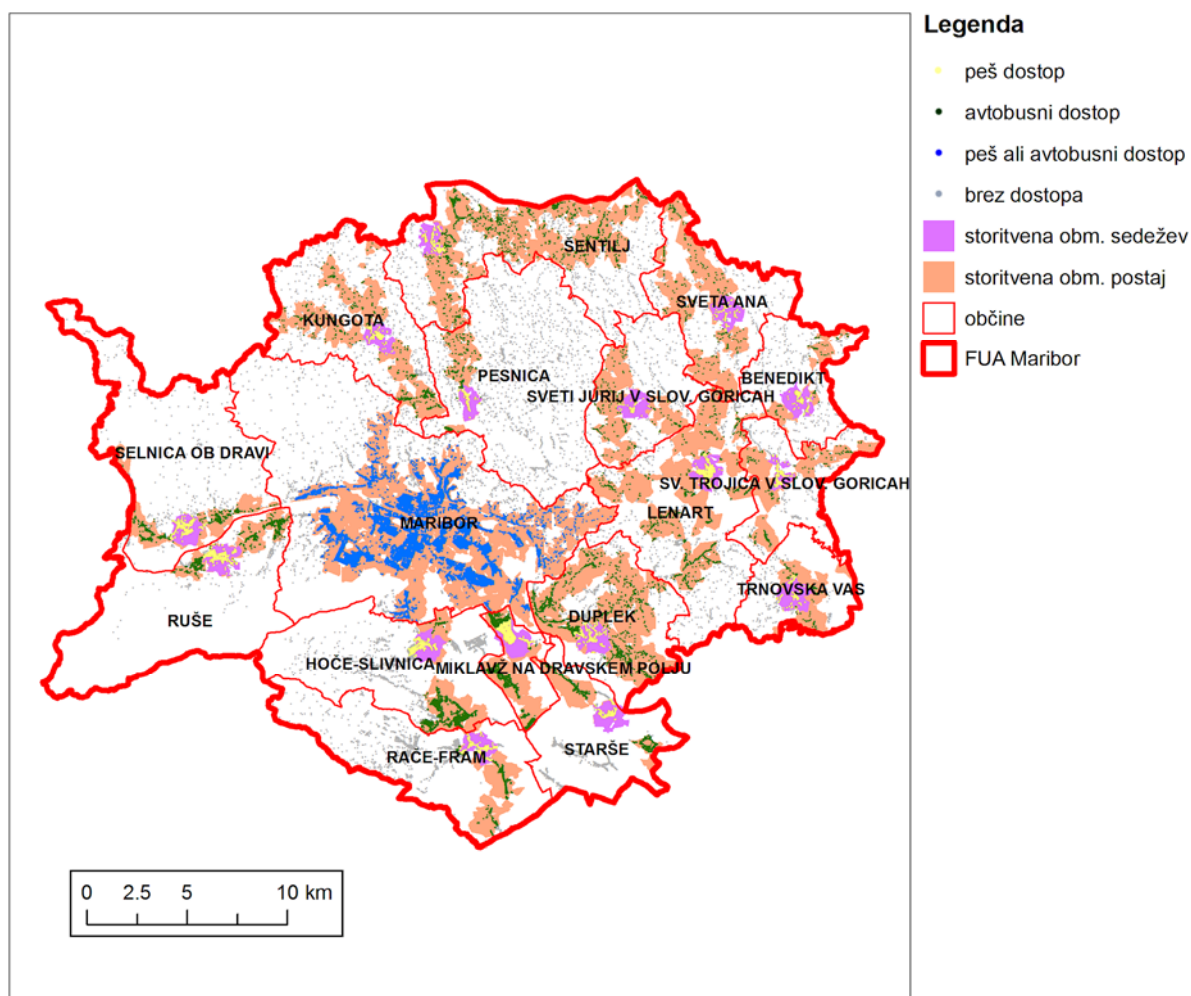
Občina	Površina [km <sup>2</sup> ]	Število stavb	Število prebivalcev	Gostota stavb [stavb/km <sup>2</sup> ]	Gostota prebivalcev [preb./km <sup>2</sup> ]
BENEDIKT	24.1	524	2055	21.7	85.1
DUPLEK	40.0	1580	6171	39.5	154.3
HOČE-SLIVNICA	53.7	2474	9747	46.1	181.5
KUNGOTA	49.0	1126	4458	23.0	91.0
LENART	61.7	1598	6869	25.9	111.3
MARIBOR	147.5	14728	110037	99.9	746.2
MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU	12.5	1549	5937	123.5	473.5
PESNICA	75.8	1785	7382	23.5	97.3
RAČE-FRAM	51.2	1571	6123	30.7	119.5
RUŠE	60.8	1239	7375	20.4	121.3
SELNICA OB DRAVI	64.5	1083	4619	16.8	71.6
STARŠE	34.0	1039	4056	30.6	119.4

se nadaljuje...



