

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Pregrad, A., 2013. Modeliranje funkcionalnih regij s pomočjo podatkov gostote prometa. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Drobne, S.): 44 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Pregrad, A., 2013. Modeliranje funkcionalnih regij s pomočjo podatkov gostote prometa. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Drobne, S.): 44 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo



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

PRVOSTOPENJSKI ruy) @V@
PROGRAM u-V@V\ yhk° tCK VK
V-hk-U @V@ (to)

Kandidat:

Diplomska naloga št.: 19/TUN

Graduation thesis No.: 19/TUN

Mentor:

Predsednik komisije:

()

Ljubljana, 20. 09. 2013

- Ta stran je namenoma prazna -

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisan **ANŽE PREGRAD** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»**Modeliranje funkcionalnih regij s pomočjo podatkov gostote prometa**«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 12. 9. 2013

Podpis: _____

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	314.116.3:656.05:711.7(497.4)(043.2)
Avtor:	Anže Pregrad
Mentor:	viš. pred. mag. Samo Drobne
Naslov:	Modeliranje funkcionalnih regij s pomočjo podatkov gostote prometa
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema:	44 str., 2 preg., 12 sl., 9 graf., 13 en.
Ključne besede:	funkcionalne regije, gostota prometa, metoda gostote jedra, metoda inverzne utežene razdalje

Izvleček

V diplomski nalogi smo proučili uporabo metod interpolacije gostote prometa za modeliranje funkcionalnih regij. Gostoto prometa smo modelirali s pomočjo podatkov povprečnega letnega dnevnega prometa po metodah gostote jedra in interpolacije z inverzno uteženo razdaljo. Členitev Slovenije na funkcionalne regije smo izvedli s pomočjo središč funkcionalnih regij opredeljenih v (Zupanec, 2012) ter s pomočjo postopkov modeliranja stroškovnih ploskev in alokacije v geografskem informacijskem sistemu. Slovenijo smo členili na dve do dvajset funkcionalnih regij v letih 2005, 2006, 2009 in 2010. Rezultate modeliranja funkcionalnih regij smo primerjali s predhodno modeliranimi regijami po metodi Intramax (Zupanec, 2012). Rezultati primerjave so pokazali, da se funkcionalne regije, modelirane po metodi gostote jedra, bolj skladajo z regijami, modeliranimi po metodi Intramax, kot regije, modelirane po metodi inverzne utežene razdalje. V tem primeru so bila najmanjša odstopanja med funkcionalnimi regijami v primeru členitve Slovenije na tri in sedem funkcionalnih regij.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 314.116.3:656.05:711.7(497.4)(043.2)
Author: Anže Pregrad
Supervisor: Sen. Lect. Samo Drobne, MSc
Title: Modelling of functional regions using data on traffic density
Document type: Graduation thesis – Higher Professional studies
Notes: 44 p., 2 tab., 12 fig., 9 graph., 13 eg.
Key words: functional regions, traffic density, Kernel Density method, Inverse Distance Weighted method

Abstract

In this thesis we studied the use of interpolation methods for modelling functional regions using data on traffic density. Traffic density is modelled by annual average daily traffic. It was interpolated using the *Kernel density method* and the *Inverse Distance Weighted method*. Delimitation of functional regions in Slovenia was carried out by using the centres of functional regions defined in (Zupanec, 2012) and through modelling processes of cost surfaces and allocations in the geographic information system. We modelled two to twenty functional regions in Slovenia in the years 2005, 2006, 2009 and 2010. The results of our approach were compared with previously modelled functional regions using the Intramax method (Zupanec, 2012). The results of the comparison showed that functional regions modelled by the Kernel density method are more consistent with the regions modelled by the Intramax method as regions modelled by Inverse Distance Weighted method. In this case, the smallest deviations between functional regions were in the case of delimitation of Slovenia into three and seven functional regions.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorju viš. pred. mag. Samu Drobnetu.

Prav tako se zahvaljujem vsem prijateljem, ki so mi v času študija tako ali drugače pomagali ter seveda družini za vso moralno in finančno pomoč.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	FUNKCIONALNE REGIJE	2
2.1	Modeliranje funkcionalnih regij.....	3
2.2	Metoda Intramax.....	5
3	PROMET V SLOVENIJI	7
3.1	Povprečni letni dnevni promet.....	7
3.2	Pridobivanje podatkov	7
4	IZBRANE METODE INTERPOLACIJE	11
4.1	Interpolacija	11
4.2	Interpolacija ploskve z inverzno uteženo razdaljo (IDW)	12
4.2.1	EkspONENTNA FUNKCIJA.....	12
4.2.2	Iskanje soseščine	13
4.3	Gostota jedra (KD).....	13
4.3.1	Gostota jedra za točkovne objekte.....	13
4.3.2	Gostota jedra za linijske objekte	14
5	METODOLOGIJA	15
5.1	PODATKI.....	15
5.2	METODA DELA.....	15
5.2.1	Priprava podatkov.....	15
5.2.2	Ocena gostote prometa po metodi gostote jedra (KD)	16
5.2.3	Ocena gostote prometa po metodi inverzne utežene razdalje (IDW)	18
5.2.4	Primerjava rezultatov	21
6	REZULTATI	22
7	VREDNOTENJE REZULTATOV	34
8	ZAKLJUČEK	38
	VIRI	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2005.....	9
Slika 2: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2006.....	9
Slika 3: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2009.....	10
Slika 4: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2010.....	10
Slika 5: Števena mesta na cestnem omrežju Republike Slovenije za leto 2010	17
Slika 6: Interpolirane vrednosti PLDP vseh vozil na območju Slovenije po metodi KD in središča 20-tih funkcionalnih regij leta 2010	17
Slika 7: Interpolirane vrednosti PLDP vseh vozil na območju Slovenije po metodi IDW in središča 20-tih funkcionalnih regij leta 2010	19
Slika 8: Postopek modeliranja funkcionalnih regij po metodi gostote prometa.....	20
Slika 9: Razhajanje treh funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2005.....	36
Slika 10: Razhajanje šestih funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2006.....	36
Slika 11: Razhajanje sedmih funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2009.....	37
Slika 12: Razhajanje sedmih funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2010.....	37

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Odstopanje funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax za leto 2005	26
Grafikon 2: Normalizirano odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax za leto 2005	26
Grafikon 3: Prikaz deleža odstopanja površine za leto 2006	28
Grafikon 4: Prikaz normaliziranega deleža odstopanja površine za leto 2006	28
Grafikon 5: Prikaz deleža odstopanja površine za leto 2009	30
Grafikon 6: Prikaz normaliziranega deleža odstopanja površine za leto 2009	30
Grafikon 7: Prikaz deleža odstopanja površine za leto 2010	32
Grafikon 8: Prikaz normaliziranega deleža odstopanja površine za leto 2010	32
Grafikon 9: Geometrijsko povprečje deleža odstopanja površin po obravnavanih letih.....	33

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax v letih 2005, 2006, 2009 in 2010.	23
Preglednica 2: Normalizirano odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax v letih 2005, 2006, 2009 in 2010.	24

1 UVOD

Po Pogačniku in sodelavcih (2009) bo v okviru Evropske Unije (EU) razvoj Slovenije temeljil na inovativnosti in razvoju tehnologij ter storitev. Za lažje doseganje zastavljenih ciljev razvoja Slovenije in njene konkurenčnost, lahko oblikovanje in razvoj enotnih administrativnih regij s svojo povezanostjo in odprtostjo za čezmejno sodelovanje veliko pripomore. Toda standardno opredeljene administrativne regije, ki jih države uporabljajo za oblikovanje politike, dodelitev virov ter raziskave, pogosto ne dajejo popolnih informacij o dejanskih razmerah v določenem kraju ali regiji (Casado-Diaz, 2000; Karlsson in Olsson, 2006). Zato se je v sodobnem času pojavila težnja k opredelitvi in zamejitvi funkcionalnih regij (Drobne in Bogataj, 2012b). Funkcionalna regija je regija, za katero je značilna strnjenost dejavnosti in notranje prometne infrastrukture, ki omogoča veliko mobilnost ljudi, proizvodov in naložb znotraj meja medsebojnega vpliva. Poglavitna značilnost funkcionalne regije je integrirani trg dela, v katerem so dnevna mobilnost delavcev, iskanje zaposlitve in povpraševanje po delu v regiji veliko bolj intenzivni kot med regijami (Karlsson in Olsson, 2006; Konjar, 2009; Drobne in sod., 2009a,b; 2010a,b; 2011).

Členitev države na funkcionalne regije je eden izmed osnovnih načinov homogene razdelitve države na manjše in enakovredne dele. Določevanje oblike, števila in velikosti funkcionalnih regij je odvisno od prostorskih interakcij gibanja prebivalstva. Takšen način členitve območja je tako eden bolj objektivnih in nepristranskih. Zaradi spreminjanja družbe in gospodarstva se spreminjajo tudi prostorske interakcije in tako posledično tudi funkcionalne regije. Določevanje mej funkcionalnih regij je najbolj smiselno določiti na podlagi večletnih opazovanj prostorskih interakcij (Drobne in Bogataj, 2012a,b).

Za doseganje najboljših rezultatov je poleg časovnega dejavnika treba upoštevati tudi načine določitve teritorialnih enot. V diplomski nalogi smo tako pozornost usmerili v modeliranje funkcionalnih regij po metodi gostote prometa (MGP). Kot temeljni vhodni podatki so služili podatki o povprečnem letnem dnevnem prometu (PLDP), ki so pridobljeni s podatki štetja prometa. Podatke smo interpolirali na celotno območje Slovenije z različnimi interpolacijskimi metodami in s pomočjo predhodno opredeljenih funkcionalnih središč (FS) modelirali funkcionalne regije. Členitev Slovenije na funkcionalne regije smo izvedli za dve leti pred pojavom recesije (2005 in 2006) ter za dve leti v recesiji (2009 in 2010). Tako modelirane funkcionalne regije po metodi gostote prometa smo nato primerjali s predhodno modeliranimi funkcionalnimi regijami (Zupanec, 2012). Primerjane regije so bile s pomočjo podatkov o delovni mobilnosti med občinami Slovenije modelirane po metodi Intramax (Breukelman in sod., 2009).

2 FUNKCIONALNE REGIJE

Funkcionalna regija je območje z opredeljenim središčem, katerega izbrana lastnost se z oddaljevanjem od središča zmanjšuje. V funkcionalni regiji se med središčem regije in ostalimi deli regije odvija vsaj ena zvrst prostorske interakcije, ki območje povezuje v funkcionalno celoto. V splošnem je za funkcionalno regijo značilna visoka frekvenca notranjih regionalnih gospodarskih interakcij, kakršne so regionalna trgovina dobrin in storitev, delovna mobilnost ter nakupovanje (Johansson, 1998). Funkcionalne regije pogosto predstavljajo pomembno osnovo za razvojne strategije države ali regije (Drobne in sod., 2010b).

Za razliko od drugih tipov regij, pri funkcionalnih regijah geografske in zgodovinske značilnosti ne igrajo ključne vloge. Pri funkcionalnih regijah so tako bistvenega pomena ekonomske in družbene interakcije oziroma finančni, komunikacijski in prometni tokovi, ki povezujejo več posameznih območij v smiselno delujočo celoto (Vanhove in Klaasen, 1987). Prav zaradi tega so funkcionalne regije praviloma sestavljene iz več že obstoječih administrativnih enot (npr. občin). Ta nehomogena administrativna zgradba pa lahko zavira razvoj funkcionalne regije. Administrativne enote znotraj regije morajo tako vzpostaviti novo obliko upravljanja. Le tako bodo funkcionalni regiji zagotovili družbeno povezanost, dostopnost javnih storitev, skrb za varovanje okolja, ter zmanjšali družbeno izključenost in ekonomske razlike (Karlsson in Olsson, 2006).

Oblikovanje funkcionalnih regij je ena najpomembnejših nalog, saj iz te odločitve izhajajo vse ostale študije, analize, in posledično tudi odločitve, ki se nanašajo na prostor. Pri prvotnem oblikovanju funkcionalnih regij moramo posvetiti veliko pozornosti odločitvi glede funkcionalnih središč ter njihovi povezanosti z okolico; sama povezanost in pomembnost lokalnega trga pa določa velikost funkcionalne regije. Zaradi njihove funkcionalne povezanosti ter sposobnosti združevanja lastnosti in skupnih značilnosti prostora, so funkcionalne regije nepogrešljivo orodje za izvajanje državnih politik, razvoj državne uprave, spreminjanje prostorskega razvoja, in ugotavljanje razlik v prostoru (Karlsson in Olsson, 2006).

V Sloveniji je bilo v zadnjih petih letih opravljenih veliko raziskav, ki opredeljujejo funkcionalne regije na osnovi delovne mobilnosti (Drobne in sod., 2009a,b; 2010a,b; Drobne in Bogataj, 2011, 2012a,b; Drobne in Konjar, 2011; Konjar, 2009; Konjar, Lisec in Drobne, 2010; Pogačnik in sod., 2009a,b; 2011; Bajt, 2010).

2.1 Modeliranje funkcionalnih regij

Pri modeliranju funkcionalnih regij moramo obravnavati tako potencialna središča regij, povezanost območij v zaledju regij kot tudi interakcije s širšo okolico. Le-te vključujejo tudi sosednje prostorske enote, ki prav tako prispevajo svojo utež pri določitvi mej funkcionalnih regij. Meje funkcionalnih regij so lahko določene teoretično ali čisto praktično. Teoretično opredeljene meje po navadi ne sledijo obstoječim administrativnim in dejanskim mejam funkcionalnih regij. V praksi se zato meje praviloma določa z združevanjem obstoječih manjših prostorskih enot, iz katerih pridobivamo podatke in predstavljajo osnovo za določitev funkcionalnih območij (Karlsson in Olsson, 2006).

Karlsson in Olsson (2006) sta opredelila tri najpogostejše pristope modeliranja funkcionalnih regij s pomočjo tokov delovne mobilnosti: pristop lokalnih trgov dela, pristop območij delovne mobilnosti in pristop dostopnosti.

Pristop lokalnih trgov dela

Metode pristopa lokalnega trga dela (angl. local labour markets approach) temeljijo na enosmernih tokovih dnevne delovne mobilnosti med dvema prostorskima enotama. Po tem pristopu obstajajo tri različne stopnje interakcij, ki se uporabljajo za modeliranje funkcionalnih regij.

Predpostavimo, da obravnavamo dve regionalni središči i in j , ki sta s črto povezani od i do j . Na sredini povezave je točka x , na kateri frekvenca dnevne delovne mobilnosti v središču i znaša $f_i(x)$. Sedaj lahko določimo vse geografske lokacije, ki sestavljajo funkcionalno regijo, tako da izpolnjujejo vsaj enega od treh pogojev (Karlsson in Olsson, 2006; Konjar, 2009):

- Prvi pogoj: V obravnavo so vključene vse lokacije, od koder prihajajo vozači, ki so zaposleni v središču i . Obseg funkcionalne regije i (FR_i) je določen po modelu:

$$FR_i = \{x: f_i(x) > 0\}$$

- Drugi pogoj: Izbrane lokacije iz prvega pogoja so omejene z mejno frekvenco mobilnosti \hat{f} , ki mora biti večja od 0. Tako je določeno mejno število delavcev vozačev v središču, ki še predstavljajo pomemben delež vseh vozačev. Lokacija x mora izpolnjevati pogoj $FR_i = \{x: f_i(x) \geq \hat{f} > 0\}$, da je lahko vključena v funkcionalno regijo. S tem pogojem so izključene geografske lokacije, od koder prihaja v središču manjše število vozačev in so večinoma tudi geografsko zelo oddaljene.

- Tretji pogoj: Dodatno upoštevamo sosednja središčna območja. Meja funkcionalnega območja poteka tam, kjer je privlačnost med bližnjima središčema enaka

$$FR_i = \{x: f_i(x) \geq f_j(x)\}.$$

Pristop območij delovne mobilnosti

V nasprotju s prej opisano skupino metod, metode v tem pristopu računajo povezanost med dvema osnovnima prostorskima enotama iz obojestranskih tokov dnevnih vozačev. Metode po pristopu območij delovne mobilnosti (angl. the commuting zone approach) namenijo večjo pozornost predvsem ocenjevanju območij mobilnosti, manj pa ocenjevanju središč funkcionalnih regij (Killian in Tolbert, 1993). Območja mobilnosti so določena na podlagi obojestranske odvisnosti mobilnosti delovno aktivnega prebivalstva. Moč mobilnosti lahko izračunamo po enačbi:

$$(C_{ij} + C_{ji}) / \min\{P_i, P_j\}$$

kjer C_{ij} in C_{ji} predstavljata število vozačev iz občine i (j) v občino j (i). P_i (P_j), pa predstavljata število delovno aktivnega prebivalstva v občini i in j .