...nadaljevanje

Občina	Površina [km <sup>2</sup> ]	Število stavb	Število prebivalcev	Gostota stavb [stavb/km <sup>2</sup> ]	Gostota prebivalcev [preb./km <sup>2</sup> ]
SV. TROJICA V SLOV. GORICAH	26.3	555	2192	21.1	83.4
SVETA ANA	37.2	549	2288	14.8	61.6
SVETI JURIJ V SLOV. GORICAH	30.7	517	2129	16.8	69.3
ŠENTILJ	65.0	1810	8234	27.8	126.7
TRNOVSKA VAS	22.9	324	1248	14.2	54.5
<b>Skupaj</b>	<b>856.9</b>	<b>34051</b>	<b>190920</b>		
<b>Povprečje</b>	<b>50.4</b>	<b>2003.0</b>	<b>11230.6</b>	<b>39.7</b>	<b>222.8</b>
<b>Povprečje brez MOM</b>	<b>44.3</b>	<b>1207.7</b>	<b>5055.2</b>	<b>27.2</b>	<b>114.0</b>



Slika 4.8: Rezultati analize občin FUA Maribor

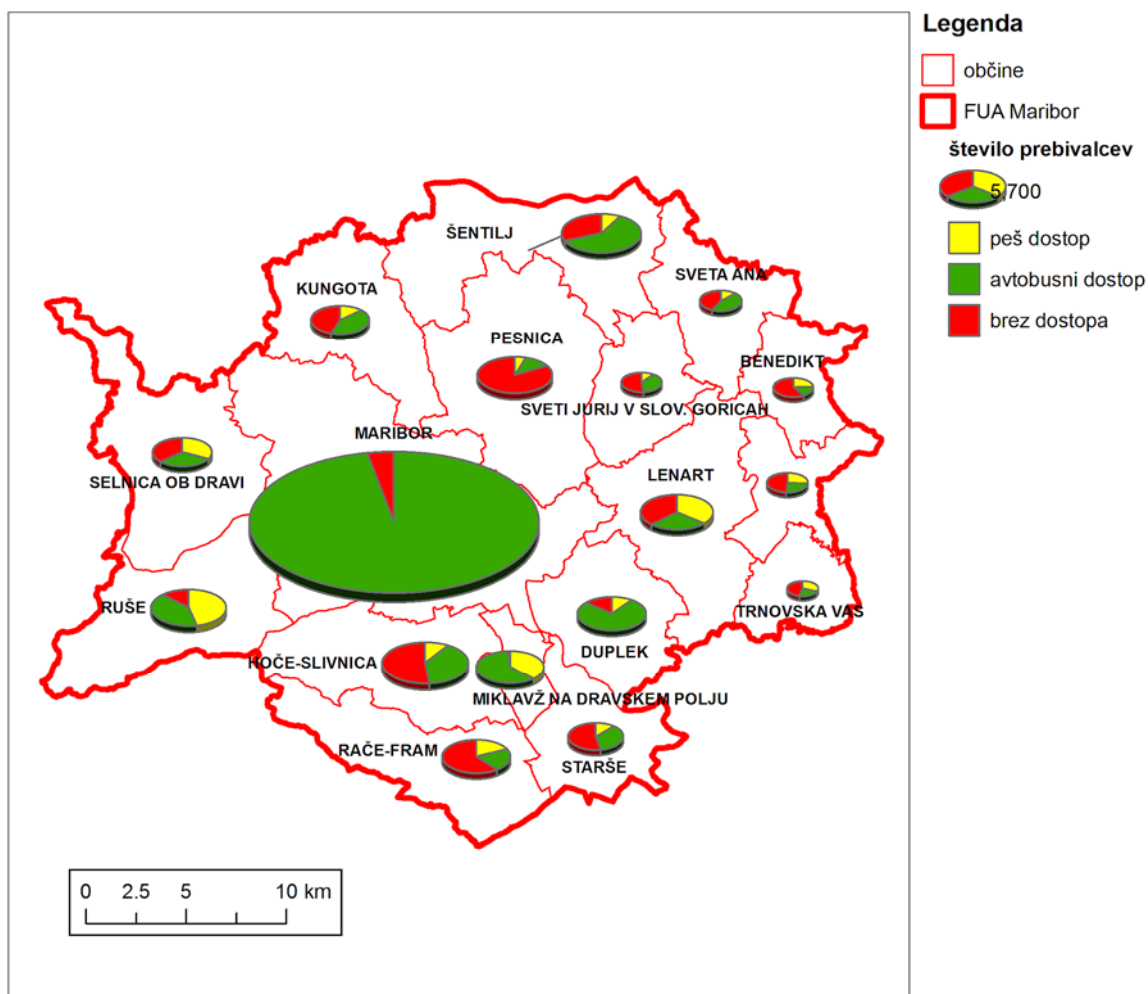
Po pričakovanjih sta gostoti stavb in prebivalcev v MOM dosti višji kot v ostalih občinah, posledica tega pa je, da sta povprečji gostot skoraj dvakrat večji, ko upoštevamo MOM.

Najmanj gosto poseljena izmed obravnavanih občin je Trnovska vas, najbolj gosto poseljena izmed ostalih občin je Miklavž na Dravskem polju, ki pa je tudi najmanjša izmed obravnavanih občin.

Preglednica 4.5: Prebivalci po stopnjah dostopnosti v občinah FUA Maribor

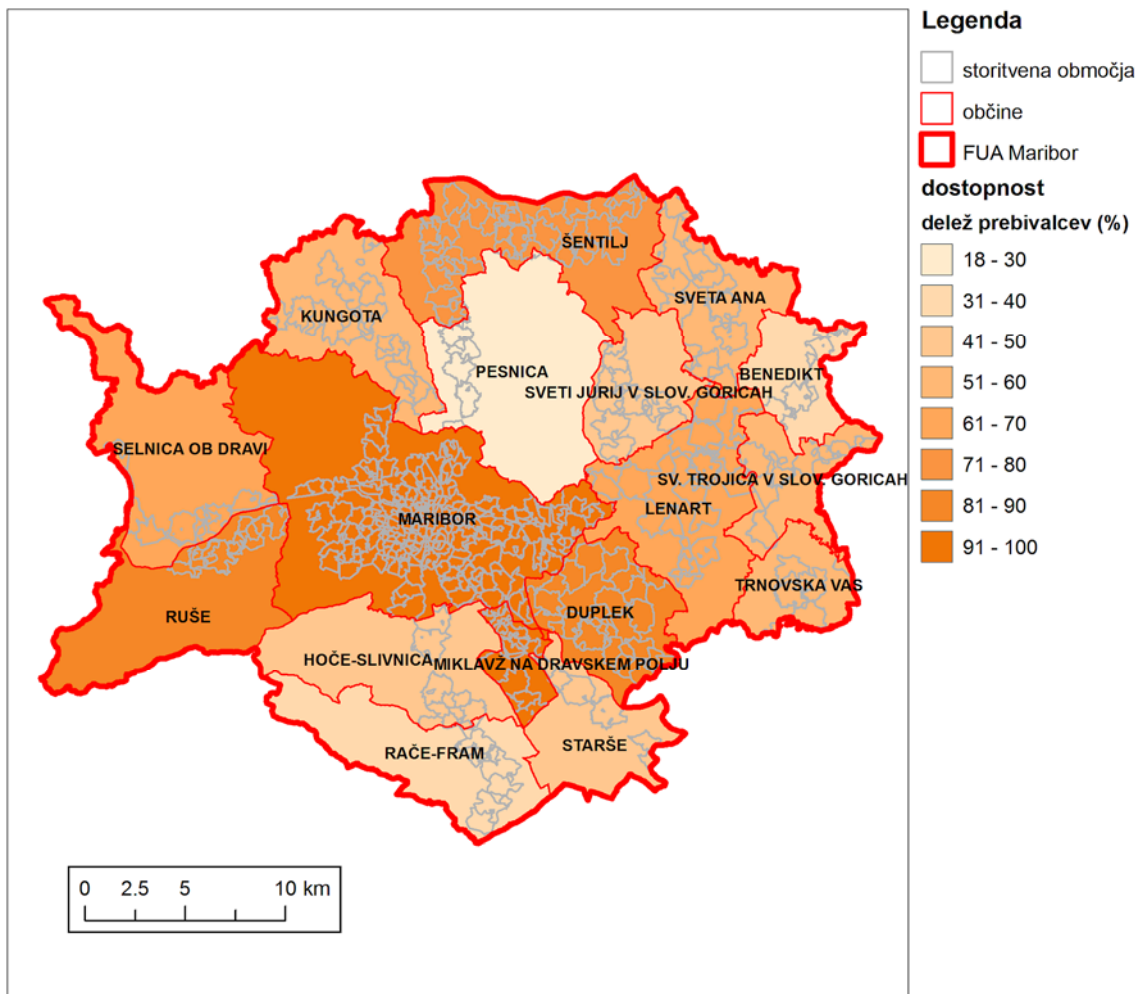
Občina	Število prebivalcev s peš dostopom	%	Število prebivalcev z avtobusnim dostopom	%	% peš + bus	Število prebivalcev brez dostopa	%
BENEDIKT	504	24.5	239	11.6	36.2	1312	63.8
DUPLEK	774	12.5	4376	70.9	83.5	1021	16.5
HOČE-SLIVNICA	1139	11.7	3506	36.0	47.7	5102	52.3
KUNGOTA	701	15.7	1827	41.0	56.7	1930	43.3
LENART	2300	33.5	2135	31.1	64.6	2434	35.4
MARIBOR	0	0.0	105334	95.7	95.7	4703	4.3
MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU	2075	35.0	3756	63.3	98.2	106	1.8
PESNICA	457	6.2	874	11.8	18.0	6051	82.0
RAČE-FRAM	1202	19.6	930	15.2	34.8	3991	65.2
RUŠE	3308	44.9	2946	39.9	84.8	1121	15.2
SELNICA OB DRAVI	1421	30.8	1565	33.9	64.6	1633	35.4
STARŠE	561	13.8	1307	32.2	46.1	2188	53.9
SV. TROJICA V SLOV. GORICAH	568	25.9	539	24.6	50.5	1085	49.5
SVETA ANA	341	14.9	1004	43.9	58.8	943	41.2
SVETI JURIJ V SLOV. GORICAH	256	12.0	763	35.8	47.9	1110	52.1