Pristop dostopnosti

Pri metodah po pristopu dostopnosti oblikujemo funkcionalna območja glede na interakcijo lokacij oziroma območij (npr. občin), glede na pomembnost lokacije z vidika ponudbe delovne sile ali pa iz vidika ponudbe delavnih mest. Metode z vidika dostopnosti ugotavljajo, katere občine so pomembne glede potencialne ponudbe delavne sile za delodajalce v občini i in katere so pomembne glede potencialne ponudbe delavnih mest za vozače iz občine i .

Dostopnost A_i^w delodajalca do delavcev v občini i , izračunamo na podlagi podatkov o številu delavcev, ki živijo v občini j , O_j , glede na čas, ki ga porabijo za pot med občinama i in j , t_{ij} , ter koeficienta trenja razdalje λ :

$$A_i^w = \sum_j O_j e^{-\lambda t_{ij}}$$

kjer je $O_j e^{-\lambda t_{ij}}$, prispevek posamezne občine j k dostopnosti. Občine so tako rangirane po dostopnosti oz. moči zaledja, od največje k najmanjši. Izbrani občini v naslednjem koraku sestavljamo zaledje po vrstnem redu, dokler se ne preseže izbrani prag vključitve. Na podlagi n najpomembnejših občin se z vidika delodajalca izračuna skupna dostopnost delovne sile:

$$A_{i(n)}^w = \sum_{j=1} O_j e^{-\lambda t_{ij}}$$

n -ta občina je vključena le v primeru, če je koeficient dostopnosti x dovolj velik, $\Delta A_i^w / A_{i(n-1)}^w \geq x\%$, pri tem je $\Delta A_i^w = A_{i(n)}^w - A_{i(n-1)}^w$ in x izbrana vrednost. Rezultat je seznam najpomembnejših občin, za določeno središčno občino z vidika delodajalca. Postopek in izračun dostopnosti delovnih mest, A_i^j za delovno aktivno prebivalstvo v središču i , je podoben in sicer $A_i^j = \sum_j D_j e^{-\lambda t_{ij}}$. Rezultat je seznam najpomembnejših občin z vidika delavca o možnih zaposlitvah o izbranih središčih (Karlsson in Olsson, 2006).

2.2 Metoda Intramax

Metoda Intramax je metoda za oblikovanje funkcionalnih regij. Metoda spada v skupino metod hierarhičnega razvrščanja v skupine, katere algoritem maksimizira delež vseh interakcij, ki potekajo v okviru združevanja osnovnih podatkovnih enot (Masser in Brown, 1975).

Različica metode Intramax, ki je bila predstavljena leta 1975 (Masser in Brown, 1975), kasneje pa dvakrat izboljšana (Masser in Brown, 1977; Masser in Schuerwater, 1980), izvaja regionalizacijo na podlagi matrike interakcij. Na vsaki stopnji postopka združevanja metoda išče največjo relativno interakcijo, pri čemer uporablja variacije vsot stolpcev in vrstic v matriki. Zupanec (2012) je v primeru diplomske naloge »Analiza števila funkcionalnih regij v Sloveniji v obdobju 2000-2010« (Zupanec, 2012) modeliral funkcionalne regije po metodi Intramax. Rezultate našega modeliranja po metodi gostote prometa (MGP) smo primerjali z rezultati modeliranja regij po metodi Intramax, po kateri se v postopku združevanja združita dve sosednji funkcionalni območji (regiji), za kateri je maksimizirana vrednost kriterijske funkcije (Breukelman in sod., 2009):

$$T = \frac{T_{ij}}{O_i \cdot D_j} + \frac{T_{ji}}{O_j \cdot D_i},$$

kjer je T_{ij} interakcija med občino izvora i in občino ponora j , T_{ji} je interakcija med občino izvora j in občino ponora i , $O_i = \sum T_{ij}$ je vsota interakcij j po izvoru v i , $D_j = \sum T_{ij}$ je vsota vseh interakcij po ponoru v j , ter $D_j > 0$. V tem primeru lahko število interakcij razumemo kot število potovanj na delo (Drobne in Bogataj, 2012).

Algoritem Intramax se izvaja v korakih. V vsakem koraku združitve sodelujeta dve osnovni prostorski enoti, za kateri velja zgornja kriterijska funkcija. Interakcijo med obravnavanimi prostorskimi enotami lahko razumemo tudi kot stopnjo funkcionalne razdalje. Funkcionalna razdalja je tako odvisna od moči interakcije in se povečuje z zmanjševanjem moči. Algoritem Intramax torej združuje v funkcionalne regije vedno tista območja s krajšimi funkcionalnimi razdaljami. Po tem principu po metodi Intramax maksimiziramo delež interakcij znotraj funkcionalne regije (Masser in Brown, 1975, 1977; Breukelman in sod., 2009).

Funkcionalne regije, modelirane po metodi Intramax (Zupanec, 2012), so bile generirane v programskem orodju Flowmap (Breukelman in sod., 2009). Program po metodi Intramax zamejuje funkcionalne regije s pomočjo matrike interakcij. Primerjane funkcionalne regije so bile generirane s pomočjo podatkov o delovni mobilnosti med občinami Slovenije (Zupanec, 2012). Modeliranih je bilo 29 sistemov na makro in mezo ravni obravnave (2 do 30 funkcionalnih regij) ter 21 sistemov na mikro ravni obravnave 50 do 70 funkcionalnih regij) po letih 2000–2010.

3 PROMET V SLOVENIJI

3.1 Povprečni letni dnevni promet

Povprečni letni dnevni promet (PLDP) je merilo, ki ga primarno uporabljamo za planiranje in analiziranje cestnih infrastruktur. PLDP je celotno število vozil v enem letu na določenem cestnem odseku, deljeno z dnevi v letu. PLDP je merilo obremenjenosti ceste. Večinoma se uporablja za vzdrževanje in izboljševanje cestnega omrežja (Wikipedia, 2013a). V Sloveniji je za štetje prometa odgovorna Direkcija Republike Slovenije za ceste (DRSC). Rezultati štetja prometa so tako vsako leto objavljeni v publikaciji *Promet*. Štetje prometa se na slovenskih cestah opravlja že od leta 1954 (Malovrh, 2009). Podatki o povprečnem letnem dnevem prometu praviloma vsebujejo podatke o vrstah motornih vozil, ki se delijo na:

- osebna vozila in kombinirana vozila
- avtobusi
- tovorna vozila:
 - lahka z nosilnostjo do 3 t
 - srednja z nosilnostjo 3 - 7 t
 - težka z nosilnostjo nad 7 t
 - težka s prikolico in avtovlaki

Za potrebe analiz o prometni obremenitvi je treba poznati tudi naravo ceste in njene značilnosti, kot so število in širina prometnih pasov ter vzdolžni nagib nivelete vozišča (Wikipedija, 2013b).

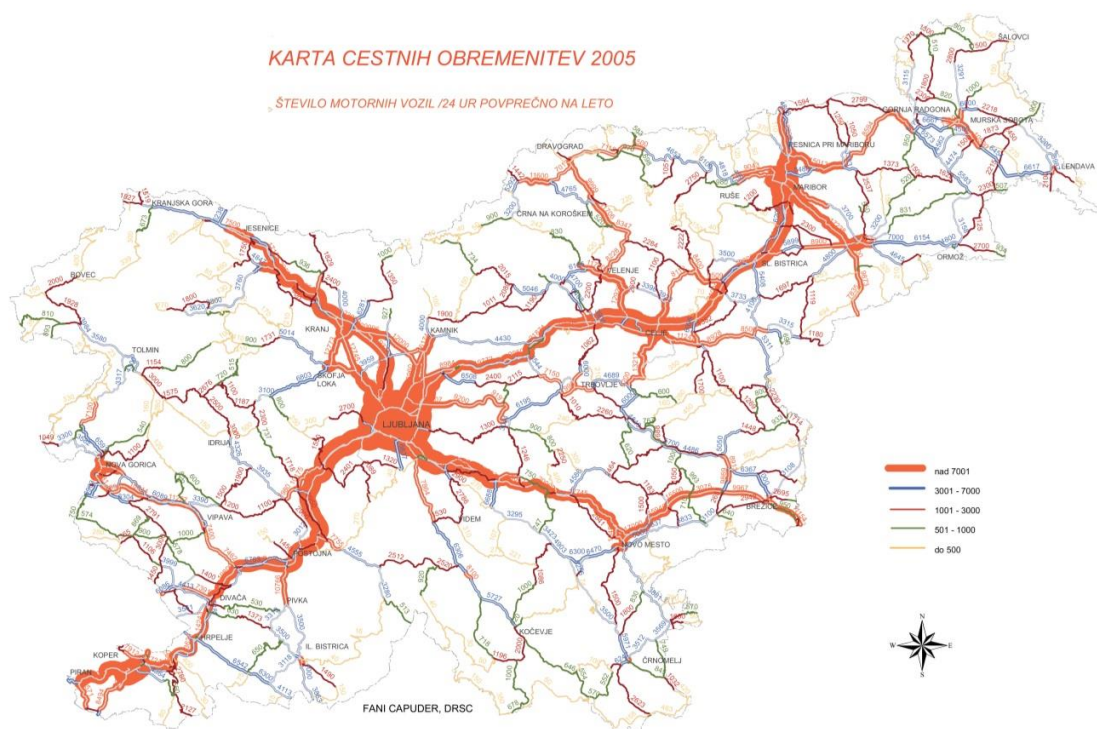
3.2 Pridobivanje podatkov

Podatki v prometu se lahko zbirajo za merjenje PLDP-ja na določenem cestnem odseku z avtomatskimi števci prometa ali s terenskimi ekipami, ki na samem števnem mestu beležijo promet (Malovrh, 2009). Metode štetja prometa se med seboj razlikujejo tudi po času trajanja in poseganja v vozni pas. PLDP lahko merimo s stacionarnimi meritvenimi napravami, ki skozi celotno leto beležijo promet. Problem pri takšnem načinu štetja prometa nastane pri vzdrževanju in popravilu opreme, ko ta ne obratuje. Čas, ko oprema ne deluje, lahko vpliva na končni rezultat. Temu problemu se lahko izognemo z uporabo povprečja. Za vsak mesec in dan v tednu se izračuna povprečni mesečni dnevni promet, na podlagi katerega nato izračunamo povprečni letni dan v tednu. Iz povprečnega letnega dneva v letu dobimo PLDP. S takim načinom štetja prometa pridobimo zelo natančne rezultate, toda ta način je zaradi namestitve in vzdrževanja sistema precej drag. Posledično lahko s takim načinom beležimo

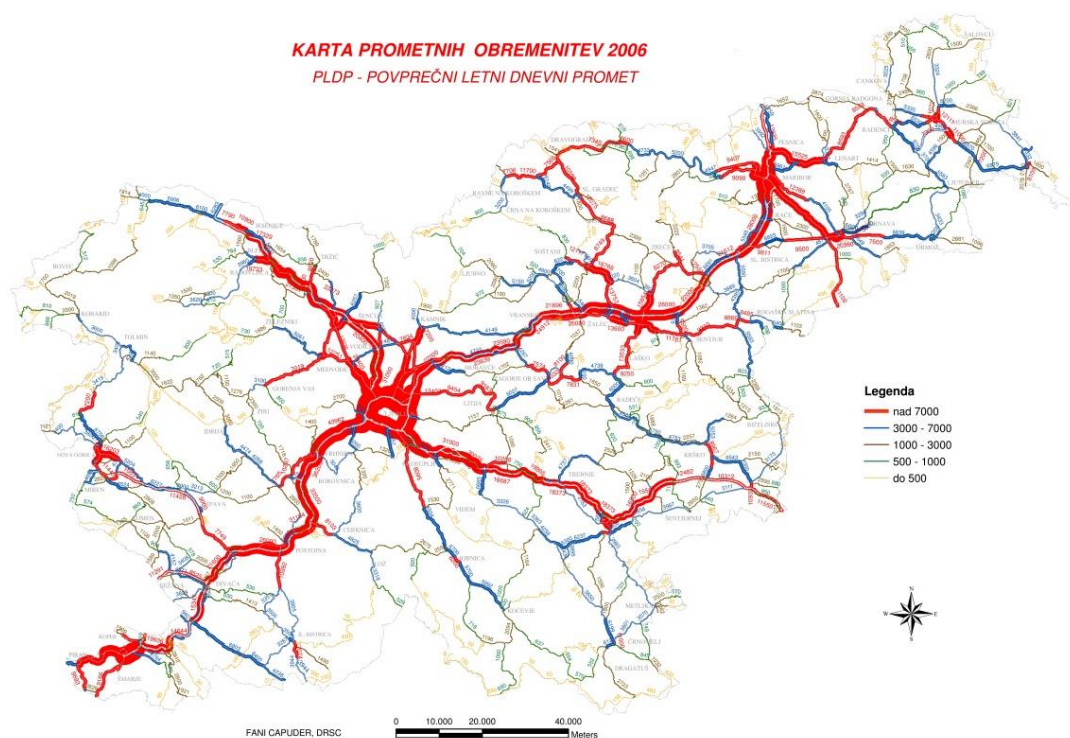
promet le na majhnem številu odsekov. Večina podatkov o PLDP je pridobljena z uporabo kratkotrajnih metod pridobivanja podatkov, z uporabo prenosnih senzorjev (Wikipedia, 2013a).

Metode štetja, tip vozil in hitrost prometa ločimo tudi po poseganju v vozni pas. Te razdelimo v dve skupini, in sicer: na metode, ki posegajo v vozni pas, in tiste druge, ki ne posegajo v vozni pas. Metode, ki posegajo v vozni pas (tudi intruzivne metode), slonijo na sistemih dveh povezanih enot (enote za zajemanje podatkov, ki se po navadi nahaja ob cesti, ter senzorjev v samem voznem pasu). Metode, ki ne posegajo v vozni pas (tudi neintruzivne metode) pa slonijo na sistemu zaznavanja vozil na daljavo (Mikrobit d.o.o., 2008).

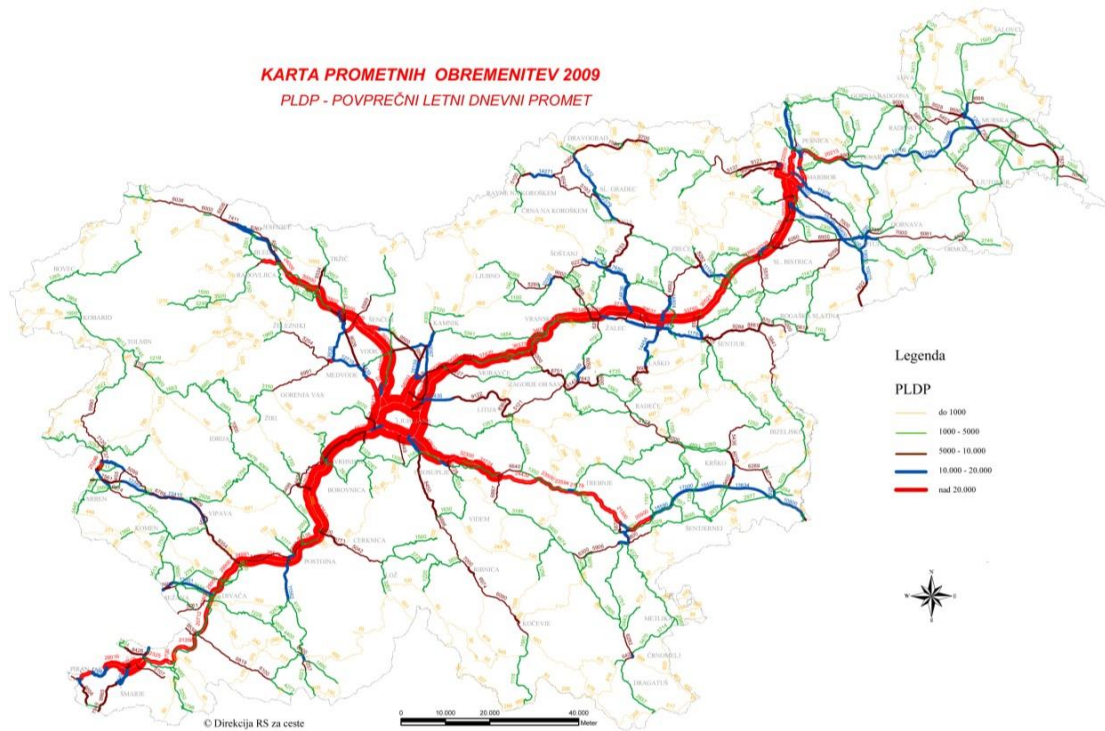
Na slikah 1 do 4 so prikazane cestne obremenitve (število motornih vozil na 24 ur povprečno na leto) v Sloveniji po letih 2005, 2006, 2009 in 2010.