ŠENTILJ	840	10.2	4928	59.8	70.1	2466	29.9
TRNOVSKA VAS	367	29.4	305	24.4	53.8	576	46.2
<b>Skupaj</b>	<b>16814</b>	<b>8.8</b>	<b>136334</b>	<b>71.4</b>	<b>80.2</b>	<b>37772</b>	<b>19.8</b>
<b>Povprečje</b>	<b>989.1</b>	<b>20.0</b>	<b>8019.6</b>	<b>39.5</b>	<b>59.5</b>	<b>2221.9</b>	<b>40.5</b>
<b>Povprečje brez MOM</b>	<b>1050.9</b>	<b>21.3</b>	<b>1937.5</b>	<b>36.0</b>	<b>57.3</b>	<b>2066.8</b>	<b>42.7</b>

Opomba: V zgornji preglednici nismo v MOM pisali števila prebivalcev s peš dostopom, ker bi prišlo do podvajanja rezultatov. Vendar, ker smo kot vmesna in končna gravitacijska središča izbrali postaje MPP, začetki in konci potovanja pa so različni imajo ti prebivalci možnost dostopa peš ali z avtobusom.



Slika 4.9: Število prebivalcev po stopnji dostopnosti

Opomba: V MOM zeleni del predstavlja peš ali avtobusni dostop.



Slika 4.10: Delež prebivalcev z dostopom

Največji delež prebivalcev z dostopom ima občina Miklavž na Dravskem polju, ki je tudi druga najbolj gosto poseljena občina. Preseneča zelo majhna dostopnost v občini Pesnica, v kateri zaradi majhnega števila dohodnih postaj (na delavnik) gravitacijsko območje zajame zelo malo prebivalcev.