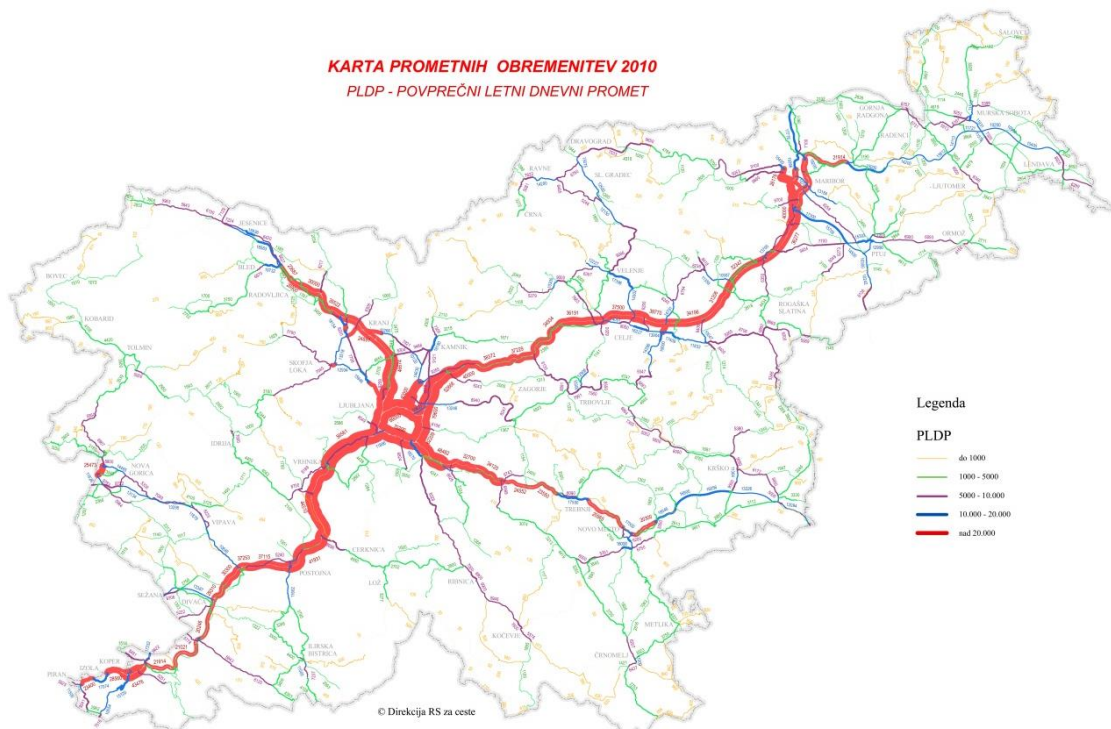
Slika 1: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2005
(vir: DRSC, 2005c)



Slika 2: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2006
(vir: DRSC, 2006c)



Slika 3: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2009
(vir: DRSC, 2009c)



Slika 4: Karta cestnih obremenitev na državnih cestah Republike Slovenije leta 2010
(vir: DRSC, 2010c)

4 IZBRANE METODE INTERPOLACIJE

4.1 Interpolacija

Interpolacija je postopek, po katerem ocenjujemo vrednosti celic na lokacijah brez vzorčnih podatkov. Princip delovanja temelji na prostorski avtokorelaciji ali prostorski odvisnosti med bližnjimi in oddaljenimi objekti. Prostorska avtokorelacija določa medsebojno povezanost dveh ali več objektov v prostoru. V primeru, da so vrednosti vzorčnih lokacij povezane, lahko analiziramo tudi prostorske vzorce. S prostorsko avtokorelacijo merimo (Childs, 2004):

- podobnosti objektov znotraj območja,
- stopnjo korelacije prostorskega dogodka s samim sabo,
- stopnjo medsebojne odvisnosti med spremenljivkami,
- moč in naravo medsebojne odvisnosti.

Tehnike interpolacij lahko uvrstimo v dve kategoriji (Childs, 2004): deterministične in geostatistične tehnike interpolacije. Deterministične tehnike interpolacije ustvarjajo ploskve s pomočjo vrednosti na vzorčnih lokacijah in matematičnih formul. Metoda kot je *interpolacija ploskve z inverzno razdaljo* (angl. *Inverse Distance Weighted* - IDW), temelji na podobnosti celic, medtem ko *metoda trenda* (angl. *Trend*) prilagodi opazovanjem gladko ploskev s pomočjo matematične formule. Geostatistične tehnike, med katere spada tudi *kriging* (angl. *Kriging*), temeljijo na statističnih opazovanjih in analizi, uporabljajo se za bolj napredna predvidevanja modela površja in vsebujejo izračune stopenj zaupanja ali natančnosti predvidevanja.

Značilnosti interpolirane ploskve lahko nadzorujemo z omejevanjem vhodnih točk, ki jih vključujemo v izračun izhodnih vrednosti (rastrske celice). To se lahko naredi z omejevanjem števila točk v vzorcu ali z omejevanjem območja vzorčnih točk. Določitev največjega števila vzorčnih točk (n), ki jih uporabimo v metodi interpolacije, pogojuje upoštevanje prvih n sosedov lokaciji izhodne celice. Alternativno lahko določimo nespremenljiv radij točk, kjer pri ocenjevanju vrednosti izhodne celice sodelujejo le vhodne točke, ki ležijo znotraj izbranega radija.

(Ne)zveznost interpolirane površine lahko nadzorujemo z različnimi orodji/tehniki interpolacije. Takšne tehnike so potrebne za območja kot so: prepadi, nasipi, čeri in potoki, ki oblikujejo nezvezne (običajno linearne) prelome na površini (Childs, 2004).

V nadaljevanju opisujemo metodi interpolacije, ki smo ju uporabili v tej diplomski nalogi; to je metodo interpolacije ploskve z inverzno razdaljo in metodo gostote jedra. Opis metod je skladen z izvedbo teh metod v programskem orodju ArcGIS, to je orodju, s katerim smo v diplomski nalogi ocenjevali gostoto prometa.

4.2 Interpolacija ploskve z inverzno uteženo razdaljo (IDW)

Metoda interpolacija ploskve z inverzno uteženo razdaljo (angl. *Inverse Distance Weighted* - IDW) predpostavlja, da so si objekti (oziroma njihove lastnosti), ki so bližje, bolj podobni kot tisti, ki so bolj oddaljeni. Za določitev vrednosti na izbrani lokaciji ta metoda uporabi točke, katerih vrednosti so predhodno izmerjene in se nahajajo v okolici ocenjevane lokacije. Vrednosti se ocenijo na podlagi merjenih točk, njihovih vrednosti in na podlagi oddaljenosti od ocenjevane lokacije. Merjene vrednosti v bližini ocenjevane lokacije bodo imele večji vpliv na ocenjeno vrednost kot tiste bolj oddaljene. Po metodi IDW predpostavimo lokalni vpliv vsake merjene točke, ki se zmanjšuje s povečevanjem razdalje. Vrednostim na bližnjih lokacijah tako metoda dodeli večjo utež kot lokacijam (točkam), ki so od nje bolj oddaljene. Vpliv razdalje je torej obratno sorazmeren (inverzen) (Bobnar, S., Drobne, S., Šumrada, R, 2010; ESRI, 2007a).

4.2.1 Eksponentna funkcija

Optimalna eksponentna funkcija (angl. Exponent function) je določena z minimizacijo mere skupne napake modela (angl. Root Mean Square Prediction Error - RMSPE). Mera skupne napake modela je statistika, izračunana z navzkrižnim preverjanjem. V navzkrižnem preverjanju je vrednost vsake merjene točke primerjana s predvideno/ocenjeno vrednostjo te lokacije. Skupna napaka modela (RMSPE) je torej povzeta statistika za določevanje pogreška ocenjene ploskve.

V postopkih geostatistične analize lahko preverimo več različnih potenc IDW-ja in na podlagi primerjave določimo minimalno možno RMSPE. Primerjava krivulj RMSPE z vrednostmi merjenih točk da optimalno potenco, ki zagotavlja najmanjši RMSPE.

Pri metodi IDW pada ocenjevani vpliv z razdaljo. Običajno je razdalja še utežena z izbrano potenco. Pri izbrani pozitivni potenci se vpliv z razdaljo še hitreje zmanjšuje kot brez uteži. Hitrost zmanjševanja vpliva razdalje je torej odvisna od pozitivne vrednosti potence. V primeru potence 0, ni zmanjševanja vpliva z oddaljevanjem od obravnavane lokacije. Če je potenca velika, pa imajo na ocenjevano vrednost na obravnavani lokaciji vpliv le točke v

neposredni bližini. V GIS geostatističnih analizah se običajno uporabljajo vrednosti potenc, večje od 1. Potenca 2 se uporablja v metodi interpolacije z inverzno kvadratno razdaljo.

4.2.2 Iskanje soseščine

Bližnje stvari so si bolj podobne kot tiste bolj oddaljene, zato lahko pospešimo oceno interpolirane ploskve z odstranitvijo tistih bolj oddaljenih točk iz izračuna. V praksi je pogosto omejevanje števila merjenih točk za izračun iskane vrednosti z določitvijo iskane soseščine. Upoštevanje merjenih točk je tako omejeno z obliko ali pa z razdaljo soseščine.

Na obliko soseščine vplivajo tako vhodni podatki kot oblika ploskve, ki jo ocenjujemo. V primeru, da je vpliv razdalje na ocenjevano ploskev enakovreden v vseh smereh, izberemo merjene točke enakomerno v vseh obravnavanih smereh: soseščina je v obliki kroga. V primeru, da pa na ocenjevano ploskev vpliva tudi smer (npr. smer vetra), je priporočljivo upoštevati obliko elipse, kjer je daljša os elipse vzporedna s smerjo vpliva. S tem predpostavljamo, da so točke vzdolž smeri bolj podobne, kot točke pravokotno na njo.

Ko določimo obliko soseščine, lahko omejimo obravnavane točke znotraj dodeljenega območja. Določimo lahko največje ali najmanjše število točk, ki jih bomo upoštevali v izračunu, soseščino pa lahko dodatno razdelimo na sektorje. V primeru, da soseščino razdelimo na sektorje, se največje ali najmanjše število točk nanaša na vsak sektor posebej (ESRI, 2007a).

4.3 Gostota jedra (KD)

Gostota jedra (angl. Kernel Density - KD) je metoda interpolacije vrednosti, ki temelji na gostoti pojava v soseščini. Metoda je izpeljana za točkovne in tudi za linijske objekte. Gostota jedra se lahko uporablja za iskanje gostote pozidave, kriminalnih dejanj ali gostote cestnega omrežja, ki vpliva na urbane in druge površine. S populacijo merjenih objektov (angl. Population field) lahko utežimo nekatere objekte bolj kot druge, odvisno od njihovih lastnosti (atributov), lahko pa tudi opredelimo večkratno upoštevanje enega istega objekta (ESRI, 2007b).

4.3.1 Gostota jedra za točkovne objekte

Metoda gostote jedra izračuna gostoto točkovnih objektov okoli vsake izhodne rastrske celice. Rezultat je zvezna, običajno ukrivljena ploskev. Ocenjevana vrednost na površini je

največja na lokaciji točke in se postopoma zmanjšuje z oddaljevanjem od nje. Vrednost 0 je na robu obravnavanega radija od merjene točke. Pri točkovnih objektih je soseščina običajno krožne oblike. Z določitvijo populacije merjenih objektov je utež objektov določena z njihovo vrednostjo. Vrednosti objektov narekujejo, kolikokrat v postopku bo točka, na kateri se objekt nahaja, upoštevana. Na primer, vrednost tri bi povzročila, da je točka obravnavana, kot da bi na njeni lokaciji obstajale tri samostojne točke.

Pri izvajanju prostorskih analiz so merske enote določene iz linijskih povezav definirane projekcije vhodnih točkovnih objektov. Pri izračunu gostote za določeno območje uporabljene merske enote pomnožimo z ustreznim faktorjem, ki je določen s parametri izhodnih rastrskih celic. Če so vhodni podatki podani v metrih, izhodne rastrske celice pa v kvadratnih kilometrih, bo ustrezen faktor 1.000.000 (1.000 m x 1.000 m). Izračunane vrednosti gostote se s povečevanjem radija običajno ne spreminjajo, čeprav je v večji soseščini vključenih več točk. Število točk bo pri izračunu gostote tako deljeno z večjo površino. Posledica uporabe večjega radija iskanja točk je izračun gostote na podlagi večjega števila točk, ki so lahko bolj oddaljene od rastrske celice. Na ta način dobimo bolj splošen (generaliziran) izhodni rastrski sloj (ESRI, 2007b).

4.3.2 Gostota jedra za linijske objekte

Metoda gostote jedra izračuna gostoto linijskih objektov okoli vsake izhodne rastrske celice. Rezultat je zvezna, običajno ukrivljena ploskev. Ocenjevana vrednost na površini je največja na lokaciji linije in se postopoma zmanjšuje z oddaljevanjem od nje. Vrednost 0 je na robu obravnavanega radija od merjene linije. Površina je definirana s produktom dolžine obravnavane linije in vrednosti populacije merjenih objektov. Gostota jedra izhodne rastrske celice je izračunana z vsoto vseh površin, ki prekrivajo središče rastrske celice. Algoritem izračuna gostote jedra za linijske objekte je prirejen iz funkcije za izračun gostote jedra točkovnih objektov (ESRI, 2007b). Primer uporabe gostote jedra za določitev prometnih nesreč v Sloveniji je v (Lipar in sod., 2010).

5 METODOLOGIJA

5.1 PODATKI

V diplomski nalogi smo modelirali območja funkcionalnih regij s pomočjo ocenjenih gostot prometa. Za opredelitev funkcionalnih regij po metodi gostote prometa (MGP) smo potrebovali podatke o državnih cestah in o štetju prometa na cestnih odsekih oziroma na lokacijah štetja. Podatke štetja prometa za leta 2005, 2006, 2009 in 2010 smo pridobili na Direkciji Republike Slovenije za ceste (DRSC, 2005a, 2006a, 2009a, 2010a). Podatke o štetju prometa smo prostorsko opredelili na cestne odseke. Podatke o državnih cestah smo prav tako pridobili na DRSC (DRSC, 2005b, 2006b, 2009b, 2010b).

Funkcionalne regije modelirane po MGP smo primerjali s funkcionalnimi regijami opredeljenimi po metodi Intramax (Zupanec, 2012). Zupanec je opredelil funkcionalne regije s pomočjo podatkov o delovni mobilnosti med občinami Republike Slovenije (RS) iz Statističnega registra aktivnega prebivalstva (SDRAP), Statističnega urada Republike Slovenije (SURSTAT, 2013).

5.2 METODA DELA

5.2.1 Priprava podatkov

Za primerjavo funkcionalnih regij, modeliranih po metodi Intramax (Zupanec, 2012), s funkcionalnimi regijami, modeliranimi po metodi gostote prometa, smo najprej uredili podatke funkcionalnih regij modeliranih po metodi Intramax. Rezultat modeliranja funkcionalnih regij po metodi Intramax je bil pripis posamezne občine k funkcionalni regiji. Posamezna funkcionalna regija ima enolični identifikator, to je šifro občine v regiji, v katero se steka največ delavcev vozačev. Za potrebe naše raziskave smo v programskem orodju ArcGIS skupine občin z isto šifro funkcionalne regije združili v enotno območje funkcionalne regije.

Preglednice podatkov štetja prometa, pridobljene na DRSC (2005a, 2006a, 2009a, 2010a) smo uredili in združili v enotno preglednico. Za združevanje preglednic smo uporabili Microsoftov program za upravljanje zbirk podatkov (Access); ključ za združevanje podatkov pa je bil podatek o odseku ceste. Podatke štetja prometa po obravnavanih letih smo združili v orodju ArcGIS s sloji cest.

5.2.2 Ocena gostote prometa po metodi gostote jedra (KD)

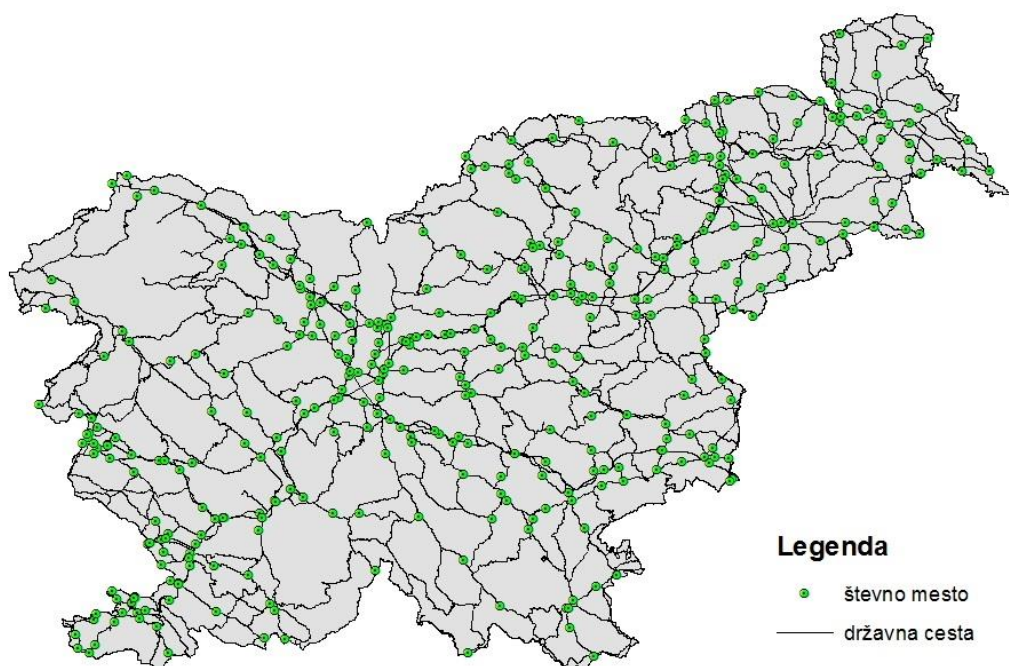
S pomočjo linijskih objektov državnih cest in predhodno združenih podatkov štetja prometa (PLDP) smo za vsako obravnavano leto (2005, 2006, 2009 in 2010) izračunali gostoto prometa vseh vozil po metodi gostote jedra. Gostoto smo ocenjevali znotraj območja Republike Slovenije (območje Slovenije je bila maska za izvedbo prostorske analize).

Gostoto prometa po metodi gostote jedra smo ocenjevali v programskem orodju ArcMap (ArcGIS) s pomočjo orodja »gostota jedra« (angl. »Kernel Density« - KD). Na končni izračun gostote prometa sta vplivala naslednja parametra:

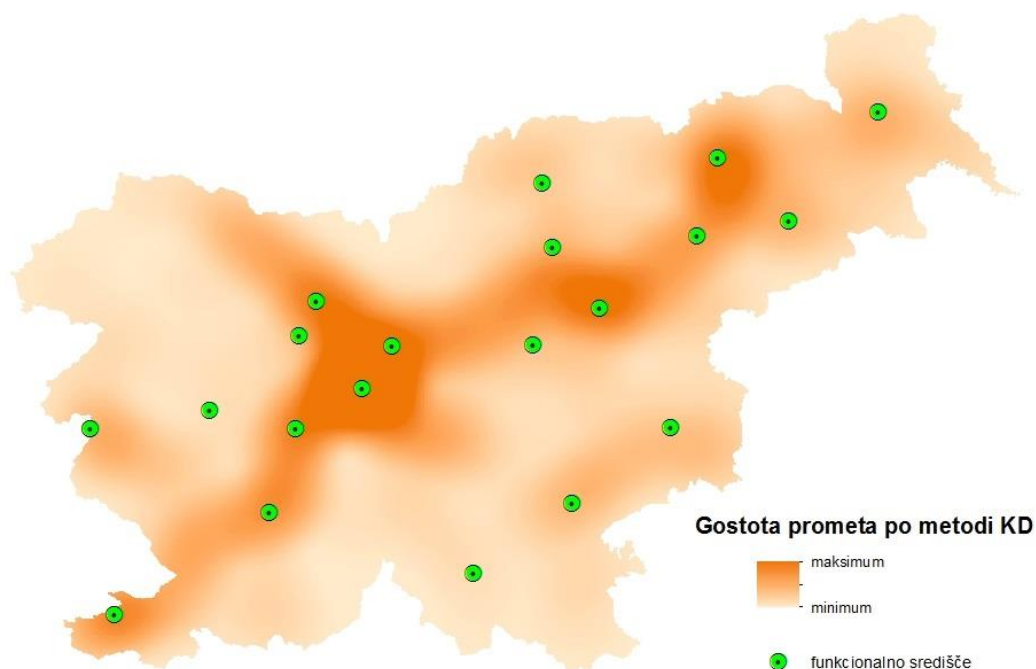
- velikost celice: 250 m
- iskalni radij: 15.000 m

Podatkovne sloje tako ocenjene gostote prometa za vsako posamezno obravnavano leto je bilo treba preurediti za nadaljnjo analizo funkcionalnih regij. Izračunali smo podatkovne sloje obratnih vrednosti gostot prometa. Te podatkovne sloje obratnih vrednosti gostot prometa ($1/\text{gostota_prometa}$) smo uporabili v postopkih zamejevanja funkcionalnih regij. Funkcionalne regije smo modelirali po metodi nameščanja posameznih lokacij Slovenije (pogojenih z ločljivostjo 250 m) najbližjemu središču po metodi najmanjših stroškov (angl. cost allocation). Središča funkcionalnih regij smo prevzeli iz raziskave »Analiza števila funkcionalnih regij v Sloveniji 2000-2010« (Zupanec, 2012). Na ta način smo v programu ArcMap členili Slovenijo na 2 do 20 funkcionalnih regij v letih 2005, 2006, 2009 in 2010.

Na slikah 5 in 6 sta prikazana vmesna rezultata modeliranja funkcionalnih regij po metodi gostote prometa (MGP). Slika 5 prikazuje sloj cestnega omrežja in števna mesta s podatki povprečnega letnega dnevnega prometa. Slika 6 prikazuje z gostoto jedra interpolirane vrednosti povprečnega letnega dnevnega prometa na območje Slovenije. Za nadaljnji korak izdelave funkcionalnih regij je na obravnavano območje dodan sloj funkcionalnih središč. Slika 8 prikazuje postopek modeliranja funkcionalnih regij po metodi gostote prometa.



Slika 5: Števna mesta na cestnem omrežju Republike Slovenije za leto 2010 (vir podatkov: (DRSC, 2010a) in lastni prikaz



Slika 6: Interpolirane vrednosti PLDP vseh vozil na območju Slovenije po metodi KD in središča 20-tih funkcionalnih regij leta 2010 (vir podatkov: (DRSC, 2010a; Zupanec, 2012) in lastni izračun

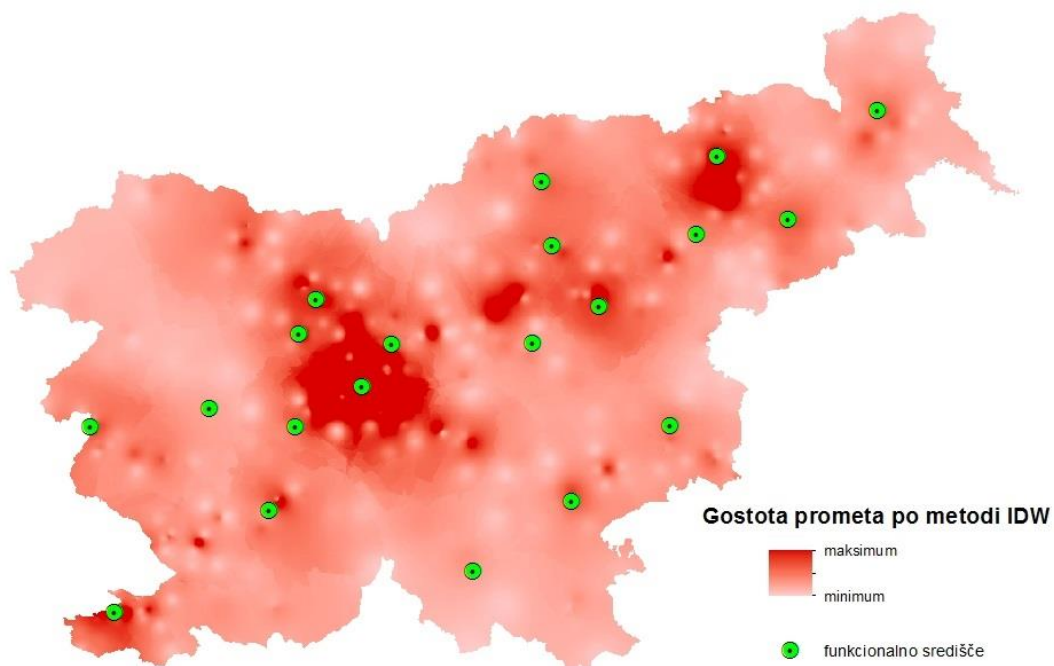
5.2.3 Ocena gostote prometa po metodi inverzne utežene razdalje (IDW)

Interpolacijo gostote prometa z inverzno uteženo razdaljo smo izvedli s pomočjo podatkov štetja prometa na števnih mestih, to je točkovnih objektih v prostoru. Podatki štetja prometa na števnih mestih so bili strukturirani na vrste vozil. Analizo po metodi IDW smo izvedli za vsa vozila skupaj in posebej za osebna vozila.

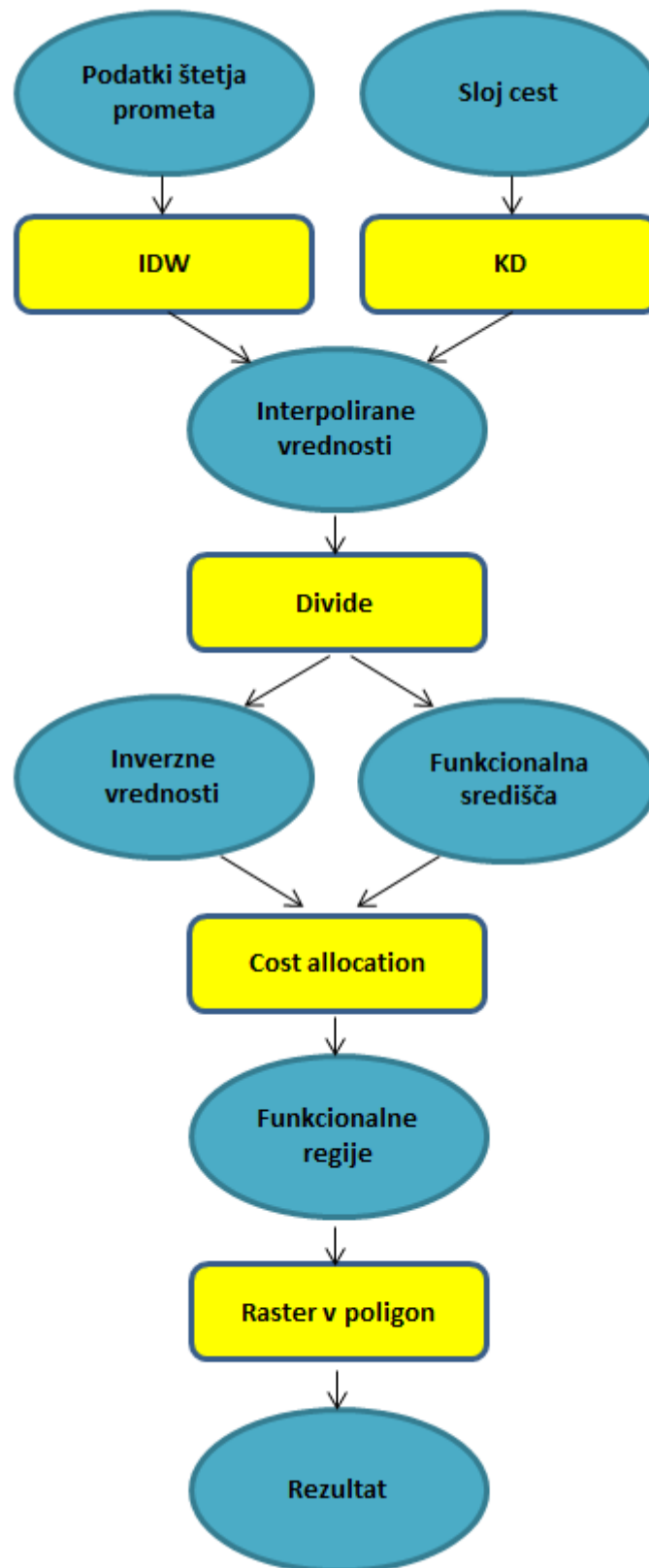
Gostoto prometa po metodi inverzne utežene razdalje smo ocenjevali v programskem orodju ArcMap (ArcGIS) s pomočjo orodja »IDW«. Na končni izračun gostote prometa so vplivali naslednji parametri

- velikost celice 250 m
- potenca 2

Podatkovne sloje ocenjene gostote prometa (vseh vozil in posebej samo osebnih vozil) po letih je bilo treba preurediti za nadaljnjo analizo funkcionalnih regij. Izračunali smo podatkovne sloje obratnih vrednosti gostot prometa. Funkcionalne regije smo modelirali po metodi nameščanja posameznih lokacij Slovenije (pogojenih z ločljivostjo 250 m) najbližjemu središču po metodi najmanjših stroškov. Središča funkcionalnih regij smo prevzeli iz (Zupanec, 2012). Na ta način smo v programu ArcMap členili Slovenijo na 2 do 20 funkcionalnih regij po metodi gostote prometa – za vsa vozila in posebej samo za osebna vozila – po letih 2005, 2006, 2009 in 2010. Slika 7 prikazuje po metodi inverzne utežene razdalje interpolirane vrednosti povprečnega letnega dnevnega prometa na območje Slovenije z 20-imi središči funkcionalnih regij. Na sliki 8 pa je prikazan postopek modeliranja funkcionalnih regij po metodi gostote prometa.



Slika 7: Interpolirane vrednosti PLDP vseh vozil na območju Slovenije po metodi IDW in središča 20-tih funkcionalnih regij leta 2010 (vir podatkov: (DRSC, 2010a; Zupanec, 2012) in lastni izračun



Slika 8: Postopek modeliranja funkcionalnih regij po metodi gostote prometa

5.2.4 Primerjava rezultatov

Za lažjo primerjavo območij funkcionalnih regij modeliranih po metodi Intramax (Zupanec, 2012) z območji funkcionalnih regij modeliranih po metodi gostote prometa (MGP), smo regije, modelirane po metodi Intramax, najprej uredili z orodjem »Feature to polygon«. Ustrezne sloje funkcionalnih regij smo primerjali z njihovim prekrivanjem (uporaba analitičnega orodja »Intersect«). Tako smo pridobili podatkovni sloj, ki je vseboval podatke o skladnih območjih istih funkcionalnih regij, kot tudi podatke območij prekrivanja različnih funkcionalnih regij. Odstopanja območij funkcionalnih regij smo statistično analizirali v programskem orodju Excel.

Odstopanje funkcionalnih regij modeliranih po metodi Intramax s funkcionalnimi regijami, modeliranimi po metodi gostote prometa, smo izvedli z analizo prekrivanja območij različnih regij. Z logično funkcijo IF smo v programskem orodju Excel poiskali tiste dele države, kjer so se prekrivale različne funkcionalne regije. Skupno površino teh delov smo primerjali s skupno površino Slovenije – oziroma vseh v analizo vključenih primerjanih delov funkcionalnih regij in izračunali delež odstopanja območja Slovenije.

S členitvijo države na večje število manjših funkcionalnih regij se poveča tudi število primerjajočih objektov (poligonov). S tem pa naraščata tudi število in površina delov območij, kjer funkcionalne regije odstopajo. Zato smo – ob predpostavki, da (ob izvedenih metodah) z večanjem števila funkcionalnih regij v državi narašča verjetnost večjega neujemanja funkcionalnih regij – normalizirali deleže odstopanj funkcionalnih regij s številom funkcionalnih regij.

Rezultate analize odstopanja funkcionalnih regij po omenjenih metodah smo predstavili na grafih in jih komentirali.

6 REZULTATI

V tem poglavju so predstavljeni rezultati primerjave 2 do 20 funkcionalnih regij Slovenije, pridobljenih z metodo gostote prometa (MGP), in funkcionalnih regij, modeliranih z metodo Intramax (Zupanec, 2012) po letih 2006, 2007, 2009 in 2010. Funkcionalne regije, modelirane po MGP, so izvedene (a) iz linijskih podatkov vseh vozil na cestnih odsekih, (b1) iz točkovnih podatkov vseh vozil na lokacijah štetja prometa in (b2) iz točkovnih podatkov osebnih vozil na lokacijah štetja prometa. Rezultati analize odstopanj primerjanih funkcionalnih regij so prikazani na grafikonih.

V postopku primerjave rezultatov smo tudi normalizirali deleže odstopanj funkcionalnih regij s številom funkcionalnih regij.

V preglednicah 1 in 2 so prikazani rezultati analize odstopanja primerjanih površin funkcionalnih regij. Preglednici vključujeta rezultate pridobljene v programu ArcMap, ki so bili izvoženi in naknadno statistično obdelani v programu Excel. Tem rezultatom je po uporabljeni metodi določitve funkcionalnih regij izračunano geometrijsko povprečje, ki prikazuje povprečno odstopanje uporabljene metode ne glede na število funkcionalnih regij. S tem lahko bolj celovito vrednotimo posamezno uporabljeno metodo in jo primerjamo z ostalimi.

Preglednica 1: Odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) v letih 2005, 2006, 2009 in 2010.