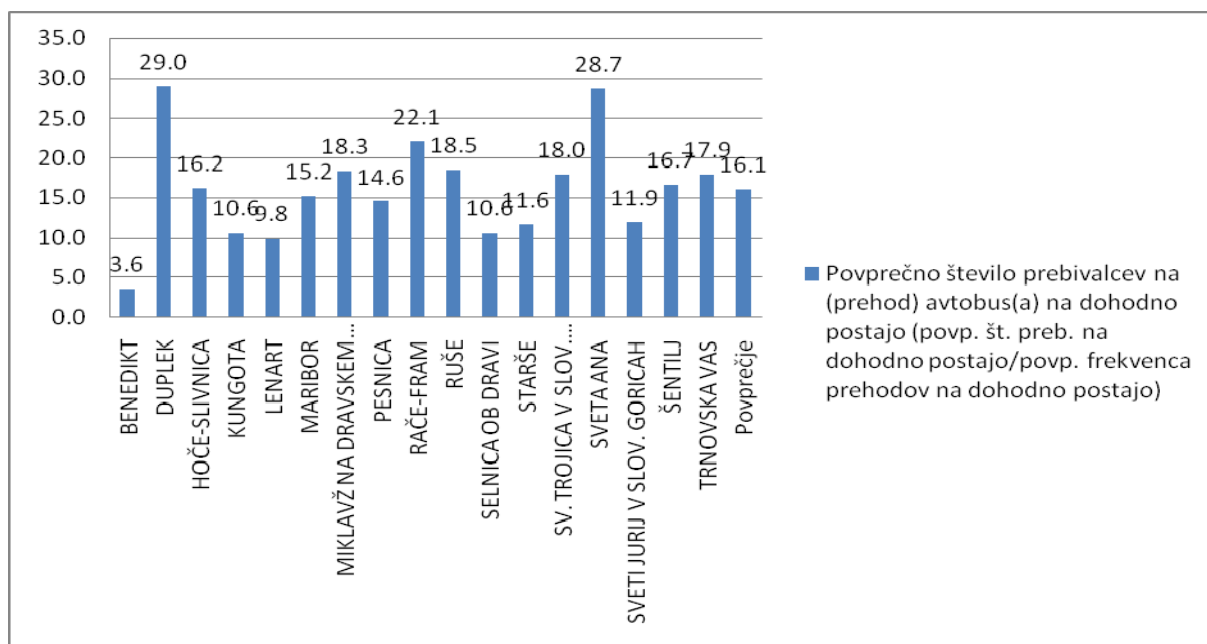
Preglednica 4.6: Porazdelitev potnikov v občinah FUA Maribor

Občina	Število prebivalcev z avtobusnim dostopom	Število dohodnih postaj	Povprečno število prebivalcev na dohodno postajo	Povprečna frekvenca prehodov na dohodno postajo	Povprečno število prebivalcev na prehod avtobusa na dohodno postajo
BENEDIKT	239	3	79.7	22.3	3.6
DUPLEK	4376	25	175.0	6.0	29.0

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Občina	Število prebivalcev z avtobusnim dostopom	Število dohodnih postaj	Povprečno število prebivalcev na dohodno postajo	Povprečna frekvenca prehodov na dohodno postajo	Povprečno število prebivalcev na prehod avtobusa na dohodno postajo
HOČE-SLIVNICA	3506	10	350.6	21.7	16.2
KUNGOTA	1827	18	101.5	9.6	10.6
LENART	2135	20	106.8	10.9	9.8
MARIBOR	105334	227	464.0	30.5	15.2
MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU	3756	9	417.3	22.8	18.3
PESNICA	874	5	174.8	12.0	14.6
RAČE-FRAM	930	7	132.9	6.0	22.1
RUŠE	2946	9	327.3	17.7	18.5
SELNICA OB DRAVI	1565	8	195.6	18.5	10.6
STARŠE	1307	5	261.4	22.6	11.6
SV. TROJICA V SLOV. GORICAH	539	8	67.4	3.8	18.0
SVETA ANA	1004	13	77.2	2.7	28.7
SVETI JURIJ V SLOV. GORICAH	763	11	69.4	5.8	11.9
ŠENTILJ	4928	32	154.0	9.2	16.7
TRNOVSKA VAS	305	4	76.3	4.3	17.9
<b>Skupaj</b>	<b>136334</b>	<b>414</b>			
<b>Povprečje</b>	<b>8019.6</b>	<b>24.4</b>	<b>190.1</b>	<b>13.3</b>	<b>16.1</b>
<b>Povprečje brez MOM</b>	<b>1937.5</b>	<b>11.7</b>	<b>172.9</b>	<b>12.2</b>	<b>16.1</b>