Leto	2005			2006			2009			2010		
Število FR	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila
2	11,1%	11,1%	10,4%	5,7%	6,1%	9,6%	6,4%	6,8%	13,7%	9,2%	9,6%	13,5%
3	13,5%	13,6%	13,1%	20,4%	20,9%	17,3%	19,4%	19,6%	21,4%	22,0%	22,5%	21,4%
4	28,0%	28,2%	20,6%	25,1%	25,2%	18,1%	23,1%	23,0%	23,5%	24,4%	24,5%	22,7%
5	25,2%	25,1%	17,9%	25,2%	25,1%	17,9%	23,0%	22,8%	18,2%	23,1%	23,1%	18,1%
6	18,0%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%	23,8%	23,5%	18,6%	24,0%	23,8%	18,5%
7	18,8%	18,7%	18,3%	18,7%	18,6%	18,4%	18,0%	18,0%	18,5%	18,3%	18,4%	18,4%
8	20,9%	20,8%	19,9%	20,8%	20,8%	20,0%	20,0%	20,0%	20,2%	20,4%	20,5%	20,1%
9	23,1%	23,0%	22,3%	22,5%	22,5%	22,3%	22,4%	22,5%	22,6%	22,8%	23,1%	22,6%
10	24,7%	24,7%	23,7%	24,1%	24,2%	23,6%	24,2%	24,4%	24,0%	25,7%	26,1%	25,0%
11	25,5%	25,6%	24,8%	24,7%	24,9%	24,7%	25,1%	25,7%	25,3%	26,9%	27,6%	26,4%
12	26,2%	26,3%	25,3%	25,4%	25,7%	25,3%	25,9%	26,5%	25,9%	27,5%	28,1%	27,1%
13	26,0%	26,2%	25,9%	25,5%	25,8%	25,9%	26,1%	26,7%	26,7%	27,2%	27,8%	26,7%
14	25,0%	25,2%	24,3%	25,8%	26,1%	25,9%	26,1%	26,7%	26,8%	27,3%	27,9%	27,4%
15	25,0%	25,2%	24,3%	24,5%	24,7%	24,3%	26,2%	26,8%	26,8%	27,5%	28,1%	27,5%
16	24,9%	25,0%	24,4%	24,4%	24,5%	24,3%	24,9%	25,3%	25,0%	30,5%	31,0%	30,2%
17	27,4%	27,4%	27,1%	26,9%	26,9%	27,0%	27,8%	28,1%	27,7%	29,0%	29,3%	28,2%
18	27,0%	27,1%	27,4%	26,6%	26,6%	27,3%	27,4%	27,6%	30,3%	30,0%	30,2%	28,6%
19	27,1%	27,2%	27,8%	27,4%	27,5%	27,7%	28,4%	28,5%	30,8%	29,6%	29,7%	28,9%
20	28,0%	28,0%	28,2%	28,4%	28,5%	28,6%	28,9%	29,0%	31,7%	29,7%	29,7%	29,3%
<i>geom. povpr.</i>	22,8%	22,9%	21,7%	22,2%	22,4%	21,8%	22,6%	22,9%	23,6%	24,3%	24,6%	23,7%

Preglednica 2: Normalizirano odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) v letih 2005, 2006, 2009 in 2010.

Leto	2005			2006			2009			2010		
	Števílo FR	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila	KD - vsa vozila	IDW - osebna vozila	IDW - vsa vozila
2	5,6%	5,5%	5,2%	2,8%	3,0%	4,8%	3,2%	3,4%	6,8%	4,6%	4,8%	6,8%
3	4,5%	4,5%	4,4%	6,8%	7,0%	5,8%	6,5%	6,5%	7,1%	7,3%	7,5%	7,1%
4	7,0%	7,0%	5,1%	6,3%	6,3%	4,5%	5,8%	5,7%	5,9%	6,1%	6,1%	5,7%
5	5,0%	5,0%	3,6%	5,0%	5,0%	3,6%	4,6%	4,6%	3,6%	4,6%	4,6%	3,6%
6	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	4,0%	3,9%	3,1%	4,0%	4,0%	3,1%
7	2,7%	2,7%	2,6%	2,7%	2,7%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
8	2,6%	2,6%	2,5%	2,6%	2,6%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,6%	2,5%
9	2,6%	2,6%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,6%	2,5%
10	2,5%	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,6%	2,6%	2,5%
11	2,3%	2,3%	2,3%	2,2%	2,3%	2,2%	2,3%	2,3%	2,3%	2,4%	2,5%	2,4%
12	2,2%	2,2%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,2%	2,2%	2,2%	2,3%	2,3%	2,3%
13	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
14	1,8%	1,8%	1,7%	1,8%	1,9%	1,8%	1,9%	1,9%	1,9%	2,0%	2,0%	2,0%
15	1,7%	1,7%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,7%	1,8%	1,8%	1,8%	1,9%	1,8%
16	1,6%	1,6%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,6%	1,6%	1,6%	1,9%	1,9%	1,9%
17	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,7%	1,6%	1,7%	1,7%	1,7%
18	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,7%	1,7%	1,7%	1,6%
19	1,4%	1,4%	1,5%	1,4%	1,4%	1,5%	1,5%	1,5%	1,6%	1,6%	1,6%	1,5%
20	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,5%	1,6%	1,5%	1,5%	1,5%
<i>geom. povpr.</i>	2,5%	2,5%	2,3%	2,4%	2,4%	2,3%	2,4%	2,5%	2,5%	2,6%	2,7%	2,6%

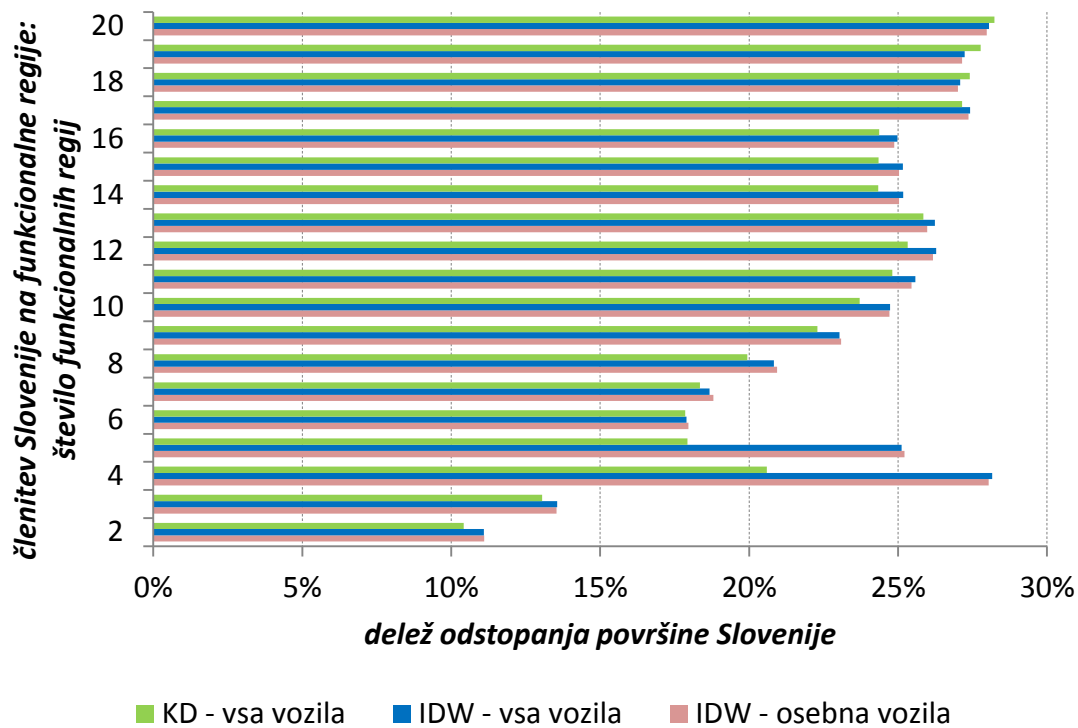
Grafikon 1 prikazuje odstopanje funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa, in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2005, grafikon 2 pa normalizirano odstopanje.

Opazimo lahko, da so v primeru enostavne primerjave odstopanj (grafikon 1) odstopanja v splošnem večja pri večjem številu funkcionalnih regij v državi. Izjema je členitev države na štiri in pet funkcionalnih regij, pri katerih je odstopanje funkcionalnih regij relativno visoko glede na sosedne primere. V primeru analize normaliziranega odstopanja površine funkcionalnih regij (grafikon 2) pa le-to praviloma pada s povečevanjem števila funkcionalnih regij v državi. Tukaj sta prav tako izjemi členitvi države na štiri in pet regij, kjer sta odstopanja podobno relativno visoki.

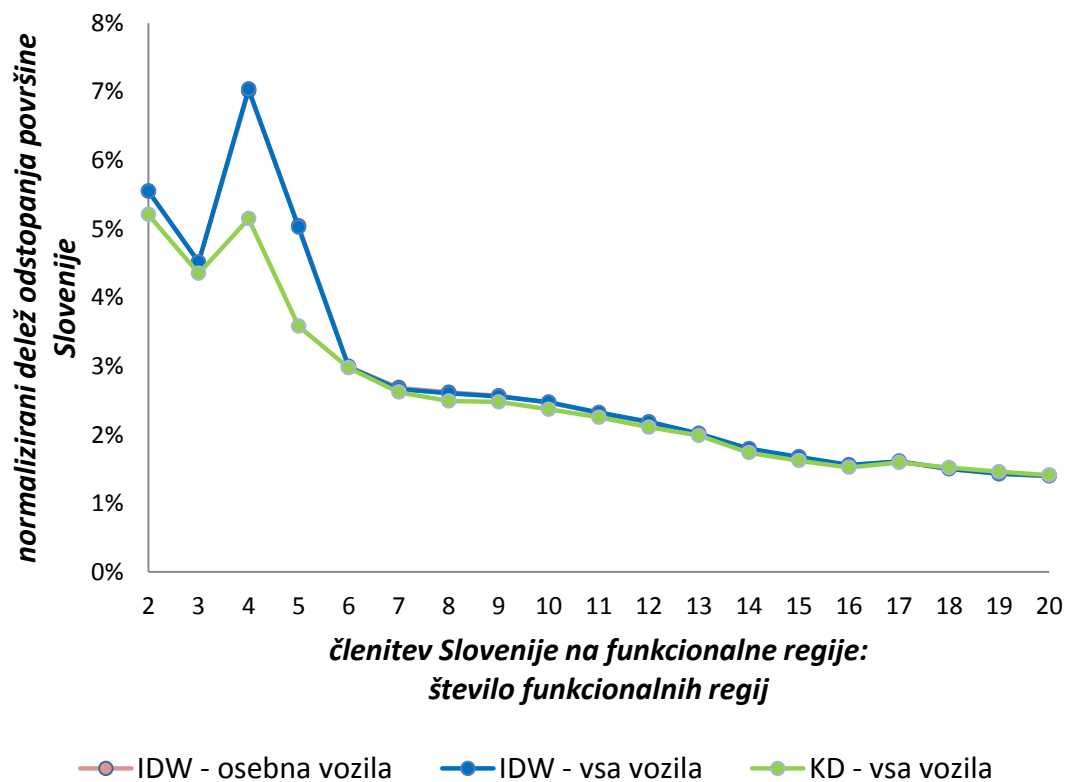
V splošnem lahko tudi ugotovimo, da so odstopanja med regijami v večja, ko smo jih primerjali s funkcionalnimi regijami modeliranimi po metodi IDW. Ta razlika se sicer manjša z večanjem števila funkcionalnih regij v državi. Opazimo lahko tudi, da so rezultati, pridobljeni z metodo IDW, zelo podobni, čeprav smo v analizo vključili različne podatke (vsa vozila in samo osebna vozila). Razlog za to bi lahko iskali v velikem številu osebnih vozil ali pa v sami povezanosti funkcionalnih regij, tako v smislu delavno mobilnega prebivalstva kot gospodarske povezanosti znotraj regije.

Relativno majhna odstopanja (lokalne minimume) najdemo v primerih členitve države na šest funkcionalnih regij (v primeru uporabe metode KD tudi pri členitvi na pet funkcionalnih regij), in na štirinajst, petnajst in šestnajst funkcionalnih regij v državi.

Analiza normaliziranega odstopanja funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2005 pa pokaže dva lokalna minimuma odstopanj; in sicer členitev Slovenije na tri in na šestnajst funkcionalnih regij. Prvi primer, to je členitev države na tri funkcionalne regije, je najbolj izrazit, manj očiten pa je primer členitve Slovenije na šestnajst funkcionalnih regij.



Grafikon 1: Odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2005



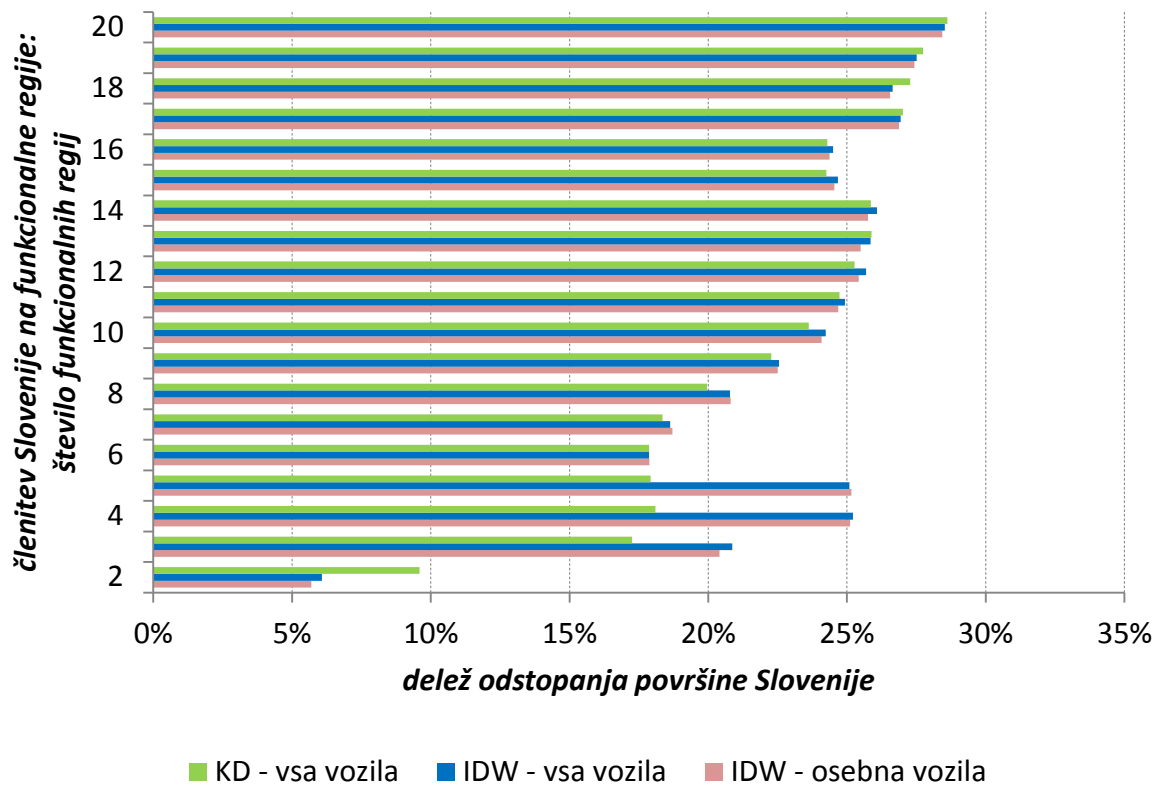
Grafikon 2: Normalizirano odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2005

Grafikon 3 prikazuje odstopanje funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2006, grafikon 4 pa normalizirano odstopanje.