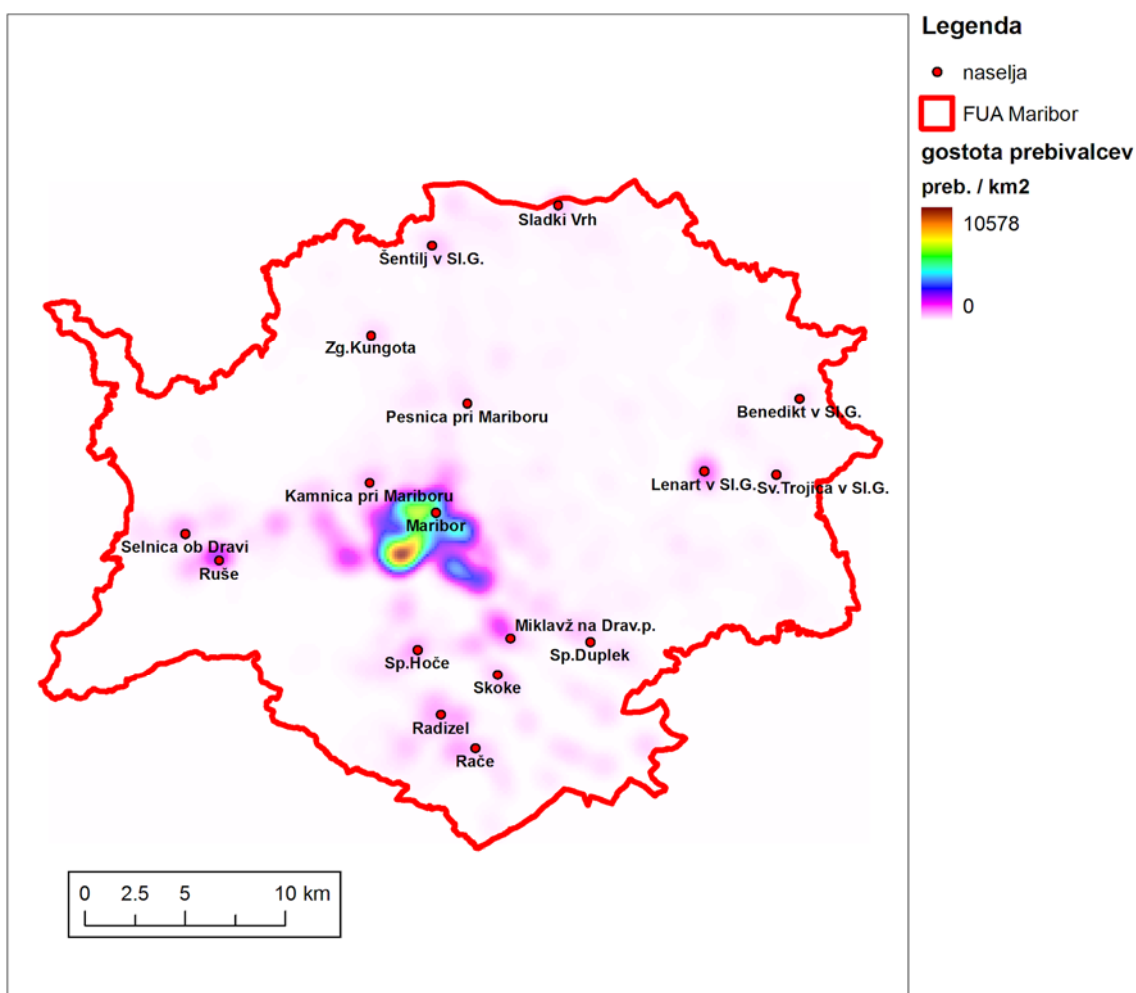


Grafikon 4.1: Porazdelitev potnikov

Porazdelitev potnikov nam pove največ koliko potnikov naj bi vstopilo na avtobus na posamezni postaji. Ta podatek je možno uporabiti za izračun optimalne frekvence avtobusnih prevozov na posameznih linijah (če je potnikov preveč za en avtobus je potrebno povečati frekvenco, če jih je premalo, pa jo lahko zmanjšajo).

#### 4.4 Funkcionalno urbano območje Maribor

FUA Maribor je ena izmed triindvajsetih razvojnih regij v Sloveniji. V tem poglavju smo agregirali rezultate posameznih občin v predstavitev funkcionalnega območja okoli mesta Maribor.