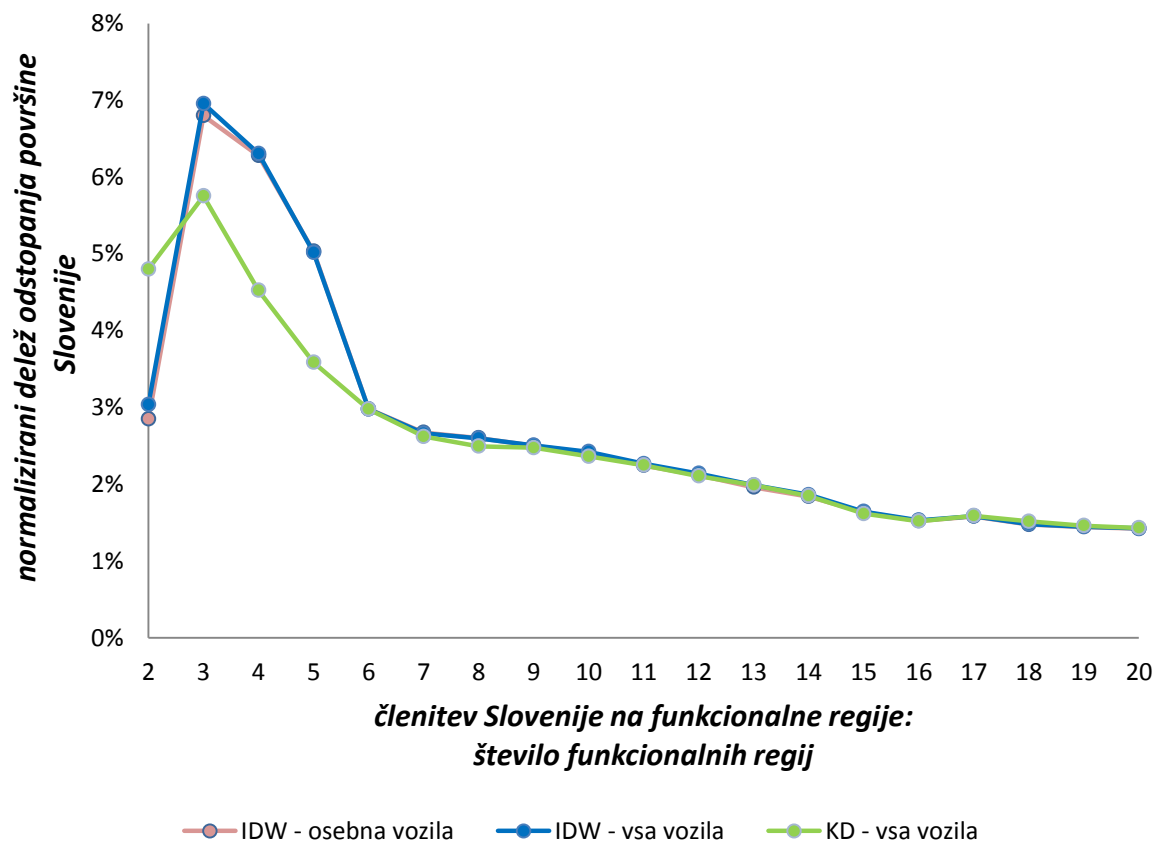
V primeru enostavne primerjave odstopanj (grafikon 3) opazimo, da so odstopanja v splošnem večja pri večjem številu funkcionalnih regij v državi. Relativno visoka odstopanja lahko v primerjavi s sosednimi delitvami opazimo pri členitvi države na tri, štiri in pet funkcionalnih regij. V teh treh primerih ugotovimo, da so odstopanja funkcionalnih regij, modeliranih po metodi IDW, precej višje kot odstopanja funkcionalnih regij, modeliranih po metodi KD. Razlika med odstopanji se z večanjem števila funkcionalnih regij manjša. Pri delitvi Slovenije na osemnajst, devetnajst in dvajset regij pa imajo funkcionalne regije, modelirane po metodi IDW, manjša odstopanja od funkcionalnih regij, modeliranih po metodi KD.

Relativno majhna odstopanja (lokalne minimume) najdemo v primerih členitve Slovenije na šest, petnajst in šestnajst funkcionalnih regij. Lokalni minimum pri delitvi države na šest funkcionalnih regij ni tako očiten pri metodi KD, vendar ga je še vedno moč zaznati.

Analiza normaliziranega odstopanja funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2006 prikazuje lokalni minimum odstopanj pri členitvi Slovenije na šestnajst funkcionalnih regij. Relativno visoka odstopanja pa se pojavijo pri delitvi Slovenije na tri funkcionalne regije.



Grafikon 3: Prikaz deleža odstopanja površine za leto 2006



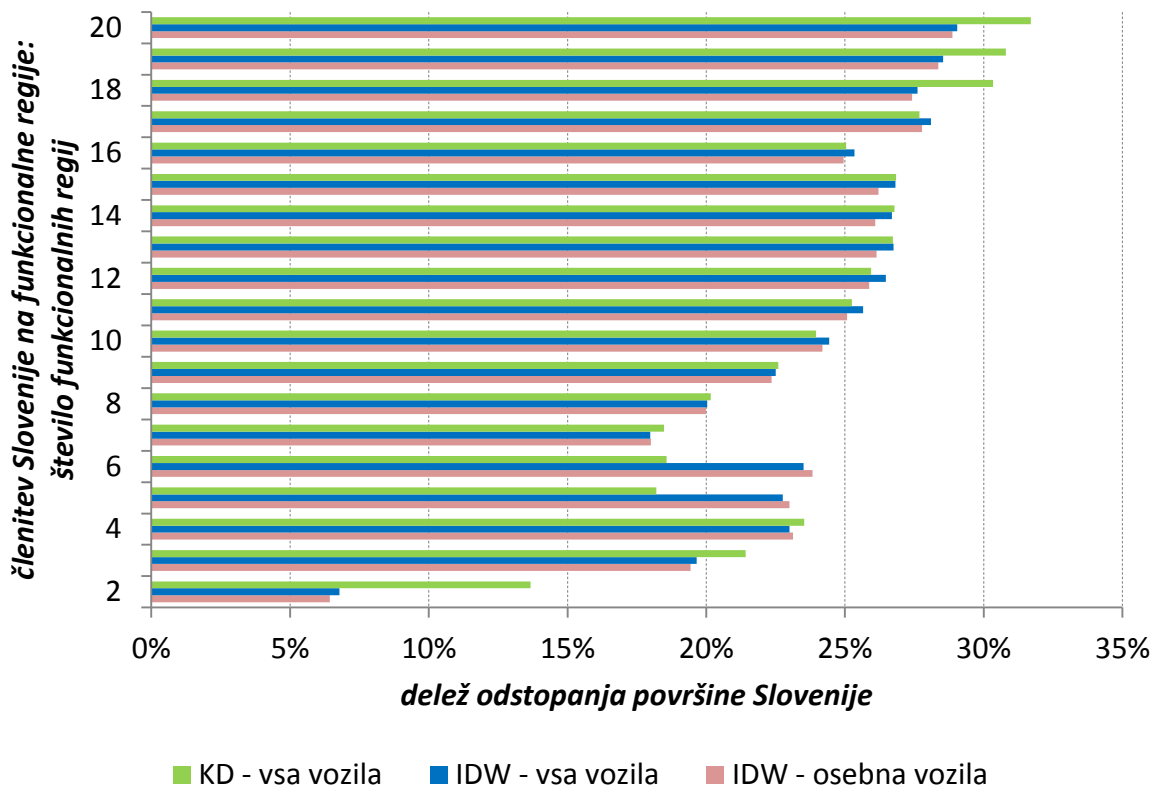
Grafikon 4: Prikaz normaliziranega deleža odstopanja površine za leto 2006

Grafikon 5 prikazuje odstopanje funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2009, grafikon 6 pa normalizirano odstopanje.

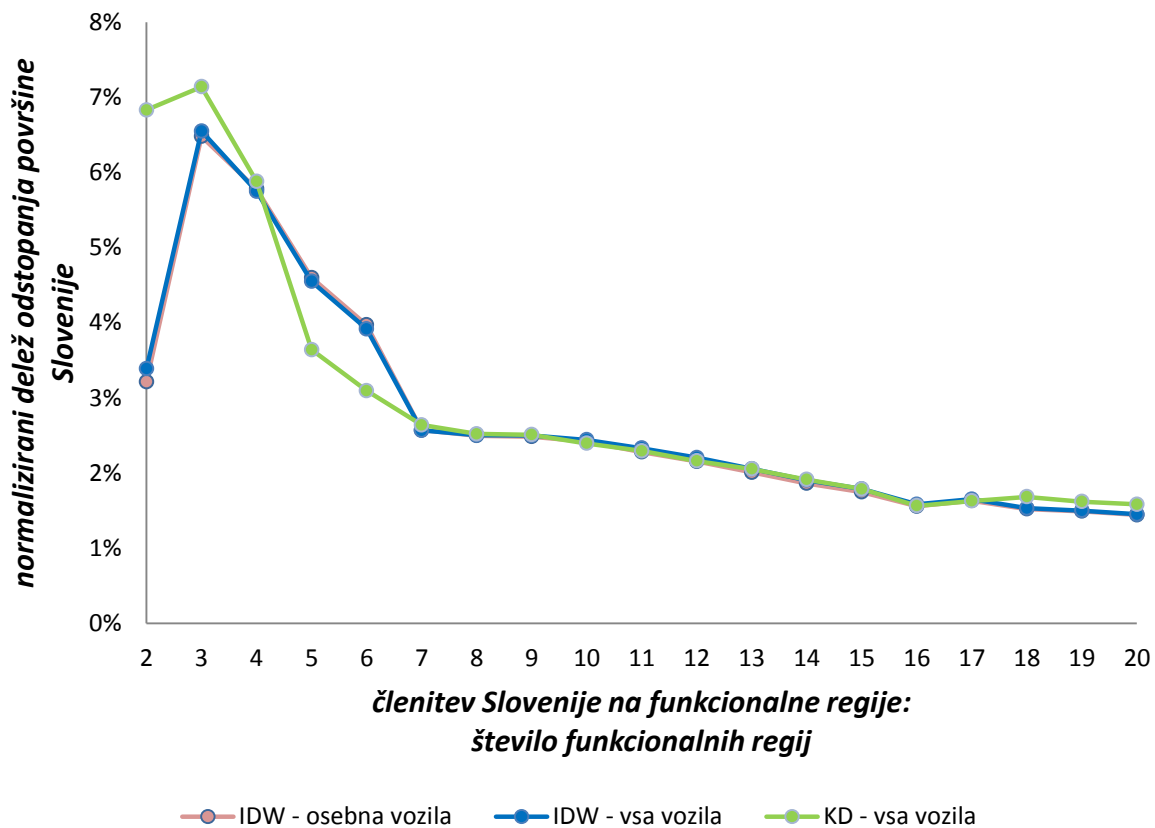
Opazimo lahko, da v primeru enostavne primerjave odstopanj (grafikon 5) odstopanja v splošnem naraščajo z večanjem števila funkcionalnih regij. Relativno visoko odstopanje se pojavi v primeru členitve Slovenije na štiri, pet in šest funkcionalnih regij po metodi IDW. Pri uporabi metode KD pa je odstopanje v primerjavi s sosednimi členitvami višje v primerih členitve Slovenije na dve, tri in štiri funkcionalne regije. V primeru analize normaliziranega odstopanja površine funkcionalnih regij (grafikon 6) pa je takoj moč opaziti veliko odstopanje metode KD pri členitvi Slovenije na dve in tri funkcionalne regije ter pri členitvi na osemnajst, devetnajst in dvajset funkcionalnih regij.

Relativno majhna odstopanja (lokalne minimume) pri obravnavi rezultatov za leto 2009, najdemo v primerih členitve Slovenije na sedem funkcionalnih regij. Metoda členitve KD v tem primeru ponazarja bolj razpotegnjen vzorec lokalnega minimuma pri členitvi Slovenije na pet, šest in sedem funkcionalnih regij. Pri členitvi Slovenije na šestnajst funkcionalnih regij se pri obeh metodah ponovno pojavi lokalni minimum, ki je pri pregledu grafikona 5 enostavno opazen.

Analiza normaliziranega odstopanja funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2009 prikazuje lokalni minimum odstopanj pri členitvi Slovenije na šestnajst funkcionalnih regij. Relativno visoka odstopanja metode IDW se pojavijo pri členitvi Slovenije na tri funkcionalne regije, v primeru metode KD pa na dve in tri funkcionalne regije.



Grafikon 5: Prikaz deleža odstopanja površine za leto 2009



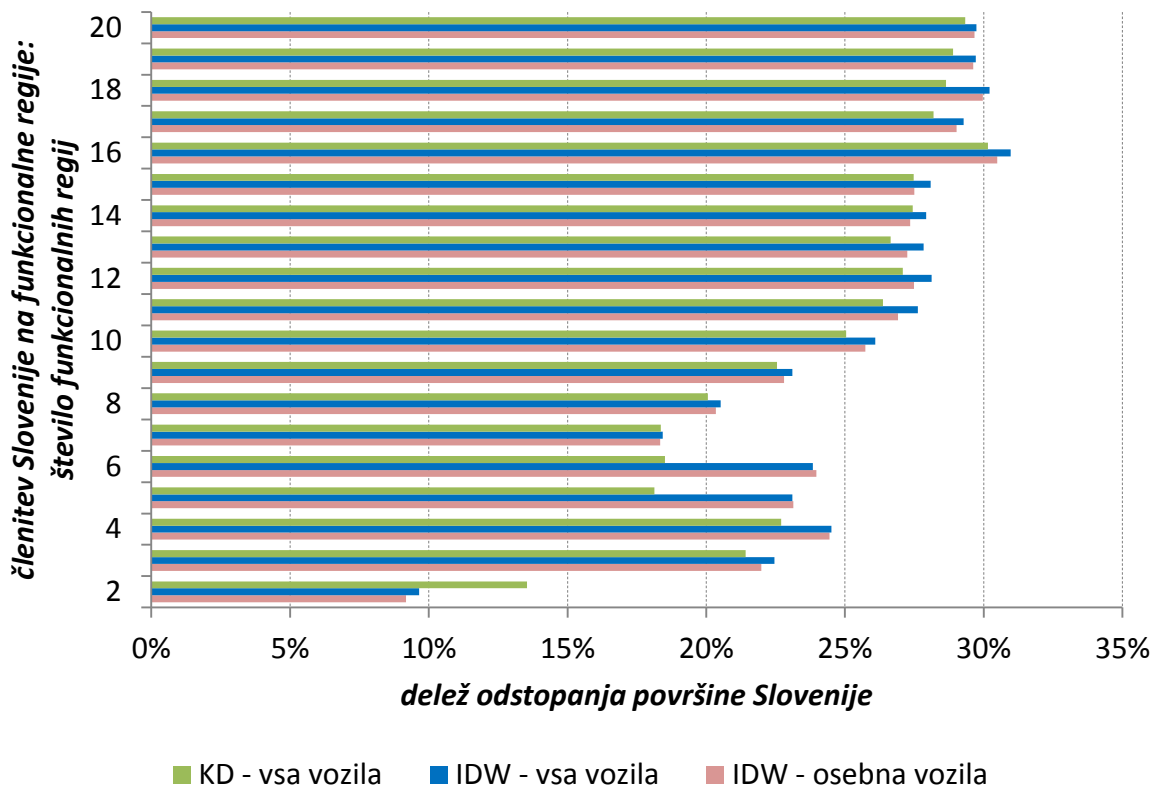
Grafikon 6: Prikaz normaliziranega deleža odstopanja površine za leto 2009

Grafikon 7 prikazuje odstopanje funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012), grafikon 8 pa normalizirano odstopanje za leto 2010.

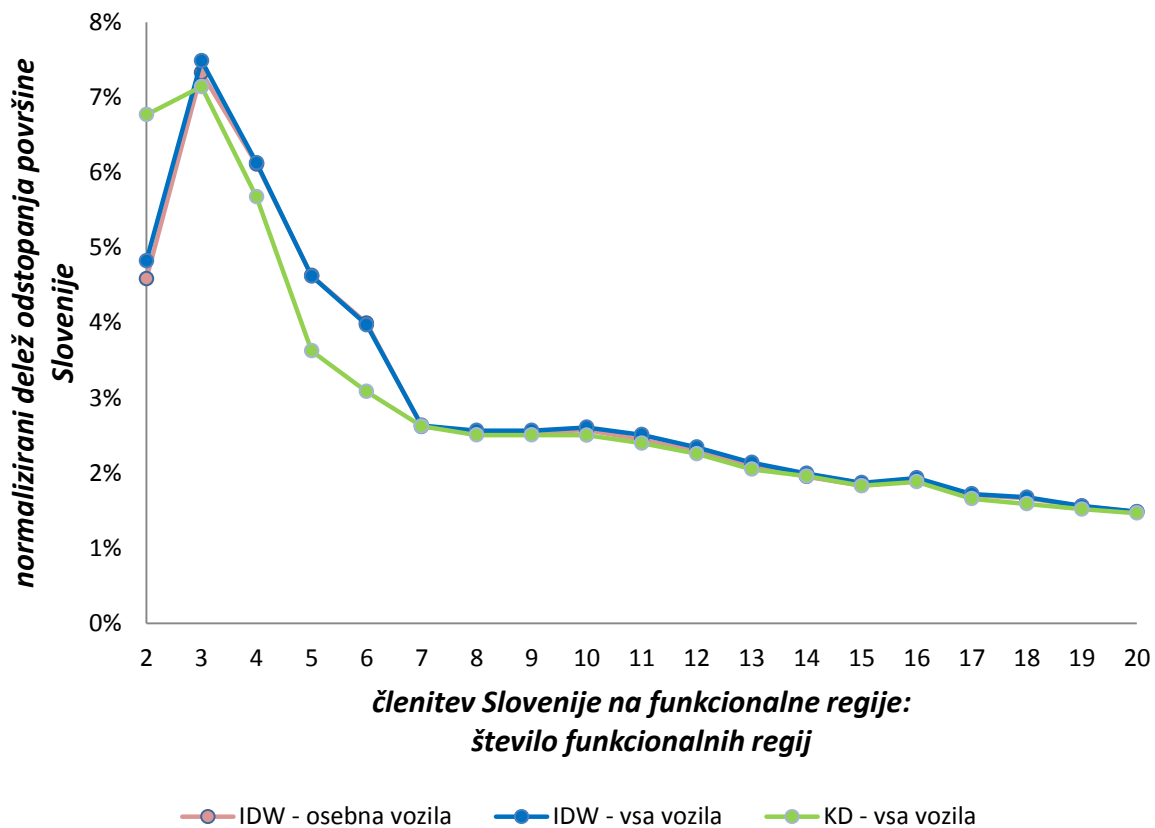
V primeru enostavne primerjave odstopanj (grafikon 7) opazimo, da so odstopanja v splošnem večja pri večjem številu funkcionalnih regij v državi. Relativno visoka odstopanja lahko pri metodi IDW v primerjavi s sosednimi členitvami opazimo pri členitvi države na tri, štiri, pet in šest funkcionalnih regij. Pri uporabi metode KD pa je odstopanje v primerjavi s sosednimi členitvami višje v primerih členitve Slovenije na dve, tri in štiri funkcionalne regije. Ponovno so odstopanja pri vseh metodah višja pri členitvi Slovenije na šestnajst funkcionalnih regij. V primeru analize normaliziranega odstopanja površine funkcionalnih regij (grafikon 8) ponovno opazimo, da se z večanjem števila funkcionalnih regij odstopanje manjša. Relativno visoko odstopanje se pri metodi IDW pojavi pri členitvi države na tri funkcionalne regije, pri metodi KD pa je odstopanje višje pri členitvi Slovenije na dve in tri funkcionalne regije.