Slika 4.11: Gostota prebivalcev v FUA Maribor

Iz sloja EHIŠ smo z GIS orodjem *Kernel density* naredili prikaz gostote prebivalcev in tako ugotovili katera naselja so največja po številu prebivalcev.

Preglednica 4.7: Rezultati analize za FUA Maribor

Površina	856.9 km <sup>2</sup>
Število stavb	34051
Število prebivalcev	190920
Gostota stavb	35.1 stavb/km <sup>2</sup>
Gostota prebivalcev	162.8 preb./km <sup>2</sup>
Delež prebivalcev z dostopom	80.2 %
Delež prebivalcev brez dostopa	19.8 %
Povprečno število prebivalcev na dohodno postajo	190.1
Povprečno število prebivalcev na prehod avtobusa na dohodno postajo	16.1

## 5 ZAKLJUČEK

S standardnimi GIS pristopi in orodji smo razvili metodologijo za nadaljne analize dostopnosti z javnim potniškim prometom v slovenskih občinah, mestnih ali nemestnih. V procesu naše analize smo ugotovili, da je modeliranje dostopnosti z mrežno analizo storitvenih območij za nas najprimernejše, ker upošteva potovalne razdalje po cestni mreži (medtem ko model določanja omejenih Voronoi diagramov upošteva le zračne razdalje) in najbolj stvarno prikazuje prostorske odnose med uporabniki in ponudniki javnega potniškega prometa. Z uporabo podatkovne baze AVRIS in razvito metodologijo je možno določiti gravitacijska območja poljubnih lokacij, ne le javnih dejavnosti, zato je primerna za raznovrstne analize dostopnosti z avtobusnim prevozom – za načrtovanje novih zgradb, naselij, za upravljanje avtobusnih storitev, za načrtovanje prometnih povezav itd.

Predhodne analize so pokazale, da uporaba javnega potniškega prometa v Sloveniji upada in da se slovenski prevozniki temu ne znajo prav prilagoditi, vendar je dejstvo, da ljudje, ki imajo na izbiro javni in osebni prevoz, javnega potniškega prometa ne uporabljajo, če jim ne omogoča enake ali boljše dostopnosti kot osebno prevozno sredstvo, če ga posedujejo. Z našo raziskavo smo ugotovili, da ima večina (80,2 %) prebivalcev funkcionalnega urbanega območja Maribor dostop do občinskega središča (in s tem do večine javnih dejavnosti v občini) ob delavnikih z najbolj razširjeno obliko javnega potniškega prometa – avtobusnim prevozom, leta 2005 pa se je le 10,4 % dnevnih migrantov prevažalo z avtobusom (Lep, Blaž, 2005).

Vsi izračuni v naši raziskavi se nanašajo na potencialno število potnikov, rezultati popisa prebivalcev in anket (MOL, 2003) pa kažejo, da le 5 % prebivalcev uporablja JPP, zato bi bilo potrebno za stvarno sliko upoštevati le dvajsetino potencialnih potnikov.

Če želimo povečati delež uporabnikov javnega potniškega prometa, je potrebno odgovornim zagotoviti potrebne informacije za sprejemanje odločitev v reformiranju javnega potniškega prometa v Sloveniji. Te informacije je možno pridobiti z razširitvijo analize dostopnosti na vse vrste javnega potniškega prometa in vključitvijo analize migracij prebivalcev. Tako bi izvedeli od kod in kam ljudje pogosto potujejo in s tem katere povezave bi bilo potrebno razvijati.



Integracija železniškega in avtobusnega prometa, poenostavitev in pocenitev javnega prevoza ter natančna določitev ciljnih relacij potencialnih potnikov so rešitve, ki zagotavljajo povečanje dostopnosti in s tem tudi povečanje deleža uporabnikov javnega potniškega prometa.

## 6 VIRI

ArcGIS 9.2 Desktop Help. ESRI.

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome> (24.11.2007).

Anketa po gospodinjstvih 2003. Raziskava potovalnih navad prebivalcev ljubljanske regije. Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urbanizem.

<http://ppmol.org/urbanizem5/upload/documents/LJ-Anketa%20po%20gospodinjstvih%20Internet%20Final.pdf> (20.12.2007)

Avtobusni VoznoRedni Informacijski Sistem (AVRIS). Center za gradbeno inforamatiko Maribor.

<http://www.avris.si:8080/projekt> (15.11.2007).