Relativno majhna odstopanja (lokalne minimume) najdemo v primerih členitve države na sedem funkcionalnih regij (v primeru uporabe metode KD tudi pri členitvi na pet in šest funkcionalnih regij).

Analiza normaliziranega odstopanja funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leto 2010 prikazuje lokalni minimum odstopanj pri členitvi Slovenije na osem funkcionalnih regij.



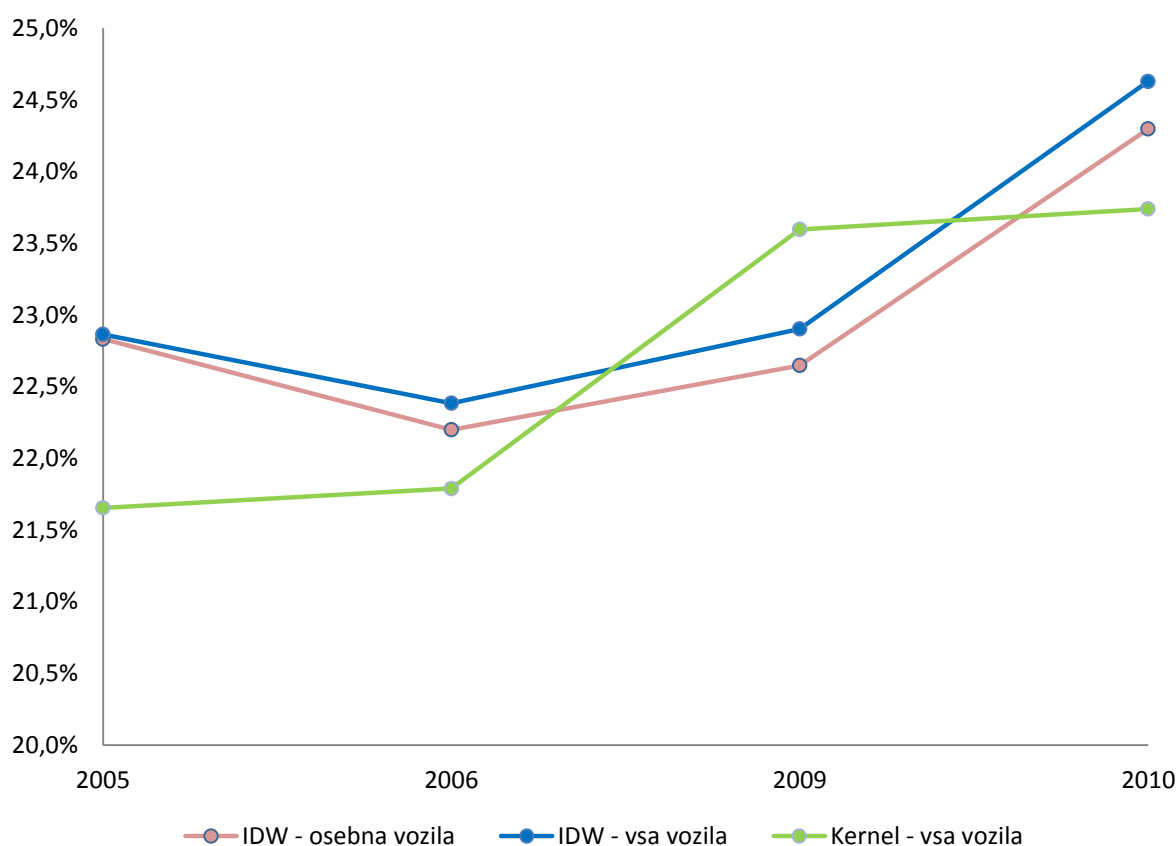
Grafikon 7: Prikaz deleža odstopanja površine za leto 2010



Grafikon 8: Prikaz normaliziranega deleža odstopanja površine za leto 2010

Grafikon 9 prikazuje geometrijsko povprečje odstopanja funkcionalnih regij Slovenije, modeliranih po metodi gostote prometa in funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012) za leta 2005, 2006, 2009 in 2010.

Pri pregledu geometrijskega povprečja odstopanja funkcionalnih regij opazimo razliko med rezultati obeh uporabljenih metod interpolacije vrednosti (IDW in KD). Rezultati po metodi IDW so podobni ne glede na uporabljene podatke (vsa vozila ali samo osebna vozila). V splošnem lahko ugotovimo, da rezultata po metodi IDW na koncu obravnavanega obdobja (v letih 2009 in 2010) bolj odstopata od primerjanih funkcionalnih regij kot na začetku (2005 in 2006). Primerjava rezultatov modeliranja funkcionalnih regij po metodi KD s funkcionalnimi regijami modeliranimi po metodi Intramax (Zupanec, 2012) pa prikaže nenadni porast odstopanj med leti 2006 in 2009.



Grafikon 9: Geometrijsko povprečje deleža odstopanja površin po obravnavanih letih

7 VREDNOTENJE REZULTATOV

V tem poglavju vrednotimo pomembnejše rezultate diplomske naloge. Rezultate vrednotimo na podlagi površin odstopanja funkcionalnih regij, modeliranih po metodi gostote prometa, s predhodno modeliranimi funkcionalnimi regijami po metodi Intramax (hierarhično združevanje občin v funkcionalne regije; Zupanec, 2012). Gostoto prometa smo interpolirali po dveh metodah; in sicer po metodi interpolacije vrednosti z inverzno uteženo razdaljo (IDW) in po metodi gostote jedra (KD). Po metodi KD smo ocenjevali vrednosti gostote prometa za vsa vozila, po metodi IDW pa smo računali gostoto prometa vseh vozil kot tudi gostoto prometa osebnih vozil.

Pri pregledu rezultatov odstopanja površin funkcionalnih regij po letih in metodah (glej tudi preglednico 1) smo odkrili znatno razliko v odstopanju površin funkcionalnih regij v primeru členitve Slovenije na manjše število funkcionalnih regij. V primeru členitve Slovenije na večje število manjših regij pa so odstopanja manjša.

Najbolj očitna razlika odstopanj površin regij med leti, v našem primeru med letoma 2005 in 2006, je v primeru členitve Slovenije na dve funkcionalni regiji. Z izjemo metode KD, ki ima med obravnavanima letoma podoben odstotek odstopanja dveh funkcionalnih regij, pa rezultati po metodi IDW (vsa in osebna vozila) prikazujejo upad razlike odstopanj med leti 2005 in 2006 za skoraj polovico: 2 funkcionalni regiji, modelirani po metodi Intramax in funkcionalni regiji modelirane po metodi IDW, sta najbolj podobni glede na uporabljene podatke iz leta 2006. Ta podobnost se ohranja v leto 2009, nato pa se razlika ponovno poveča za leto 2010.

Pri pregledu (geometrijskega) povprečja odstopanj po letih in metodah je rezultat podoben. V štirih obravnavanih letih se pojavi največja razlika med funkcionalnimi regijami (za vsa vozila) po metodi KD med letoma 2006 in 2009, pri metodi IDW pa med letoma 2009 in 2010. Razhajanje modeliranih funkcionalnih regij po metodi IDW se z obravnavanimi leti povečuje za vsa vozila in za osebna vozila.

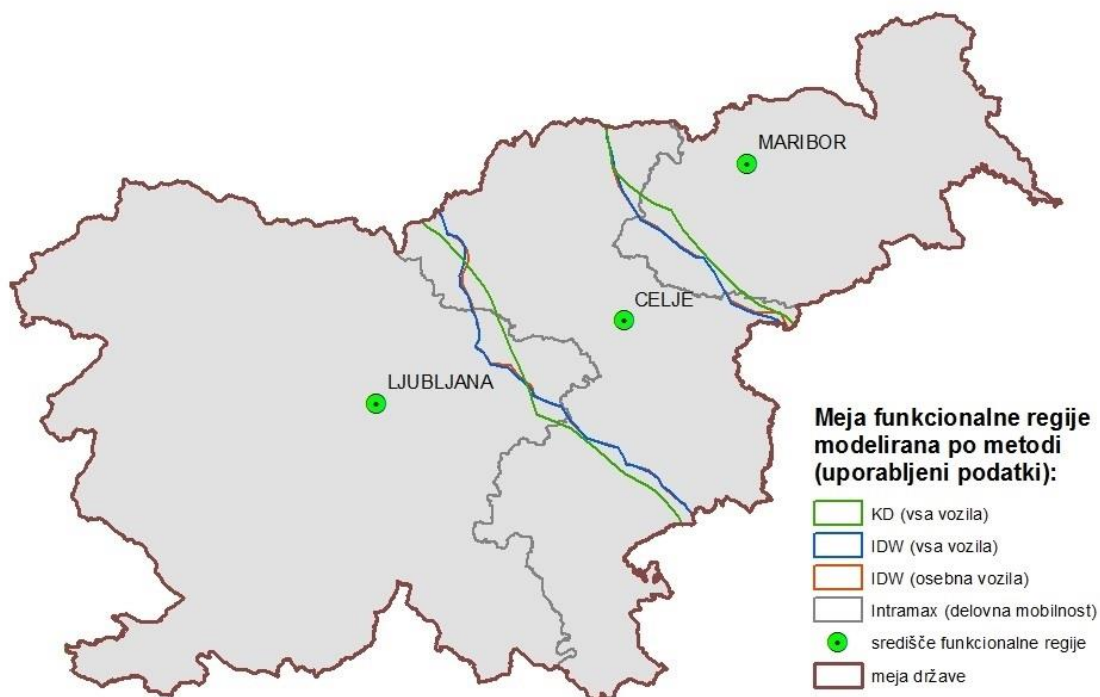
Domnevali smo, da se z večanjem števila funkcionalnih regij v državi posledično povečuje tudi odstotek razlik med primerjanimi regijami. Temu smo se poskusili izogniti z normaliziranjem površin odstopanj med regijami (površine smo delili s številom funkcionalnih regij). Pregled normaliziranih rezultatov (glej tudi preglednico 2) prikaže podobno spreminjanje razlik po letih kot smo jih opisali zgoraj. Prav tako se z večanjem števila funkcionalnih regij v državi normalizirane razlike površin med uporabljenima metodama in

podatki zmanjšujejo. Geometrijsko povprečje normaliziranih odstopanj funkcionalnih regij se znatno zmanjša na 2,3 – 2,7%.

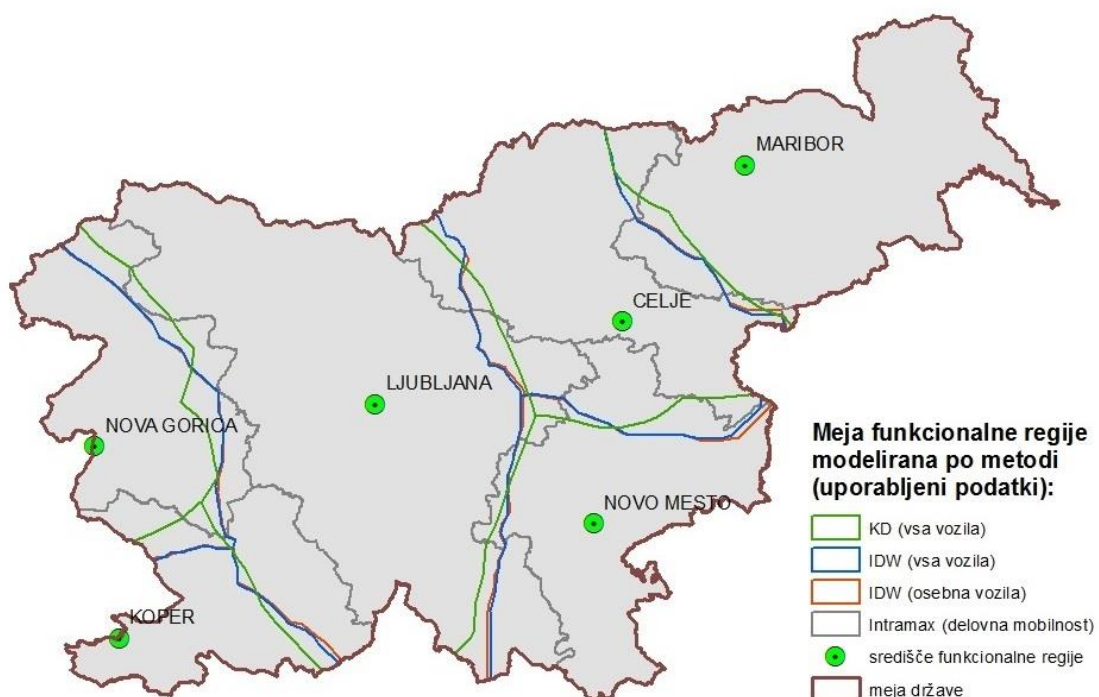
Primerjava odstopanj površin modeliranih funkcionalnih regij med uporabljenima metodama (IDW in KD) po letih se pokažejo večje razlike pri členitvi Slovenije na manjše število funkcionalnih regij. V splošnem imamo lokalne maksimume odstopanj za vsa obravnavana leta pri členitvi Slovenije na štiri funkcionalne regije. Lokalni minimum (najmanjša odstopanja) pa se v splošnem kaže pri členitvi Slovenije na šest in sedem funkcionalnih regij. Izjema je členitev države na šestnajst funkcionalnih regij, pri kateri se lokalni minimum razhajanj površin funkcionalnih regij za leta 2005, 2006 in 2009 spremeni v lokalni maksimum leta 2010.

Rezultati primerjav so tudi pokazali, da so odstopanja med funkcionalnimi regijami, modeliranimi po metodi Intramax s hierarhičnim združevanjem občin in po metodi gostote jedra vseh vozil v večini primerov manjša kot v primeru modeliranja po metodi IDW. To velja v splošnem za vsa leta, razen za leto 2009.

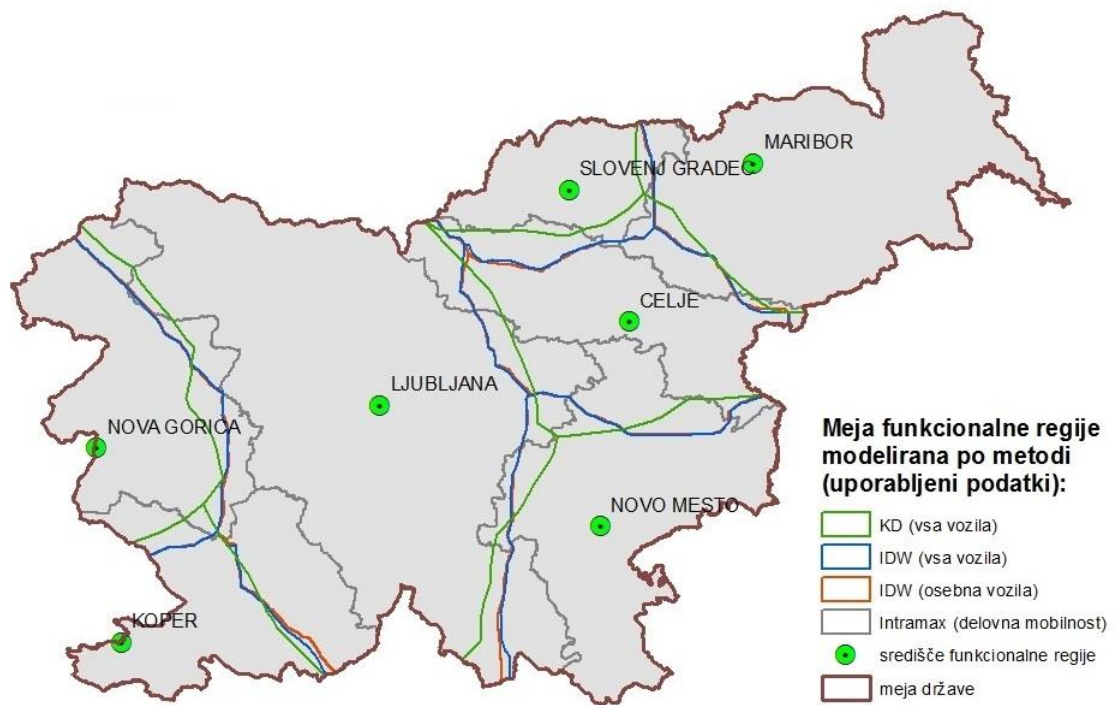
Na slikah 8 do 11 so prikazani primeri razhajanja funkcionalnih regij modeliranih po metodah gostote prometa z regijami modeliranimi po metodi Intramax (Zupanec, 2012); prikazani so primeri z manjšim odstopanjem območij funkcionalnih regij po obravnavanih letih.



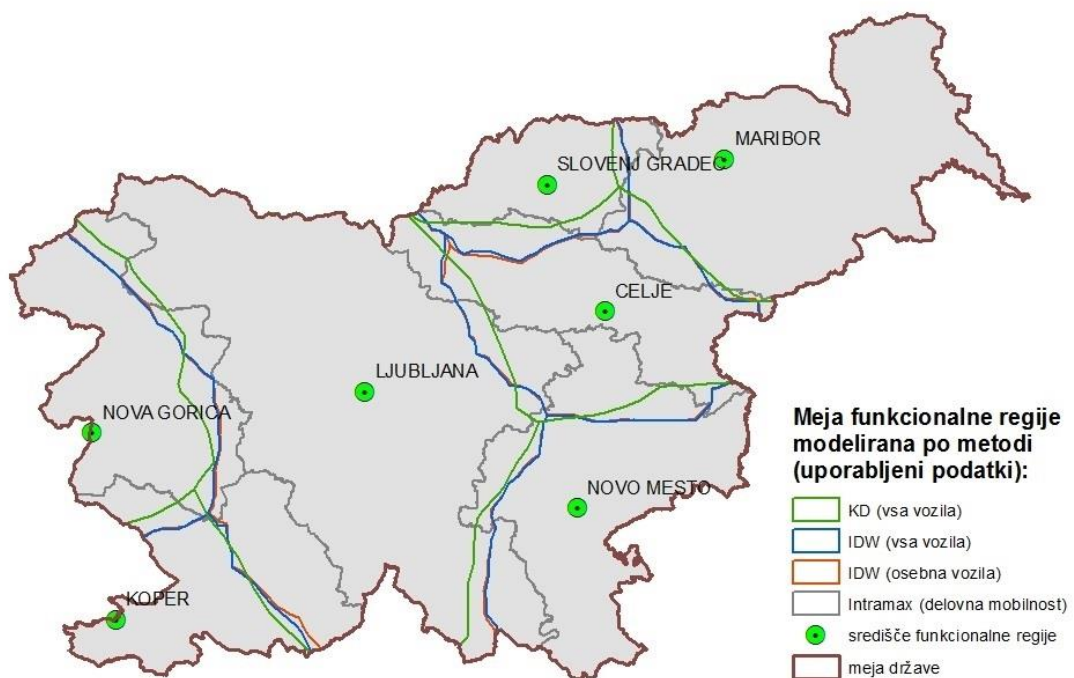
Slika 9: Razhajanje treh funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2005 (vir (Zupanec, 2012) in lastni izračun)



Slika 10: Razhajanje šestih funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2006 (vir (Zupanec, 2012) in lastni izračun)



Slika 11: Razhajanje sedmih funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2009 (vir (Zupanec, 2012) in lastni izračun)



Slika 12: Razhajanje sedmih funkcionalnih regij Slovenije modeliranih po metodah gostote prometa in po metodi Intramax za leto 2010 (vir (Zupanec, 2012) in lastni izračun)

8 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo predstavili metodo za opredelitev funkcionalnih regij s pomočjo podatkov o gostoti prometa. Pri tem smo domnevali, da se notranja povezanost regije izraža s povečanjem povprečnega letnega dnevnega prometa – da območja, ki so med seboj bolj funkcionalno povezana, izražajo funkcionalno povezanost s povečanjem gostote prometa znotraj posamezne funkcionalne regije.

V predstavljenem modelu smo za primer Slovenije preizkusili uporabo dveh metod interpolacije gostote prometa, s katerima smo modelirali funkcionalne regije. Preizkusili smo metodo gostote jedra in interpolacijo z inverzno uteženo razdaljo. Funkcionalne regije smo modelirali s pomočjo interpoliranih ploskev gostote prometa, predhodno opredeljenih središč funkcionalnih regij (Zupanec, 2012) po postopku stroškovne alokacije območij obravnavanim središčem. Na omenjeni način smo generirali 2 do 20 funkcionalnih regij v državi za leta 2005, 2006 in 2009, 2010.

Kot smo že omenili, predstavlja v tej diplomski nalogi predlagan postopek modeliranja funkcionalnih regij le enega izmed mnogih. V literaturi smo zasledili več pristopov k modeliranju funkcionalnih regij. Za potrebe naše raziskave se je zdel bolj primeren pristop delovne mobilnosti, po katerem modeliramo regije samo s pomočjo interakcij (torej brez predhodno opredeljenih središč). V ta namen smo rezultate naše raziskave primerjali z rezultati raziskave modeliranja funkcionalnih regij po metodi Intramax (Zupanec, 2012). Kot možnosti nadaljnjega raziskovanja se tako kažejo primerjave naših rezultatov z rezultati modeliranja funkcionalnih regij še po kakšni metodi iz pristopa lokalnih trgov dela (torej s predhodno opredeljenimi funkcionalnimi središči). Zanimivo pa bi bilo tudi raziskati vpliv spremenljivih prostorskih enot na oblikovanje funkcionalnih regij ter njihovo primerjavo s funkcionalnimi regijami modeliranimi po metodi gostote prometa. Primer študije vpliva spremenljivih prostorskih enot na oblikovanje funkcionalnih regij pa je v (Grdić, 2013). Za potrebe raziskave primernosti uporabe metode gostote prometa za opredeljevanje funkcionalnih regij pa bi bilo smiselno raziskati in primerjati tudi razlike funkcionalnih regij opredeljenih s pomočjo manjših prostorskih enot, denimo naselij.

Za čim bolj optimalne rezultate členitve Slovenije na funkcionalne regije bo treba izvesti še mnogo analiz, na koncu pa izvesti obsežno primerjalno analizo teh rezultatov. Rezultati takšne raziskave lahko podajo dobre predloge za členitev države na (funkcionalne) regije.

VIRI

Bajt, L. 2010. Primer informacijskega sistema za modeliranje funkcionalnih regij v Sloveniji. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta (samozaložba L. Bajt): 79 str.

Bobnar, S., Drobne, S., Šumrada, R. 2010. Priročnik za vaje iz prostorskih analiz v GIS orodju ArcGIS.

http://www.fgg.uni-lj.si/sdrobne/Pouk/MPAGIS/MPAGISV_ArcGIS.pdf (Pridobljeno 12.4.2013.)

Breukelman, J., Brink, G., de Jong, T., Floor, H. 2009. Manual Flowmap 7.3. Faculty of Geographical Sciences, Utrecht University, The Netherlands.

<http://flowmap.geo.uu.nl> (Pridobljeno 1.11.2012.)

Casado-Diaz, J. M. 2000. Local labour market areas in Spain: A case study. *Regional Studies*, 34: 843–856.

Childs, C. 2004. Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst.

<http://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf> (Pridobljeno 25.10.2012.)

Drobne, S., Bogataj, M. 2011. Economic criteria in decision-making on number of functional regions: The case of Slovenia. V: Zadnik Stirn, L. (ur.), Žerovnik, J. (ur.), Povh, J. (ur.), Drobne, S. (ur.), Lisec, A. (ur.). *SOR '11 proceedings*. Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research, 2011: str. 131-136, ilustr.

Drobne, S., Bogataj, M. 2012a. Evaluating functional regions. V: Babić, Z. (ur.). 14th International conference on operational research, Trogir, Croatia, September 26 - 28, 2012. *KOI 2012, Croatian Operational Research Society, Let. 3*, 14-26.

Drobne, S., Bogataj, M. 2012b. Metoda opredelitve števila funkcionalnih regij: aplikacija na ravneh NUTS 2 in NUTS 3 v Sloveniji – A method to define number of functional regions: an application to NUTS 2 and NUTS 3 levels in Slovenia. *Geodetski vestnik* 56, 1: 105 – 127.

Drobne, S., Konjar, M. 2011. Modeliranje funkcionalnih regij Slovenije s tokovi delavcev vozačev. In: Zavodnik Lamovšek, A. (ur.), Funkcionalne regije – izziv prihodnjega razvoja Slovenije. Ljubljana, Kamnik. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za politike prostora, OIKOS – svetovanje za razvoj: 37–52.

Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A. 2009a. Delimitation of functional regions using labour market approach. V: Zadnik Stirn, L. (ur.), Žerovnik, J. (ur.), Drobne, S. (ur.), Lisec, A. (ur.). Proceedings of the 10th International Symposium on Operational Research SOR '09 in Slovenia, Nova Gorica, September 23-25, 2009. SOR '09 proceedings. Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research, 2009: str. 417-425, ilustr.

Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A. 2010b. Razmejitev funkcionalnih regij Slovenije na podlagi analize trga dela - Delimitation of functional regions of Slovenia based on labour market analysis. Geodetski vestnik 54, 3: 481-500.

Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A. 2011. Pregled funkcionalnih regij po izbranih državah - Review of functional regions in selected countries. Geodetski vestnik 55, 3: 495-517.

Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A., Pichler-Milanović, N., Zavodnik Lamovšek, A. 2010a. Functional Regions Defined by Urban centres of (Inter)National Importance : case of Slovenia. V: Schrenk, M. (ur.). 15th International Conference on Urban planning, regional development and information society, 18-20 May, Reed messe, Wien, Austria. Liveable, healthy, prosperous Cities for everyone, Real Corp 2010 : proceedings 2010 = Tagungsband 2010. Schwechat-Rannersdorf: CORP: = Competence Center of Urban and Regional Planning: = Kompetenzzentrum für Stadtplanung und Regionalentwicklung, 2010: str. 297-306.

Drobne, S., Lisec, A., Konjar, M., Zavodnik Lamovšek, A., Pogačnik, A. 2009b. Functional vs. administrative regions : Case of Slovenia. V: Vujošević, M. (ur.). Thematic Conference Proceedings. Vol. 1. Belgrade: Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, 2009: str. 395-416.

DRSC. 2005a. Povprečni letni dnevni promet (PLDP) leta 2005. Direkcija Republike Slovenije za ceste, Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC. 2005b. Podatki o državnih cestah leta 2005. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

DRSC. 2005c. Karta prometne obremenitve leta 2005. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC, 2006a. Povprečni letni dnevni promet (PLDP) leta 2006. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC. 2006b. Podatki o državnih cestah leta 2006, Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

DRSC. 2006c. Karta prometne obremenitve leta 2006. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC. 2009a. Povprečni letni dnevni promet (PLDP) leta 2009. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC. 2009b. Podatki o državnih cestah leta 2009, Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

DRSC. 2009c. Karta prometne obremenitve leta 2009. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC. 2010a. Povprečni letni dnevni promet (PLDP) leta 2010. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

DRSC. 2010b. Podatki o državnih cestah leta 2010, Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

DRSC. 2010c. Karta prometne obremenitve leta 2010. Direkcija Republike Slovenije za ceste. Ljubljana.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 1.12.2012.)

Esri. Arc Desktop help. 2007a.

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=How_Inverse_Distance_Weighted_%28IDW%29_interpolation_works (Pridobljeno 22.4.2013.)

Esri. Arc Desktop help. 2007b.

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=How%20Kernel%20Density%20works> (Pridobljeno 22.4.2013.)

Grdić, M. 2013. Vpliv teritorialnih sprememb občin na oblikovanje funkcionalnih regij Slovenije v obdobju 1991-2010. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Grdić; v tisku).

Johansson, B. 1998. Infrastructure, Market Potential and Endogenous Growth. Jönköping (Mimeo). Jönköping International Business School.

Karlsson C., Olsson, M. 2006. The identification of functional regions: theory, methods, and applications. *Ann Reg Sci*, 40: 1–18.

Killian, M. S., Tolbert, C. M. 1993. Mapping social and economic space: the delineation of local labour markets in the United States. In: Singelmann, J., Desaran, F.A. (ur.). *Inequalities in Labour Market Areas*. Westview, Boulder: 69–79.

Konjar, M. 2009. Modeliranje zaposlitvenih sistemov Slovenije na osnovi dnevne mobilnosti. Diplomaska naloga. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (samozaložba M. Konjar):128 str.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/55/1/GEU_0803_Konjar.pdf (Pridobljeno 24.10.1012.)

Konjar, M., Lisec, A., Drobne, S. 2010. Methods for delineation of functional regions using data on commuters. V: PAINHO, Marco (ur.), Santos, M. Y. (ur.), Pundt, H. (ur.). *Geospatial thinking : proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, 10-14 May 2010 - Guimarães, Portugal*. [s.l.]: AGILE, 2010, str. 1-10.

Lipar, P., Kostanjšek, J., Žura, M. 2010. Uporaba prostorske statistike za določevanje zgostitev prometnih nesreč – Identification of Road Accident Hot Spots Using Spatial Statistics. *Geodetski vestnik* 54, 1: 61 – 69.

Malovrh, A. 2009. Prometne obremenitve voziščne konstrukcije. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
http://eprints.fgg.uni-lj.si/594/1/GRU_3060_Malovrh.pdf (Pridobljeno 26.4.2013.)

Masser, I., Brown, P. J. B. 1975. Hierarchical aggregation procedures for interaction data. *Environment and Planning A*, 7(5): 509–523.

Masser, I., Brown, P. J. B. 1977. Spatial representation and spatial interaction. *Papers of the Regional Science Association* 38, 71–92.

Masser, I., Scheurwater, J. 1980. Functional regionalisation of spatial interaction data: an evaluation of some suggested strategies. *Environment and Planning A*, 12(12): 1357–1382.

Mikrobit d.o.o. 2008.

http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CD4QFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.fg.uni-lj.si%2Fdokument.aspx%3Fid%3D1854&ei=9RKKUd_eAuOG4ASZkYCABA&usq=AFQjCNEA_8SOXPXbBXjuwB8NGBcRZPnqNQ&sig2=q1VrxZBBXzhPYBFDgHwjVw&bvm=bv.46226182,d.bGE (Pridobljeno 26.4.2013.)

Pogačnik, A., Konjar, M., Drobne, S., Zavodnik Lamovšek, A., Soss, K. 2011. Večkriterijska ocena modelov funkcionalnih regij in predlog regionalizacije Slovenije. In: Zavodnik Lamovšek, A. (ur.), *Funkcionalne regije – izziv prihodnjega razvoja Slovenije*. Ljubljana, Kamnik. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za politike prostora, OIKOS – svetovanje za razvoj: 67–75.

Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S. 2009b. A Proposal for Dividing Slovenia into Provinces. *Lex localis* 7, 4: 393-423.

Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T., Konjar, M., Trobec, B., Pichler Milanović, N., Pogačar, K., Kešeljević, A., Kosi, A., Miklavčič, T., Zakrajšek, U., Šolc, U., Strmšnik, K., Stres, A. 2009a. Analiza razvojnih virov in scenarijev za modeliranje funkcionalnih regij : zaključno poročilo tretje faze. Ljubljana. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo; Maribor. Fakulteta za gradbeništvo; Domžale. Oikos.

SURS. 2012. Delovno aktivno prebivalstvo (brez kmetov) po občinah prebivališča in občinah delovnega mesta po spolu, občine, Slovenija, letno. Statistični urad Republike Slovenije.

http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0723405S&ti=&path=../Database/Dem_soc/07_trg_dela/05_akt_preb_po_regis_virih/10_07234_delovne_migracije/&lang=2 (Pridobljeno 15.1.2013.)

Vanhove, N., Klaassen, L. H. 1987. Regional policy: A European approach. 2 izdaja. Avebury, Gower Publishing Company Limited, Aldershot: 398 str.

Wikipedia, 2013a. Spletna enciklopedija Wikipedia, Povprečni letni dnevni promet.

http://en.wikipedia.org/wiki/Annual_average_daily_traffic (Pridobljeno 26.4.2013.)

Wikipedia, 2013b. Spletna enciklopedija Wikipedia, Povprečni letni dnevni promet.

http://sl.wikipedia.org/wiki/Povpre%C4%8Dni_letni_dnevni_promet (Pridobljeno 26.4.2013.)

Zupanec, M. 2012. Analiza števila funkcionalnih regij v Sloveniji v obdobju 2000 – 2010. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Zupanec):101 str.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/3800/1/GEV_0373_Zupanec.pdf (Pridobljeno 22.10.2012.)