Čeh, M. et al. 2008. Analiza dostopnosti prebivalstva do javnih dejavnosti z javnim potniškim prometom s pomočjo dveh GIS gravitacijskih modelov. V: Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007-2008: zbornik referatov simpozija. Ljubljana, 30. septembra 2008. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Zveza geografskih društev Slovenije, Zveza geodetov Slovenije (članek je sprejet v objavo).

Direkcija RS za ceste (DRSC).

<http://www.dc.gov.si> (15.11.2007).

Drobne, S., Paliska, D. 1997. GIS support for analysis of passenger flows. Zbornik referatov. Portorož, Fakulteta za pomorstvo in promet. Slovensko društvo za znanost v prometu, str. 295-302.

Evidenca hišnih števil (EHIS), Slovenija. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS).

Gabrovec, M., Bole, D. 2006. Dostopnost do avtobusnih postajališč. Geografski vestnik 78, 2: 39-51.

Kimpel, T., Dueker, K., El-Geneidy, A. 2007. Using GIS to Measure the Effects of Service Area and Frequency on Passenger Boardings at Bus Stops. Urban and Regional Information Systems Association.

<http://www.urisa.org/kimpel> (20.1.2008).

Lep, M., Blaž, J. 2005. Položaj JPP v Sloveniji – kratka analiza stanja. Regio Move 2005.

[http://www.regiomove.at/\\_lccms\\_/downloadarchive/00013/LepBlazPR\\_SLO.pdf](http://www.regiomove.at/_lccms_/downloadarchive/00013/LepBlazPR_SLO.pdf)

(17.12.2007).

Methodology. Wikipedia, the free encyclopedia

<http://en.wikipedia.org/wiki/Methodology> (22.1.2008).

Naravovarstveni Atlas (NVAtlas). Agencija RS za okolje.

<http://kremen.arso.gov.si/NVAtlas> (20.11.2007).

Odlok o strategiji prostorskega razvoja Slovenije (OdSPRS). UL RS št. 76/2004: 3397.

Paliska, D., Drobne, S., Fabjan, D. 2000. Vpliv dostopnosti do avtobusnih postajališč na odločitev potnikov o transportnem sredstvu v RS. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1999-2000 : zbornik referatov simpozija. Ljubljana, 26. september 2000. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Zveza geografskih društev Slovenije, Zveza geodetov Slovenije, str. 233-241.

Podatki o občinah iz leta 2006. Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS).

[http://www.gu.gov.si/si/delovnapodrocja\\_gu/podatki\\_gu/brezplani\\_podatki/brezplani\\_podatki\\_obine](http://www.gu.gov.si/si/delovnapodrocja_gu/podatki_gu/brezplani_podatki/brezplani_podatki_obine) (15.11.2007).

Pogačnik A.1999. Urbanistično planiranje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 196 str.

Slovenske Železnice d.d.

<http://www.slo-zeleznice.si> (22.11.2007).

Rom, J. 2008. Analiza dostopnosti do javnih dejavnosti z javnimi prevoznimi sredstvi. Dipl. nal. - UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za geodezijo, Prostorska smer.

---

Služba za geografski informacijski sistem in obdelavo podatkov. Mestna občina Maribor.  
<http://www.maribor.si/povezava.aspx?pid=3507> (22.11.2007).

Smith, Goodchild, Longley 2006. Point density. Geospatial Analysis - a comprehensive guide. 2nd edition.  
<http://www.spatialanalysisonline.com/output/html/Pointdensity.html> (25.11.2007).

Šetinc, M., Kočevar, H., Krivec, D. 2006. GIS modeliranje dostopnosti do storitev kvartarnega sektorja po državnem cestnem omrežju. V: 8. slovenski kongres o cestah in prometu. Portorož, 25.- 27. oktobra 2006.

Šumrada, R. 2005. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 158, 160 str.

Telefonski imenik Slovenije 2007 (TIS). Telekom Slovenije.  
<http://tis.telekom.si> (20.11.2007).

Vozni red - Mestni prevoz potnikov Maribor. Veolia Transport.  
<http://www.veolia-transport.si/tmpl/ExtensionPage.aspx?id=16178&epslanguage=ML>  
(22.11.2007).

Zakon o lokalni samoupravi, uradno prečiščeno besedilo (ZLS-UPB2). UL RS št. 94/2007: 4692.

Zavodnik Lamovšek, A. 2007. Regionalno prostorsko planiranje v razvitih informacijskih družbah. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.